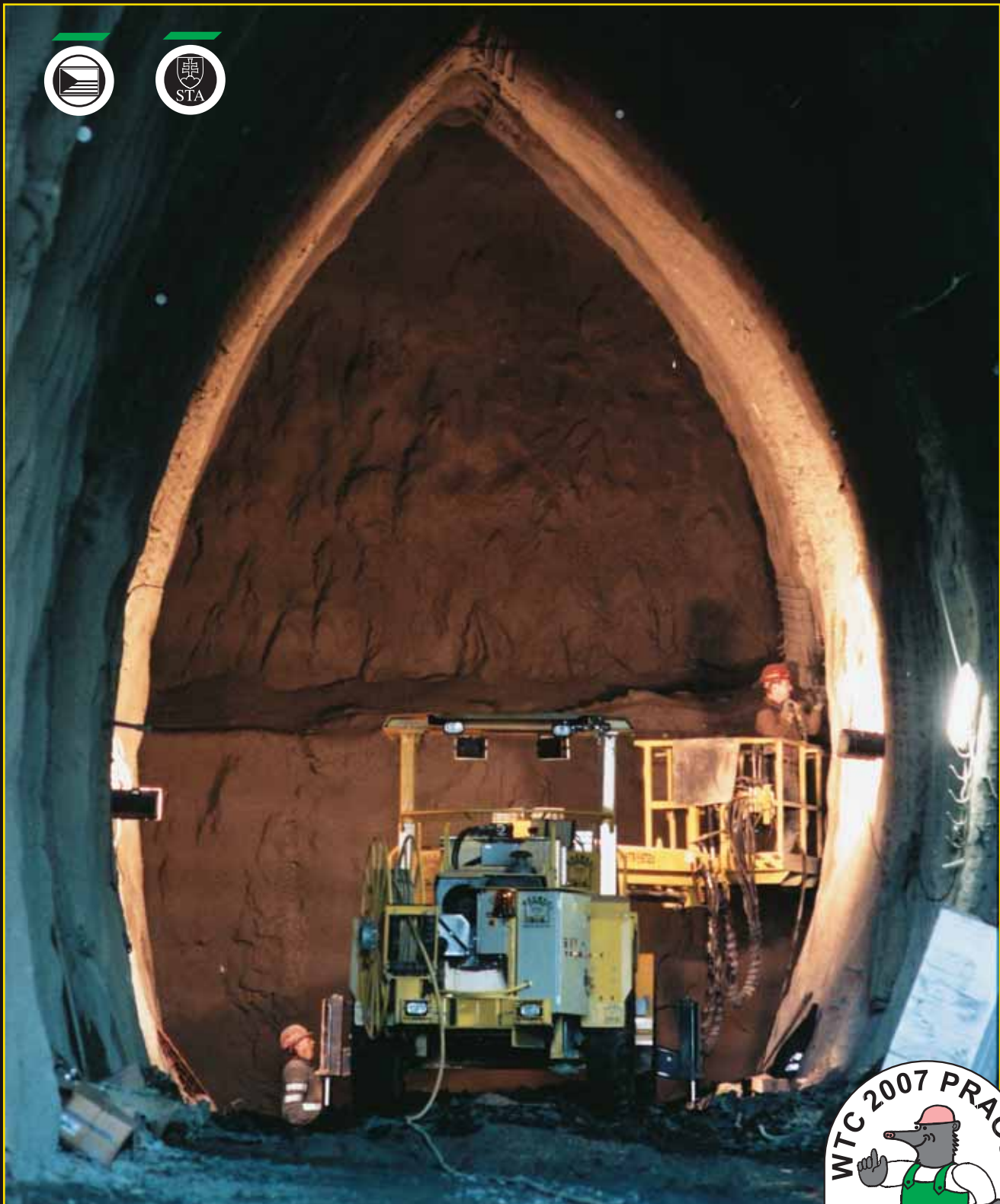


t u n e l

č. 1
2005

ČASOPIS ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES
MAGAZINE OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE AND SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA/AITES





Vážení čtenáři časopisu Tunel!

První číslo 14. ročníku časopisu Tunel dostáváte do rukou v době, kdy Český tunelářský komitét ITA/AITES již velmi intenzivně pracuje na přípravě světového tunelářského kongresu WTC 2007, který se bude konat v květnu roku 2007 v Praze, hlavním městě České republiky. Je ustaven organizační výbor, jsou připravena témata kongresu včetně zaměření „open session“, je otevřena webová stránka WTC 2007, jsou zajištěny prostory, ve kterých budou probíhat jednání kongresu i společenské akce, jsou zajištěny potřebné ubytovací kapacity a je vydáno první oznámení o přípravě kongresu WTC 2007.

Přidělení práva pořádat světový kongres v roce 2007 chápe Český tunelářský komitét ITA/AITES jako významný a čestný úkol, který mu svěřila světová tunelářská komunita. Úspěšné uspořádání světového kongresu se tak stává velkým závazkem a hlavním úkolem komitétu.

Jako předseda Českého tunelářského komitétu ITA/AITES vás chci i jménem Ing. Georgije Romancova CSc., předsedy přípravného výboru kongresu WTC 2007, ujistit, že budeme tvrdě pracovat, aby kongres splnil vaše očekávání. Věřím, že naše hlavní město Praha, ležící v centru Evropy nejen geograficky, ale i z hlediska kulturního a historického bohatství, město plné památek a mimořádné atmosféry, vás vřele vítá a poskytne vám upřímnou pohostinnost i hezké zážitky.

Úspěch kongresu vyžaduje spolupráci odborníků z celého světa. Doufáme, že se budou v hojném počtu podílet na práci vědecké rady kongresu, že připraví mnoho hodnotných příspěvků a že do Prahy přijedou.

Chtěl bych se ovšem také obrátit na všechny, kteří se podzemními stavbami jakýmkoliv způsobem v České (ale i Slovenské) republice zabývají. Je to především náš kongres a bez vaší aktivní účasti a bez příspěvků z vaší profesní činnosti nebude kongres úspěšný a nepodaří se mu představit světu současnou úroveň i bouřlivý rozvoj podzemních staveb u nás. A ten tu skutečně je. Dálniční tunely Panenská, Valík a Klimkovice, tunely na železničních koridorech, železniční tunely na stavbě Nové spojení v Praze i podzemní stavby realizované při rozšiřování trasy C pražského metra o tom jasně svědčí.

Český tunelářský komitét ITA/AITES chce být aktivní ve světové tunelářské asociaci ITA/AITES. Současně bude plnit v plném rozsahu své poslání v České republice. Proto podporujeme činnost našich pracovních skupin, pořádání seminářů a dalších vzdělávacích akcí. Chceme poskytovat podporu jejich pořadatelům, šířit informace a zkušenosti z podzemního stavitelství u nás i v zahraničí. Zde je nezastupitelná úloha časopisu Tunel, odborného čtvrtletníku, který vydáváme. Asi jste si všimli jeho nového vzhledu. Jedním z důvodů této změny je především upoutat naši i zahraniční veřejnost v souvislosti s konáním WTC 2007. Doufám, že s inovací vzhledu Tunelu současně dál poroste úroveň jeho obsahu.

Dear Tunnel magazine readers!

The first issue of the 14th annual volume of Tunnel magazine is arriving in your hand in a time when the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES has been working intensively on the preparation of the World Tunnel Congress, WTC 2007, taking place in May 2007 in Prague, the Capital of the Czech Republic. The organisation committee has been established, the congress topics have been prepared including themes for open sessions, the WTC 2007 web sites have been established, the rooms where the congress meetings and social events will take place have been arranged, as well as necessary accommodation capacities, and the first announcement about the preparation of the WTC 2007 congress has been published.

The Czech Tunnelling Committee ITA/AITES considers the fact that it has been assigned the right to organise the world congress in 2007 by the worldwide tunnelling community as a great task of honour. The successful accomplishment of this task has thus become a major commitment and the main objective of the committee.

I would like, as the chairman of the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES, to assure you also on behalf of Mr. Georgij Romancov, the chairman of the Preparatory Committee, that we will work hard so that the congress meets your expectations. I believe that our capital city Prague, lying in the heart of Europe not only geographically but also in terms of its cultural and historical wealth, a city boasting with historical landmarks and exceptional atmosphere, will give you a warm welcome and extend its sincere hospitality to you.

The success of the congress requires the collaboration of professionals from all over the world. We believe that they will take their share in the work of the Scientific Board of the Congress, will prepare many valuable papers, and arrive in Prague.

Of course, I would also like to address all of those who are engaged in underground construction in the Czech Republic (but also the Slovakian Republic), no matter in which way. This is our congress above all, and without your active participation and contributions dealing with your professional activities the congress will not be successful, and its effort to present the current level and the booming development of underground construction in our country to the world will fail, despite the fact that it does exist. The motorway tunnels Panenská, Valík and Klimkovice, tunnels on railway corridors, railway tunnels being part of the New Connection project in Prague, as well as underground structures realised in the Prague Metro line C extension, are clear proof of this.

The Czech Tunnelling Committee ITA/AITES is going to be an active member of the world tunnelling association ITA/AITES. In the same time, it will fulfil its commission in the Czech Republic. This is why we support the activity of our Working Groups, organisation of seminars and other educational events. We are going to support their organisers, to disseminate information and experience from the field of underground construction in our country and abroad. In that context, the role of Tunnel magazine, the professional quarterly which we issue is irreplaceable. You may have noticed its new look. One of the reasons for this change is, above all, to draw attention of the domestic and foreign public to the WTC 2007 organisation. I trust that also the quality of Tunnel's content will continue to grow together with its innovated look.

Ing. Ivan Hrdina

předseda Českého tunelářského komitétu ITA/AITES
Chairman of the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES

ZKUŠENOSTI Z TUNELOVÁNÍ V MĚKKÝCH HORNINÁCH

WEAK ROCK TUNNELLING EXPERIENCE

MILOŠ BUCEK

1. ÚVOD

Tunely Selatin, ze kterých pocházejí následující zkušenosti, jsou situovány v Turecku na dálnici IZMIR-AYDIN. Stavba byla realizována v letech 1990 – 2000, ve velmi těžkých geologických podmínkách, pomocí NRTM. Během výstavby zde byl vyvinut zvláštní postup při aplikaci NRTM v měkkých horninách, METODA ŘÍZENÉ DEFORMACE (dále MŘD), jejíž hlavní myšlenky byly uveřejněny v předcházejícím článku (viz Tunnel 3/04). Předkládaný příspěvek je věnován některým deformačním problémům, které bylo třeba řešit v souvislosti s plastickým chováním horninového masivu. Charakteristické údaje o tunelech, jakož i údaje o geologii včetně informace o výskytu podzemní vody, byly podrobně uvedeny v článku věnovaném již zmíněné MŘD. Na výstavbě Selatinských tunelů se v letech 1991 – 1992 podílel i METROSTAV a. s., supervisi prováděla rakouská firma D2.

2. PROBLÉMY S VÝLOMEM V JIŽNÍ TUNELOVÉ ROUŘI

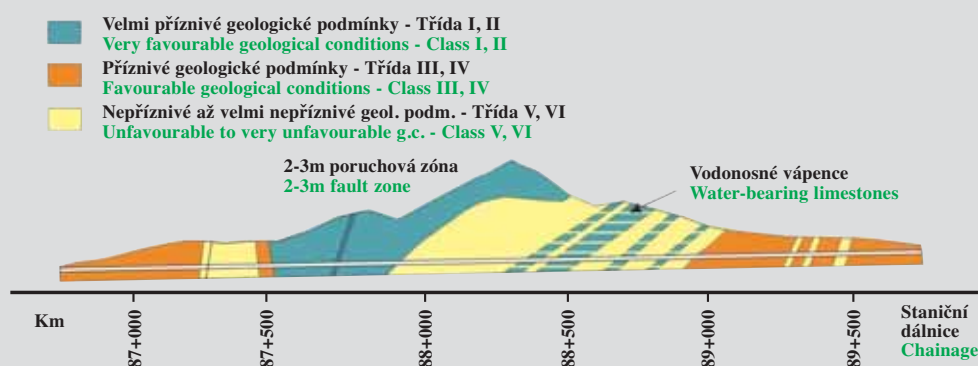
Z dvojice tunelů byla jako první ražena jižní roura nazývaná dále jako MSB (Memetler South Bound). Obecně je třeba poznamenat, že vzhledem k již dříve zmíněným obtížným geologickým skutečnostem bylo nutno postupovat vpřed velmi opatrně. Kvalita horninového masivu se měnila zcela neočekávaně, a proto byly používány průzkumné vrty, obvykle 25 – 30 m dlouhé, doplňované v každém druhém nebo třetím prstenci třemi kratšími, 8 m dlouhými vrty, situovanými v čelbě kaloty, jeden uprostřed nahoře, zbývající dva v patách. Do první, vskutku velmi obtížné části, vstoupila čelba MSB v km 200+600 (odpovídá staničení dálnice 87+250) v délce přibližně 180 m (obr. 1). Naštěstí jižní tunel byl ražen v té době s velkým předstihem před severním (MNB), přibližně o 400 m, takže nedošlo ke vzájemnému ovlivňování v okamžiku výrubu. Horninové prostředí tvořily v této části nepředvídatelně se střídající vrstvy mastkových, chloritických, slídnatých a grafitických břidlic, ale deformační chování celé této skupiny hornin bylo určováno především nepříznivými přetvárnými vlastnostmi prvních dvou typů. Obě tyto horniny patřily v Selatinských tunelech k velmi měkkým, s plastickým charakterem deformace, jejichž vlastnosti se s přítomností vody ještě dramaticky zhoršovaly.

1. INTRODUCTION

The Selatin tunnels where the following experience was gained are situated in Turkey, on the IZMIR-AYDIN motorway. The construction was realised in the years 1990 – 2000, under very difficult geological conditions, using the NATM. In the course of the construction, a special procedure was developed for application of the NATM in weak rock, designated as the CONTROLLED DEFORMATION METHOD (CDM). The main ideas of this method were published in the previous article (Tunnel 3/04). The contribution being presented now is devoted to some deformation issues that had to be solved in connection with plastic behaviour of the rock mass. Characteristic data on the tunnels, as well as data on geology including information on occurrence of ground water, were presented in detail in the article devoted to the above-mentioned CDM. In 1991 – 1992 also METROSTAV a. s., participated in the construction of the Selatin tunnels. Supervision was performed by austrian company D2.

2. PROBLEMS ABOUT THE SOUTHERN TUNNEL TUBE (THE MSB TUBE)

The Southern tube, hereinafter referred to as the MSB (Memetler South Bound), was driven as the first one of the pair of tunnels. In general, it should be noted that the tunnel excavation had to proceed very carefully, considering the above-mentioned difficult geological conditions. The rock mass quality changed totally unexpectedly, therefore probe holes were drilled, usually 25 – 30 m long, with shorter 8 m-long holes added in every other or third ring, situated to the top heading face (one in the crown centre, the other two at the feet). The MSB heading entered a really difficult section for the first time in km 200+600, corresponding to the motorway chainage 87+250, at a length of approximately 180 m (see Fig. 1). Fortunately, the Southern tunnel tube excavation face was at that time sufficiently in advance of the Northern tube (MNB), roughly 400 m ahead, therefore without affecting each other. The rock mass in this section consisted of unpredictably changing measures of talcous, chloritic, micaceous and graphitic schists, although deformation behaviour of this group of rock types was mostly determined by unfavourable deformational properties of the former two types. Those two rock types encountered at the Selatin tunnels belonged among very weak ones, exhibiting plastic character of deformation, with dramatically worsening properties at presence of water.

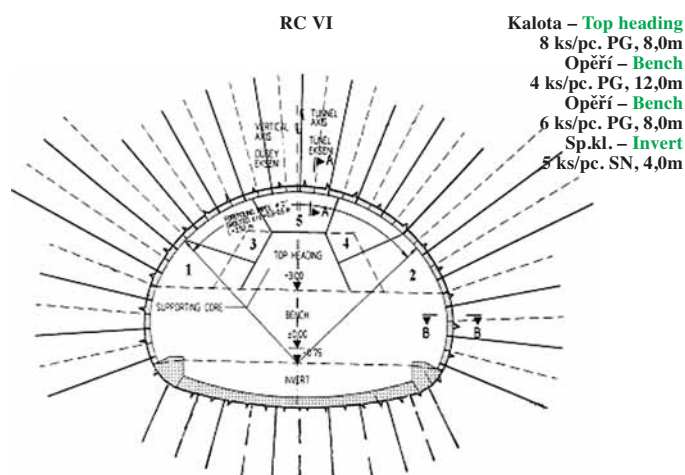
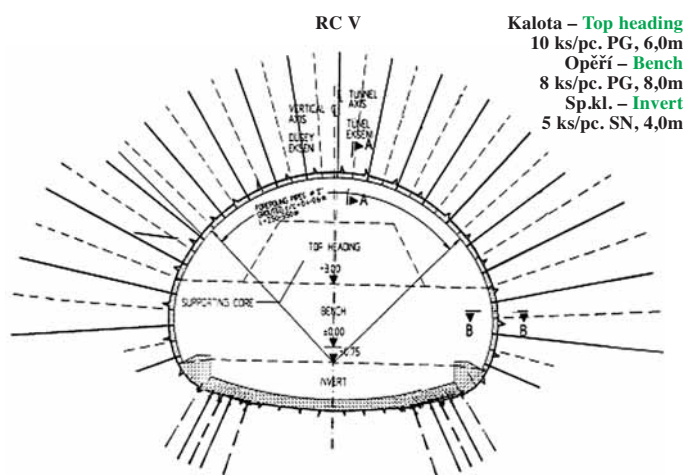


Skutečnost
Reality

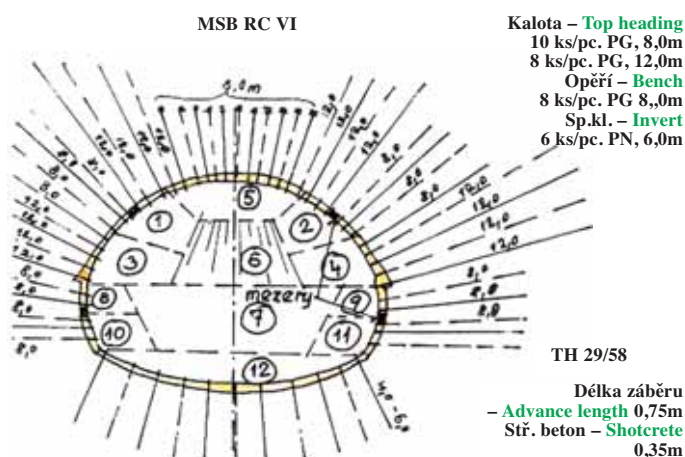
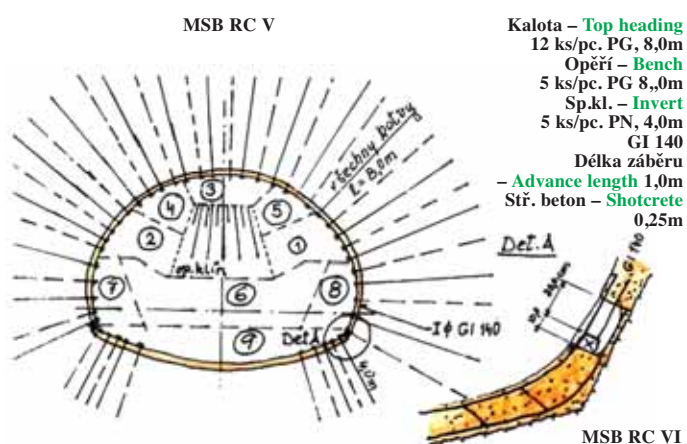
Obr. 1 Geologická situace zastižená při výstavbě
Fig. 1 Geological situation encountered during the construction

Pro ilustraci situace může sloužit skutečnost, že na počátku 20. století zde chtěla anglická společnost v rámci železničního spojení Izmir-Aydın vybudovat jednokolejný tunel. Po sto metrech výlomu byla trasa pro nepříznivé geologické poměry opuštěna, přestože již zde byly vybudovány některé objekty, jako hluboký zářez, most apod.

The situation can be illustrated by information that an English company wanted to build a single-rail tunnel as a part of an Izmir-Aydın railway line at the beginning of the 20th century. The route was abandoned after one hundred metres of the tunnel excavation due to unfavourable geology, despite the fact that there had been



Obr. 2 a 3 Schéma vystrojení primárního ostění ve třídě horniny RC V a RC VI
Fig. 2 and 3 Primary support in rock class RC V and RC VI



Obr. 4 a 5 Úprava vystrojení pro třídy horniny RC V a RC VI v těch nejtěžších podmínkách
Fig. 4 and 5 Modification of support for rock classes RC V and RC VI in the most difficult conditions

Když se výlom čelby MSB přiblížil do tohoto prostoru a začala se projevovat skutečná kvalita horninového masivu, pracovní postup a kotevní systém byly přizpůsobeny podle MŘD těmto nepříznivým podmínkám. Změněné kotevní systémy pro třídy RC V a RC VI jsou uvedeny na obr. 2 a na obr. 3. Výlom přístrojí v RC V byl rozdělen do šesti částí, opěří do tří a konečně výlom a betonáž spodní klenby byly provedeny najednou. Podobně byl upraven i návrh pro RC VI, pouze opěří bylo dále ještě rozděleno, a to na pět částí. Pokud se týká kotevního systému pro RC V, počet kotev byl postupně zvyšován tak, že celková délka osazených kotev vzrostla v prvním kroku z původních 80 m na 144 m a ve druhém až na 220 m v jednom prstenci, aby bylo vyhověno podmínkám MŘD a byla dodržena hodnota „optimální deformace“ stanovená pro toto nepříznivé horninové prostředí. Jak bude ukázáno později, ani takto zesílená primární výstroj nebyla dostatečná, když se přiblížila čelba MNB. Primární výstroj pro RC V byla provedena podle obr. 4, pouze mezery ve stříkaném betonu nad spodní klenbou byly použity později, po určité zkušenosti s vlivem druhé tunelové roury. Ve třídě RC VI byly mezery ve stříkaném betonu uplatněny již od počátku přesně podle obr. 5 a jejich zbytky byly zcela zaplněny až po průchodu čelby MNB.

Je všeobecně známo, a již to bylo v předcházejícím článku prezentováno, že pro aktivování únosnosti kotvami vytvořené horninové klenby je nezbytná horninová prostředí a použitá výlomová systému odpovídající deformace tunelového výrubu. Z tohoto konstatování pak vyplývají další pravidla, která je nutno dodržet. Jestliže přijmeme předpoklad, že pro aktivaci kotevního systému je zapotřebí určité deformace, pak veškerá část této deformace, která proběhne před osazením kotev, je deformace neřízená a nadbytečná, označená již dříve termínem „ztracená deformace“, která v určitých případech může nejenom zapříčinit nadměrný nárůst prostředků vedoucích k jejímu zastavení, ale vést i k úplnému závalu tunelového výlomu. Takže zlaté pravidlo číslo 1 zní: „Kotevní systém musí být osazen tak blízko čelby, jak je to jen technicky možné.“ Druhé zlaté pravidlo pak je: „Body určené pro sledování

some structures already completed there, e.g. a deep open cut, a bridge etc.

When the MSB face arrived to this location and the real quality of the rock mass started to show, the working procedure and rockbolting system were adjusted to the unfavourable conditions, according to the CDM. The changed rockbolting systems for rock classes RC V and RC VI are shown in Fig. 2 and Fig. 3. The top heading and core excavation in RC V were divided into six and three sequences respectively, while the invert excavation and concrete casting were carried out as a single operation. The procedure for RC VI was modified similarly, excepting the core excavation, which was further divided into five parts. Regarding the rockbolting system for RC V, the number of rock bolts was increased step by step. The total length of rock bolts installed in one ring grew from original 80 m to 144 m at the first step, and to 220 m at the second step, so that the CDM conditions were satisfied and the “optimal deformation” value determined for this unfavourable environment was maintained. As shown later in this article, the primary support, reinforced in this manner, was insufficient as the MNB excavation face arrived closer. The primary support for RC V was installed according to Fig. 4, excepting gaps in shotcrete lining above the invert, which were applied later, after obtaining certain experience from the effect of the other tunnel tube excavation. For RC VI, the gaps in shotcrete were applied since the beginning, exactly according to Fig. 5, and were completely filled only after the passage of the MNB excavation face.

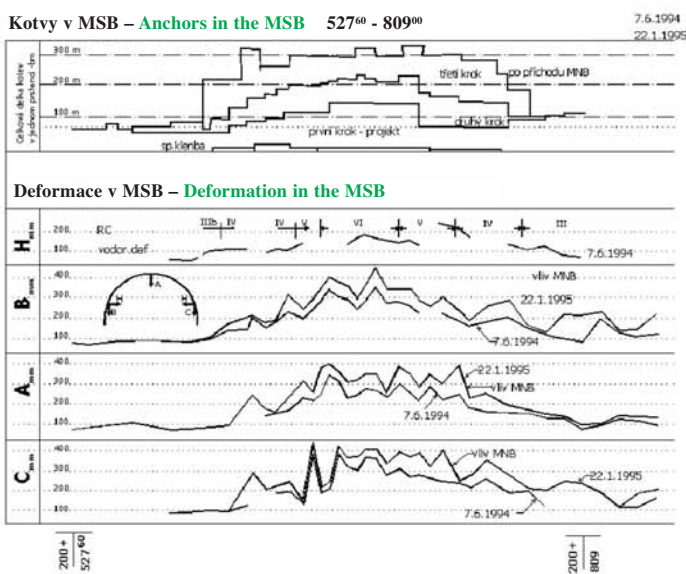
It is generally known, and has already been presented in the previous article, that deformation of the tunnel opening corresponding to the rock environment and the applied excavation system is necessary for activation of the load bearing capacity of the rock arch created by rock bolts. Then, another rule follows from this statement that has to be complied with. If we accept an assumption that a certain deformation is necessary for activation of the rockbolting system, the part of deformation that develops before installation of rock bolts is an uncontrolled and redundant deformation, denoted earlier by a term “lost deformation”, which can, in certain cases, not only cause excessive increase in the means required for termination of this

konvergence musí být osazeny co nejdříve po provedení výlomu, bezpodmínečně do prvního prstence.“ Bez respektování těchto dvou pravidel nelze uplatnit zásady MŘD.

Když se však nepodaří, navzdory provedeným kotvám, konvergenci zastavit v mezích optimální deformace, pak celkové množství kotev potřebné pro dosažení stability tunelového výrubu nadměrně stoupá. V některých případech bylo v takových místech osazeno až 400 m kotev v jednom prstenci.

Pro některé typy horninového prostředí byly proto na tunelech Selatin, na základě extensimetrického měření, teoretických výpočtů a praktického pozorování, stanoveny meze optimální deformace, uvedené v článku o MŘD.

Požadovaná velikost celkové deformace byla v problematických místech (kde základní množství kotev se ukázalo jako nedostatečné) zajišťována podle zásad MŘD, dodatečným instalováním posilujících kotev 8 a 12 m dlouhých a změnou vzdálenosti mezi čelbou přístropí a spodní klenbou primárního ostění. V této oblasti se jako optimální ukázala vzdálenost od 15 do 25 m. Celková délka kotev, instalovaná v této části v jednom prstenci, je patrná z obr. 6 a je zřejmé, že v některých prstencích dosáhla až 300 m délky kotev oproti 80 m, předpokládaným pro RC V v projektu. Na tomto obrázku je rovněž uvedena velikost celkové deformace v podélném směru tunelu MSB v km 200+527 až 200+849, ve třech bodech ABC a vodorovná konvergence mezi body B a C. Vývoj deformace je na obrázku rozdělen do tří hlavních skupin, dvě před, třetí po příchodu čelby MNB. Rovněž je zde naznačena klasifikace horninového masivu ve spojitosti s deformacemi tunelového výrubu.



Obr. 6 Konvergence výrubu za období 10 měsíců v souvislosti s množstvím instalovaných kotev

Fig. 6 Convergence of the tunnel opening within a 10-month period, in connection with the amount of installed rock bolts

Před přiblížením se čelby MNB popsané dvojí zesílení kotevního systému spolu s opravou nebo znovuvybudováním spodní klenby uvedlo horninový masiv do stavu velmi blízkého nulové deformacní rychlosti, jak je patrné z průběhu prvních částí konvergenčních křivek na obr. 7. Tímto způsobem se úspěšně prošlo prvním nepříznivým úsekem velmi měkkých hornin a dále pak grafitickými břidlicemi bez větších problémů až do mramorů v km 200+890.

V tomto okamžiku je třeba se zmínit o důležitosti udržení stability čelby v podobných geologických podmínkách. Navzdory rozdělení výlomu čelby v kalotě na šest částí docházelo často k pohybu horniny z čelby, obvykle v horní partii při stropu výrubu. Když byl tento jev řídký, rozhodovala o instalaci ochranného deštníku každodenní prohlídka čelby. Tento deštník býval obvykle tvořen betonářskou ocelí Ø 32, dl. 2,5 – 4 m. Jednalo-li se o horniny křehké, bylo třeba deštník opatřit injektáží, aby byl zrušen perforační účinek vrtů a došlo k opravdovému spolupůsobení horninového masivu a ocelových tyčí deštníku. V horninách měkkých, kde docházelo k samovolnému sevření ocelových tyčí vlivem plastického přetváření horninového prostředí, provádění injektáže nebylo požadováno. Jestliže bylo nutno instalaci deštníku opakovat

process, but also lead to a total collapse of the tunnel excavation. Therefore, the golden rule No. 1 is: “The rockbolting system must be installed as close to the excavation face as technically possible”. The golden rule No. 2 is: “Convergence measuring points must be installed as soon as possible after the excavation, unconditionally in the first ring”. The CDM principles cannot be applied without respecting those two rules.

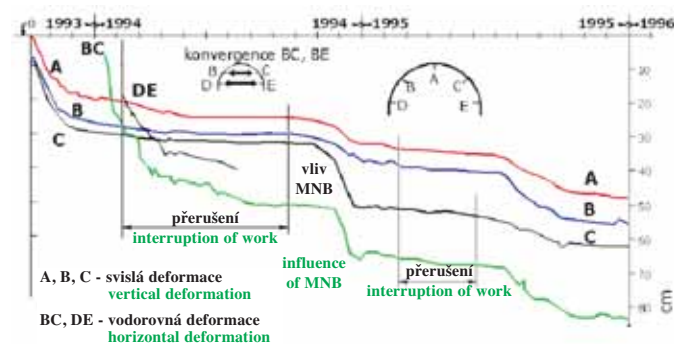
But if, despite the installed rockbolts, we do not succeed in stopping the development of convergences within the optimal deformation limits, the total amount of rockbolting needed for reaching stabilisation of the tunnel opening increases excessively. In some cases up to 400 m of rockbolts were installed in one ring in such locations.

For the above reason, optimal deformation limits were determined (see the article on the CDM) for some rock environment types encountered in the Selatin tunnels, based on extensometric measurements, theoretical calculations and in-situ observations.

Required magnitude of the aggregated deformation in problematic locations (where the basic quantity of rockbolts proved insufficient) was secured according to the CDM principles, i.e. by additional installation of reinforcing rockbolts 8 and 12 m long, and by changing the distance between the top heading and the primary lining invert. A distance of 15 to 25 m proved optimal in this area. The total length of rockbolts installed in this section in one ring is shown in Fig. 6. It can be seen that in some rings this length reached up to 300 m, compared to the length of 80 m expected for RC V by the design. The picture also presents the magnitude of aggregated deformation in the longitudinal direction of the MSB tunnel, at km 200+527 to 200+849, at three points ABC, and horizontal convergence between the points B and C. The deformation development shown in the picture is divided into three main groups, two of them before and the third one after arrival of the MNB heading. The picture also shows the rock mass classification considering the tunnel opening deformation.

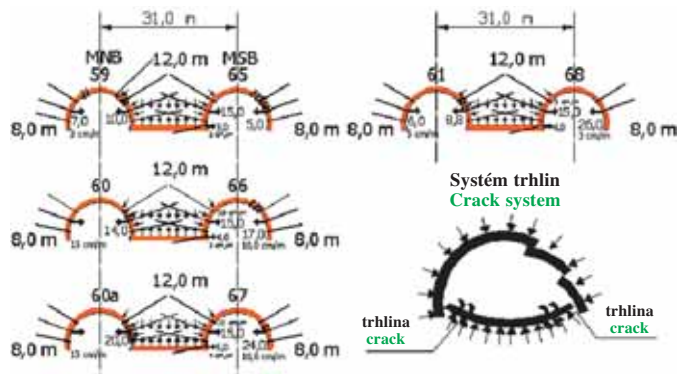
The above-mentioned double reinforcement of the rockbolting system, combined with a repair or new construction of the invert, carried out before the MNB heading arrival, brought the rock mass into a state very close to zero rate of development of deformations, as can be seen from the course of the initial sections of the time-displacement curves (see Fig.7). This method allowed successful passage through the first unfavourable section of very weak rock, and further through graphitic schist up to marbles at km 200+890, without significant problems.

It is necessary at this moment to mention the importance of maintaining stability of the excavation face in similar geological conditions. Despite the division of the top heading face into six parts, movement of the rock from the face occurred frequently, usually from the top, at the excavation crown. When this phenomenon was rare, a daily inspection of the face decided about installation of a protective umbrella, i.e. forepoling. The forepoling usually consisted of reinforcement bars Ø 32 mm, 2.5 – 4 m long. If fragile rock was encountered, the forepoling had to be improved by grouting so that the perforation effect of the boreholes was destroyed and real interaction between the rock mass and the forepoling bars was activated. In weak rock, where spontaneous squeezing of the forepoling bars occurred due to plastic deformation of the rock environment, the grouting was not required. When the forepoling installation had to be repeated frequently, nearly in each ring, longer profiles (6 to 8 m) of the same diameter of 32 mm were used, especially in talcous and chloritic schist rock types. In some cases, where the whole face



Obr. 7 Vliv přerušeni ražby a vliv přiblížení druhé tunelové roury na deformace prvního výrubu v bodech A, B, C

Fig. 7 Influence of suspension of excavation operations, and influence of the second tube approaching on deformation of the first tunnel opening at points A, B, C



Obr. 8 Deformace a typ porušení první tunelové roury (vpravo) vlivem přiblížení druhé (vlevo). Zajištění stability mezilehlého pilíře

Fig. 8 Deformation and type of damage of the first tunnel tube (right side) due to the second tube (left side) approaching. Securing stability of the intermediate rock pillar

často, téměř v každém prstenci, pak byly použity pro ochranu výlomu profily delší, 6 až 8 m, o stejném průměru 32 mm, zvláště v horninách charakteru maskových a chloritických břidlic. V některých případech, kdy se celá čelba jevila jako nestabilní, byl pro její stabilizaci užít jednak opěrný horninový klín, jednak kotvení v částečné nebo celé ploše čelby. Když v takových problematických geologických poměrech zajištění čelby nebylo provedeno, často se stalo, že došlo ke vzniku nadvýlomu, což znamenalo zdržení v hladkém průběhu prací, s následným rozvolněním horninového masivu v oblasti kolem výrubu současně se zvětšením konvergenčí.

Všechna rozhodování o způsobech zajištění čelby, o dříve popsaných zesíleních kotevních výstroje i jiných dalších úpravách byla uskutečňována v součinnosti zástupců provádějícího podniku a stavebního dozoru. Pokud byla provedena změna zásadnějšího rázu, byla dodatečně schválena zástupcem projektanta. Tak byla zajištěna potřebná operativnost, nezbytná pro hladký a bezpečný postup všech prací.

3. VLIV VÝLOMU DRUHÉHO TUNELU (MNB)

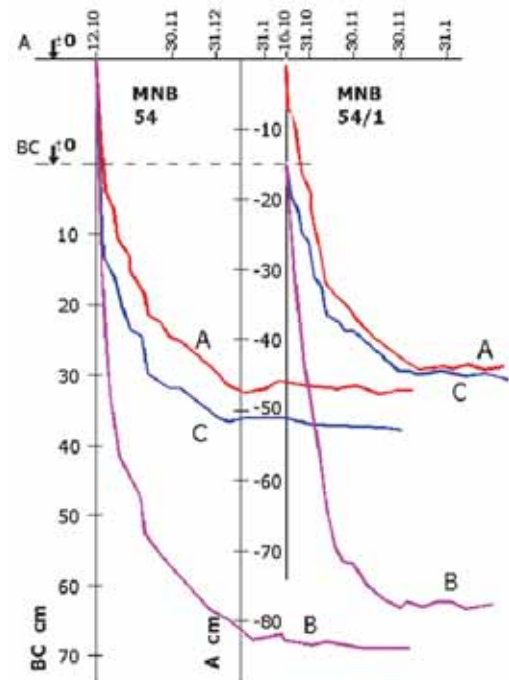
Přibližně o dvanáct měsíců později se do tohoto prostoru v km 200+600 přiblížila čelba MNB (Memetler North Bound). Její vliv na deformaci MSB je patrný z obr. 7. Na těchto grafech je rovněž ilustrován nepříznivý vliv dlouhodobého přerušení výlomových prací. Práce na výlomu MNB byly poprvé přerušeny od 6. 2. 1994 do 14. 9. 1994, tj. přibližně po dobu sedmi měsíců, a podruhé od 26. 2. 1995 do 5. 6. 1995, tj. po dobu dalších tří měsíců, pro nedostatek peněz. Na tvaru deformačních křivek v tunelu MSB je možno pozorovat, že jejich průběh je z počátku zcela uspokojivý, podle zásad MŘD, pokud deformace nebyla ještě

appeared unstable, the stabilisation system consisted of a support rock wedge combined with rockbolts within a part or full area of the face. When the face support was not provided in such difficult geological conditions, it frequently happened that an overbreak occurred, associated with a delay to the smooth course of operations, followed by loosening of the rock mass within the area around the opening, taking place concurrently with the increasing convergences.

All decisions on the face support procedures, on the above-mentioned reinforcement of the rockbolting system and other modifications were made in collaboration with representatives of the tunnelling contractor and the supervision engineer. When a more considerable modification was carried out, a subsequent approval by the designer was required. This is how operativeness necessary for smooth and safe progressing of all operations was ensured.

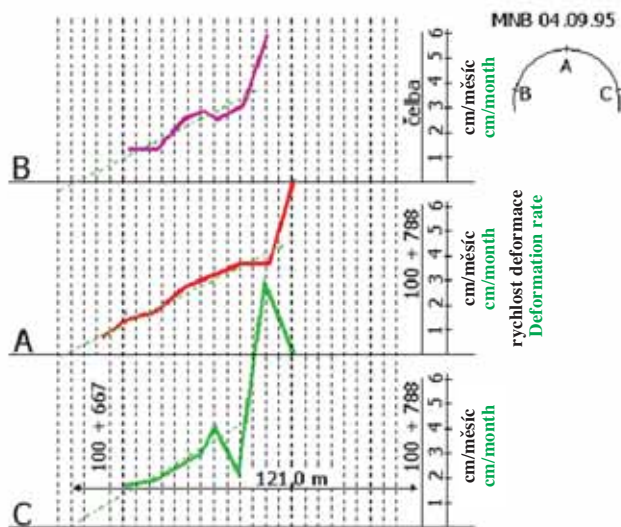
3. INFLUENCE OF THE SECOND (MNB) TUNNEL TUBE EXCAVATION

Approximately twelve months later, the MNB (Memetler North Bound) tunnel tube excavation face arrived at this location at km



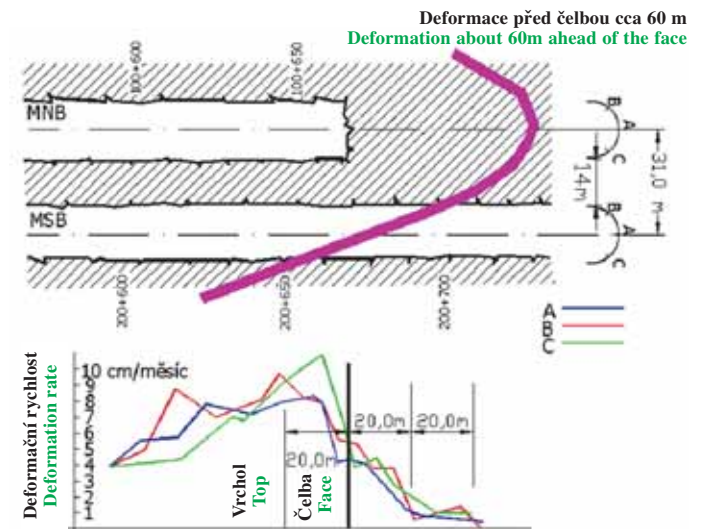
Obr. 9 Enormní deformace druhého tunelu způsobeném pozdním provedením spodní klenby

Fig. 9 Enormous deformation of the second tunnel tube due to delayed construction of the invert



Obr. 10 Čas potřebný pro ukladnění deformací. Ve všech bodech k němu došlo ve stejné době

Fig. 10 Time necessary for settling of deformations. It occurred at all the points in the same time



Obr. 11 Změny napjatosti horninového prostředí vlivem ražby druhého tunelu

Fig. 11 Changes in the state of stress of the rock mass due to excavation of the second tube

ovlivněna blížící se čelbou MNB. V době přerušení prací je však možno sledovat plíživou deformaci, která se okamžitě po započetí prací změnila v další nárůst. Tento nárůst deformací byl s přibližováním se čelby MNB stále rychlejší, až bylo nutno postup MNB zastavit a osadit v obou tunelech dodatečné 12 m dlouhé kotvy do středního horninového pilíře. Po instalaci těchto zesilujících kotev se nebezpečný tvar deformační křivky změnil téměř na klidový průběh, avšak v tom okamžiku došlo k dalšímu přerušení prací. Po jejich opětovném zahájení došlo k dalšímu zvýšení deformační rychlosti, a tak bylo zapotřebí osadit další množství dodatečných kotev přesto, že po prvním zvýšení jejich počtu přešel výlom téměř do klidového stavu. Je pravda, že druhý nárůst deformací již nebyl tak dramatický jako první, kde hrozila ztráta stability středního horninového pilíře. Zvláště zajištění této stability se jevílo jako velmi důležité, protože bylo jasné, že po zhroucení tohoto pilíře by již nic nemohlo zabránit závalu obou tunelů. Pro to byly do tohoto pilíře osazeny v každém prstenci z obou tunelů tři 12 m dlouhé kotvy, jak je naznačeno na obr. 8.

Z této lokality pochází také náčrt rozlámaného ostění ze stříkaného betonu. Je zde znázorněn pohyb jednotlivých částí tohoto ostění a nebezpečná místa, kde bylo nutno instalovat dodatečné kotvy. Pro kvalifikované rozhodnutí ohledně umístění zesilujících kotev je vždy třeba mít k dispozici skutečnou deformační situaci, tj. dlouhodobé deformační křivky, směr deformace, okamžitou deformační rychlost, blízká místa zvláštních událostí, vystihující prostorové situační podklady včetně geologie, rozložení současných výlomových prací a umět všechny tyto skutečnosti správně interpretovat. Po zmíněné stabilizaci horninového pilíře, osazení na náčrtu naznačených zesilujících kotev a uzavření spodní klenby v MNB další deformace tunelového výrubu prakticky ustala.

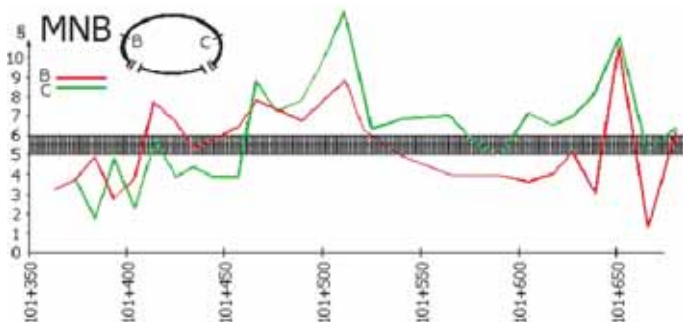
Dvakrát přerušeny postup prací, následné rozvolnění horninového masivu, z toho důvodu vzniklé dva za sebou následující nadvýlomy a ne příliš úzkostlivé dodržování zásad MŘD (nejpodstatnější zanedbání bylo zvětšení vzdálenosti mezi čelbou kaloty a realizací spodní klenby přes veškerá varování až na 45 m), měly za následek vznik enormních deformací (70 cm) v tunelu MNB v km 100+676 viz obr. 9. Celková délka kotev nutných pro stabilizaci primárního ostění byla v této oblasti 370 m v jednom prstenci. Na obr. 10 je znázorněn vliv výlomu tunelu MNB v podélném směru. Oblast nulových deformací je podle měření vzdálena od čelby cca 121 m. To znamená, že v daných geologických podmínkách při praktickém denním postupu 1 m došlo ke stabilizaci výrubu, nutné pro splnění podmínek výstavby sekundárního ostění, přibližně po čtyřech až pěti měsících. Rychlost deformace je na obrázku sledována v cm za měsíc, v deformačních bodech ABC.

Velmi zajímavé závislosti jsou zachyceny na obr. 11. Kritická situace a největší deformace se v MSB odehrávaly cca 20 m za čelbou MNB a první signály o pohybu horniny bylo možno sledovat již 40 m před čelbou MNB.

4. PŘIJATÁ ŘEŠENÍ NEPŘÍZNIVÉ GEOLOGICKÉ SITUACE NA SELATINSKÝCH TUNELECH

V průběhu práce na Selatinských tunelech byly stanoveny následující principy.

- 4.1 – Bylo třeba dodržovat zásady vyslovené v MŘD. To znamená sledovat pečlivě měřené odchylky a korelační deformační křivky, změny deformační rychlosti a okamžitě přizpůsobit primární zajištění nepříznivým projevům horninového prostředí.
- V místech očekávaných velkých deformací (RC VI) použít TH výstroj s mezerami ve stříkaném betonu.
- Každodenní prohlídka čelby zástupci prováděcího podniku a stavebního dozoru pro stanovení optimálního zajištění stability čelby v následujícím prstenci.



Obr. 12 Kritická mez deformace, při které docházelo k porušení spodní klenby
 Fig. 12 Critical limit of deformation associated with failures of the invert

200+600. Its influence on the MSB excavation is recognisable from Fig. 7. These charts also illustrate unfavourable influence of long-term suspension of the excavation work. The excavation work on the MNB tube was suspended for the first time from 6/2/1994 to 14/9/1994, which means for approximately 7 months, and for the second time from 26/2/1995 to 5/6/1995, meaning another three-month break, due to lack of money. The shape of the MNB time-deformation curves suggests that deformations developed fully satisfactorily at the beginning, in terms of the CDM principles, until the deformation was affected by the approaching MNB excavation. It is, however, possible to observe a creeping deformation in the work suspension period, which changed to another increase immediately after the work resumption. This increase in deformations accelerated with the MNB excavation face getting closer. It was necessary to stop the MNB advance due to this reaction, and install additional 12 m long rock bolts in either tunnel tube (into the central rock pillar). The dangerous course of the time-deformation curve changed to a nearly "at rest" course, but another work suspension occurred in the same moment. The rate of development of deformations increased again after resumption of the operations. For that reason another amount of additional rock bolts had to be installed, despite the fact that the excavation got to a nearly "at rest" state after the first addition of the rock bolts. It is true that the second increase in deformations was not as dramatic as the first one, threatening with a loss of stability of the central rock pillar. Securing this stability was considered especially important, as it was obvious that nothing could prevent the two tunnel tubes from collapsing after a failure of this pillar. For that reason three 12 m long rock bolts were installed into this pillar, in each ring, from both tunnels (see Fig. 8).

The sketch of broken shotcrete lining also originated in this location. It depicts movement of individual parts of the lining, as well as dangerous places requiring installation of additional rock bolts. It is always necessary for a qualified decision on installation of reinforcing rock bolts to know actual deformation situation, i.e. long-term time-deformation curves, direction of deformation, instantaneous rate of development of deformation, close locations of extraordinary events, data giving a true picture of spacial situation including geology, distribution of current excavation operations, and be able to interpret all the information correctly. The further deformation of the tunnel opening virtually ceased after the above-mentioned rock pillar stabilisation, installation of the reinforcing rock bolts shown in the sketch, and closing the invert in the MNB tube.

The twice suspended advance of the operations, the subsequent loosening of the rock mass caused by the suspensions, the two consecutive cave-ins, and not too much careful adherence to the CDM principles (the most serious neglect was that the distance between the top heading face and the invert structure increased, despite all warnings, up to 45 m) resulted in enormous deformations (70 cm) in the MNB tunnel, km 100+676 (see Fig. 9). The total length of rock bolts necessary for stabilisation of the primary lining in this area was 370 m in one ring. Influence of the MNB tunnel excavation in longitudinal direction is presented in Fig. 10. According to the measurements, the area of zero deformations is at a distance of roughly 121 m from the excavation face. This means that in the given geological conditions, at practical advance of 1 m per day, the tunnel opening got to a stabilised state necessary for meeting the conditions for erection of secondary lining approximately after four to five months. The rate of development of deformations is monitored in the figure in cm per month, at convergence measuring points ABC.

Very interesting relationships are presented in Fig. 11. A critical situation and the biggest deformations in the MSB tunnel took place about 22 m behind the MNB excavation face, and the first signals of rock movement could be observed as early as 40 m in advance of the MNB face.

4. ADOPTED SOLUTIONS OF THE UNFAVOURABLE GEOLOGICAL SITUATION OF THE SELATIN TUNNELS

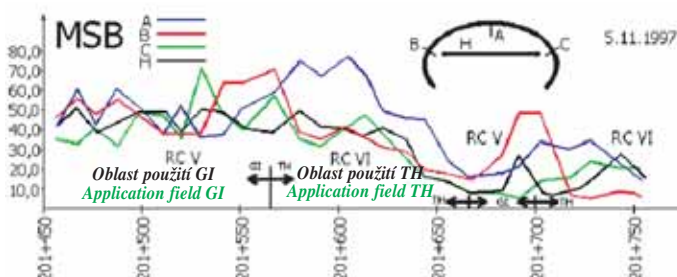
The following principles were determined in the course of the work on the Selatin tunnels:

- 4.1 - The principles specified by the CDM had to be adhered to. This means careful observation of measured deviations and correlation time-displacement curves, changes in the rate of development of deformations, and immediate adjustment of primary support to unfavourable signals of the rock environment.

– Rovněž bylo nutno průběžně upřesňovat nutnou vzdálenost čelby a spodní klenby.

- 4.2 – Byl zde problém vzájemného ovlivňování tunelů v období výlohu druhé roury. Protože je nemožné zabránit v tomto okamžiku vzniku nových deformací v podobných geologických podmínkách, bylo nutno primární ostění prvního tunelu na tuto skutečnost připravit.
- Proto byla i v případě třídy RC V, jak již bylo řečeno, vytvořením dvou mezer v patě ostění umožněna další deformace tak, aby nedošlo k jeho destrukci. Ve třídě RC VI byly použity celkem čtyři deformační mezery (obr. 4, 5).
- Naopak bez veškerých mezer bylo postupováno při ražbě druhého tunelu, aby se omezením deformací na nezbytné minimum co možná potlačil nepříznivý účinek na ostění prvního tunelu. Dalo se očekávat, že bez možnosti volné deformace v tak nepříznivých geologických podmínkách dojde k destrukci primárního ostění MNB. Po uzavření ostění a dalších 5,0 – 6,0 cm deformace měřené v bodech B,C, byla spodní klenba MNB skutečně prolomena, takže bylo nutno provést její rekonstrukci viz obr. 12. Bylo to však lepší než další enormní nárůst deformací v MSB. Zde je třeba poznamenat, že vliv koncentrace napětí, ke které došlo do relativně tuhé primárního zajištění MSB zároveň s přiblížením se čelby MNB, byl při výstavbě druhého tunelu jasně patrný. Výlomové práce v MNB byly snazší a celkové deformace menší než při výstavbě MSB.

Funkce deformačních mezer, vytvořených v primárním ostění MSB, byla následující. Za prvé příznivý vliv v době ražení MSB, za druhé když čelba MNB došla do této oblasti a nastal nový pohyb horninového masivu. Zákonnitě došlo k porušení ostění v jeho nejslabších bodech v mezerách a další část deformace bez poškození stříkaného betonu mohla proběhnout. Když tak byla využita další část únosnosti horninové klenby, zbytek mezer byl zastříkán a výstavba primárního ostění v MSB tak prošla bez velkých oprav. Velmi zajímavá skutečnost je zobrazena na obr. 13, kde je porovnán rozdíl deformací mezi ostěním s mezerami a bez nich. Ve třídě RC V, kde jako žebra jsou použity I profily, a bylo tudíž možno vytvořit mezery pouze v patách, mají měřicí body ABC přibližně stejnou deformaci. Obálka ze stříkaného betonu, pokud není porušena, klesá jako celek. Ve třídě RC VI, kde jsou osazeny TH profily se čtyřmi mezerami ve stříkaném betonu, se charakter deformace pronikavě mění. Velikost poklesu v měřicím bodě A (80 cm) představuje téměř dvojnásobek této hodnoty naměřené v RC V, zatímco deformace bodů B,C je menší než v RC V. To je ilustrace vlivu deformačních mezer na konvergenci výrubu v nepříznivých geologických podmínkách a rovněž ilustrace toho, jak velká deformace je potřebná k plné aktivaci únosnosti horninové klenby. Je pravda, že při velké deformaci je nezbytný i velký nadvýlom, ale tato nevýhoda je dostatečně vyvážena neporušeným stříkaným betonem primárního ostění bez dodatečných, mnohdy velmi obtížných, rekonstrukčních prací.



Obr. 13 Rozdíl v průběhu deformací při užití tuhého (GI) a poddajného (TH) vystrojení

Fig. 13 Difference in the course of deformations when rigid (GI) and yielding (TH) support is used

5. ZÁVĚRY, KTERÉ PLYNOUT Z KZUŠENOSTÍ VÝSTAVBY SELATINSKÝCH TUNELŮ

V této části článku jsou stručně uvedeny všechny zásady, které je třeba mít na paměti při navrhování a provádění podzemních staveb v nepříznivých geologických podmínkách novou rakouskou tunelovací metodou.

- Vzdálenost mezi tunelovými rourami v tak nepříznivých geologických podmínkách musí být nejméně dva profily výlohu, aby stabilita

– To use TH support frames with gaps in shotcrete at locations of anticipated large deformations (RC VI).

– Daily inspection of the excavation face by representatives of the contractor and supervising engineer focused on determination of optimal support of the face in the subsequent ring.

– The necessary distance between the face and invert must also be refined continually.

- 4.2 – There was a problem of interaction between the tunnel tubes in the period of excavation of the second tube. As it was impossible to prevent development of new deformations in this moment in similar geological conditions, it was necessary to prepare the primary lining of the first tube to this reality.

– For the above reason, further deformation was made possible in the case of class RC V by creation of two gaps at the lining feet, as mentioned above, to prevent its destruction. Four deformation gaps were used for class RC VI (see Fig. 4, 5).

– On the contrary, the second tunnel tube excavation was carried out without any gap in shotcrete lining so that the adverse impact on the first tube were restrained by limiting deformations to an inevitable minimum. It was expectable that the MNB primary lining, without possibility to deform freely, in such difficult geology, would be damaged. The MNB invert really collapsed after closing the lining and further 5.0 – 6.0 cm deformation (measured at points B, C), therefore it had to be reconstructed (see Fig. 12). This was, however, better than further enormous increase in the MSB deformations. It should be noted that the influence of the stress concentration, which took place in the relatively rigid primary support of the MSB tube concurrently with the MNB excavation face arriving closer, was clearly recognisable during the construction of the second tunnel. The excavation work on the MNB tube was easier, and aggregated deformations smaller than those experienced during the MSB tunnel excavation.

The function of the deformation gaps created in the MSB primary lining was as follows: Firstly, the favourable influence during the MSB excavation, secondly, when the MNB excavation face arrived to this area and new movement of the rock mass began. As a matter of course, the lining failed in its weakest points, i.e. in the gaps, and the further portion of deformation could take place without damage to the lining. Thus another part of bearing capacity of the rock arch was exploited. What remained of the gaps was filled with shotcrete. Due to this procedure the erection of primary lining in the MSB tunnel did not require significant repairs. A very interesting feature is shown in Fig. 13, where a difference between deformations of the lining with and without the gaps is compared. For class RC V, where I sections were used as ribs, and the gaps could be created at the feet only, deformations at the measuring points are roughly equal. The envelope formed by the shotcrete, unless damaged, subsides as a single body. For class RC VI, where TH sections are used with four gaps in shotcrete, the character of deformations changes significantly. The magnitude of subsidence at the measuring point A (80 cm) represents nearly 2 times this value measured in RC V conditions, while deformation of the points B, C is smaller than in RC V. This is an illustration of the influence of deformation gaps on convergence of a tunnel opening in unfavourable geological conditions, and also an illustration how large deformation is necessary for full activation of bearing capacity of a rock arch. It is true that a large overbreak is necessary in case of large deformation, but this disadvantage is sufficiently compensated by undamaged shotcrete of primary lining, without a need for additional, many times very difficult reconstruction operations.

5. CONCLUSIONS FOLLOWING FROM THE CONSTRUCTION EXPERIENCE GAINED ON THE SELATIN TUNNELS

This part of the article contains brief description of all principles, which must be complied with in designing and implementing underground structures in unfavourable geological conditions, using the New Austrian Tunnelling Method.

- The distance between tunnel tubes in such unfavourable geological conditions must not be less than two profiles of the tunnel opening, so that the rock pillar stability is not compromised, and the interaction between the tunnels due to excavation work is as low as possible.

horninového pilíře nebyla ohrožena a vzájemné ovlivňování ražbou bylo co nejmenší.

- Odstup mezi čelbami obou tunelů v podélném směru by měl být větší než tři profily, aby nedocházelo k jejich vzájemnému ovlivňování v okamžiku výlomu.
- Primární ostění prvního tunelu musí být přizpůsobeno účinkům ražby druhého tunelu. Buď musí být primární ostění nadimenzováno tak, že přeneše další koncentraci napětí vzniklou přiblížením se druhého tunelu, nebo naopak je provedeno tak poddajné, že při další deformaci nedojde k jeho destrukci.
- Tunelování v tak obtížných geologických podmínkách musí proběhnout bez jakýchkoliv přerušování tak rychle, jak je to jen možné. Každé přerušování nebo zdržení vede vždy jen k dalšímu zhoršení pracovních podmínek.
- Velmi důležité je udržení konvergence v mezích „optimální deformace“, jinak problémy se znovuoobením rovnovážného stavu jsou, v souvislosti s nadměrným zvýšením konvergence, stále větší. Velikost deformace výrubu se řídí zajištěním stability čelby, počtem kotev v jednom prstenci, volbou jejich délky, časem a místem jejich osazení a změnou vzdálenosti mezi čelbou výlomu a uzavřenou spodní klenbou. Do konstrukce spodní klenby v nepříznivých geologických podmínkách neoddelitelně patří i příslušný kotevní systém.
- Kotvy musí být osazeny do výlomu co nejdříve a co nejbliže k čelbě. V horninách zařazených do tříd RC V a RC VI, přestože podmínky na přídi bývají často velmi stísněné (opěrný klín čelby), je nutno osadit kotvy nejdále do druhého, výjimečně třetího prstence, což znamená 1 m – 2 m od čelby. Někdy je tato podmínka splněna alespoň částečně tak, že jsou osazeny některé nejdůležitější kotvy, které jsou při dalším postupu prací doplněny co nejdříve, nebo nejsou osazovány přísně kolmo k primárnímu ostění. V horninách typu RC III a RC IV je tento problém mnohem menší, protože zde obvykle nebývá obtížné osadit kotvy hned do prvního prstence.
- Důležité je dbát na stabilitu čelby, po každém postupu výlomu provést její kontrolu a operativně rozhodnout o způsobu jejího zajištění v následujícím prstenci.
- Dobrý návrh a pečlivé provedení spodní klenby jsou také velmi významné. Dostatečná výztuž je nezbytná zejména v patách ostění a přilehlé části spodní klenby. Rovněž kotvení v oblasti spodní klenby je v těchto nepříznivých podmínkách nezbytné. Beton spodní klenby musí být proveden najednou v celé tloušťce, bez pracovních spár, protože tyto spáry jsou předurčená místa porušení v případech extrémního namáhání.
- Pro primární ostění v takovýchto obtížných geologických podmínkách se doporučuje použití TH oblouků (korýtkové výstroje) jako výztužných žebek a vytvoření mezer ve stříkaném betonu v místě zámků.
- Dostatečně přesná periodická měření deformací, jejichž okamžité vyhodnocení a aplikace podle principů MŘD jsou nezbytné; tj. porovnávání teoretické a skutečné deformační křivky, rozhodování o způsobu a rychlosti instalace primárního ostění, jeho případné zesilování nebo opravení včetně spodní klenby.
- Železový beton a zkrácení tunelových pasů pro sekundární ostění se doporučuje použít pouze ve velmi nepříznivých geologických podmínkách a ve všech portálových částech.
- V průběhu výstavby sekundárního ostění musí být pečlivě sledováno ukončení deformace v inkriminovaném profilu a povolení pro jeho výstavbu vydá zástupce investora teprve, když deformační rychlost je menší než stanovená hodnota (1 mm/měsíc).

Nedodržení shora uvedených zásad vedlo při výstavbě vždy k problémům, které v některých případech vyústily až v kompletních závalech primárního ostění tunelových rour. Ve všech případech však toto nedodržení mělo nepříznivý vliv na náklady výstavby.

PROF. ING. MILOŠ BUCEK, DrSc., *Metrostav a. s.*

- The longitudinal distance between the excavation faces of both tunnels should be more than three profiles, so that interaction between the tunnels due to excavation work is avoided.
- Primary lining of the first tunnel must be adjusted according to the influence of the second tunnel excavation. Either the primary lining must be proportioned so that it can bear further concentration of stress induced by the approach of the second tunnel, or conversely, yieldable to a degree preventing its destruction in case of further deformation.
- Tunnelling in such difficult geological conditions must run without any break, as fast as possible. Any break or delay always results in further deterioration of working conditions.
- It is very important to keep convergences within “optimal deformation” limits, otherwise problems associated with restoration of the equilibrium state are more and more serious. The magnitude of the tunnel opening deformation is controlled by providing stability of the excavation face, number of rock bolts in one ring, choice of their lengths, time and place of their installation, and changing the distance between the excavation face and closed invert. Also a proper rockbolting system is an inseparable part of the invert structure in unfavourable geological conditions.
- Rock bolts must be installed in the excavation as soon as possible, and as close to the face as possible. In rock mass classified RC V and RC VI, despite the fact that conditions at the face are usually highly constricted (support rock wedge), rock bolts must not be installed at a greater distance than in the second or, as an exception, third ring (1 – 2 m from the face). This condition is sometimes met at least partially by installing the most important bolts, and complementing remaining bolts as soon as possible in the course of the further operations (or the rock bolts are not installed exactly perpendicularly to the primary lining). In rock classes RC III and RC IV, this problem is much smaller because it is usually not difficult to install the rock bolts immediately in the first ring.
- It is important to take care of the excavation face stability, to check it after each advance of excavation, and decide operatively on the support pattern in the following ring.
- A good design and careful execution of invert are also very important. Sufficient reinforcement is indispensable, namely at the feet of the lining and adjacent parts of invert. Also rockbolting in the invert area is necessary in such unfavourable geological conditions. The concrete invert must be cast as a single lift (full thickness), without day joints, because the joints are predestined locations of failures in cases of extreme stressing.
- Application of TH frames (Toussaint-Heintzmann steel arches) as support ribs, and creation of gaps in sprayed concrete is recommended for primary lining in such difficult geological conditions.
- Sufficiently precise, periodical measurement of deformations, immediate interpretation and application according to the CDM principles (i.e. comparison of theoretical and actual time-displacement curves, deciding on the method and speed of the primary lining installation, reinforcement or repair of the lining including the invert if needed) are indispensable.
- Application of reinforced concrete and shortening of tunnel sections of secondary lining is recommended in very adverse geological conditions only, and in all portal sections.
- Ending of the deformation in the incriminated profile must be carefully observed in the course of construction of secondary lining, and the representative of client's supervision can approve commencement of the work on secondary lining only when the rate of development of deformations is lower than a specified value (1 mm per month).

Failures to meet the above-mentioned principles always resulted in problems ending in some cases by total collapses of the primary lining of the tunnel tubes. In all the cases, however, those failures affected adversely the construction costs.

PROF. ING. MILOŠ BUCEK, DrSc., *Metrostav a. s.*

Reference / References

- [1] G. Kichler, Dipl. Ing.: The safety of the ringlike support structure of the surrounding rock or soil formation, when applying NATM. (*International society for rock mechanics, symposium 1985 Mexiko*)
- [2] H. Wagner, Ph.D.P.E.: Theoretical aspects of temporary support measures in shallow and deep tunneling. (*Underground construction seminar, Feb. 2+3 1987, New York*)
- [3] M. Bucek, Ph.D.Doc., J. Bartak, Ph.D.Doc.: Rock mechanics and engineer geology. (*CVUT, Prague 1984*)

VÍTKOVSKÉ TUNELY – SOUČÁST STAVBY NOVÉ SPOJENÍ PRAHA HL. N., MASARYKOVO N. – LIBEŇ, VYSOČANY, HOLEŠOVICE

VÍTKOV TUNNELS – PART OF THE PROJECT "THE NEW CONNECTION" BETWEEN THE PRAGUE MAIN STATION, MASARYK RAILWAY STATION – LIBEŇ, VYSOČANY, HOLEŠOVICE

MICHAL GRAMBLIČKA, IVAN POMYKÁČEK,
LENKA PIKHARTOVÁ, PETR ŠENK, RADEK BROKL

ÚVOD

Příprava stavby Nové spojení má – jak už to u velkých staveb bývá – bohatou historii. Od padesátých let 20. století se hledají cesty, jak nahradit desítky let kapacitně a technicky nevyhovující napojení hlavního nádraží ze severního a z východního směru. Protože toto železniční spojení bylo (a doposud je) umožněno pouze jednokolejnou vítkovskou tratí a jednokolejnou hrabovskou spojkou, je náhrada tohoto stavu možná pouze vybudováním nových tratí mezi hlavním nádražím na straně jedné, Libně, Vysočany a Holešovicemi na straně druhé. Odtud název Nové spojení. Současné řešení je navíc doplněno i napojením Vysočan na Masarykovo nádraží.

HISTORIE PRAŽSKÉHO ŽELEZNIČNÍHO UZLU

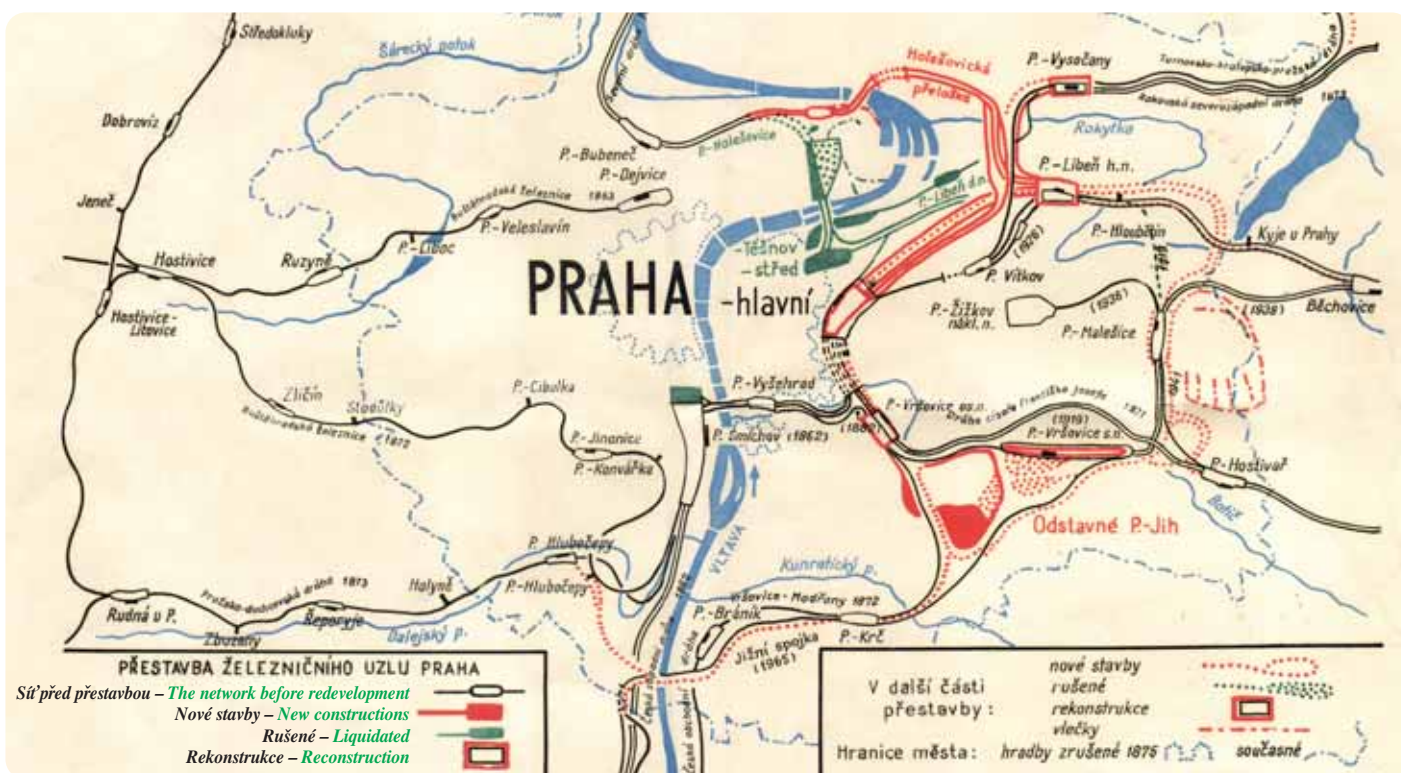
Pražská nádraží a železniční síť na území Prahy vznikaly zapojováním tratí z různých směrů, když každá z tratí si budovala své pražské nádraží, aniž by se kdokoliv staral o jejich vhodná propojení. Tak vzniklo roku 1830 první pražské nádraží před Brusku branou na druhé koněspřežné dráze pražsko-plzeňské, o 15 let později byl zahájen provoz na větvi c. k. Severní státní dráhy z Olomouce do Prahy a spolu s již tehdy plánovanou tratí do Drážďan byl pro její pražské nádraží vybrán prostor dnešního Masarykova nádraží. Další pražské nádraží vzniklo

INTRODUCTION

As usual for large civil engineering projects, the history of preparation of the New Connection project is very eventful. Ways to replace the tens-of-years-old connection of the Prague Main Station from the north and east, being insufficient in terms of the capacity and technical level, have been sought from the fifties. As this railway connection has been possible via the Vítkov single-rail track and the Hrabov single-rail track connection only, a change of this condition is only viable by development of new railway lines between the Main Station on one side, and Libeň, Vysočany and Holešovice on the other side. This is the origin of the project name The New Connection. The current solution is further complemented by adding a connection track between Vysočany and Masaryk Station.

HISTORY OF THE PRAGUE RAILWAY JUNCTION

The network of railway tracks and stations in the Prague territory developed by connecting new railway lines from various directions, where each of the lines built its own station, without anybody to take care of proper interconnections. This is how the first Prague railway station originated in 1830, before the Bruska Gate, on the second horse railway line from Prague to Pilsen. Fifteen years later, the Northern



Obr. 1 První schéma navrhovaného Nového spojení z roku 1962
 Fig. 1 The first layout of the proposed New Connection from 1962

v roce 1862 při stavbě České západní dráhy z Prahy do Plzně na Smíchově, pod názvem Nádraží Praha. V roce 1871 vznikla dráha císaře Františka Josefa z Českých Budějovic do Prahy s nádražím Františka Josefa na úpatí Vinohrad (dnešním hlavním nádražím). Novodobou historií pražského uzlu je možno počítat od roku 1910, kdy vznikla „Pražská nádražní komise“, která měla najít cestu ke komplexnímu řešení pražské železniční sítě s úvahou o oddělení nákladní a osobní dopravy a její soustředění do ústředního osobního nádraží. Realizace prvních počínů v tomto směru přerušila nebo oddálila první světová válka. Všechny doplňující stavby zlepšovaly funkci dopravy, nemohly ale odstranit nekonceptnost historické výstavby. Kromě toho se dostávala zastaralá železniční zařízení do kolize s funkcemi a požadavky na rozvoj města.

NOVÉ SPOJENÍ – SOUČÁST PŘESTAVBY ŽELEZNIČNÍHO UZLU PRAHA

První řešení této stavby byla položena na stůl s uvažovanou přestavbou železničního uzlu Praha (obr. 1) na přelomu 50. a 60. let 20. století. Tehdy železniční odborníci, poučení z vývoje železniční dopravy v evropských městech, dospěli k určení zásad, na kterých mělo dojít k přebudování pražského železničního uzlu: Vybudovat kapacitní průjezdné ústřední nádraží výlučně pro osobní dopravu a napojit je na odstavná nádraží, vyloučit nákladní dopravu z centra a vést ji po obvodu města do jediného seřadovacího nádraží, soustředit všechna železniční zařízení (depa, dílny, opravny, komerční zařízení apod.) a vybavit celý uzel jednotným systémem elektrické trakce a moderním zabezpečovacím zařízením. Pro další rozvoj města tak měly být uvolněny rozsáhlé plochy na Těšnově, Maninách, v prostoru Masarykova nádraží a v Bubnech.

Samotná přestavba pražského železničního uzlu byla rozvržena do sedmi staveb:

- Přestavba a modernizace žst. Praha hlavní nádraží
- Nové spojení
- Rekonstrukce žst. Praha-Libeň horní nádraží
- Rekonstrukce žst. Praha-Vršovice osobní nádraží
- Rekonstrukce seřadovacího nádraží Vršovice
- Holešovická přeložka
- Odstavné nádraží jih

Tyto stavby byly postupně realizovány, kromě staveb pro osobní dopravu nejpodstatnějších: Nového spojení a dokončení přestavby a modernizace žst. Praha hlavní nádraží. Paradoxem je, že přes trvající potřebu dokončit přestavbu uzlu Novým spojením a dostavbou žst. Praha hl n., některé z dříve realizovaných staveb přestavby pražského železničního uzlu již mezitím s rozvojem hlavního města a útlumem a reorganizací železniční dopravy pozbyly na svém původním významu nebo plní jiné funkce, než bylo původně zamýšleno.

NOVÉ SPOJENÍ – SOUČÁST PRAŽSKÉ INTEGROVANÉ DOPRAVY PID, POMOC PŘI ŘEŠENÍ DOPRAVNÍCH PROBLÉMŮ V PRAZE A OKOLÍ

Spolu se změnou společenských poměrů na počátku 90. let minulého století došlo k enormnímu nárůstu pohybu osob, především jízdy do zaměstnání. Většina pracovních míst, zejména těch atraktivních, je soustředěna do pražské aglomerace, a to na sebe nabaluje nároky na každodenní přepravu obyvatel ve stále větším počtu. Ne vše je možno pokrýt městskou hromadnou a individuální automobilovou dopravou. Proto je neméně závažným důvodem pro výstavbu Nového spojení i zavedení příměstské dopravy do centra a začlenění železniční dopravy do systému integrované hromadné dopravy hlavního města Prahy (PID) a jejího okolí. Teprve výstavba Nového spojení a navazující dokončení modernizace hlavního nádraží toto umožní. Po dokončení těchto staveb bude umožněno nejen rychle dosáhnout centrální oblasti, jelikož se počítá s průjezdy vlaků přes centrální oblast do míst na opačné straně města, ale i dalších oblastí města bez zatěžování jiných druhů veřejné dopravy a bez dalších vyvolaných investic do jejich rozvoje. Nezbytnost takovéto alternativy veřejné dopravy se ukázala i v průběhu povodně v roce 2002, kdy železnice prakticky jako jediná nezklamala a pro veřejnou dopravu plnila městu neocenitelné a nenahraditelné služby. Možná by si to mohli někteří městští radní mající na starost dopravu více uvědomovat a začít přemýšlet i o rozvoji tohoto druhu PID. Případně přemýšlet o možnosti spolufinancování rozvoje městské železnice hlavním městem, jako součásti PID. (Možnosti vedení linek městské a příměstské železnice po vybudování Nového spojení jsou zřejmé z obr. 2.)

State Railway Line from Olomouc to Prague was opened to traffic, and the area of the current Masaryk station was selected for its Prague station (to be shared in the future with the railway line to Dresden, which was in the planning phase then). Another Prague station originated in 1862 in the Smíchov district under the name of the Prague Station, in the framework of the construction of the Czech Western Railway Line from Prague to Pilsen. The Franz Joseph Railway Line from České Budějovice to Prague originated in 1871, simultaneously with Franz Joseph Station (the today's Main Station) at the bottom of Vinohrady Hill. The modern history of the Prague Railway Junction started in 1910, when the Prague Railway Station Committee originated. Its task was to find a way to a comprehensive solution of the Prague railway network, with an idea of separation of the passenger service from the freight service and its centralisation to a central passenger station. The realisation of the first actions was suspended or delayed due to World War I. All complementary structures improved the traffic function, although, they were not able to remove the lack of conception in the historic construction development. In addition, the outdated railway facilities started to collide with the city's functions and requirements for development.

THE NEW CONNECTION – PART OF REDEVELOPMENT OF THE PRAGUE RAIL JUNCTION

The first solution of this project was brought forward at the turn of the 1950s and 1960s when a redevelopment of the Prague Rail Junction was considered. Railway experts, informed about the development of railway traffic in European cities, set out the following fundamental principles, which the redevelopment of the Prague Rail Junction was to be based on: to develop a capacity central through station exclusively for passenger traffic, and connect it to a switching yard (yards); to remove freight traffic from the centre, and lead it along the city circumference to a single marshalling yard; to centralise all railway facilities (depots, workshops, repair shops, commercial facilities, etc.); to equip the whole Rail Junction with a unified contact system and modern interlocking system. Further development of the city was to be made possible by vacation of vast areas in Těšnov and Maniny districts, and in the premises of Masaryk and Bubny stations.

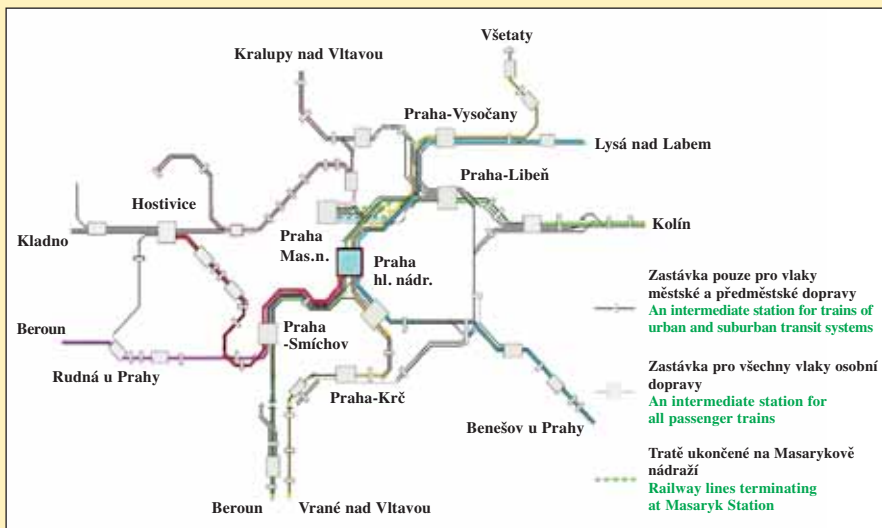
The redevelopment of the Prague Rail Junction was divided into 7 projects:

- Redevelopment and modernisation of the Prague Main Station
- The New Connection
- Reconstruction to the Prague-Libeň Upper Station
- Reconstruction to the Prague-Vršovice Passenger Station
- Reconstruction to the Vršovice marshalling yard
- The Holešovice track diversion
- The switching yard South

All of the above mentioned projects have been completed step by step, excepting the projects that are the most important for passenger traffic, i.e. the New Connection and modernisation of the Prague Main Station. It is a paradox that despite a continuing need for completion of redevelopment of the Prague Rail Junction by constructing the New Connection and reconstructing the Prague Main Station, some of the earlier completed projects of the Prague Rail Junction redevelopment scheme have already lost their original importance or fulfil other functions than originally intended, due to checks made on freight traffic, reorganisation of passenger traffic, and development of the capital city.

THE NEW CONNECTION – PART OF THE PRAGUE INTEGRATED TRAFFIC (PIT) SYSTEM, AN AID IN SOLVING PROBLEMS OF TRAFFIC IN PRAGUE AND ITS VICINITY

Along with a change in social conditions at the beginning of the 1990s, an enormous increase in movement of persons took place, in the field of commuter traffic above all. Most jobs, the attractive ones above all, are concentrated in the Prague conurbation. This fact is connected with a continually growing demand for daily transport of citizens. Not all of this demand can be satisfied by urban mass transportation and car traffic. It is therefore not a less important purpose of the New Connection project to get the suburb transportation to the city centre, and to incorporate the railway traffic into the integrated system of traffic in Prague (PIT) and its vicinity. This will be possible only when the construction of the New Connection and subsequent modernisation of the Main Station are completed. Completion of those projects will not only make quick reaching of the central area possible, but also, because trains passing through the central area to the opposite side of the city are



Obr. 2 Navrhované schéma příměstské železniční sítě Prahy
Fig. 2 The proposed layout of the Prague suburban railway network

NOVÉ SPOJENÍ A ŽELEZNIČNÍ KORIDORY

Jak je dnes již snad známo i mimo odbornou veřejnost, budují se v současnosti u nás části evropských železničních koridorů, které procházejí Českou republikou. I. koridor mezi Děčínem a Břeclaví, který byl roku 2002 dokončen, prochází Prahou, stejně jako připravované koridory III. z Chebu a Plzně a IV. z Horního Dvořiště a Českých Budějovic.

Znamená to, že do pražského hlavního nádraží budou dojíždět nebo projíždět kromě vnitrostátních vlaků i mezistátní vlaky nové generace, dosahující v našich podmínkách rychlosti 160 km/h. Při známé turistické a kulturní atraktivitě Prahy je pochopitelné zjištění, že v Praze se u tranzitních vlaků vyměňuje asi 80 % cestujících. Díky současnému tlaku v celé Evropě na ekologii dopravy a její výrazné zkvalitnění a zrychlení, spolu s celkovým zlepšením služeb pro cestující veřejnost, které jsou smyslem modernizace tranzitních evropských koridorů. Ize právem očekávat, že na těchto dálkových spojích dojde i u nás k nárůstu osobní dopravy. Bylo by jistě paradoxní, kdyby právě dojezd na ústřední nádraží hlavního města zůstal na úrovni poloviny 19. století, resp. by byl znemožněn vůbec, jak navrhuji někteří kritici Nového spojení ve své koncepci umístění hlavního nádraží na periferii našeho hlavního města.

O výstavbě skutečných vysokorychlostních tratí (VRT), po kterých se jezdí v Evropě rychlostí minimálně 250 km/h, se u nás zatím neuvažuje. Pokud by k ní v evropském kontextu mělo dojít, využívaly by vlaky VRT pro dojezd do hlavního nádraží pochopitelně i Nového spojení, a to rychlostí, na kterou je dnes navrhováno (80–100 km/h) a jak je i jinde v Evropě pro vlaky VRT při dojezdu do center běžné.

BUDOVANÁ VARIANTA STAVBY NOVÉ SPOJENÍ

Současná podoba Nového spojení, která se po více než 40 letech hledání konečně realizuje, vznikla ve druhé polovině devadesátých let, přesněji v roce 1997, kdy vzešla jako vítězná z variant projednávaných v procesu EIA (projednávání vlivu stavby na životní prostředí). Po dlouhých studijních pracích na řešení tohoto problému byla v roce 1996 předložena k posouzení srovnávací studie dvou variant řešení KV a 2T. Tento dokument byl doplněn o dokumentaci vlivu stavby na životní prostředí, v němž se posuzovaly klady a zápory dvou možných variant vedení tratí před podáním žádosti o územní rozhodnutí. V rámci tohoto projednání se ke koncepci stavby kromě drážních složek vyjadřovaly všechny orgány a organizace města, městských částí i státu a vlastně ji tak i spoluutvářely. Do uvažovaných řešení byly promítnuty i nové společenské poměry a nový pohled na funkci kolejové dopravy v obslužnosti městské a příměstské aglomerace

Varianta KV (Karlín, Vítkov) Navrhovala Nové spojení jednak rozšířením karlínské trati o dvě koleje nad korunou zárubní zdi a dále dvěma „krátkými“ tunely vrchem Vítkov propojenými zákrytem

taken into account, reaching other areas of the city without further burdening of other modes of public transportation, therefore without other induced investment into their development. The necessity for such the alternative of public transportation was also revealed in the course of the flood in 2002, when railway was the only mode of transport that did not fail, and provided invaluable and irreplaceable services for the city and its mass transportation system. Some councilors responsible for urban traffic might be more conscious of this PIT mode, and start to think about its development. They could also consider a possibility of co-financing development of a city railway through the capital city as a part of the PIT system, instead of building a terminal station of the metro IVC line extension to Letňany in a totally undeveloped location. (Possible routes of urban and suburban railway lines after completion of the New Connection are shown in Fig. 2).

THE NEW CONNECTION AND RAILWAY CORRIDORS

As probably known today even outside the sphere of the professional public, there are sections of European railway corridors currently under construction passing through the Czech Republic. The Corridor I between Děčín and Břeclav, which was completed in 2002, passes through Prague, as well as the corridors III (from Cheb to Plzeň) and IV (from Horní Dvořiště and České Budějovice) which are in preparation. This means that, in addition to inland trains, also new-generation interstate trains will arrive to Prague, reaching a velocity of 160 km/h in our conditions. At the known tourist and cultural attraction of Prague, the finding is well understandable that, regarding through trains, 80 % of coming and going of passengers change in Prague. It is possible to expect that, thanks to the current pressure in Europe to improve environmental aspects of traffic and enhance its quality and speed, together with overall improvement of services for the travelling public being the main purpose of the modernisation of European transit corridors, the passenger traffic intensity on those long-distance railways will increase even in our country. Certainly, it would be a paradox if the arrival at the central railway station of the capital city remained at a level of the middle of the 19th century, or were made even totally impossible, as suggested by some critics of the New Connection proposing placement of the “main station” on the outskirts of our capital city.

Development of real high-speed lines, such as those allowing trains in Europe to move at a speed over 250 km/h, is not under consideration in our country for the time being. Should it happen within Europe and high-speed trains arrive at Prague, they would certainly use the New Connection too for their approach to the Main Station, at the currently proposed design speed (80 – 100 km/h), which is usual for high-speed trains arriving at city centres even in other European states.

THE VARIANT OF THE NEW CONNECTION TO BE BUILT

The current design of the New Connection, which will eventually be realised after 40 years of seeking a solution, originated in the second half of the nineties, more specifically in 1997 when it became a winning variant in the EIA process. A comparative study of two variants of the solution, the KV and the 2T, was submitted to assessment after lengthy study work on solving this problem. This document was complemented by adding documentation of environmental impact of the project. It contained assessment of pluses and negatives of the two possible variants of the line route elaborated before submission of the application for the zoning approval. In addition to railway departments, all responsible bodies and organisations of the city, city districts and the state submitted their opinions on the conception of the project, therefore they can be considered as co-authors. Also the new social conditions and the new viewing of the function of railway traffic in servicing the urban and suburban conglomeration were projected into the solution under consideration.

The KV variant (Karlín, Vítkov) proposed the New Connection consisting of widening of the Karlín railway line by adding two tracks



Obr. 3 Urbanistické ztvárnění začlenění stavby do města
Fig. 3 Urban design of the incorporation of the project into the city

jdoucím přibližně v dnešní vítkovské trati. Toto řešení znamenalo trvalé hlukové zatížení bytových domů a trvalé odtržení zeleně Vítkova od obytných bloků na Žižkově. Na karlínské straně by kromě hlukového zatížení došlo zářezem pro kolej ke zničení velkých ploch porostů.

Varianta 2T (2 tunely) V tomto řešení jsou nové trasy v oblasti Žižkova a Karlína vedeny dvěma dvoukolejnými tunely pod vrchem Vítkova, a tedy jak karlínská, tak žižkovská strana masivu Vítkova bude od železniční dopravy chráněna. Tato varianta se ukázala jako přijatelná pro všechny účastníky a byla následně zvolena jako výchozí řešení.

Obě varianty znamenaly zásadní zlom v řešeních předkládaných do roku 1990, kdy se vždy uvažovalo s koridorem šesti až osmi kolejí procházejícím po karlínském svahu vrchu Vítkova a tratí oddělující městskou část Žižkov od tohoto kulturního a přírodního útvaru. Výsledná varianta (obr. 3) vše změnila, nad Karlínem nepovedou nové trati, Žižkov bude spojen s klidovou zónou Vítkova po celém jižním úpatí vrchu.

STAVBA NOVÉ SPOJENÍ – VÝZNAMNÝ MĚSTOTVORNÝ PRVEK

Je nutno konstatovat, že výstavba Nového spojení má dopad i na své okolí. Stávající železniční spojení hlavního nádraží s Libní vítkovským tunelem a hrabovskou spojku bude zrušeno a s tím opuštěny pozemky, po kterých dnes železnice jezdí. Na tělese dnešní vítkovské trati se předpokládá vybudovat stezku pro cyklisty a pěší a navazující klidové zóny, čímž bude dosaženo propojení vrchu Vítkova s přilehlou zástavbou městské části Žižkov. Možná se podobného využití dočká i železniční tunel, tam se věci stále řeší. Kromě již zmínované změny funkce opuštěné vítkovské trati bude nutno změnit i některé komunikace v její blízkosti, zejména nové mimoúrovňové propojení ulic Novovysočanské a Pod Plynojemem. Dvoupruhová komunikace je vedena po mostní estakádě v souběhu s tramvajovým mostem. Ulice Husitská bude pod novým přemostěním rozšířena na čtyřpruhové uspořádání. Mimo komunikační úpravy je nutno zmínit i zásah do dnes „odstrašujících“ míst hlavního města a jejich přeměnu v park a odpočinkovou zónu. Jedná se zejména o oblast Krejčárek – Sluncová, území mezi západním portálem a ulicí Trocnovskou a konečně oblast LOKO depa na Masarykově nádraží. Bohužel tvar a poloha vrchu Vítkova a okolní zástavba vůči hlavnímu nádraží neumožní dotáhnout trati Nového spojení v tunelech až na severní zhlaví této centrální železniční stanice v hlavním městě, jako je tomu na opačné straně u vinohradských tunelů. Je proto nutné zbylou část území překlenout železniční estakádou a mostem, které umožní i mimoúrovňové křížení s velmi frekventovanými ulicemi Trocnovskou, Husitskou a Seifertovu. Toto vedení tratí nad terénem, současně s předpokládaným uvolněním dražních pozemků pro potřeby města, však na druhé straně vytváří nezbytný předpoklad pro možnost nového řešení prostoru mezi Bulharem a Muzeem armády včetně dopravy, která je zde komplikována především křížovatkou Bulhar a severo-j jižní magistrálou. Poloha tunelů a její vyústění na východní straně ve vrchu Vítkova je dána především existujícími stavbami v podzemí tohoto kopce, jakými jsou tunel pro pěší, kolektor PRE, štolka kanalizačního sběrače, podzemní prostory CO, současný železniční tunel. Přesto se podařilo nalézt

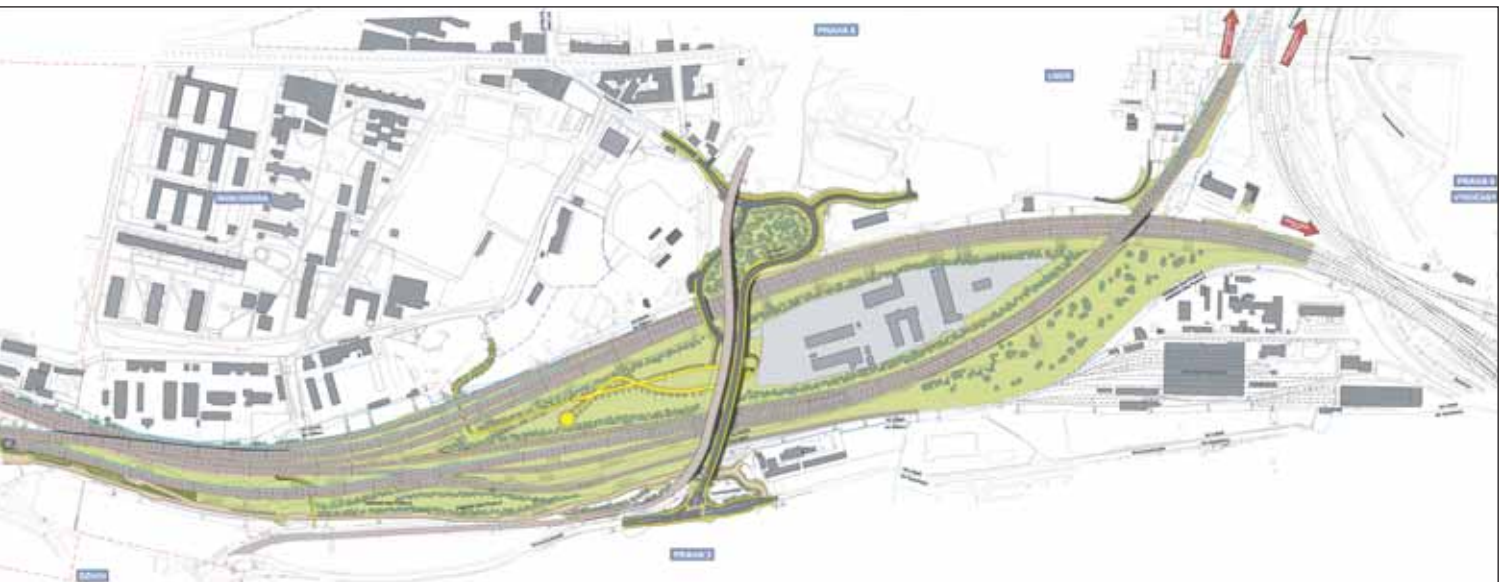
above the crown of a retaining wall, and two “short” tunnels passing through Vítkov hill, interconnected by a cut-and-cover section leading roughly along the route of the existing Vítkov railway line. This solution meant a permanent noise nuisance for apartment blocks, and permanent separation of Vítkov hill’s green vegetation from residential blocks in Žižkov. On the Karlín side, apart from the noise pollution, a large area of vegetation would be damaged due to the cut excavated for the track at the crown of the retaining wall.

The 2T variant (2 tunnels). This solution contains new routes in the Žižkov and Karlín districts. The routes pass through two double-track tunnels under Vítkov hill, therefore both the Karlín and Žižkov side of the Vítkov massif will be protected against the railway traffic impact. This variant proved acceptable for all participants, and was chosen subsequently as the initial solution.

Both the above-mentioned variants meant a fundamental turning point in the solutions submitted before 1990, which always considered a corridor of six to eight tracks passing along the Karlín slope of Vítkov Hill, and a track separating the Žižkov district from this cultural and natural formation. The resulting variant (see Fig. 3) changed everything. New railway lines will not lead above Karlín, the Žižkov district will be interconnected with a quiet zone of Vítkov along the whole southern bottom of the hill.

THE NEW CONNECTION – A SIGNIFICANT CITY-FORMING ELEMENT

It must be stated that the construction of the New Connection affects its surroundings too. The existing railway connection between the Main Station and Libeň via the Vítkov tunnel and Hrabov track connection will be cancelled, and the land used today for the railway traffic will be abandoned. It is expected that a cycle and pedestrian track and connected quiet zones will be established on the track bed of the current Vítkov railway line. This solution will connect Vítkov Hill with the adjacent buildings of Žižkov. It is possible that also the existing railway tunnel will be utilised in a similar manner, this issue is still being solved. In addition to the above-mentioned change in the function of the abandoned Vítkov track, it will be necessary to change some roads in its vicinity, above all to build a new grade-separated interconnection of Novovysočanská and Pod Plynojemem streets. The double-lane road is led on a trestle bridge structure, in parallel with an existing tram bridge. Husitská Street will be widened under the new bridge to a four-lane configuration. In addition to mentioning the road structures, also the action to be taken in currently “detering” locations of the capital city and their transformation into a park and resting zone should be mentioned. Those are, above all, an area between Krejčárek and U Sluncové Street, an area between the western portal and Trocnovská Street, and eventually an area of the locomotive depot at Masaryk station. Unfortunately, the configuration and position of Vítkov Hill and the surrounding buildings, with respect to the Main Station, will not allow the New Connection to get just up to the northern gridiron of this central railway station through tunnels, as it is on the opposite side (the Vinohrady tunnels).

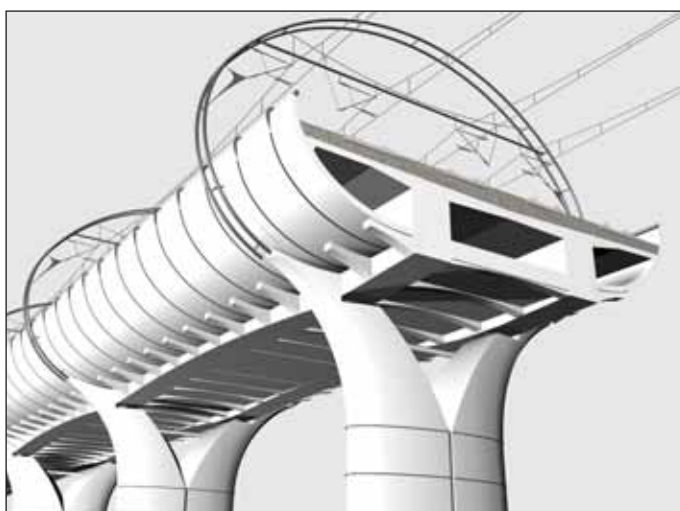


takovou polohu východního portálu, která nyníjší zařízení respektuje a zároveň umožní vyřešit průplet tratí v prostoru svahu nad ulicí U Sluncové. Kdo tuto oblast zná, ví, že pro zdejší náročný terén není příliš atraktivní. Stavba Nové spojení má ambici tuto lokalitu zkulturnit a neudržované území urbanisticky dotvořit, především zelení a parkovou plochou.

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ A UMÍSTĚNÍ STAVBY NOVÉ SPOJENÍ

Jedná se o železniční novostavbu v intravilánu hlavního města Prahy v lokalitě mezi hlavním nádražím a Balabankou. Stavba je umístěna na pozemcích Prahy 2, 3, 8, 9 a 10 v prostoru železniční stanice Praha hl. n., vrchu Vítkov a území mezi nimi, a dále západně od Vítkova na Balabence až po nádraží Praha-Libeň, tj. v úseku ohraničeném ulicemi Italskou, Wilsonovou, Husitskou, Pernerovou, Sokolovskou, Českomoravskou, Novovysočanskou, Pod Krejčárkem, Koněvovou a Husitskou. Obsahem stavby jsou tři nové úseky dvojkolejných tratí Praha – Turnov (v úseku Praha hl. n. – Balabanka, společně pro směr Praha hl. n. – Holešovice), Praha hl. n. – Praha-Libeň a Česká Třebová – Praha a traťová spojka tratí Praha – Turnov a Praha – Česká Třebová. Směrové a výškové poměry tratí jsou navrženy na rychlost 80 – 100 km/h.

Mezi **nejzajímavější objekty stavby** nesporně patří čtyřkolejná železniční estakáda přes LOKO depo Masarykovo nádraží navazující na západní – vjezdový portál železničních tunelů, která řeší zapojení tratí do severního zhlaví žst. Praha hl. n. (obr. 4). Jedná se o unikátní mostní konstrukci pro čtyři tratě koleje délky 450 m z předpjatého betonu. Na východní výjezd ze severního tunelu navazuje významný mostní objekt, železniční estakáda Sluncová, která umožňuje mimoúrovňové křížení



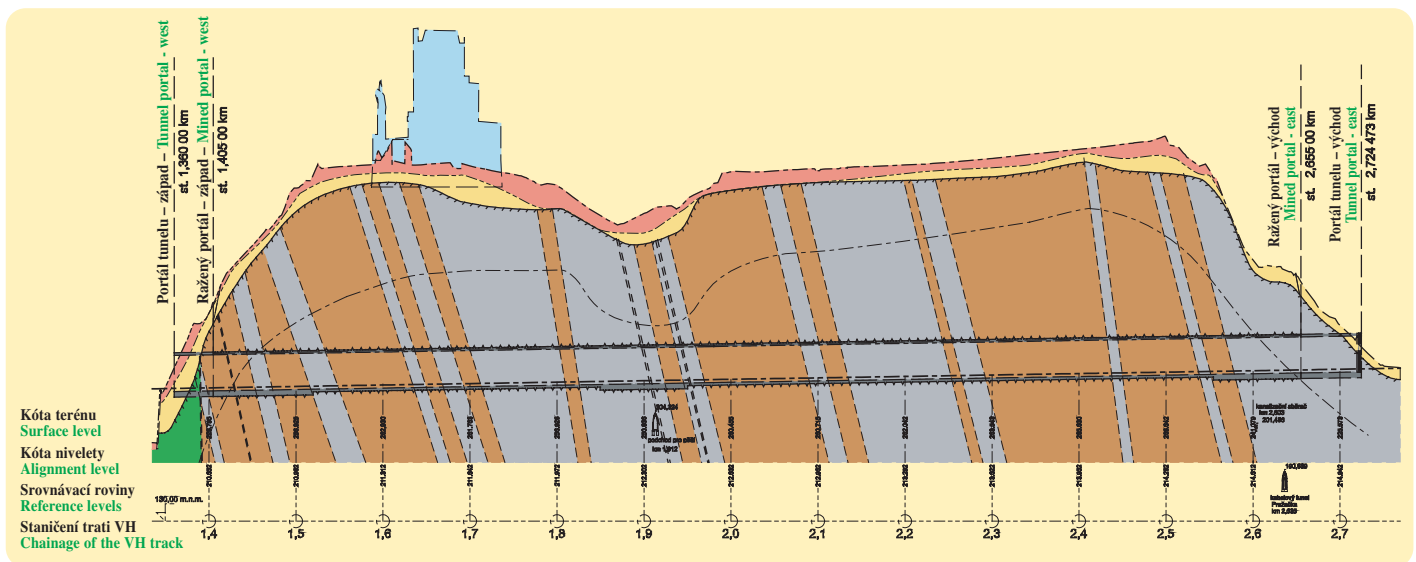
Obr. 4 Čtyřkolejná estakáda mezi Bulharem a tunely
Fig. 4 The four-track railway trestle bridge between Bulhar and the tunnels

It is therefore necessary to get across the remaining part of the area using a trestle bridge and a bridge. This solution will also make a grade-separated crossing with busy streets Trocnovská, Husitská and Seifertova possible. In addition to the benefit of creating free land available for satisfying the needs of the city, this elevated route design is also a prerequisite allowing a new solution of the area between Bulhar and the Army Museum, including traffic conditions (Bulhar intersection and the north-south backbone road complicate traffic in this location above all). The position of the tunnels and their portals on the eastern side of Vítkov hill is determined, above all, by structures existing under the surface of this hill, e.g. a pedestrian tunnel, cable tunnel, interceptor sewer tunnel, underground structures for civil defence purposes, the existing railway tunnel. Despite this fact, a proper location for the eastern portal was successfully found respecting the existing facilities and, in the same time, making a solution of the weaving of the tracks in the area of the slope above U Sluncové Street possible. People who know this area can confirm that it is not very attractive because of difficult terrain configuration. The ambition of the New Connection project is to improve this location culturally, and to provide some architectural features in this unkept area, public greenery and a park above all.

TECHNICAL SOLUTION AND POSITION OF THE NEW CONNECTION CONSTRUCTION

The New Connection is a new railway construction in an urban area of the capital city of Prague, in a location found between the Main Station and Balabanka. The construction lies in the districts of Prague 2, 3, 8, 9 and 10, in the area of the Prague Main Station, Vítkov Hill and the area between those, and further to the west of Vítkov in Balabanka, up to the Prague Libeň Station, i.e. in an area delimited by Italská, Wilsonova, Husitská, Pernerova, Skolovská, Českomoravská, Novovysočanská, Pod Krejčárkem, Koněvova and Husitská Streets. The New Connection construction consists of three new sections of double-track lines, i.e. the Prague – Turnov line (in the section Prague Main Station – Balabanka, jointly for the direction Prague Main Station – Holešovice), Prague Libeň line, and Česká Třebová – Prague line, and the track connection of Prague – Turnov and Prague – Česká Třebová railway lines. Horizontal and vertical alignments of those railway lines are designed for a speed of 80 – 100 km/h.

The four-track railway trestle bridge over the locomotive depot of Masaryk station belongs undoubtedly among **the most interesting structures of the project**. It is connected to the western (entrance) portal of railway tunnels. It solves connection of the tracks to the northern gridiron of the Prague Main Station (see Fig. 4). It is a unique, 450 m long, pre-stressed concrete bridge structure for four running tracks. An important bridge structure, the railway trestle bridge Sluncová, is connected to the eastern exit from the northern tunnel tube. It makes a grade-separated crossing of the tracks possible. The 420 m long pre-stressed structure carries a double-track line. Another important bridge structure is the railway tunnel bridge allowing the track connection leading from Masaryk Station to cross the Prague – Turnov track at a very small angle (7°). It is a concrete cut-and-cover tunnel structure, 125 m long. It was necessary for the road solution to



Obr. 5 Podélný profil jižním tunelem
Fig. 5 Longitudinal section through the southern tunnel

trati. Předpjatá konstrukce délky 420 m nese dvoukolejnou trať. Dalším významným mostním objektem je železniční tunelový most umožňující křížení traťové spojky od Masarykova nádraží s tratí Praha – Turnov ve velmi malém úhlu křížení (7°). Jedná se o betonový rám délky 125 m. Pro silniční řešení je nutno vybudovat 320 m dlouhou silniční estakádu Krejčárek – Palmovka z předpjatého betonu.

Pro čtenáře našeho časopisu jsou však nesporně nejzajímavější objekty ražených dvoukolejných tunelů, které si v následujících odstavcích popíšeme podrobněji.

Navrhované železniční tunely pod Vítkovem se délkou cca 1350 m řadí k nejdelším v soustavě železničních tunelů ČD. Dva dvoukolejné tunely jsou vedeny v podélné ose masivu, s průměrnou osovou vzdáleností 32 m. Tunely v podzemí kříží podchod pro pěší ze Žižkova do Karlína, kanalizační stoku a energokanál Pražacka (obr. 5). Portály obou tunelů jsou sdružené, vjezdový – západní portál je umístěn ve svahu v blízkosti Vojenského muzea a výjezdový – východní je situován do prostoru portálu stávající tratě z Libně. Oba portály jsou v příkrých svazích Vítkova, a tím jsou určeny také vysoké stěny hloubených stavebních jam, když maximální výška stěn bude cca 26 m. Tunely budou navzájem propojeny chodbami, které slouží jako únikové v případě požáru vlakové soupravy uvnitř tunelu a při výstavbě budou využívány pro dopravu. Na obou portálech budou pro tento případ vybudovány záchranné a přístupové plochy pro hasiče a zdravotníky.

INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ POMĚRY

Tvar vrchu Žižkova byl v minulosti upraven lomovou činností a výstavbou Národního památníku. Předpokládaný výskyt oblastí lomů



Obr. 6 Pohled na výjezdové (východní) portály tunelů
Fig. 6 A view of the exit (eastern) portals of the tunnels

build a 320 m long elevated highway structure Krejčárek – Palmovka (pre-stressed concrete).

Undisputedly the most interesting for our readers are the double-track mined tunnels, described in more detail below.

With their design length of about 1350 m, the railway tunnels under Vítkov Hill range with the longest within the system of Czech Railways' tunnels. The two double-track tunnel tubes pass along the longitudinal axis of the hill massif, at an average 32 m distance between centres. Under the surface, the tunnels cross a pedestrian subway from Žižkov to Karlín, an interceptor sewer and the Pražacka Utility Duct (see Fig. 5). The position of the entrance western portal of the two tunnel tubes is designed near the Army Museum, while the exit portal on the east is situated in the area of the existing portal of the railway track from Libeň. The steep slopes of Vítkov Hill that the two portals are located at determine the height of retaining walls supporting the construction pits, amounting to maximum values of 26 m. The tunnel tubes will be interconnected via cross passages serving as escape ways in case of a train on fire in the tunnel. The passages will be utilised during the construction for haulage. Emergency and access areas for fire-fighting rescue teams and ambulance will be built at both portals.

GEOLOGICAL CONDITIONS

The configuration of Vítkov Hill was changed in the past by quarrying and by the construction of the National Monument. The assumed location of quarries was situated to the area of the Army Museum, the southern and eastern edge of the National Monument, and to the area at the bottom of Vítkov Hill on the south. The height of the quarries reached even 10 m. In addition to this large-scale quarrying activity, a lot of minor quarries existed in this series of the Skalec quartzites. The quarries were backfilled up to the surface level with materials containing mainly the rock (quartzite) dug during the construction of the National Monument.

Vítkov Hill is a significant morphological element in Prague's landscape. Its ridge is formed by the denudation-resistant Skalec quartzites. The beds of the Skalec quartzites are about 100 m thick; in the south and north they are divided stratigraphically and tectonically from the overlying series of layers of the Dobrotivý shales or Šárka shales. The contact between the Šárka shales and Skalec quartzites found in the northern slope of Vítkov forms a geological profile which has been placed on the list of sites of nature conservation. The excavation will encounter the Palaeozoic, Middle Ordovician Šárka shales and the overlying Dobrotivý series of strata in a facies of the Skalec quartzites.

The Šárka shales are dark-grey silty-clayey shales, micaceous, thinly laminated, with very to extremely close spaced jointing. The series of strata is interpenetrated with numerous parallel faults. The contact with the overlying Skalec quartzites is assessed as a stratigraphical contact exhibiting affection by the tectonics of the Prague Fault and the Libeň Thrust Fault. The Skalec shales consist mostly of tabularly jointed quartzites and siliceous sandstones, alternating with interbeds of sandy and clayey shales to claystones. The rock mass faulting is due to the



Obr. 7 Křížení železničních tratí před výjezdovým portálem
Fig. 7 The crossing of the railway tracks in front of the exit portal

byl situován do prostoru Vojenského muzea, jižního a východního okraje Národního památníku a do míst při jižním úpatí vrchu Žižkov. Výška lomů dosahovala až 10 m. Kromě této výrazné lomové činnosti se v celém souvrství skaleckých křemenců vyskytovala řada drobných lomů. Lomy byly s terénem zarovnané navážkami s převahou křemenců, které byly odtěžovány v rámci výstavby Národního památníku.

Vítkov je výrazný morfologický element v krajině Prahy. Jeho hřbet tvoří vůči denudaci odolné skalecké křemence. Vrstvy skaleckých křemenců jsou mocné cca 100 a na jihu jsou stratigraficky i tektonicky omezeny vůči nadložním souvrstvím dobrotivských břidlic a na severu vůči podložním souvrstvím šáreckých břidlic. Styk šáreckých břidlic a skaleckých křemenců na severním svahu Vítkova tvoří geologický profil, který je zařazen do návrhu chráněných území. Při ražbě budou zastíženy paleozoické, střednoordovické šárecké břidlice a nadložní dobrotivské souvrství ve facii skaleckých křemenců.

Šárecké břidlice jsou tmavošedé prachovito-jílovité břidlice, slídnaté, tenké deskovité vrstevnaté s velmi velkou až extrémně velkou hustotou diskontinuit. Souvrství je prostoupeno četnými paralelními poruchami. Styk s nadložními skaleckými křemenci je hodnocen jako stratigrafický s ovlivněním tektonikou pražského zlomu a libeňského nasunutí. **Skalecké vrstvy** jsou převážně tvořeny lavicovitě vrstevnatými křemenci a křemitými pískovci, které se střídají s polohami písčitých a jílovitých břidlic až jílovců. Tektonické porušení hornin je podmíněno blízkostí pražského zlomu, který je ve směru severovýchod-jihozápad a libeňského přesmyku, který probíhá v Karlíně podél úpatí Vítkova. Ražba v meziportálových úsecích bude procházet četnými poruchovými pásmy, které byly indikovány v archívních i nově provedených vrtech.

HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Původně byla hladina podzemní vody zaklesnutá do skalního podkladu s poměrně značným výkyvem v závislosti na atmosférických srážkách. Vlivem výstavby podzemních prostor pod Vítkovem (kryty CO s větracími systémy a se studnami, které zabezpečují chlazení a zásobování podzemních prostor, tunel pro pěší, železniční tunel pod Vítkovem, výstavba kanalizace apod.) byly původní hydrogeologické poměry narušeny. Protože většina podzemních prostor se nachází pod projektovanou niveletou železničních tunelů, je zřejmé, že ražení železničních tunelů bude probíhat nad ustálenou hladinou podzemní vody a případný přítok vody do tunelu bude závislý na atmosférických srážkách.

Tunely tvoří dva úseky budované v otevřené stavební jámě, které jsou společně pro severní i jižní tunel a dva ražené dvojkolejné tunely. Jižní tunel má vjezdový hloubený úsek dlouhý 45 m, ražený tunel délky 1250 m a výjezdový hloubený úsek tunelu délky 69,47 m. Severní tunel má vjezdový hloubený úsek délky 58,1 m, ražený tunel délky 1150,6 m a výjezdový hloubený úsek tunelu délky 107,2 m.

Nadložní tunelů v celé délce (mimo portály) průměrně dosahuje 40 m. Nejvýznamnějším nadzemním objektem, dotčeným výstavbou tunelů, je budova Národního památníku se základem cca 37 m nad vrcholem klenby tunelů. Tunely se v podzemí přibližují ke krytům CO na vzdálenost cca 34 m, přecházejí cca 6 m nad tunelem pro pěší, vedeným



Obr. 8 Pohled na vjezdové (západní) portály tunelů
Fig. 8 A view of the access (western) portals of the tunnels

Prague Fault in the vicinity, passing in the north-south direction, and due to the Libeň Thrust Fault running in Karlín along the bottom of Vítkov Hill. The excavation of the sections between the portals will cut through numerous fault zones, indicated in archived and new drill logs.

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS

Originally the ground water table was restricted to the bedrock with relatively wide range of the levels, depending of precipitation. The original hydrogeological conditions have changed due to the construction of underground spaces under Vítkov (civil-protection shelters with ventilation systems and wells securing the cooling and supply systems, the pedestrian tunnel, railway tunnel, sewers etc.). Because a majority of the underground spaces are found under the alignment of the designed railway tunnels, it is obvious that the railway tunnels will be excavated under the standing level of the ground water table, and a contingent inflow into the tunnel will depend on rainfalls.

The tunnels comprise two cut-and-cover sections used for the construction of both the northern and southern tube, and two mined double-track tunnels. The entrance cut-and-cover section of the southern tunnel is 45 m long, the mined section is 1250 m long, and the exit cut-and-cover section is 69.47 m. The northern tunnel tube consists of a 58.1 m long cut-and-cover entrance section, 1150.6 m long mined section and 107.2 m long cut-and-cover exit section.

The overburden of the tunnels reaches an average depth of 40 m along the whole length. The most important surface structure affected by the tunnel construction is the building of the National Monument, having its foundation at a distance of about 37 m above the top of the tunnel crown. The tunnels get close to underground shelters (about 34 m apart), pass about 6 m above the pedestrian tunnel leading from Tachovské Square to Pernerova Street, further about 10 m above a sewer, and about 21 m above a mined collector tunnel operated by PRE (energy distribution services). Higher attention will be paid to a particular part of the shelters housing sensitive measurement instruments. There are access roads designed for rescue units of the integrated rescue system. Above all, there are areas for deployment of the Fire Rescue Service teams in front of the portals; the eastern side is equipped with a ramp for this purpose. Dry fire mains are installed in the tunnels, with hydrants in every other emergency niche allowing intervention by fire-fighting teams. A system of longitudinal water distribution is interconnected through the cross passages. This system allows a fire-fighting action to be carried out from the other tunnel tube. For this purpose, the cross passages between the southern and northern tubes are equipped with fire-check doors. The cross passages also serve for fire ventilation based on the development of an overpressure in the tunnel containing the fire, thus extension of the time allowing the escape of persons from the train. Although, all of the above-mentioned elements are of a supplementary character, with the main system applied by the Czech Railways being the system indicating a train fire and responding by restriction of the train entry to the tunnel or removing the train from the tunnel. The tunnel is equipped with relevant safety marking of all escape ways.

The lining of the mined tunnel (see Fig. 9 and 10) consists of two shells, the temporary and permanent liners, with intermediate waterproofing membrane in between along the upper vault structure. The tunnel

z Tachovského nám. do ul. Pernerové, dále cca 10 m nad kanalizací a v oblasti výjezdového portálu cca 21 m nad raženým kolektorem PRE. Zvýšená pozornost bude věnována části krytů CO, ve kterém jsou umístěny citlivé měřicí přístroje. Tunely jsou ve shodě s novou normou vybaveny přístupovými komunikacemi pro integrovaný záchranný sbor. Především jsou v předportáli nástupní a záchranné plochy pro hasičský záchranný sbor ČR, východní strana je k tomuto účelu vybavena rampou. Pro zásah HZS jsou v tunelech připraveny suchovody a v každém druhém bezpečnostním výklenku hydranty. Soustava podélných vedení je přepojena spojovacími chodbami tak, aby bylo možné provést zásah i z druhého tunelu. K tomuto účelu jsou spojovací chodby mezi jižním a severním tunelem vybaveny protipožárními dveřmi. Spojovací chodby slouží také k možnosti požárního větrání, založeného na vytvoření přetlaku v zasaženém tunelu, a tím k prodloužení doby umožňující únik pro cestující vlaku. Všechny tyto prvky jsou však podpůrné pro základní bezpečnostní systém ČD reagující na požár ve vlaku a omezující vjezd vlaku do tunelu, nebo vyvezení soupravy z tunelu. Tunel je vybaven patřičným bezpečnostním značením všech únikových prostor.

Ostění raženého tunelu (obr. 9 a 10) je dvouplášťové, primární a trvalé s mezilehlou izolační folií v oblasti horní klenby. Tunel nemá izolaci dna ani v úsecích se spodní klenbou.

Definitivní ostění je tvořeno stříkaným betonem, vyztuženým ocelovými sítěmi, svorníky, ocelovými příhradovými ramenaty a v úsecích ohrožených nestabilitou přístropí ocelovými jehlami. Použití jednotlivých prvků primárního ostění je definováno technologickou třídou výrubu. Třídy výrubu slouží jako základní definice vestrobovacích prvků, a protože NRTM je založena na observaci – pozorování (měření) a popis dějů, jsou tyto prvky v případě potřeby upravovány tak, aby se zvýšila bezpečnost výstavby, ale využily se také skutečně zastížené inženýrsko-geologické podmínky k ekonomicky prováděné ražbě. Konstrukce primárního ostění není součástí trvalého ostění a časový faktor použitelnosti primárního ostění, do doby realizace trvalého ostění, je stanoven na 6 let.

Trvalé ostění tvořené vyztuženým, nebo nevyztuženým monolitickým betonem bude možné betonovat bez doplňkových opatření po ustálení přetváření horninového masivu. Vzhledem k přijaté koncepci drenážně/izolační vrstvy mezi dočasným a trvalým ostěním se při stavbě ani při provozu nepředpokládá vytvoření hydrostatického tlaku (kapacita odvodňovacích drenáží je řádově vyšší, než průzkumem zjištěné množství podzemních vod). Proto bylo možné navrhnout minimální vyztužení trvalé betonové konstrukce.

Tunely jsou vedeny v podélné ose vrchu Vítkova. Směrově je trať určována protisměrnými oblouky s přechodnicemi. Tunely ve směru západ východ (proti směru ražeb) stoupají ve sklonu 3,3 ‰.

Ražba tunelů je založena na principech NRTM. Rozpojování pevných hornin na čelbě bude prováděno pomocí trhačích prací. Jiné rozpojování není prakticky možné ani z technického, ani z ekonomického hlediska. Dodavatel razičských prací Metrostav a. s. (jižní tunel) a Subterra a. s. (severní tunel) se rozhodli postupovat společně od východního portálu, který vybuduje Metrostav a kde bude umístěno také zařízení staveniště. Západní portál vybuduje Subterra. Při úpadní ražbě bude čelba členěna horizontálně. Pouze v místech s nejnepříznivějšími podmínkami bude kalota dělena. Po odtěžení a dopravě vyrubané horniny z čelby na mezideponii před výjezdovým portálem bude tato, po naložení na železniční vozy, uložena na skládku.

INVENTARIZACE SOUČASNÉHO STAVU

Nad trasou tunelu se nachází, kromě nízkých budov sportovišť, především Národní památník na vrchu Vítkově se sochou Jana Žižky. Stavebně-technický stav budovy Národního památníku, která se za dobu své existence využívala různými způsoby (od památníku za I. republiky, přes sklad wermachtu v době 2. světové války a mauzoleum po ní)

bottom is not provided with waterproofing, even in the sections with the invert structure.

Temporary support consists of sprayed concrete reinforced with mesh, rock bolts, lattice girders and, in sections threatening with the roof instability, with steel spiles. The application of the individual elements of the temporary support depends on the particular excavation class. The excavation classes are used as a basic definition of the support elements and, because the NATM is based on observation, i.e. measurement and description of processes, those elements are adjusted, with the aim of increasing the construction safety on one hand and, on the other hand, with respect to the excavation economy, which can be improved by taking the possible advantage of the actually encountered technical and geological conditions. The temporary lining structure is not part of the permanent lining. The factor of time of applicability of the temporary lining (till the realisation of the permanent lining) is determined to be 6 years.

Permanent support consisting of both reinforced and non-reinforced cast-in-situ concrete can be cast without any additional measures once the rock mass deformation process has settled. Thanks to the designed drainage/waterproofing layer between the temporary and permanent liners, the hydrostatic head will develop neither during the construction nor during the operation (the capacity of the drainage system is greater by an order of magnitude than the volume determined by the investigation). For that reason it was possible to design a minimal reinforcement.

The tunnel excavation is based on the NATM principles. Hard rock at the excavation face will be disintegrated using the drill-and-blast technique. Another method of disintegration is virtually impossible, both from technical and economic aspects. The contractors for the tunnelling work, i.e. Metrostav a. s. (the southern tube) and Subterra a. s. (the northern tunnel) decided to proceed jointly from the eastern portal, which will be realised by Metrostav a. s., and which the site facilities will be erected at. The western portal will be built by Subterra a. s. The downhill excavation will be carried out with the face divided horizontally. The top heading will be divided only in locations where the worst conditions will be encountered. The muck will be hauled from the faces to an intermediate stock pile in front of the exit portal. Subsequently it will be loaded into rail carriages and dumped to a permanent stock pile.

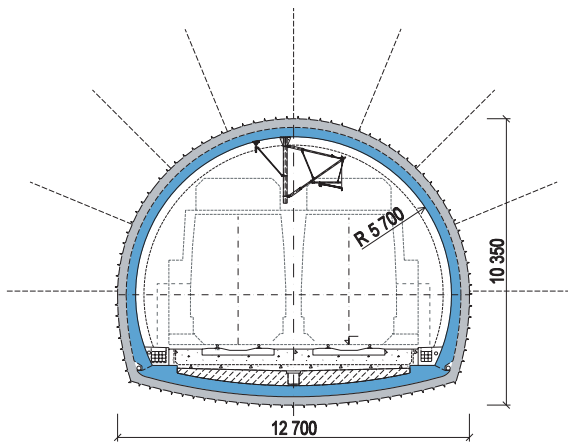
SURVEY OF PRE-CONSTRUCTION CONDITIONS

In addition to low buildings at sports grounds, there is the National Monument on Vítkov Hill with a monument to Jan Žižka found above the tunnel route. The structural condition of the building of the National Monument, that was used in the course of its life for various purposes (starting from a monument during the First Republic, through a Wermacht storage during World War II, and a mausoleum after the war) and was left more or less without systematic maintenance, is not good. Despite the fact that the tunnel excavation will not threaten the structural condition of the building, increased attention will be paid to the structural elements, wall cladding and individual items of work of art. There is an equestrian statue of Jan Žižka of Trocnov in front of the building, above a grave of the Unknown Warrior. This statue, one of the world's largest equestrian statues, will be thoroughly observed in the framework of the geotechnical measurement program.

Structural analyses (the author Mr. Vladislav John) were carried out in five the most critical profiles of the tunnels, i.e. at km 1.415 (the rock pillar at the entrance portal), km 1.600 (under the National Monument), km 1.950 (in the settlement trough, above the pedestrian subway where the tunnel cover is the shallowest), km 2.300 (the thinnest rock pillar between the tunnels), and km 2.625 (the rock pillar at the exit portal). The mathematical modelling was carried out using

Technologická třída / Excavation Class	3.	4a.	4b.	5a.
Šířka výrubu / Excavation width (m)	12,50	12,60	12,60	12,70
Výška výrubu / Excavation height (m)	9,40	9,45	10,25	10,35
Plocha výrubu / Excavated cross-section area (m ²)	97,10	98,70	107,75	108,73
Plocha světlého tunelového průřezu / Tunnel net profile area (m ²)	73,60			

Tab. 1 Základní parametry tunelů
Table 1 Basic parameters of the tunnels



Obr. 9 Příčný řez dvoukolejným tunelem
Fig. 9 Cross section through the double-track tunnel

a více méně se systematicky neudržovala, není nejlepší. Přestože ražba tunelů neohroží statickou funkci budovy, bude zvýšená pozornost věnována především nosným prvkům, obkladům stěn a uměleckým dílům. Před budovou, nad hrobem neznámého vojína, je umístěna jezdecká socha Jana Žižky z Trocnova. Tato socha, jedna z největších jezdeckých na světě, bude v souboru geotechnických měření podrobně sledována.

Statické výpočty (autor ing. Vladislav John) byly provedeny v pěti nejkritičtějším profilech tunelů v km 1,415 – horninový pilřív vjezdového portálu, v km 1,600 pod Národním památkem, v km 1,950 v depresní kotlině s nejnižším nadloží nad podchodem pro pěší, v km 2,300 s minimální tloušťkou horninového pilříve a v km 2,625 – horninový pilřív vjezdového portálu. Bylo provedeno matematické modelování programem RIB metodou konečných prvků. Rovinné modely respektují geologické poměry zjištěné průzkumem a postup výstavby jednotlivých tunelových trub.

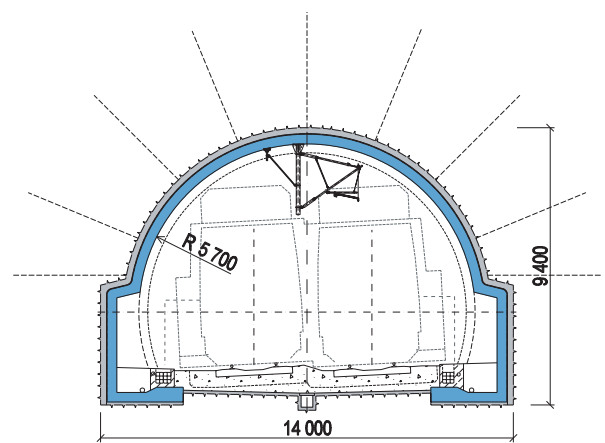
Jedním z nejdůležitějších výsledků statických výpočtů je i předpoklad o poklesech na povrchu. Po přechodu ražeb se vertikální pohyby ustálí a asi do 6 měsíců ustanou. Dosah poklesů je při jednom tunelu cca 55 m od osy. Maximální pokles v ose tunelu se předpokládá 12 mm. Trasy tunelů nepříznivě křižují stavbu Národního památníku a „vnitřní“ z inflexních bodů protínají budovu uhlopříčně. Poloha inflexních bodů má zásadní vliv na úroveň poškození objektů nacházejících se na rozhraní tažené a tlačené oblasti. I když je sklon svahů poklesové kotliny cca 1 : 2500 a není kritický (ten začíná až od 1 : 800), doporučuje se razit oba tunely v minimálním odstupu anebo před kritickým profilem najednou. V případě ražeb obou tunelů se poklesová kotlina „roztáhne“ a „vnitřní“ inflexní body se nevytvářejí. Celková šířka poklesové kotliny tak bude činit přibližně 160 m a maximální pokles dosáhne hodnoty 13 mm. Sledování vývoje kotlin a kontrola stavu Památníku budou jednou z nejdůležitějších součástí výstavby. V souvislosti s výstavbou tunelů jsou dále prováděna podrobná geotechnická měření pro kontrolu stability výrubu a ověření předpokladů chování horninového masivu: konvergenční, extenzometrická a inklinometrická měření, měření deformací hlavních nosných konstrukcí a vzájemných posunů jednotlivých jejích částí (definitivní ostění, portálové objekty, dilatační celky apod.), měření deformací povrchu terénu pro stanovení rozsahu, tvaru a velikosti poklesové kotliny, měření účinků tunelování na stavby, inženýrské sítě a jiné objekty v nadloží a měření účinků trhacích prací.

V celé trase jsou mimo výše uvedená dominantní inženýrská díla navrženy další mostní objekty, řady opěrných a zárubních zdí, podchody pro pěší, pozemní objekt (provozní budova), nové trakční vedení, zabezpečovací a sdělovací zařízení, silnoproudé rozvody, automatický systém dálkového řízení a v neposlední řadě zařízení pro bezpečný průjezd vlakových souprav tunely i pro rychlou evakuaci osob z tunelu v případě mimořádné události.

ZÁVĚR

Výstavba přístupových komunikací a zdí před východním portálem byla zahájena v říjnu 2004, předpokládáný začátek ražeb jižního tunelu je březen 2005, severního tunelu květen 2005, ukončení ražeb v září 2006 a dokončení všech tunelových objektů v polovině roku 2007.

ING. MICHAL GRAMBLIČKA, ING. IVAN POMYKÁČEK,
ING. LENKA PIKHARTOVÁ, ING. PETR ŠENK,
ING. RADEK BROKL, SUDOP Praha, a. s.



Obr. 10 Příčný řez tunelem v místě bezpečnostních výklenků
Fig. 10 Cross section through the tunnel in an emergency niche location

the RIB program, by the Finite Element Method. Planar models respect the geological conditions determined by the investigation and the process of construction of the individual tunnel tubes.

One of the most important results of the structural analyses is also an assumption regarding the ground surface settlement. Vertical movements will stabilise when the excavation face has passed, and, after approximately 6 months they will cease. In case of a single tunnel tube, the settlement effects reach about 55 m from the centre line. Maximum anticipated subsidence value on the centre line of the tunnel amounts to 12 mm. The tunnel lines cross under the National Monument in an unfavourable manner, with the “internal” points of inflexion cutting the building diagonally. The position of the points of inflexion affects principally the degree of damage to the buildings found on the interface of tensioned and stressed areas. Despite the fact that the values of the differential settlement amounting approximately 1 : 2500 is not critical (critical values start from 1 : 800), the excavation of the two tunnels is recommended to stagger minimally or, with the faces side by side before a critical profile. In the case of excavation of both tunnels, the settlement trough extends, and the “internal” points of inflexion do not originate. The overall width of the settlement trough will thus amount approximately to 160 m, and the maximum subsidence will achieve 13 mm. The monitoring of the development of the troughs, and checking of the condition of the Monument will be one of the most important parts of the construction. In context of the tunnel construction, the following detailed geotechnical measurements are carried out for checking of the excavation stability and verification of the assumptions of the rock mass behaviour: convergence, extensometer and inclinometric measurements, measurements of deformation of main structural elements and mutual displacement of their parts (final lining, portal structures, pouring blocks, etc.), measurements of ground surface settlement for determination of the extent, shape and size of the settlement trough, measurement of the effect of the tunnelling operations on buildings, utility networks and other structures found in the overburden, and measurements of the effects of blasting.

In addition to the above-mentioned dominant civil engineering works, there are other structures designed along the overall route, i.e. bridges, retaining and revetment walls, pedestrian subways, a subsurface structure of the service building, a new electric-catenary system, interlocking and communications equipment, heavy current distribution system, automatic remote control system, and, at last but not least, equipment securing safe passage of train sets through the tunnels and fast evacuation of persons from the tunnel in emergency cases.

CONCLUSION

The construction of the access roads and walls in front of the eastern portal commenced in October 2004, the expected start of the southern tunnel and northern tunnel excavation is March 2005 and May 2005, respectively, the end of the excavation is scheduled for September 2006, and completion of all tunnel structures for mid-2007.

ING. MICHAL GRAMBLIČKA, ING. IVAN POMYKÁČEK,
ING. LENKA PIKHARTOVÁ, ING. PETR ŠENK,
ING. RADEK BROKL, SUDOP Praha, a. s.

TUNEL VALÍK – KLÍČ K DÁLNIČNÍMU OBCHVATU PLZNĚ

VALÍK TUNNEL – THE KEY TO THE MOTORWAY BY-PASS OF PILSEN

JIŘÍ SVOBODA
VÁCLAV ŠVARC

ÚVOD

Dopravu a životní prostředí v krajském městě Plzni v plzeňském regionu komplikuje tranzit mnoha motorových vozidel, neboť zatím není kompletní dálnice D5 z Prahy do Rozvadova. Zbývá dokončit poslední úsek dálničního obchvatu Plzně v délce cca 4,7 km v oblasti obcí Radobčice, Štěnovice a Útušice, jehož dominantním úsekem je tunel ražený pod vrchem Valík.

Dálniční obchvat Plzně byl středem pozornosti odborné i laické veřejnosti na konci minulého století a zůstává jím i na začátku nového. Sřety názorů technických odborníků a ekologických aktivistů provázely celou dobu přípravy stavby obchvatu a velmi podstatně ji prodloužily. Konečné technické řešení obchvatu a tunelu Valík je výrazně ovlivněno požadavky orgánů státní správy, místní samosprávy a ekologických aktivistů.

ZÁKLADNÍ INFORMACE

Tunel Valík je dálniční tunel se dvěma tunelovými troubami, každá se dvěma jízdními pruhy šířky 3,75 m a jedním nouzovým pruhem šířky 3,25 m v každém dopravním směru (kategorie T11,5 m v smyslu ČSN 73 7507). Kategorie byla zadána specialisty silničních staveb, kteří nechtěli z důvodů bezpečnosti dopravy zužovat průjezdný profil na poměrně krátkém tunelovém úseku.

Severní tunelová trouba je dlouhá 390 m, jižní tunelová trouba je dlouhá 380 m. Výška průjezdného profilu nad jízdním pruhem je 4,8 m (uprostřed pro dopravu mimořádných nákladů je gabarit vysoký 5,2 m).

Součástí tunelu je provozně technický objekt umístěný přímo u jednoho z portálů a úpravy stávajícího dálničního řídicího střediska Policie ČR ve Svojkovicích (cca 25 km od vlastního tunelu).

INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY

Vrch Valík nedaleko obce Štěnovice, ve kterém je situován budoucí tunel Valík, je pokryt svahovými kvartérními sedimenty mocnosti cca 0,5 – 2 m. Pod vrstvou humózní hlíny jsou písčité štěrky, místy jílovité s ostrohrannými úlomky silně zvětralých porfyrů a spilitů. Vlastní ražba probíhá v slabě metamorfovaných proterozoických břidlicích.

Břidlice jsou zvětralé až silně zvětralé. Silné zvětrání se pohybuje v hloubkách od 3 m až do hloubky cca 20 m po celé délce budoucího

INTRODUCTION

Traffic and environment in the regional centre Pilsen and the Pilsen region itself, are complicated by the transit of many road vehicles because the D5 motorway has not been completed yet. The last section of the Pilsen by-pass road remains to be finished. The dominating section of this 4.7 km long route, passing through an area of Radobčice, Štěnovice and Útušice municipalities, is a tunnel driven under Valík Hill.

The Pilsen bypass road came into the limelight at the end of the previous century, and both the professional and lay public have kept following it till the beginning of the new century. Ideological clashes between technical professionals and environmental activists were a phenomenon attending the construction for the whole period of preparation of the bypass construction, which they extended significantly. The final design of the bypass road and the Valík tunnel was substantially affected by decisions made by governmental agencies, local authorities, and environmental activists.

BASIC INFORMATION

The Valík tunnel is a twin-tube, dual carriageway motorway tunnel. Each tunnel tube contains two traffic lanes 3.75 m wide, and one emergency lane 3.25 m wide (T11.5 category according to the standard ČSN 73 7507). The road category was designed by road construction specialists, who, for safety reasons, did not wish to reduce the width of the clearance profile along the relatively short tunnel section.

The northern tunnel tube is 390 m long, the southern tube's length amounts to 380 m. The clearance height above the traffic lane is of 4.8 m (at the centre of the tunnel, the traffic clearance height extends to 5.2 m to allow transport of extraordinary loads).

A service building located just next to one of the tunnel portals, as well as reconstruction of the existing highway traffic control centre of the Police of the CR in Svojkovice (a municipality found about 25 km from the tunnel) are part of the tunnel construction.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITION OF THE SITE

Valík Hill, which the tunnel Valík will pass through, is found near the Štěnovice municipality. The hill is covered with Quaternary colluvial deposits about 0.5 – 2.0 m thick. A layer of humic loam lies on sandy gravels,



Obr. 1 Podélný geologický profil – jižní tunel

Fig. 1 Geological longitudinal section – southern tunnel tube

tunelu. Tektonické postižení je silné, břidlice jsou rozpukané, místy intenzivně (čtyři a více puklinových systémů). Zdravé, nezávětralé břidlice nebyly zjištěny.

Silné rozpukání minimálně ve třech směrech, výplň puklin limonitem a jílovými minerály, spolu s navětráním až zvětráním porfyru jsou velice vhodným prostředím pro tvorbu větších nezávětralých nadvýlomů.

Ze zkušenosti s předstihovou ražbou průzkumné štoly lze předpokládat tvoření nadvýlomů v tomto typu horniny od 0 % do 10 % plochy výrubu. Po délce tunelu se nacházejí minimálně dvě tektonická pásma, která mají oproti okolní hornině horší mechanické a stabilitní vlastnosti a ještě výraznější tendenci k tvoření nadvýlomů.

CELKOVÉ ZHODNOCENÍ HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ

Mělké umístění tunelu (nadloží cca 5 – 12 m) je z geotechnického hlediska velmi nevýhodné (lokalizace v navětralých a zvětralých částech horninového masivu, zhoršené hydrogeologické poměry, komplikovaný konstrukční systém primárního vyztužování) a vyžaduje pro zajištění bezpečnosti práce, optimalizaci provizorního ostění a technologie provádění, perfektní znalosti o horninovém prostředí. Proto byl realizován podrobný geologický průzkum pomocí ražené průzkumné štoly. Ostění štoly bylo navrženo asi uprostřed budoucího středového tunelu a separováno tak od ostění budoucích tunelových trub.

Z hlediska normy ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy je ražba prováděna v horninách R4 s pevností 5 – 15 MPa a v horninách R3 s pevností 15 – 50 MPa. Hornina je však tektonicky porušená a značně rozpukaná, což způsobuje nestabilitu nezajištěného výrubu.

Z hlediska tunelování je horninové prostředí zaříděno do třídy NRTM 5a v celé délce obou tunelových trub na základě posudku RNDr. O. Tesaře, experta objednatele. Tomuto zařídění odpovídají strukturální vlastnosti hornin (puklinatost, velikost horninových kusů, pevnostní vlastnosti hornin apod.). Hodnoty RQD dosahují velikosti 25 %, hodnocení RMR je převážně 20 – 25 bodů, hodnoty QTS jsou v pásmu 32 – 39 bodů.

Vzhledem k obtížné geologické situaci byl po dohodě s objednatelem navržen nový způsob zpracování a zhodnocování výsledků statických výpočtů s cílem optimalizovat technické řešení postupu výstavby, zejména primárního ostění. Statické výpočty se realizují ve spolupráci s prof. Aldorfem z Technické univerzity v Ostravě, jejich kontrolu provádí prof. Barták z Fakulty stavební ČVUT v Praze, který je nezávislým specialistou Ředitelství silnic a dálnic ČR. Statické výpočty jsou neustále optimalizovány dle geologického sledu a komplexu observačních měření na primárním ostění jednotlivých dílčích výrubů.

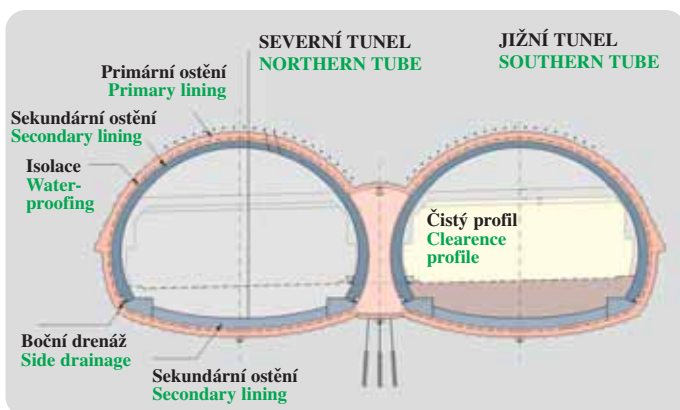
KONSTRUKCE TUNELOVÉHO PROSTORU

Obě tunelové trouby jsou těsně vedle sebe bez středního horninového pilíře a mají společný středový železobetonový pilíř. Toto řešení bylo zvoleno s ohledem na požadavek ekologů minimalizovat trvalé zábory pozemků v přípořtálových úsecích dálnice. Minimalizace zásahu do krajiny byla nezbytně nutnou podmínkou pro získání stavebního povolení.

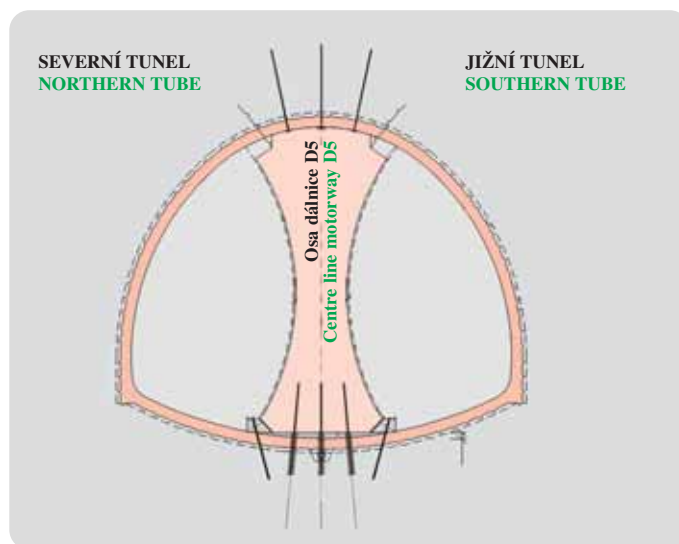
Vlastní technické řešení primárních tunelových konstrukcí je při této úpravě podstatně složitější než u dvojice dálničních tunelových trub s mezilehlým horninovým pilířem. Vzhledem k velikosti profilu tunelu (2 x 150 m² plochy výrubu těsně vedle sebe), byl nutný podrobný průzkum horninového masivu. Výsledky podrobného průzkumu realizovaného průzkumnou štolou byly zahrnuty do nově upraveného technického postupu výstavby.

TECHNOLOGIE VÝSTAVBY TUNELU

Výstavba tunelu Valík se provádí Novou rakouskou tunelovací metodou. Postup výstavby tunelu vychází ze zásady, že nejprve bude vybudováno



Obr. 2 Příčný řez tunelem
Obr. 2 Tunnel cross section



Obr. 3 Příčný řez středním tunelem se železobetonovým středním pilířem
Obr. 3 Cross section of the central tunnel with the reinforced concrete pillar

locally clayey sands with sharp-edged cuttings of heavily weathered porphyry and spilites. The excavation proper is carried out in weakly metamorphosed Proterozoic schists.

The schists are weathered to heavily weathered. The heavy weathering occurs along the entire length of the tunnel alignment, at depths from 3 m to about 20 m. The rock mass is badly faulted, schists are fractured, locally intensively (four and more joint sets). Compact schist was not encountered.

Intensive jointing minimally in three directions, limonite and clayey mineral filling of joints, together with the slightly weathered to weathered character porphyry, these are the conditions forming an environment prone to the occurrence of larger accidental overbreaks.

Based on experience from the excavation of the exploration gallery, we can expect the occurrence of overbreaks in the given rock type, ranging from 0 % to 10 % of the excavated cross section area. There are at least two faulted zones along the tunnel route, having worse mechanical and stability properties compared with the surrounding rock, being more prone to failure.

OVERALL ASSESSMENT OF THE ROCK ENVIRONMENT

The shallow depth of the tunnel (overburden about 5 – 12 m) is highly disadvantageous from the geological aspect (passing through slightly weathered to weathered parts of the rock mass, worse hydrogeological conditions, a complicated structural system of the primary support). The task of securing working safety requires optimisation of the primary support and excavation technique, and perfect knowledge of the rock environment. A detailed geological survey was organised for that reason, through a mined exploration gallery. The lining of the gallery was placed by the designer approximately to the centre of the central tunnel tube cross section, thus it was separated from the lining of the tunnel tubes to be constructed in the future.

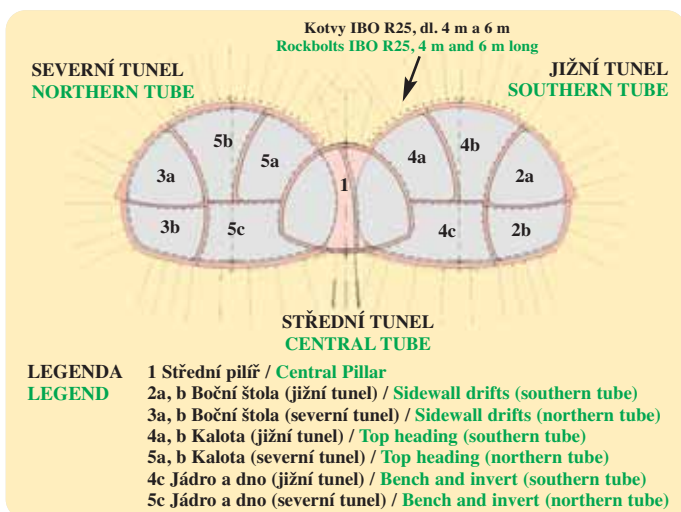
With reference to the standard ČSN 73 1001 "Foundation Ground under Flat Foundation", the excavation is carried out in rock classified as R4 and R3, with a strength of 5 – 15 MPa and 15 – 50 MPa, respectively. The rock is, however, faulted and intensively jointed. This condition causes instability of the excavation if left unsupported.

In tunnelling terms, the rock environment is classified as NATM 5a along the entire length of both tunnel tubes (the classification is based on an analysis by the owner's expert RNDr. O. Tesař). This classification corresponds to the structural properties of the rock mass (the jointing, size of rock blocks, strength properties of the rock, etc.). The RQD values achieve 25 %, the RMR assessment mostly ranges from 20 to 25 points, the QTS values vary within 32 – 39 points.

Because of the difficult geological situation, a new method of processing and interpretation of results of structural analyses was proposed and approved by the owner, with the aim of optimising the technical solution of the construction process, above all the process of the support installation. Structural analyses are carried out in co-operation with Prof. Aldorf from the Technical University in Ostrava, their checking is carried out by Prof. Barták from the faculty of civil engineering at the Czech Technical University in Prague, who is an independent specialist of the ŘSD ČR (Directorate of Roads and Motorways of the CR). The structural analyses have been continuously optimised according to the results of geological observation and a set of observation measurements of the primary lining of individual partial openings.

TUNNEL STRUCTURE DESIGN

Both tunnel tubes touch each other, without any central rock pillar in between, sharing a central reinforced concrete pillar. This design was chosen



Obr. 4 Postup ražeb tunelu
Obr. 4 Tunnel excavation sequence

primární ostění celého tunelu (včetně středního pilíře) a následně, po provedení neuzavřené mezilehlé izolace (systém „deštník“), se provede sekundární (definitivní) ostění. Základní členění výrubu je vertikální. V menším rozsahu je navrženo horizontální členění dílčích výrubů. Primární ostění je ze stříkaného betonu vyztuženého příhradovými oblouky s mřížovinou a kotvením. Vnitřní definitivní obezdívka je monolitická železobetonová, prováděná do posuvného ocelového bednění. Neuzavřená izolace proti vodě je svedena do bočních odvodňovacích drenáží v počvě tunelu, a to pro každou tunelovou troubu samostatně. Technologicky a staticky nejsložitější konstrukcí je železobetonový střední pilíř mezi tunely, který přenáší celé zařízení horninového masivu. Pro jeho realizaci se využívá středový tunel, který byl vyražen jako první. Část horninového prostředí v oblasti nad i pod středním pilířem je zesílena kotvami, mikropilotami a sledována kontrolní cementovou injektáží.

Součástí řízení ražby je observační metoda a „živý“ model geotechnického monitoringu, který zajišťuje organizace nezávislá na zhotoviteli díla.

ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ PRO VÝSTAVBU TUNELU

Pro budování tunelu bylo nutné zřídit zařízení staveniště u obou portálů. Západní portál, a tím i zařízení staveniště, se nachází v nejvyšším ochranném pásmu jediného vodního zdroje města Plzně, kterým je řeka Úhlava. Proto zde musela být věnována velká pozornost péči o životní prostředí. Veškeré plochy zařízení staveniště jsou zpevněny a odvodněny do vodotěsné stavební jímky o objemu cca 200 m³. Dešťové a důlní vody jsou odváděny k ekologické likvidaci do čistírny odpadních vod v Plzni. U východního portálu jsou tyto vody přečerpány cca 900 m daleko do zprovozněné dálniční kanalizace.

POSTUP RAŽBY TUNELOVÝCH TRUB

Projekt předpokládá ražbu severní i jižní tunelové trouby dovrchně od provizorního rozvadovského portálu. Ražba obou tunelových trub může postupovat s odstupem min. 10 m a max. 30 m. Požadavkem projektanta je, aby ražba pokud možno postupovala symetricky k ose dálnice, tj. ražba bočního tunelu severní tunelové trouby (STT) a jižní tunelové trouby (JTT) následně ražba kaloty, jádra a dna STT a JTT. Vzhledem k symetrii STT a JTT není podstatné, která trouba je ražena jako první.

U obou portálů je v předstihu provedena sanace horninového prostředí pomocí injektovaných mikropilot \varnothing 114/6,3 mm délky 18 m. Mikropiloty jsou ve dvou řadách nad klenbou budoucího tunelu, částečně v jedné řadě nad vlastním středním tunelem. V případě nutnosti je možné realizovat i ochranný deštník z mikropilot v průběhu vlastní ražby z „kapliček“ systémem BOODEX.

Ražba bočního tunelu předbíhá ražbu kaloty o cca 20 – 25 m. Je zde horizontální členění na ražbu kaloty bočního tunelu a lavici se dnem. V případě nepříznivých podmínek či technologické potřeby je možno razit dno samostatně (příhradová výtuz to umožňuje). Střední pilíř musí být vybetonován minimálně 40 m od čelby a musí mít zaručené pevnosti betonu v tlaku. Stabilita čelby (i dílčích výrubů) je zajišťována svorníky tvořenými sklolaminátovým tyčovým prvem \varnothing cca 20 mm a stříkaným betonem.

Ražba je prováděna převážně s použitím beztrhavinového rozpojování hornin, výjimečně s omezeným použitím trhavin. Dílčí výrubu jsou navrženy tak, aby bylo možné použít výkonné důlní mechanismy.

RAŽBA STŘEDNÍHO OPĚROVÉHO TUNELU

Jako první ražené dílo (první dílčí výrub) bylo provedeno postupně vybudování primárního ostění středního tunelu. Primární ostění je navrženo ze stříkaného betonu C20/25-X0 v tl. 250 mm, vyztužené oblouky

with respect to a requirement of environmental groups for minimisation of the plan areas of permanent works in the pre-portal sections of the motorway.

The minimisation of changes to the landscape was a prerequisite for the issuance of the building permit.

At this configuration, the technical solution of the primary tunnel structures is much more difficult than in the case of two tunnel tubes with an intermediate rock pillar. Because of the size of the tunnel profile (2 x 150 m² excavated cross-section areas, which are touching each other), a detailed geological survey was necessary. The results of the detailed survey, realised through the exploration gallery, were incorporated into the new modified technological procedure for the construction.

TUNNELLING METHOD

The New Austrian Tunnelling Method is utilised for the Valík tunnel construction. The tunnel construction procedure is based on the principle that the primary lining is built first, around the complete cross section of the tunnel tube, i.e. including the central pillar. The secondary (final) lining is cast subsequently, after the installation of the unclosed intermediate waterproofing system (an “umbrella” system). A vertical sequence of the headings is the main excavation sequence. To a lesser extent, horizontal sequencing of partial headings is also designed. The primary lining consists of sprayed concrete reinforced with lattice girders, welded mesh and anchors. The final inner lining is from reinforced concrete poured behind a steel travelling formwork. The water intercepted by the unclosed waterproofing system is collected in separate side drains at the tunnel bottom, one for each tunnel tube.

The most complex structure in technological and structural (structural analysis) terms is the central reinforced concrete pillar between the tunnel tubes. This pillar carries the entire weight of the rock mass. The pillar is constructed in the central tunnel, which was the first driven. The part of the rock mass found in the area above and under the central pillar is reinforced by anchors and micropiles (grouted casing pipes), and checked by control grouting.

The observation method and the in-line geotechnical monitoring, provided by an organisation independent of the contractor, are part of the excavation control system.

TUNNEL CONSTRUCTION SITE FACILITIES

Construction site facilities had to be erected at both portals. The western portal, thus also the site facility, is found in a zone with the highest degree of protection of a water resource, the only resource of the city of Pilsen, the Úhlava River. Therefore great attention had to be paid to the environmental management system. All areas used for the site facilities are paved and drained into a 200 m³ watertight sump. Rain water and mine water is diverted for environmentally friendly liquidation to a sewage treatment plant in Pilsen. Regarding the eastern portal, the water is pumped to a distance of roughly 900 m, to a highway drain placed recently into service.

EXCAVATION OF TUNNEL TUBES

An uphill excavation is designed for the northern and southern tunnel tube, starting from the temporary portal Rozvadov. The excavation of the two tubes can advance with the faces staggered at a minimum of 10 m and a maximum of 30 m. Designer's requirement is that, if possible, the excavation proceeds symmetrically to the highway centre line, i.e. the excavation of the sidewall drift in the northern tunnel tube (NTT) and southern tunnel tube (STT) is to be followed by the top heading, bench and invert excavation in the NTT and STT. Because of the symmetry of the NTT and STT, it is not important which tube excavation is at the front.

The rock mass at both portals is being improved ahead of the excavation work proper, by means of 18m long grouted pre-support tubes \varnothing 114/6,3 mm. The pre-support tubes are installed in two tiers above the tunnel crown, and partly in a single tier above the central tunnel. If necessary, the canopy tube pre-support can be installed in the course of the excavation proper, from recesses, using the BOODEX system.

The sidewall drift excavation is carried out at a 20 – 25 m advance ahead of the top heading. A horizontal sequence is used in the sidewall drift excavation, i.e. top heading and bench with invert. In the case of unfavourable conditions or a technological need, the invert can be excavated separately (the design of lattice girders allows this). The central pillar must be cast at a distance of 40m from the face as a minimum (the compressive strength of concrete must be warranted). The stability of the face (as well as stability of partial faces) is secured by rock bolts consisting of fibreglass rods \varnothing 20 mm, and sprayed concrete.

Excavation without application of explosives prevails, limited charges are used in exceptional cases of application of drill-and-blast. Partial faces are designed in a manner allowing utilisation of mining equipment.

EXCAVATION OF THE CENTRAL “ABUTMENT” TUNNEL

The sequential excavation of the central tunnel and erection of primary lining was the first work done. The primary lining design consisted of

BRETEX BTX 112-25 a doplněné dalšími výztužnými prvky (jehly, kotvy). Bylo navrženo vertikální členění výrubu pro kalotu, jádro a dno; dno se dobírá následně najednou vždy po cca 8 – 10 záběrech.

Primární obezdívka a postup ražby byly navrženy na základě výsledků získaných při ražbě průzkumné štoly. Strukturální vlastnosti horninového masivu (puklinatost, velikost horninových kusů) a fyzikálně-mechanické vlastnosti hornin determinovaly **zařazení ražby do technologické třídy NRTM 5a**.

Ražba byla prováděna dovrčně z rozvadovského portálu. U obou portálů byla provedena v předstihu sanace horninového prostředí pomocí mikropilot. Ostění průzkumné štoly, která byla vedena v profilu středního operového tunelu, nebylo v kontaktu s ostěním středního tunelu, a tak při vlastní ražbě tunelu fungovalo jako „velká kotva“, která velmi dobře zajišťovala stabilitu čelby. Prakticky nebylo nutné používat na čelbě mimo stříkaný beton další zajišťovací prvky. Po prvních metrech ražby bylo na základě výsledků GTM rozhodnuto razit celou kalotu středního tunelu najednou. Při použití beztrhavinového rozpojování byly nezaviněné nadvýlomy ve středním tunelu menší než při ražbě průzkumné štoly. Dobře umístěná průzkumná štola ve vztahu k příčnému profilu tunelu velikosti cca 50 m² umožnila velmi rychlou a bezpečnou ražbu středního tunelu, která proběhla za cca 3,5 měsíce.

SANACE HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ, BETONÁŽ STŘEDNÍHO PILÍŘE

Statický výpočet byl proveden metodou konečných prvků s využitím programu PLAXIS. Podrobně bylo posouzeno zatížení a stabilita nosného pilíře ve středním tunelu. Konstrukce středního pilíře mezi budoucími tunely je výpočtově modelována jako monolitická železobetonová konstrukce z betonu C20/25. Pilíř vyhovuje statickému zatížení od celé výšky nadloží. Vzniklé napětí při šířce pilíře 1,236 m je 11,6 MPa. Svislý pokles dosahuje max. velikosti 8 – 10 mm a je výrazně omezován aplikací mikropilotových kotev v podzákladí (jsou navrženy a provedeny pouze ve vybraných úsecích). Uvedené hodnoty posunů neovlivňují progresivní rozvoj porušování masivu nad a pod středním pilířem.

V předstihu, v oblasti rozvadovského portálu, byly provedeny zkušební injektáže podzákladí pomocí mikro cementu, cementu a pryskyřice PUR. Tyto zkoušky byly neúspěšné. Geologické prostředí je prakticky neinjektovatelné (sanované horninové prostředí bylo po zkušebních injektážích následně odtěženo a výsledky zdokumentovány). Proto byla sanace horninového prostředí realizována v omezeném rozsahu pomocí mikropilot. Ve dně jsou mikropiloty rozmístěny šachovnicově, řady jsou vzdáleny od sebe 1 m, každá řada obsahuje 3 nebo 4 kusy mikropilot. Dále proběhla sanace nadloží středního pilíře pomocí kotev IBO R25 délky 6 m. Rozmístění kotev bylo obdobné jako u sanace dna (šachovnicově). Řady jsou vzdáleny od sebe 1 m a každá řada má 3 nebo 4 kotvy.

Středový pilíř má výšku 7,40 m, šířku v horní části 3,58 m a v dolní části 3,00 m. Ve střední části je pilíř symetricky zúžen kruhovým obloukem o poloměru R = 6,0 m na šířku 1,236 m. Tvar pilíře sleduje budoucí tvar primární obezdívky obou tunelových trub. Horní část má při stranách vybrání pro ukotvení primárního ostění, v dolní části jsou boční hrany upraveny skosením pro opření do železobetonových patek.

V podélném směru je střední pilíř rozdělen na celky délky 10 m (u portálů 5 m), dělicí spáry jsou svislé, bez zazubení. Umožňují „malé“ pootčení jednotlivých bloků proti sobě. V pilíři jsou výklenky pro čištění drenáže a propojka.

Pilíř je prováděn ze samozhutnitelného betonu (SSC) C20/25-XF1.



Obr. 5 Příprava bednění pro betonáž středního pilíře ve středním tunelu
Fig. 5 Preparation of the shuttering for the central pillar casting in the central tunnel tube



Obr. 6 Detail bednění a výztuže středního pilíře
Fig. 6 Shuttering and reinforcement of the central pillar

a 250 mm thick shotcrete layer, using C20/25-X concrete, BRETEX BTX 112-25 lattice girders, and other support elements (spiles, anchors). A vertical excavation sequence was applied, i.e. top heading, bench and invert; the invert was excavated subsequently, in blocks, after completion of 8-10 rounds of the bench excavation.

The primary support and excavation advance were designed on the basis of results obtained in the course of the excavation of the exploration gallery. Structural properties of the rock mass (jointing, size of rock blocks) and the physically mechanical properties of the rock determined the **categorisation of the excavation as the NATM class 5a**.

The excavation proceeded uphill from the Rozvadov portal. The lining of the exploration gallery, which had been excavated within the cross section of the central abutment tunnel, was not in contact with the lining of the central tunnel. Thus it acted as a “large bolt” securing excellently the face stability. It was virtually unnecessary to use any support elements but sprayed concrete. After initial metres of the excavation, a decision was made, based on the GTM results, to excavate the entire top heading of the central tunnel at one pass. The extent of accidental overbreaks occurring during the excavation without application of explosives was smaller than that experienced in the exploration gallery excavation. The proper position of the exploration gallery within the 50 m² cross section of the tunnel made very fast and safe excavation of the central tunnel possible, within a period of approximately 3.5 months.

IMPROVEMENT OF THE ROCK ENVIRONMENT; CASTING OF THE CENTRAL PILLAR

The structural analysis was carried out using the Finite Element Method, the PLAXIS program. The pillar in the central tunnel was assessed in terms of the loads and stability. The structure of the pillar between the tunnels is modelled for the computation purposes as a reinforced concrete slab from C20/25 concrete. The pillar withstands the static load of the overburden. At the pillar width of 1.236 m, the induced stress amounts to 11.6 MPa. The vertical subsidence reaches 8 – 10 mm as a maximum. It is restricted significantly by the application of micropiles (acting also as anchors) at the sub-base (designed and executed only in selected sections). The above-mentioned subsidence values have no relation with the progressive development of the rock mass deterioration above the central pillar.

Trial grouting of the tunnel sub-base was carried out in advance, in the Rozvadov portal area, using cement, microfine cement and PUR resin. The attempts to improve the rock by grouting failed. The geological environment is practically ungroutable (the rock mass treated by grouting was excavated and the results of the grouting documented). For that reason the rock mass improvement



Obr. 7 Ražba z rozvadovského portálu

Fig. 7 Excavation from the Rozvadov portal

ŘÍZENÍ STAVBY, GEOTECHNICKÝ MONITORING (GTM)

Stavba je prováděna podle principu observační metody, při níž se původní (základní) návrh konstrukce průběžně posuzuje a může se měnit i v průběhu výstavby. Jsou navržena základní konstrukční řešení včetně rozsahu sanací a stanoveny limity chování (deformační poklesy nadloží, konvergence apod.). Předem je připraveno (jak projektově, tak i materiálově) záložové řešení, které v případě potřeby nahradí původní. Je vypracován podrobný projekt geotechnických měření včetně limitů a trendů. Na stavbě je zaveden a odsouhlasen odpovědnostní vztah všech účastníků výstavby, kteří jsou vybaveni pravomocemi a také technickými komunikačními prostředky. Jsou schopni tímto rychle reagovat na překročení stanovených limitů chování, které jsou signálem nedostatečnosti základního řešení a vyvolávají jeho doplnění či náhradu záložními řešeními.

Geotechnický monitoring zajišťuje pro ŘSD ČR odborná firma SG-Geotechnika. Je realizován komplexní monitoring, který slouží pro kontrolu a řízení technologického postupu ražby a zejména pro rozhodování o aplikaci konstrukčních prvků primárního ostění.

Vzhledem k aplikaci observační metody tunelování NRTM je jeho součástí zejména:

- popis sledování zastižených geotechnických podmínek na čelbě tunelu a stanovení geotechnické klasifikace,
- sledování deformací a namáhání výrubu a primárního vystrojení.

Práci GTM řídí RAMO (Rada geotechnického monitoringu) v čele s předsedou, kterým je hlavní projektant. Výsledky GTM předává inženýrská organizace bezplatně zhotoviteli díla a ten je povinně využívá při vlastní realizaci díla ve smyslu báňských předpisů.

Základním měřením realizovaným v tunelu Valík je optická konvergometrie v dílčích i definitivních výlomech, vyhodnocená jak z pozice aktuálních hodnot a jejich vztahu k mezním hodnotám posunů a konvergencí, tak z pozice jejich dynamiky v čase.

Tunel Valík je realizován v nezastavěném lesním území, proto měření poklesů na povrchu může probíhat s menší intenzitou. Na základě požadavků ochrany přírody je nutno sledovat stav lesních porostů v zóně ohrožení.

Realizační projekt a technologický postup stanovuje hodnoty varovných stavů, dopředu se specifikuje soubor možných stabilizačních opatření (zvýšení hustoty kotvení, prodloužení délky kotev, snížení vzdálenosti výztužných oblouků, způsobu stabilizace čelby apod.) při překročení varovného stavu měřené veličiny.

DODAVATELSKÝ SYSTÉM VÝSTAVBY

Stavbu Dálnice D5 – stavba 0510/IB Černice – Útušice provádí sdružení dodavatelů pod názvem Sdružení DMB. Partnery ve sdružení jsou firmy Dálniční stavby Praha, a. s. (DSP), Metrostav a. s. a Berger Bohemia, a. s.

Stavba je rozdělena na stavební objekt Tunel Valík a ostatní stavební objekty hlavní trasy dálnice. Výstavbu tunelu Valík provádí firma Metrostav a. s., ostatní stavební objekty provádí DSP, a. s., a Berger a. s.

Výstavbu tunelu Valík zajišťuje projektový tým Metrostavu divize 5, který provádí ražbu dvou třípruhových tunelů v délce 330 m z rozvadovského portálu, jejich sekundární ostění, výstavbu hloubených částí tunelu na rozvadovském a pražském portálu, technologické vybavení a dokončovací práce. Konstrukce vozovky v tunelu bude provádět partner ve sdružení, firma DSP a. s.

Na zajištění dodávek všech provozních technologických souborů včetně komplexního odzkoušení se podílejí střediska technologických dodávek divize 5 a divize 9 Metrostavu a. s.

Vedení projektu zajišťuje pro realizaci prací projednání realizační dokumentace, sledování a vyhodnocování jakosti, koordinaci prací s ostatními partnery ve sdružení, koordinaci projektové dokumentace a koordinaci provádění jednotlivých stavebních objektů, aktualizaci a kontrolu celkového HMG stavby, dále zajišťuje styk s objednatelem stavby ŘSD ČR a s veřejností.

was realised in a limited extent, using micropiles. A diamond pattern of the micropiles is maintained at the bottom, with the rows consisting of 3 or 4 micropiles installed 1m apart. Further improvement was focused on the overburden above the central pillar. IBO R25 anchors at a length of 6m were installed using a similar staggered pattern as that used for the bottom. The rows are 1m apart, each row consists of 3 or 4 anchors.

The central pillar is 7.40 m high, 3.58 m and 3.00 m wide at the top and bottom, respectively. In the central part, the width of the pillar is reduced symmetrically to 1.236 m by a 6.0 m diameter circular arch. The geometry of the central pillar follows the geometry of the primary lining of the two tunnel tubes to be excavated subsequently. The top of the pillar is provided with recesses on the sides for clamping of the primary liner. At the bottom, the sides of the pillar are tapered to allow resting on reinforced concrete footings.

Longitudinally, the central pillar is divided into 10 m-long blocks (5 m-long at the portals), with flat vertical joints (without shear keys). The joints allow "small" angular rotation of the individual blocks against one another. There are recesses in the pillar serving for the cleaning of drainage, and one cross passage opening.

Self-compacting concrete C20/25-XF1 is used for the pillar construction.

CONSTRUCTION MANAGEMENT, GEOTECHNICAL MONITORING (GTM)

The construction is realised according to principles of the observational method, where the original (basic) design of the structure is continually assessed, and can be modified even in the course of the construction process. The basic structural solutions, including the scope of the rock mass improvement work, are specified, and limits of behaviour determined (i.e. deformation/subsidence of the overburden, convergences, etc.). A contingency plan is prepared in advance (both in terms of the design and materials). A detailed design of geotechnical measurements is elaborated, including the limits and trends. Relations in terms of mutual responsibilities of all project participants including relevant authorities are defined and agreed, as well as the data communication facilities. The project team is capable of responding promptly when the specified limits of behaviour are exceeded, signalling that the basic design is insufficient and a supplement or replacement by a contingency solution is required.

Geotechnical monitoring services are provided for the ŘSD ČR by a specialist company, SG Geotechnika. A comprehensive monitoring is carried out, used for checking and control of the technological procedure of the excavation. Above all, the monitoring assists in deciding on the application of structural elements of the primary lining.

As the observational method is applied to the NATM tunnelling process, it comprises, above all:

- Description of geotechnical conditions encountered at the tunnel face, and determination of geotechnical classes,
- observation of deformations and stress of the excavation and the primary support.

The GTM activities are managed by the RAMO (a geotechnical monitoring board) chaired by the chief designer. Client's supervision engineers share the GTM results with the contractor (free of charge), who is obliged to use them in the construction process within the meaning of mining regulations.

The basic measurement carried out in the Valík tunnel consists of the optical convergometry carried out in the partial and final excavations. The convergences are assessed both in terms of current values and their relation to limiting values of displacement and convergences, as well as from the aspect of their dynamics.

The Valík tunnel is being realised in an open area of woods, therefore the intensity of measurements on the surface can be lower. On the other hand, the condition of woods in the endangered zone has to be monitored, as required by preservationists.

The detailed design and technological procedure define the warning levels; a set of possible stabilisation measures is specified in advance (increasing of the density of anchoring, increasing of the length of anchors, decreasing of the spacing of lattice girders, other possible methods of the face stabilisation), to be applied in the case of the warning level of the measured quantity is reached.

PROJECT MANAGEMENT SYSTEM

The contract for the project "Motorway D5 – Construction Lot 0510/IB Černice – Útušice" was awarded to a joint venture entitled "Sdružení DMB" (DMB JV). The joint venture partners are Dálniční Stavby Praha a. s. (DSP), Metrostav a. s., and Berger Bohemia a. s.

The construction lot consists of the "Valík Tunnel" construction object, and other objects of the motorway's main route. The Valík tunnel is built by Metrostav a. s., the other objects are built by DSP a. s. and Berger a. s.

The Valík tunnel works consists of the excavation of two 330 m long three-lane tunnel tubes from the Rozvadov portal (including the secondary lining), construction of cut and cover tunnel sections at the Rozvadov and Prague portals, installation of the tunnel equipment, and finishing work. The above mentioned work will be carried out by a construction management team from Metrostav's Division 5. The carriageway in the tunnel will be constructed by DSP a. s., a member of the JV.

Departments of Metrostav's divisions 5 and 9 specialised in equipment installation will participate in the supply and installation of all tunnel equipment systems, inclusive of commissioning.

Realizační dokumentaci a vedení Rady geotechnického monitoringu zajišťuje středisko podzemních staveb projektové organizace Pragoprojekt a. s., pod vedením hlavního projektanta Ing. Jiřího Svobody.

Rada geotechnického monitoringu (RAMO) na základě výsledků a prognóz geotechnického monitoringu doporučuje další postup výstavby. Je v ní zastoupen objednatel, zhotovitel a projektant. Dalším orgánem řízení výstavby tunelu Valík jako celku je Technická rada tunelu Valík, která je složena ze zástupců objednatele, zhotovitele, projektanta a specialistů. Na základě doporučení RAMO se v Technické radě stanovuje další technické řešení postupu výstavby tunelů na nejbližší časové období a projednávají se veškeré technické problémy výstavby, jak z hlediska časového, tak technického. Funguje zároveň jako autorský dozor.

Technická rada se schází pravidelně 2 – 3 x měsíčně, zhodnotí vždy uplynulé období v oblasti postupů výstavby, projednávání realizační dokumentace, kvality a technologických postupů a stanovuje výhled realizovaných prací a odsouhlasuje geotechnickou prognózu na nejbližší období.

Výstupy z Rady geotechnických monitoringů i Technické rady jsou informací pro vedení stavby o stavu, v jakém se celý projekt nachází, a slouží jako základní materiál při rozhodnutích týkajících se eventuálních změn řízení stavby. Splňují zároveň požadavky státního báňského dohledu na vedení díla podle pravidel NRTM.

INFORMOVÁNÍ VEŘEJNOSTI

Pro objektivní informování veřejnosti je na ploše zařízení staveniště v blízkosti obce Štěnovice vybudováno informační středisko. Je zde výstavka o budování tunelu a každý první pátek v měsíci, vždy od 15.00, 16.00 a 17.00 hod., jsou zde promítány vizualizace stavby, prováděn odborný výklad a na závěr je umožněna prohlídka vlastního portálu tunelu. Celý program trvá vždy hodinu za účasti hlavního projektanta a hlavního stavbyvedoucího. Tyto akce jsou hojně navštěvovány občany plzeňského regionu, kteří se zájmem pravidelně sledující postup výstavby. Staveniště tunelu Valík je např. cílem výletů mnoha plzeňských cyklistů. Lze konstatovat, že tímto způsobem podávaná informace pozitivně ovlivňuje velmi početnou skupinu návštěvníků. Naopak pro objednatele a zhotovitele výstavby tato setkání s veřejností realizují jakousi zpětnou vazbu a umožňují průběžné zjišťování názorů na cíl investice a jejich činnost v průběhu výstavby.

ZÁVĚR

Tunel Valík je sice krátký dálniční tunel, ale vzhledem ke složitosti technického řešení a k náročným geologickým podmínkám se jedná nepochybně o stavbu spadající do 3. geotechnické kategorie dle Eurocodu 07. Na projekčních i realizačních pracích trvale spolupracují přední odborníci z českých vysokých škol. Jedná se o dobrý příklad spojení školy a vědy s praxí, neboť projektant i zhotovitel poskytli již v několika případech podklady pro zpracování studentských diplomových prací spojených s problematikou tunelu Valík.

ING. JIŘÍ SVOBODA, Pragoprojekt, a. s.
ING. VÁCLAV ŠVARC, Metrostav a. s.



Obr. 8 Čelba pravé boční stoly
Fig. 8 The face of the right sidewall drift



Obr. 9 Čelba pravého tunelu
Fig. 9 The face of the right tunnel tube

The construction management team ensures approvals of detailed design documents, quality control and evaluation, work co-ordination with the other members of the joint venture, design documentation co-ordination and co-ordination of the work on individual structures, updating and checking of the overall construction schedule. This team also ensures the contact with the client, RSD ČR and the public.

The detailed design documents and steering of the Geotechnical Monitoring Board is provided by the Underground Construction Department of Pragoprojekt a. s. (a designing office), with Ing. Jiří Svoboda in charge.

The GTM executive body is the GTM Board, which recommends further construction procedures, on the basis of results and prognoses of the geotechnical monitoring. The GTM Board gathers representatives of the client, contractor and designer. Another Valík tunnel construction management tool is so called Technical Board of the Valík tunnel with representatives of the contractor, designer and specialists. Based on GTM Board's recommendations, the Technical Board specifies further technical solutions of the tunnel construction process for the closest oncoming time period, and discusses all technical problems of the construction, both in terms of time and technology. The Board also acts as consulting engineer's supervision.

The Technical Board meets regularly, 2-3 times a month. It evaluates the previous period regarding the work progress, approvals of the detailed design documents, quality and technological procedures. It develops a forecast of the work progress, and approves the geotechnical forecast for the closest period.

The documents issued by the GMT Board and the Technical Board provide information for the contractor's management team about the condition the overall construction is found in. They serve as the basic material for decisions regarding changes in the construction control, if required. In the same time, the documents satisfy requirements of the government mining supervision regarding mining work according to the NATM principles.

INFORMING THE PUBLIC

To provide objective information for the public, an information centre has been established in the premises of the construction site facility 14a, nearby the Štěnovice municipality. The centre offers an exhibition on the tunnel construction, and every first Friday in a month from 3 p.m., 4 p.m. and 5 p.m. visualisation films on the construction are presented (with professional explanation). Even visits to the tunnel portal are possible. The complete program takes 1 hour, and is always attended by the main designer and contractor's construction manager. These events are visited by many people living in the Pilsen region, who follow the construction progress with high interest. The Valík tunnel construction site is, for instance, a destination of many Pilsen bicyclists. We can state that information provided in the above way affects positively a wide circle of visitors. The meetings with the public are important for the client and the contractor too, being a kind of a feedback and information about attitudes of the public to the objectives of this building investment and to their performance in the course of the construction.

CONCLUSION

Although short, the Valík motorway tunnel belongs undoubtedly to the 3rd geotechnical category in terms of the Eurocode 07 considering the complex character of the technical solution and geological conditions. Foremost experts from Czech universities co-operate with the construction management permanently. In the same time, the issues of the tunnel construction are solved by students in their graduation theses. This is an example of the connection of school and science with the practice. The designer and the contractor provide details necessary for elaboration of student technical papers.

ING. JIŘÍ SVOBODA, Pragoprojekt, a. s.
ING. VÁCLAV ŠVARC, Metrostav a. s.

PROJEKT IV. PROVOZNIHO ÚSEKU TRASY C METRA V PRAZE – 2. ETAPA (LÁDVÍ – LETŇANY) THE OPERATIONAL SECTION IV OF THE PRAGUE METRO LINE C – 2nd PHASE (LÁDVÍ – LETŇANY)

VLADIMÍR BARTOŇ, JOSEF KUTIL

1. ÚVOD

Hlavní město Praha ve spolupráci s Dopravním podnikem hl. m. Prahy rozvíjí síť městské hromadné dopravy a současně s tím i metra. Po čtyřech letech výstavby bylo uvedeno do provozu prodloužení trati C pražského metra ze stanice Nádraží Holešovice do stanice Ládví.

Nyní vám představujeme další prodloužení této trati do oblasti Proseka a Letňan. Tato stavba zlepší v budoucnu dopravní spojení do významných rozvojových oblastí Proseka a Letňan (obr. 1).



Obr. 1 Poloha úseku IVC2 v síti pražského metra
Fig. 1 Position of the IVC2 section within the Prague Metro network

Stavba, jejíž rozpočtové náklady dosáhnou jak ve stavební, tak technologické části cca 16 mld. Kč, je financována hlavním městem Praha z půjčky Evropské investiční banky a částečně ze státní dotace Ministerstva financí ČR.

Stavba byla zahájena v květnu 2004 a předpokládaný objem prací pro rok 2004 je již asi 1,3 mld. Kč. Po vybudování zařízení staveniště, provedení nezbytných přeložek inženýrských sítí byly v listopadu 2004 zahájeny ražby.

Z celkové délky 4,6 km je 2,36 km ražených převážně dvoukolejných tunelů. Tato délka ražených tunelů představuje v současnosti jednu z největších realizovaných tunelových staveb v Praze i v České republice.

Předpokládané dokončení trati metra je na přelomu let 2007 a 2008. Do té doby určitě o postupu výstavby trati na stránkách časopisu Tunnel uslyšíte.

Investorem je Dopravní podnik hl. m. Prahy, a. s., jehož zastupuje obstaravatel Inženýring dopravních staveb, a. s. Zhotovitelem dokumentace ke stavebnímu povolení je Metroprojekt Praha, a. s.

IV. provozní úsek trasy C metra – 2. etapa

1.1 Dopravně-urbanistické řešení

Základním dopravně-urbanistickým řešením výstavby 2. etapy IV. provozního úseku trasy C metra (dále již IVC 2. etapa – obr. 2) je zlepšení vazeb obyvatel spádové oblasti k centru, především z hlediska časových ztrát, bezpečnosti a pohodlí cestujících. Z hlediska dopadu na životní prostředí jde zejména o omezení povrchové dopravy, která je dnes realizována z velké části autobusy, tedy prostředkem, který velmi negativně ovlivňuje životní prostředí (exhalace a hluk), a to zejména v úsecích s velkým podélným sklonem komunikací (ul. Vysočanská, Prosecká a Kbelská).

1.2 Zásady dopravně-urbanistického řešení

Z dokončované koncové stanice Ládví je trasa vedena tunely do stanice Střížkov. Stanice Střížkov bude obsluhovat část sídliště Prosek a stanice Prosek zbyvajících část sídliště. U stanice Střížkov je navrženo

1. INTRODUCTION

The urban mass transit network including the subway is developed by The Capital City of Prague, in collaboration with Dopravní podnik hl. m. Prahy, the Prague Passenger Transport Authority. The extension of the line C of the Prague Metro from Nádraží Holešovice station to Ládví station was brought into service after four years of construction work.

Now we would like to introduce another extension of this line to you, leading to the Prosek and Letňany regions. This project will provide a link to significant developing regions Prosek and Letňany (see Fig. 1).

This project with estimated costs reaching Kč 1.3 billion (civil construction plus mechanical equipment) is funded by the Capital City of Prague from a loan provided by the European Investment Bank and partially from a government grant provided by the Ministry of Finance of the CZ.

The construction operations started in May 2004, and the costs of the building work anticipated for 2004 are already reaching Kč 1.3 billion. The driving of running tunnels is planned to begin in November 2004, after the completion of site facilities and relocation of utilities to the necessary extent.

Out of the total length of tunnels of 4.6 km, mined tunnels, mostly double-track ones, make up a length of 2.36 km. Owing to this length of mined tunnels, this project belongs among the largest tunnelling constructions being realised in Prague and the Czech Republic.

The completion of the subway tracks is scheduled for the end of 2007 or beginning of 2008. Till then you will certainly read about the progress of the running tunnels on the pages of TUNEL magazine.

The project owner is Dopravní podnik hl. m. Prahy a. s., represented by Inženýring dopravních staveb a. s., providing construction management and supervision for the owner.

METROPROJEKT Praha a. s. is developing the final design.

Operational section IV of the Metro line C – 2nd phase

1.1 Traffic and town planning solution

The basic aim behind the traffic and town planning solution of the 2nd phase of the operational section IV of the Metro line C project (hereinafter referred to as the Phase IVC 2 see Fig. 2) is to improve links to the city centre for hinterland residents, above all in terms of time losses, passenger safety and comfort. Regarding the environmental impact, the primary aim is to reduce intensity of surface passenger transportation, the major part of which is currently provided by buses. This means of transportation affects the environment in a very negative manner (exhaust and noise emission), above all in steep gradient road sections (Vysočanská, Prosecká and Kbelská Streets).



Obr. 2 Situace úseku IVC2 v ortofotomapě
Fig. 2 Position of the IVC2 section in an orthophoto map

dočasné záchytné parkoviště typu P + R pro 203 stání. U koncové stanice Letňany, která má dva vestibuly, je u severního vestibulu navržen autobusový terminál s velkou odstavnou plochou a záchytné parkoviště typu P + R pro 683 stání. Oba vestibuly pak splňují výhledové vazby na uvažovaný Pražský výstavní areál a další rozvojové aktivity tohoto území.

1.3 Základní údaje o stavbě:

Stavební délka trasy metra IVC 2. etapy Ládví – Letňany	4602 m
Z toho ražená část Novou rakouskou tunelovací metodou	2360 m
Maximální spád	39,5 ‰
Minimální poloměr směrového oblouku traťových kolejí	500 m
Minimální poloměr zakružovacího oblouku traťových kolejí	1600 m
Počet stanic	3 stanice
Vzdálenost stanic	
Ládví – Střížkov	1580 m
Střížkov – Prosek	1005 m
Prosek – Letňany	1839 m
Názvy stanic	
1. Střížkov – hloubená, dvě boční nástupiště na straně osy stanice	
2. Prosek – hloubená, jeden podzemní vestibul, dvě boční nástupiště na straně osy stanice	
3. Letňany – hloubená, dva vestibuly, ostrovní nástupiště	
Hloubka stanic (rozdíl UT – UN)	
Střížkov	6,3 m
Prosek	10,6 m
Letňany	10,3 m (k upravenému terénu)

2. STAVEBNÍ ODDÍLY

Stavba je dle postupu výstavby a funkce rozdělena na sedm úseků, stavebních oddílů.

2.1 Oddíl 08 – Stanice Ládví – obrátové koleje

Stavební oddíl 08 začíná za stanicí Ládví trať IVC1. Oddíl má celkovou délku 256 m a zahrnuje konstrukce obrátových kolejí, kterými bude dokončena stanice Ládví. Po stranách obrátových kolejí jsou hloubené traťové tunely, bezprostředně navazující na stanici Ládví, tvořící přechod k raženému traťovému dvoukolejnému tunelu oddílu 09 směrem ke stanici Střížkov.

Vlastní konstrukce oddílu 08 tvoří jednoduchý rám o třech, dvou a jednom poli. V úseku vlastní obrátové koleje a tlakového traťového předělu (systém OSM) jde o trojtrakt. Pak pokračuje dvojitřakt se střední řadou sloupů, respektive se střední stěnou a posledních asi 20 m před portálem je již jen jednoduchý rám o rozpětí 12 – 10 m. Železobetonové konstrukce jsou zaizolovány hydroizolacemi z PVC.

2.2 Oddíl 09 – Traťový úsek Ládví – Střížkov

Trasa traťového úseku Ládví – Střížkov začíná za stanicí Ládví a ústí do hloubené části stanice Střížkov. Délka traťového úseku je 1049 m.

Hlavními objekty traťového úseku jsou ražený dvoukolejný tunel, hloubené dvoukolejné tunely, hygienická buňka OSM (ochranný systém metra) a základní nefekální jáma. Dvoukolejný ražený tunel v délce 910 m bude budován technologií NRTM s primárním ostěním ze stříkaného betonu, dále s mezilehlou hydroizolací z PVC a se sekundárním vnitřním ostěním z monolitického železobetonu, případně stříkaného betonu.

2.3 Oddíl 10 – Stanice Střížkov (obr. 3)

Stanice Střížkov začíná za hloubenými traťovými tunely a končí také hloubenými tunely dalšího stavebního oddílu. Oddíl má celkovou délku 228 m.

Navrhovaná stanice je řešena jako jednoduchá halová stavba. Nosná konstrukce prosklených ploch je navržena z oceli. Z důvodů pojištění části konstrukce vozidly (v části pod vozovkou) bude tato část konstrukce navržena při statickém návrhu jako mostní objekt. Ve společném halovém prostoru je integrována funkce vestibulu i nástupiště. Vnitřní prostor stanice je výškově členěn do tří funkčních úrovní, a to úroveň nástupiště, úroveň mezipatra a úroveň okolního terénu – parter.

Všechny tři veřejně přístupné úrovně tvoří uzavíratelný prostor, který je veřejnosti přístupný pouze v době provozu metra.

2.4 Oddíl 11 – Traťový úsek Střížkov – Prosek

Stavební oddíl zahrnuje hloubené traťové tunely mezi stanicemi Střížkov a Prosek. Oddíl má celkovou délku 772 m. Hloubené tunely jsou situované umístitelně severně v zeleném pásu podél ulice Vysočanská.

Konstrukce dvoukolejného tunelu je navržena jako monolitický železobetonový rám o šířce 9,8 m a výšce 4,8 m. Osová vzdálenost kolejí je 3,6 m, směrem ke stanicím se osová vzdálenost kolejí zvětšuje. Železobetonové konstrukce jsou zaizolovány hydroizolacemi z PVC.



Obr. 3 Vizualizace nástupiště stanice Střížkov
Fig. 3 Visualisation of the Prosek I station platform

1.2 Principles of the traffic and town planning solution

From the current terminal station Ládví, which is being finished, the route runs through tunnels to Střížkov station. Střížkov station will service a part of the Prosek residential area, while the remaining part of this area will be serviced by Prosek station. A temporary P+R car park with 203 parking spaces is designed next to Střížkov station. A bus terminal with a large bus parking area, and a P+R car park for 683 vehicles are designed to be built next to the northern concourse of terminal station Letňany, featuring two concourses. Both concourses meet the requirements for the Prague exhibition park and other development activities within this area.

1.3 Basic construction data

Structural length of the IVC Phase 2 – Ládví – Letňany	4602 m
Out of that, the section excavated using the NATM	2360 m
Maximum gradient	39,5 ‰
Minimum radius of the running track horizontal curve	500 m
Minimum radius of the running track vertical curve	1600 m
Number of stations:	3 stations
Distance between stations:	
Ládví – Střížkov	1580 m
Střížkov – Prosek	1005 m
Prosek – Letňany	1839 m
Station names :	
1. Střížkov – cut-and-cover, two side platforms	
2. Prosek – cut-and-cover, one underground concourse, two side platforms	
3. Letňany – cut-and-cover, two concourses, central-island platform	
Station depth (a difference between the finished grade level and platform level):	
Střížkov	6,3 m
Prosek	10,6 m
Letňany	10,3 m

2. CONSTRUCTION LOTS

The project is divided into seven sections, construction lots, according to the construction's progress.

2.1 Construction lot 08 – Ládví Station – return tracks

Construction lot 08 starts behind Ládví station (the IVC1 line). This 256 m long section comprises the construction of return tracks, which will mean the completion of Ládví station. Cut-and-cover running tunnels on the sides of the return tracks, directly connected to Ládví station, form a transition to the mined double-track running tunnel heading towards Střížkov station (construction lot 09).

The structure of construction lot 08 consists of simple three-span/two-span/single-span frameworks. The three-span framework is designed for the section comprising the return tracks and the pressure gate (part of Metro's civil defence system). The two-span framework follows, with a central row of columns or a central wall. The final section, about 20 m before the portal, is a single-span framework only (10 – 12 m span). Reinforced concrete structures are protected by a PVC waterproofing system.

2.2 Construction lot 09 – Route section Ládví – Střížkov

Route section Ládví – Střížkov starts behind Ládví station, and ends at the cut-and-cover section of Střížkov station. This route section is 1049 m long.



Obr. 4 Vizualizace vestibulu stanice Prosek
Fig. 4 Visualisation of the Prosek station concourse

2.5 Oddíl 12 – Stanice Prosek (obr. 4)

Stanice Prosek začíná za hloubenými traťovými tunely u obchodního domu Billa a končí hloubenými tunely dalšího stavebního oddílu za ulicí Prosecká. Oddíl má celkovou délku 205 m.

Vzhledem k exponované dopravě na obou uvedených komunikacích byl postup výstavby stanice metra navržen tak, aby komunikace Prosecká a Vysočanská po omezení zůstaly průjezdné oběma směry.

Vlastní konstrukce stanice je navržena železobetonová monolitická, tvořící tři základní úrovně – úroveň pod nástupištěm, nástupiště a vestibul (podzemní). Konstrukce je navržena s ocelovými sloupy umístěnými mezi kolejemi. Součástí stanice jsou i podchody pod ulicí Proseckou a Vysočanskou. Z důvodů pojíždění vozidly bude tato část konstrukce navržena při statickém návrhu jako mostní objekt. Železobetonové konstrukce jsou zaizolovány hydroizolacemi z PVC. Část nástupiště má denní osvětlení.

Nově se uvažuje s realizací okružní křižovatky Prosecká – Vysočanská s podchodem, který mimoúrovňově propojí pro pěší zbývající dva kvadranty křižovatky.

2.6 Oddíl 13 – Traťový úsek Prosek – Letňany

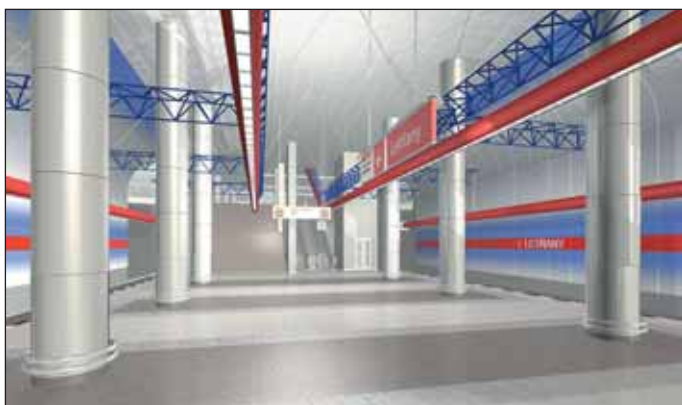
Trasa traťového oddílu Prosek – Letňany vychází z hloubené části stanice Prosek před ulicí Proseckou a končí v hloubené stanici Letňany. Oddíl má celkovou délku 1500 m.

Hlavními objekty traťového úseku jsou ražené jednokolejné traťové tunely, ražený dvoukolejný tunel a dvoukolejný tunel hloubený. Při výstavbě ražených objektů traťového úseku 13 se předpokládá použití technologie NRTM s primárním ostěním ze stříkaného betonu, dále s mezilehlou hydroizolací z PVC a se sekundárním vnitřním ostěním z monolitického železobetonu, případně stříkaného betonu.

2.7 Oddíl 14 – Stanice Letňany (obr. 5)

Stanice Letňany navazuje na jednokolejné ražené traťové tunely za ulicí Kbelskou. Oddíl má celkovou délku 592 m. Stavební oddíl je rozdělen na vlastní stanici a odstavné koleje. Součástí je také autobusový terminál a parkoviště P+R.

Konstrukce stanice je navržena jako monolitický železobetonový rám o proměnné šířce 15,5–24,0 m a výšce 4,8 m o třech a jednom poli. V prostoru nástupiště se jedná o jednoduchý rám s otvorem pro přímé osvětlení. Osová vzdálenost kolejí se směrem od raženého tunelu stavebního oddílu SO 13 směrem ke stanici zvětšuje. Železobetonové konstrukce jsou zaizolovány hydroizolacemi z PVC. Konstrukce vlastní stanice je třípodlažní, v místě nástupiště dvoupodlažní monolitická železobetonová šířky 24,0 m.



Obr. 5 Vizualizace nástupiště stanice Letňany
Fig. 5 Visualisation of the Letňany station platform

The main structures of this route section are the mined double-track tunnel, cut-and-cover double-track tunnels, the MPS (the Metro Protection System) sanitary unit, and the main non-faecal sump. The mined double-track tunnel, 910 m long, will be constructed using the NATM, with shotcrete primary lining, PVC intermediate waterproofing, and cast-in-situ reinforced concrete or sprayed concrete secondary lining.

2.3 Construction lot 10 – the Strážkov section (see Fig. 3)

Strážkov station begins behind the cut-and-cover running tunnels, and also ends by cut-and-cover tunnels, belonging to the next construction lot. This construction lot is 228 m long.

The station is designed as a single-span framework structure. The load-bearing structure of glazed surfaces is designed from steel. Due to the fact that vehicles will move across a part of the structure (within the section under the roadway), this part of the structure will be considered as a bridge in the structural analysis. The common space of the station integrates the functions of a concourse and platforms. The internal space of the station is divided vertically into three functional levels, i.e. the platform level, intermediate floor level and the ground level (street level).

The above-mentioned three levels, open to the public, form a lockable space open to the public only during the Metro service hours.

2.4 Construction lot 11 – Route section Strážkov – Prosek

Construction lot 11 covers cut-and-cover tunnels between the Strážkov and Prosek stations. The total length of this lot amounts to 772 m. The cut-and-cover tunnels are situated to the north, within a green belt along Vysočanská Street.

The double-track tunnel structure is designed as a cast-in-situ reinforced concrete framework, 9.8 m wide and 4.8 m high. The track centre distance of 3.6 m increases towards the stations. The reinforced concrete structures are protected by a PVC waterproofing system resistant to ground water.

2.5 Construction lot 12 – Prosek station (see Fig. 4)

Prosek station starts behind the cut-and-cover tunnels, next to the Billa department store, and ends at the cut-and-cover tunnels belonging to the next construction lot, behind Prosecká Street. This construction lot is 205 m long in total.

With a view to the intensive traffic along Prosecká and Vysočanská Streets, the station construction sequence was designed so that the above-mentioned streets remained open to traffic in both directions during the period of restrictions.

The structure of the station proper is designed from cast-in-situ reinforced concrete, forming three basic levels, i.e. the under-platform, platform and concourse levels (underground). The structure is designed with steel columns between the tracks. Pedestrian subways under Prosecká and Vysočanská Streets are also parts of the station. Due to the fact that vehicles will move on the structure, the structure will be considered as a bridge in the structural analysis. The reinforced concrete structures are protected by a PVC waterproofing system.

A roundabout construction is newly under consideration at the intersection of Prosecká and Vysočanská Streets, together with a pedestrian subway interconnecting the remaining two quadrants of the intersection.

2.6 Construction lot 13 – Route section Prosek – Letňany

Route section Prosek – Letňany starts behind Prosek station, and ends at the cut-and-cover section of Letňany station. This route section is 1500 m long.

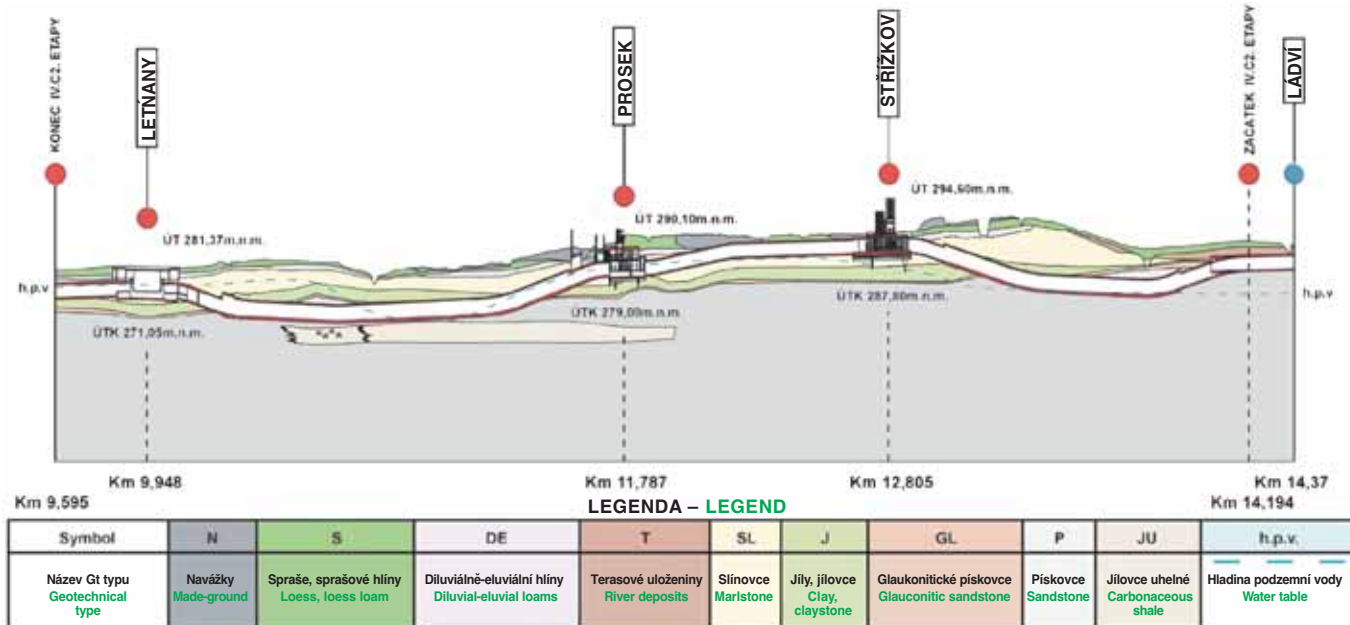
The main structures of this route section are the mined single-track running tunnels, the mined double-track tunnel and the cut-and-cover double-track tunnel. Application of the NATM with shotcrete primary lining, an intermediate PVC waterproofing system and secondary lining from cast-in-situ reinforced concrete (or sprayed concrete) is assumed for the construction of mined tunnels of route section 13.

2.7 Construction lot 14 – Letňany station (see Fig. 5)

Letňany station joins the mined single-track running tunnels behind Kbelská Street. This route section's total length amounts to 592 m. The construction lot is divided into two parts, i.e. the station proper, and stabling tracks. A bus terminal and a P+R car park are also part of this lot.

The station structure is designed as a cast-in-situ reinforced concrete frame with a span varying from 15.5 to 24.0 m, and a height of 4.8 m, with a single row of central pillars; then followed by a triple-span framework with structural walls. The track centre distance increases in the direction from the mined tunnel of construction lot SO 13 towards the station. The reinforced concrete structures are protected by a PVC waterproofing system.

The structure of the stabling tracks is a cast-in-situ reinforced concrete single-tier frame (24.0 m wide, 4.7 m high), with two rows of pillars.



Obr. 6 Podélný řez trasou a geologický profil
Fig. 6 Geological section of the tunnel alignment

Konstrukce odstavných kolejí je jednopodlažní monolitická železobetonová šířky 24 m a výšky 4,7 m se dvěma řadami sloupů.

Celá stanice je zahrnuta do ochranného systému OSM.

3. ZEMNÍ PRÁCE

Velikosti stavby odpovídá i bilance zemních prací.

Celkem bude odvezeno z výkopů a výrubu 1 138 000 m³. Z toho výrub z ražených částí stavby činí 190 000 m³.

Na záasy bude zpětně použito 306 000 m³ materiálu.

4. RAŽBA TRAŤOVÉHO ÚSEKU MEZI STANICÍ PROSEK A LETNANY VE SLOŽITÝCH GEOLOGICKÝCH POMĚRECH

4.1 Stručný popis geologických poměrů (obr. 6)

Pod 3 až 5 m mocnou vrstvou navážek, jílovitých hlín a opukového eluvia leží 5 až 9 m mocná poloha vápnných jílovců a písčitých slínovců (opuk), které jsou značně rozpukané a zvětralé. Pod zvlněnou bází opuk pak leží souvislá poloha prakticky nepropustného jílovce, mocná cca 4 až 5 m, která kopíruje zvlněnou bází opuk. Pod polohou jílovce je souvislá vrstva glaukonitického pískovce cca 1 m mocná, nasazená na mocné poloze pískovcových lavic. Lokálně se vyskytuje v poloze pískovcových lavic až několik metrů mocná poloha šedočerných jílovců, s tenkými proplásky uhelných vrstev. Tato uhelná ložiska, která jsou v podloží tunelu v km 10,500 až 11,000, byla v minulosti těžena hornickým způsobem. Rozsah těžby i poloha důlních děl nejsou známy, a proto je nutno předpokládat případné lokální sanace podloží tunelu.

Hladina podzemní vody je asi 8 m pod úrovní terénu ve vrstvě písčitých slínovců (opuk). Nepropustná vrstva jílovců pod ní není zcela souvislá a neporušená, proto se přítoky vody na čelby tunelů očekávají v desetínách až několika l/s. Kromě této horní úrovně podzemní vody je v pískovcových polohách vyvinuta druhá, málo vydatná (spodní) hladina podzemní vody nad polohou šedočerného jílovce.

4.2 Další ovlivňující podmínky

Ražený dvoukolejný tunel je v příčném řezu navržen jako uzavřený profil se spodní klenbou. Jeho délka je 1285 m. Tunel podchází v malé hloubce nízkopodlažní zástavbu převážně rodinných domů, místní hřbitov a staré trubní inženýrské sítě.

Plocha výrubního průřezu se pohybuje od 58 do 66 m² v závislosti na osové vzdálenosti kolejí metra. Na tento dvoukolejný tunel navazují další ražené objekty, a to základní nefekální jámka umístěná v nejnižším místě tratě a krátký úsek dvou ražených jednokolejných tunelů před stanicí Letňany. Ražba dvoukolejných tunelů se předpokládá dovrčně z přístupové stoly a úpadně od portálu na Proseku.

Vzhledem ke geologii, staré důlní činnosti a možným seismickým ovlivněním pozemních objektů bude technologie ražby ve vytvářených oblastech vyžadovat zkrácení záběrů, členění výrubu a omezení použití trhacích prací.

Závěrem je možno konstatovat, že tato část stavby mezi stanicemi Prosek a Letňany bude vyžadovat z hlediska razicích prací přizpůsobení všech rozpočtovacích procesů náročným podmínkám včetně způsobu sledování objektů, kontroly a měření.

ING. VLADIMÍR BARTOŇ, METROPROJEKT Praha, a. s.,
ING. JOSEF KUTIL, Inženýring dopravních staveb IDS, a. s.

3. EARTHWORK OPERATIONS

The magnitude of the earthwork operations corresponds to the size of the project.

About 1,138,000 m³ of spoil will be transported from the open pit excavations and tunnels. Out of that, the volume of muck from the mined sections amounts to 190,000 m³.

About 306,000 m³ of the material will be used for backfilling.

4. EXCAVATION OF THE ROUTE SECTION BETWEEN PROSEK AND LETNANY STATIONS, IN COMPLEX GEOLOGICAL CONDITIONS

4.1 Brief description of geological conditions (see Fig. 6)

A 3 to 5 m thick layer man made ground, clayey soils and cretaceous marl eluvium covers a 5 to 9 m thick layer of considerably fractured and weathered calcareous claystones and sandy marlstones (cretaceous marls). There is a continuous layer of virtually impervious claystone under the undulated basis of cretaceous marls, following this basis. A continuous layer of glauconitic sandstone about 1 m thick is under the claystone layer, sitting on a mighty series of sandstone beds. The sandstone series is locally interbedded by a mighty layer of grey-black claystones with thin coal intercalations. These coal seams, found in the tunnel sub-base at km 10.500 to 11.000, were exploited in the past by mining methods. Neither the extent of the exploitation nor the location of the mining works are known, therefore it is necessary to expect a need for local stabilisation of the tunnel sub-base.

The water table is found about 8 m under the ground surface, in the sandy marlstone (cretaceous marble) layer. The impervious claystone layer underneath is not totally coherent and unbroken, water inflows at the tunnel faces are therefore anticipated in the order of tenths of litres to several litres per second. In addition to this upper level of the water table, there is another water table level in the sandstone interbeds, above the grey-black claystone layer. The yield of this (lower) aquifer is low.

4.2 Other influencing conditions

The cross-section of the mined double-track tunnel is designed as a closed profile with an invert. It is 1285 m long. The tunnel passes under low-level houses (mostly residential houses), a local cemetery, and old pipelines.

The excavated cross-section area varies from 58 to 66 m², depending on the subway track centre distance. Other mined structures are connected to this double-track tunnel, i.e. a main non-faecal sump placed to the lowest point of the route, and a short section of two mined single-track tunnels before Letňany station. The excavation of the double-track tunnels is expected to be carried out uphill from an access adit, and downhill from the portal in Prosek.

Due to the geology, abandoned mining works and possible seismic effects on the underground structures, the excavation procedure will require shortening of round lengths, division of the excavation face, and limitation of blasting operations in selected areas.

To conclude, we can state that tunnelling in this part of the project, between Prosek and Letňany stations, will require adjustment of all excavation processes to the difficult conditions, including the monitoring, inspection and measurement methods.

ING. VLADIMÍR BARTOŇ, METROPROJEKT Praha, a. s.,
ING. JOSEF KUTIL, Inženýring dopravních staveb IDS, a. s.

AKTIVACE POJISTNÉHO INJEKČNÍHO SYSTÉMU MEZILEHLÝCH FÓLIOVÝCH HYDROIZOLACÍ OBJEKTŮ PODZEMNÍCH STAVEB

APPLICATION OF A BACKUP GROUTING SYSTEM TO UNDERGROUND STRUCTURES PROVIDED WITH INTERMEDIATE WATERPROOFING MEMBRANE

MICHAL GROSSMANN, RADOVAN MATZNER

ÚVOD

Hydroizolace ostění tunelových staveb se v současnosti provádějí především ze speciálních hydroizolačních fólií. Většinou se jedná o zpracovaný systém výrobků, který kromě vlastní hydroizolační fólie obsahuje také těsnicí pásy do dilatačních spár, různé tvarovky a kotevní prvky, ochranné geotextilie a speciální lepidla. Fóliové izolační systémy velice spolehlivě fungují, ale jejich 100% funkčnost je dána několika aspekty. Předně jsou náročné na kvalitu podkladu, na dodržování technologie kladení a především na precizním provedení spojů. Důležitá je také ochrana položené izolace, aby nedošlo k jejímu poškození při následně prováděných pracích, především při pokládání armatury sekundárního ostění. Protože je někdy velmi obtížné vyvarovat se chyb, které však mohou mít neblahý vliv na účinnost hydroizolace, je vhodnější s těmito problémy počítat a připravit podmínky pro rychlý a účinný zásah. Proto je vhodné již ve fázi projektu doplnit pojistný injekční systém, který je možno v případě potřeby – tzn. při výskytu netěsností a průsaků – velice snadno aktivovat a průsaky odstranit. Platí to především u mezilehlých fóliových izolací provedených po celém obvodu díla (tzv. typ „ponorka“), kdy podzemní dílo je vlastně ponořeno do podzemní vody a neprojevuje se jeho drenážní účinek.

Takovým pojistným systémem bylo vybaveno v roce 2004 dokončené prodloužení severní trasy C pražského metra v provozním úseku označovaném IVC1 a v témže roce zprovozněný silniční tunel Mrázovka, součást pražského vnitřního městského okruhu.

METRO IVC1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ TUNELU

Tunel byl vyražen metodou NRTM v polohách hornin typu jílovců a pískovců. Dílo bylo vyztužováno, v závislosti na stabilitě horniny, hydraulicky rozpínanými svorníky typu BOLTEX a zavrtávacími kotevními tyčemi typu R v kombinaci s injektáží cementovou suspenzí. Primární ostění je ze stříkaného betonu, sekundární ostění je provedeno z litého betonu. Mezilehlá izolace je provedena z pásů měkčeného PVC typu Sikaplan V Tunnel transparent TR 30, tloušťky 3 mm, spojovaných



Obr. 1 Metro IVC1 injektáž jednokolejného tratového tunelu
Fig. 1 Metro IVC1 grouting in the single-track running tunnel

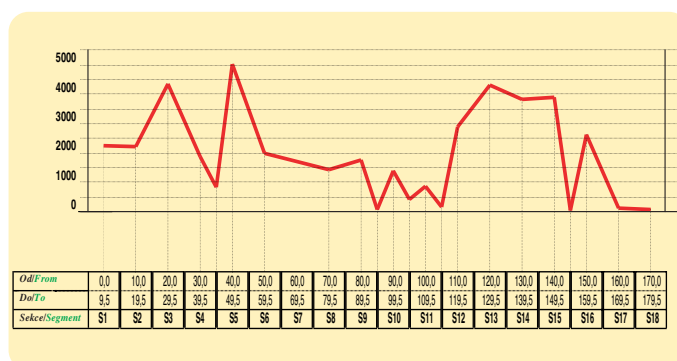
INTRODUCTION

Current waterproofing systems in tunnel construction prefer special waterproofing membranes. The waterproofing systems are mostly comprehensive lines of products consisting, in addition to the waterproofing membrane proper, of water stops installed into expansion joints, various fittings and anchoring elements, protective geotextile and special glues. Waterproofing membrane systems are highly reliable, but their 100% functionality is given by several aspects. Basically, they are demanding in terms of the substrate quality, adherence to the installation technique rules, and, above all, precise workmanship of joints. Proper protection of the placed membrane is also important, preventing damage in the course of the subsequent operations, primarily during the placement of steel reinforcement of secondary lining. Because it is sometimes difficult to avoid errors which can affect negatively also the waterproofing efficiency, it is considered more suitable if those problems are allowed for and conditions prepared for a prompt and efficient remedial action. It is therefore reasonable as early as the design phase to add a backup grouting system, which can be easily activated in case of a need, i.e. when leaks appear, and can reliably ensure the remedy. This applies above all to fully tanked structures (the so called "submarine" type structures), where the underground structure is submerged in ground water and its draining effect does not work.

Such a backup system was used in 2004 on the extension of the northern line C of the Prague metro, within the operational section IVC1, and on the Mrázovka tunnel construction, which is part of the Prague Inner Circle Road, inaugurated in the same year.

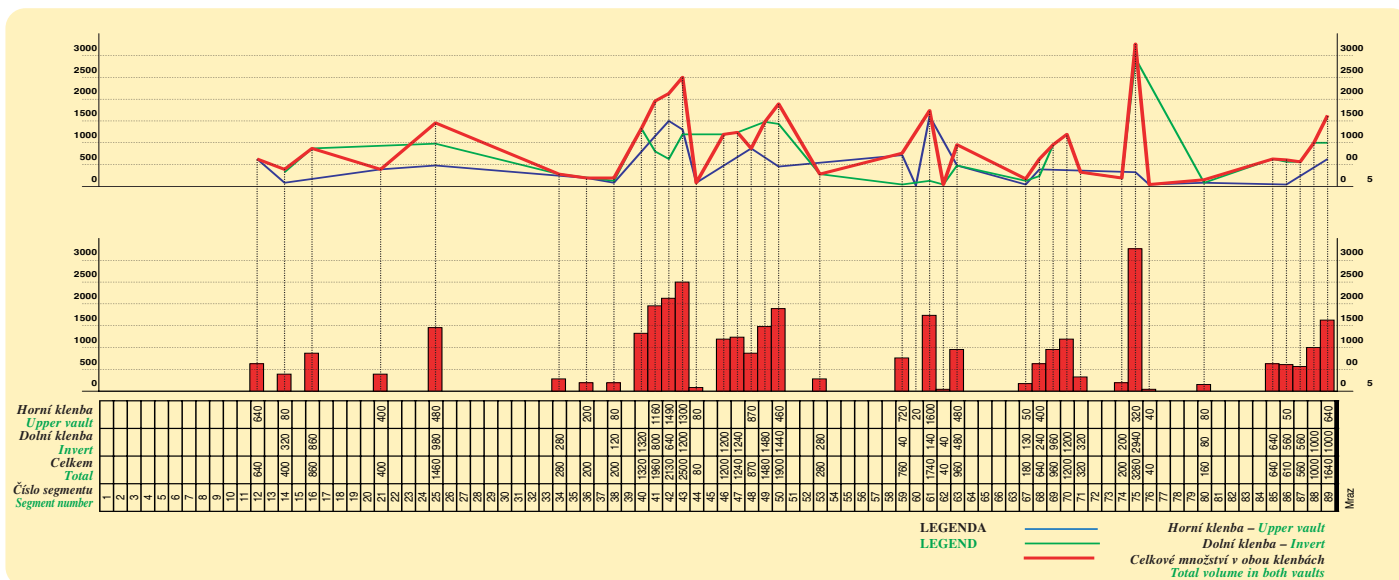
METRO IVC1 TUNNEL DESIGN

The tunnel was excavated through claystone and sandstone rock types using the NATM. The excavation was supported depending on the rock stability, by hydraulically expandable rock bolts of the BOLTEX type and R-type self-drilling anchoring bars, combined with cement grouting. The primary lining is from sprayed concrete,



Graf 1 Metro IVC1 stanice Kobylisy – průběh spotřeby injektčního gelu (litry)

Graph 1 Metro IVC1 the Kobylisy station – the time history of the injection gel consumption (lt.)



Gráf 2 Tunel Mrázovka – západní tunel – průběh spotřeby injekčního gelu (litry)

Graph 2 The Mrázovka tunnel – the western tunnel tube – the time history of the injection gel consumption (lt.)

svařování horkým klínem, případně horkým vzduchem. V příčných a podélných pracovních a dilatačních spárách jsou položeny spárové těsnicí pásy Sika Fugenband, na které je fólie Sikaplan napojena.

Hydroizolace je doplněna pojistným injekčním systémem, sestávajícím ze dvou částí. V dilatačních a pracovních spárách jsou vloženy injekční hadice a v jednotlivých sektorech jsou v celé ploše rozvedeny injekční a odvěšovací hadice, přichycené k fóliové izolaci a vyústěné v krabicích centrálního vývodu v sekundárním ostění. Délka jednotlivých sektorů je 10 m u dvojkolejného tunelu a 7,0 m, resp. 7,5 m u jednokolejných tunelů podle typu formy bednění. Délka pracovní spáry po obvodu tunelové trouby je 29 m. Plocha jednoho sektoru je cca 290 m². Rozdělení tunelů na sektory umožnilo sanovat pouze ty sektory, které byly poškozeny a vykazovaly netěsnosti.

PORUCHY

Trasa metra v úseku mezi stanicemi Nádraží Holešovice a novou stanicí Kobylisy překonává výškový rozdíl 112 m a vede územím se složitými hydrogeologickými podmínkami. Kobyliská stanice je svým řešením unikátní, jedná se o první jednodílnou raženou stanicí, která byla v pražském metru vybudována. Již ve fázi dokončování definitivního (sekundárního) ostění docházelo k projevům průsaků a netěsností. Nejčastějšími projevy byly:

- netěsnosti v pracovních a dilatačních spárách,
- netěsnosti v ploše sektorů, které se projevovaly výtoky z ostění,
- lokální netěsnosti, především v místech kontrolních bodů betonáže ve vrcholech klenby (pracovní název „špión“),
- výrony ve stavebně komplikovaných místech (např. napojení stanice na eskalátorové tunely a styk kabelové šachty s vlastními kolejovými tunely).

Bylo přikročeno k odstranění těchto netěsností s využitím pojistného injekčního systému, ale protože s aktivací v tomto rozsahu nebyly v ČR prozatím žádné zkušenosti, hledalo se optimální řešení. Především se hledal vhodný injekční materiál, který by splňoval stanovená kritéria. Společným požadavkem generálního projektanta, generálního dodavatele stavby a dodavatele hydroizolačního fóliového systému bylo provedení sanace průsaků takovým injekčním materiálem, který by splňoval následující požadavky – vysokou pružnost, výborné těsnicí vlastnosti, schopnost trvale zajistit těsnicí funkci, odolnost vůči agresivním vlivům a zároveň svým chemickým složením nesměl narušit mezilehlou hydroizolační fólii. Důležitým aspektem byl také požadavek na možnost opakovaně injektáže.

AKTIVACE POJISTNÉHO SYSTÉMU

Firma CarboTech – Bohemia, s. r. o., byla požádána o vypracování technického návrhu sanace jednotlivých typů poruch s cílem zamezení průsaků vody do tunelové trouby. Pro injekční práce byly využity oba

the secondary lining is made from cast concrete. The intermediate waterproofing system consists of 3 mm thick plasticised PVC membrane of the Sikaplan V Tunnel Transparent TR 30 type. The membrane sheets are welded together, using the hot wedge or hot air welding techniques. Waterbars Sika Fugenband are applied to transversal and longitudinal day joints and expansion joints, with the Sikaplan membrane connected to the waterbars.

The waterproofing system is complemented by adding a backup grouting system. The backup system consists of two components, i.e. grouting hoses inserted both into the expansion and day joints, and grouting and breather hoses attached to the waterproofing membrane, distributed within the individual sections and terminating in outlet junction boxes embedded in the secondary lining. The individual sections are 10 m long in double-track tunnels and 7 or 7.5 m long (depending on the shuttering type) in single-track tunnels. The length of the day joint around the tunnel tube's circumference amounts to 29 m. The surface area of one section amounts to about 290 m². Thanks to the division of the tunnels into the sections, it was possible to remedy the damaged sections only, where leaks appeared.

DEFECTS

The Metro alignment between Holešovice Station and the new station Kobylisy overcomes an altitude difference of 112 m, passing through an area with difficult hydrogeological conditions. The design of the Kobylisy station is unique. It is the first mined single-span station among the Prague metro stations. Leaks appeared as early as the phase of the final lining completion. The following manifestations were the most frequent:

- leaks through day joints and expansion joints,
- leaks within the waterproofing sections manifesting as outflows from the lining,
- local leaks, above all at the spots of the concrete casting check pipes installed at the top of the vault (working name “the spy”),
- leaks at structurally complicated places such as the connection of the station to the escalator tunnels and the connection of the cable shaft to the running tunnels.

The issue of removal of the leaks was addressed by the utilisation of the backup grouting system. Because this action had not been carried out in such a large scope in the CR before, the optimal solution had to be sought. Above all, a suitable grouting material had to be found that would meet the set criteria. The common requirement of the general designer, general contractor and sub-contractor for the waterproofing membrane system was that the material used for the remedial action had to meet the following criteria: high degree



Obr. 2 Metro IVC1 – injektáž spáry v klenbě stanice Kobylisy
Fig. 2 Metro IVC1 – grout injection into a joint in the vault of the Kobylisy station

pojistné systémy injekčních hadic a lokální injektáže. Průsaků v pracovních spárách s vloženými injekčními hadicemi bylo navrženo zastavit s použitím metakrylátového gelu **CarboCryl T**, vyvinutého speciálně pro tento případ. Pro zastavení průsaků v ploše jednotlivých sektorů bylo navrženo, z důvodu nemožnosti přesné lokalizace defektu v tak velké ploše, jejich kompletní zaplnění metakrylátovým gelem **CarboCryl Hv**, případně **CarboCryl Wv**. Před tímto krokem byla každá plošně zaplňovaná sekce „ohraničena“ injektáží do spárových pásů. Injekční práce byly prováděny nízkotlakou injektáží s použitím pneumatického čerpadla WIWA, později bylo nasazeno mnohem výkonnější čerpadlo Booster 10A. Spotřeby injekčního materiálu v jednotlivých sektorech se navzájem značně lišily v závislosti na rozsahu a způsobu porušení mezilehlé izolace. Na základě poznatků, získaných při aktivaci pojistného systému, byl na pravidelných kontrolních dnech stanovován další postup. Bezprostředně po ukončení injektáže byly plnicí hadice injekčního systému pročištěny, aby byla zajištěna jejich průchodnost pro následnou reinjektáž v případě výskytu dalších průsaků.

Silnější lokální výrony ve vrcholech klenby byly předtěstněny vysokotlakou injektáží polyuretanovými pryskyřicemi **Bevedan – Bevedol WF** a **Bevedan – Bevedol WFA**. Injektáž byla provedena přes pakry osazené do vývrtů v betonovém sekundárním ostění. K práci bylo použito elektrické čerpadlo DV 97. Spotřeby v těchto případech nepřesáhly množství 10 litrů na jedno utěšňované místo.

Vzhledem k tomu, že by přístup k líci sekundárního ostění ve stanici Kobylisy po uvedení do provozu byl v podstatě znemožněn z důvodu dodatečně namontovaného podhledového obkladu ze smaltovaného plechu, bylo rozhodnuto o provedení celoplošné injektáže stanice. Navíc izolaci klenby není možno z technických důvodů navrhnout jako sektorovou. Celoplošnou injektáží se dosáhlo podobného efektu navíc nižším finančním nákladem. Byly odstraněny lokální průsaků a netěsnosti a v podstatě byla zdvojená hydroizolace stanice. Průměrná spotřeba injekčního gelu CarboCryl Hv při celoplošné injektáží nepřesáhla 5 litrů/m² dotěšňované plochy. Celoplošná injektáž ve stanici nebyla zvolena jen z technických důvodů. Společnost Metrostav se pro tento

of elasticity, excellent sealing properties, ability to guarantee a permanent sealing function, resistance against deleterious effects, and, in the same time, chemical composition not affecting adversely the intermediate waterproofing membrane. Another important requirement was that the grouting process was to be repeatable.

ACTIVATION OF THE BACKUP GROUTING SYSTEM

CarboTech – Bohemia s. r. o. was asked for elaboration of a specification for remedy of individual types of defects, with the aim of preventing the leakage into the tunnel tube. Both backup grouting sub-systems, i.e. the sub-system of grouting hoses and the sub-system of local grouting, were applied. The sealing of leaks through the day joints containing the grouting hoses was proposed with application of the purpose-made **CarboCryl T** methacrylate gel. Regarding the sealing of the leaks within the areas of the individual sections, where exact location of the defect was impossible, the design proposed application of the **CarboCryl Hv** or **CarboCryl Wv** methacrylate gels, to fill the entire areas of the sections. Prior to this step, each area of the section to be filled with the gel had been bounded by grouting of the waterbars. The low-pressure grouting work was carried out using a pneumatic pump WIWA, which was later replaced by a much more efficient pump Booster 10A. The consumption of grout in individual sections differed significantly, depending on the extent and kind of the defect of the waterproofing. The further procedure was determined at regular progress meetings, on the basis of information obtained from the previous waterproofing system remedial work. The grouting hoses were cleaned immediately after the completion of the grouting so that the filling hoses remained passable for subsequent re-grouting in case of another leakage.

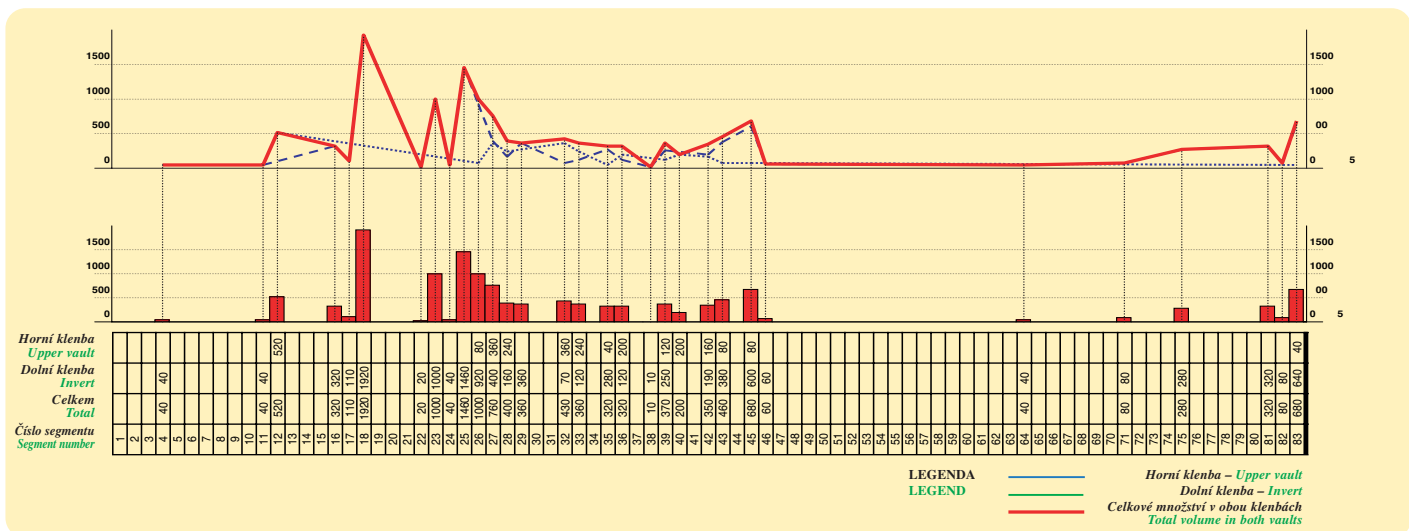
Heavier local leaks at the crown were pre-sealed using high-pressure grouting with polyurethane resins **Bevedan – Bevedol WF** and **Bevedan – Bevedol WFA**. The grout was injected through packers installed in holes drilled through the secondary lining. The work was carried out using a high-pressure pump DV 97. The grout consumption in those instances did not exceed 10 litres per one sealing point.

Considering the fact that the access to the secondary lining of the Kobylisy station would be made virtually impossible by the subsequent installation of vitreous-enamelled steel sheet architectural cladding, a decision was made to carry out the all-covering grouting around the station structure. In addition, it is impossible for technical reasons to design division of the waterproofing of the vault into sections. The waterproofing system covering the whole circumference achieved a similar effect, moreover at a lower cost. Local leaks were removed, and the waterproofing system of the station got essentially doubled. Average consumption of the grouting gel CarboCryl Hv at the all-covering grouting system did not exceed 5 lt/m² of the surface area being sealed. The all-covering grouting system was not chosen for the station for technical reasons only. Metrostav a. s. decided on this method for the reasons of its prestige, to avoid a necessity for removing contingent leaks in an operating station, either in the presence of the public or with restricted access to the platform.

The cost of the activation of the grouting system did not exceed values usual at similar constructions. This fact was proven by expert opinions.

The grouting operations were performed by MATTEO spol. s r. o.; CarboTech – Bohemia s. r. o. supplied grouting materials and acted as a technical consultant (above all in the phase of the elaboration of the technical design of the remedial operations, and at the beginning of the grouting).

The other completed tunnel where the backup waterproofing system consisting of grouting hoses is part of the design is the Mrázovka road tunnel.



Graf 3 Tunel Mrázovka – východní tunel – průběh spotřeby injekčního gelu (litry)

Graph 3 The Mrázovka tunnel – the eastern tunnel tube – the time history of the injection gel consumption (lt.)

krok rozhodla i z prestižních a referenčních důvodů, aby za provozu nebylo nutné odstraňovat eventuální teče za účasti, resp. omezení veřejnosti na nástupišti.

Náklady na aktivaci injekčního systému nepřesáhly hodnoty obdobných staveb, což bylo prověřeno znaleckými posudky.

Vlastní injekční práce prováděla firma MATTEO, spol. s r. o., firma CarboTech – Bohemia, s. r. o., dodávala injekční materiály a prováděla technické poradenství, zejména při zpracování technického návrhu sanace a při zahájení injekčních prací.

Druhým dokončeným tunelem, u něhož je součástí hydroizolačního systému pojistný systém injekčních hadic, je silniční tunel Mrázovka.

MRÁZOVKA KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ TUNELU

Konstrukce tunelu byla v časopise Tunel již mnohokrát podrobně popsána, omezíme se tedy na základní informace – stavba se skládá ze dvou třípruhových tunelových trub (západní a východní) s podzemním rozpletem na dvoupruhové a jednopruhové trouby. Tunel byl vyražen metodou NRTM v horninovém prostředí břidlic s výskytem křemenců. Taktéž v případě tunelu Mrázovka jsou v dotčené lokalitě velmi složité hydrogeologické podmínky, které vedly k obdobnému návrhu hydroizolace jako v případě tunelu metra – celoplošné uzavřené fóliové izolaci, umístěné mezi primárním a sekundárním ostěním. Pro tunel Mrázovka však byla použita polyetylenová hydroizolační fólie SARNAFIL MP 915-30 B2 tloušťky 3,2 mm se signální vrstvou. Jako ochranná vrstva byla použita geotextilie NETEX 800 B2. V místě pracovních spár mezi konstrukcí kaloty, mostovky a opěrů, probíhajících souběžně s podélnou osou tunelové trouby, je hydroizolace opatřena zesilujícím pásem izolace v šířce 500 mm. V celé ploše spodní klenby je hydroizolační vrstva navíc zajištěna proti poškození ochrannou fólií N8-25 tloušťky 2,5 mm. Svařování fólie bylo prováděno strojně svařovacími poloautomaty na principu horkého klínu, detaily byly prováděny ručně horkovzdušnými elektrickými svařečkami.

Systém izolace spočívá ve vytvoření jednotlivých příčných sektorů, které jsou vzájemně odděleny spárovými pásy Fugenband AFI 600/35 MP, umístěnými v příčných spárách. Kromě příčných spár jsou stejnými spárovými pásy opatřeny také podélné pracovní spáry mezi dolní a horní klenbou. V obou případech jsou pásy po svém obvodu přivařeny na izolační fólii. Tato konstrukce rozděljuje celou tunelovou troubu na segmenty o průměrné délce 7,5 m. Vzájemné napojení podélných a příčných pásů bylo provedeno ručním svařováním. Protože nebyly povoleny křížové spoje pásů, jsou podélné pásy průběžné, příčné jsou v horní a dolní klenbě vzájemně posunuty přibližně o polovinu segmentu.

Pojistný systém tvoří dva separátní okruhy. První okruh tvoří injekční hadice, umístěné v horní klenbě sekundárního ostění. Jsou určeny pro vyplnění kaveren a dutin, které mohou vzniknout ve vrcholu horní klenby při betonáži sekundárního ostění. V těchto případech se k injektáži používá cementová malta.

MRÁZOVKA TUNNEL DESIGN

The design of the Mrázovka tunnel has been described in TUNEL magazine many times. We will, therefore, restrict our presentation to basic information. The construction consists of two three-lane tunnel tubes (WTT and ETT), with an underground section allowing transition to double-lane and single-lane tubes. The tunnel was excavated using the NATM, through rock mass consisting of schist with occurrence of quartzites. It applies to the Mrázovka tunnel tubes too that hydrological conditions at the given location are very complex, which fact resulted in a design of the waterproofing system similar to that used for the above-mentioned Metro station tunnel, i.e. an all-covering closed membrane system installed between the primary and secondary liners. Although, a 3.2 mm thick polyethylene waterproofing membrane SARNAFIL MP 915-30 B2 with a signalling layer was used for the Mrázovka tunnel. The NETEX 800 B2 geotextile was used as a protection layer. The day joints between the tunnel vault, bridge deck and side walls, which run in parallel to the centre line of the tunnel tube, are covered with an additional 500 mm wide reinforcing strip of the membrane. The waterproofing membrane covering the invert is protected against damage by an additional 2.5 mm thick layer of the N8-25 membrane. The membrane was welded mechanically using semi-automatons based on the hot wedge principle; details were welded manually with hot-air electrical machines.



Obr. 3 Metro IVC1 – injektáž dvojkoľajného traťového tunelu

Fig. 3 Metro IVC1 – grouting in the double-track running tunnel



Obr. 4 Tunel Mrázovka – zkouška průchodnosti a souvislosti injekčního systému

Fig. 4 The Mrázovka tunnel – testing of the passableness and continuity of the grouting system

Druhý okruh pojistného systému je určen pro dodatečnou utěšňující injektáž v případě výskytu poruch hydroizolační vrstvy. Princip řešení je velmi podobný tomu, který je použit u tunelu metra IVC1. V segmentech, vymezených podélnými a příčnými spárovými pásy, jsou rozvedeny injekční a odvětrávací hadice, které jsou přichyceny k izolační fólii a vyvedeny v krabicích centrálního vývodu. Ty jsou osazeny po asi 10 m v opěří tunelu. V místě spárových pásů však nemusely být osazovány injekční hadice, protože spárové pásy již obsahují kanálky, které plní stejnou funkci jako injekční hadice. Bylo pouze potřeba provést napojení plnicích hadic na kanálky a jejich zaústění v krabicích centrálního vývodu.

AKTIVACE POJISTNÉHO SYSTÉMU

V případě aktivace pojistného systému v tunelu Mrázovka byla situace podstatně usnadněna nabytými zkušenostmi z tunelu metra IVC1. Vzhledem k tomu, že pojistný systém obou tunelů byl velmi podobný, bylo možno provést utěšňující injektáže obdobným způsobem s použitím stejných hmot, metakrylátových gelů **CarboCryl Hv** a **CarboCryl T**. Tyto práce opět provedla firma MATTEO, spol. s r. o., ve spolupráci s CarboTech – Bohemia, s. r. o., jako dodavatelem injekčních hmot.

ZÁVĚR

Na příkladech prodloužení trasy metra v úseku IVC1 a silničního tunelu Mrázovka je možno demonstrovat, že doplnění hydroizolačních systémů staveb o pojistné injekční systémy má svůj význam, a to především u mezilehlých fóliových izolací provedených po celém obvodu podzemního díla (typ „ponorka“). Jednoznačně přispívá k dosažení plné funkčnosti hydroizolace, což vzhledem k rozsahu popisovaných děl, složitým hydrogeologickým podmínkám a dalším limitním požadavkům by při standardním způsobu provádění injekčních prací znamenalo mnohem vyšší časovou a cenovou náročnost. Důležitým aspektem pro výběr technického řešení předloženého firmou CarboTech – Bohemia, s. r. o., bylo splnění požadavku zachovat průchodnost pojistného systému i po provedení injektáže. Tento požadavek mohl být splněn jenom díky aplikaci metakrylátových gelů **CarboCryl** a zkušenostem prováděcí firmy MATTEO, spol. s r. o.

Hlavní ideou kombinace systému hydroizolace a pojistného injekčního systému totiž není jenom usnadnění injekčních prací v době dokončování výstavby díla a před jeho předáním do provozu. Pokud se aplikuje takové řešení, které zachová funkčnost pojistného systému i do budoucna, je možno tento systém použít v podstatě kdykoli. Tak je možno sanovat netěsnosti, které se mohou projevit v pozdější době a jsou způsobeny např. dotvarováním díla, změnou vnějších podmínek atd. Ale to už je jiná kapitola.

ING. MICHAL GROSSMANN, MINOVA BOHEMIA, spol. s r. o.
(dříve CarboTech – Bohemia, s. r. o.)

ING. RADOVAN MATZNER, MATTEO, spol. s r. o.

The waterproofing system consists of individual transversal sections divided by the Fugenband AFI 600/35 MP waterbars installed in transversal joints. The same waterbars are installed in longitudinal day joints between the invert and upper vault. In both cases the waterbars are welded on both sides to the waterproofing membrane. This system divides the tunnel tube length into segments about 7.5 m long. The longitudinal and transversal waterbars were interconnected by welding. Because cross connections of the waterbars were not allowed, the longitudinal waterbars are continuous, while the transversal waterbars in the invert structure and in the vault structure are staggered at one half of the section length.

The backup grouting system consists of two sub-systems. The first sub-system comprises grouting hoses installed in the upper vault structure of the secondary lining. Their purpose is to allow filling of caverns and voids that can originate at the top of the vault during the casting of the secondary lining. This grouting operation utilises cementitious grout.

The other sub-system is designed to allow additional sealing grouting in case of subsequent defects of the waterproofing layer. The principle of this solution is similar to that applied to the Metro IVC1 station tunnel. Sections bounded by longitudinal and transversal waterbars are provided with grouting and breather hoses attached to the waterproofing membrane, terminating in outlet junction boxes. The junction boxes are installed approximately every 10 meters, in the side walls. The grouting hoses were not installed at the locations of the waterbars because the waterbars themselves are provided with channels fulfilling the same role as the grouting hoses. The only necessary operation was to connect one end of the filling hoses to the channels and the opposite end to the junction box.

ACTIVATION OF THE BACKUP GROUTING SYSTEM

The activation of the backup grouting system at the Mrázovka tunnel site was quite easier owing to the experience gained from the Metro IVC1 station tunnel. Because the backup grouting systems of the two tunnels were very similar, the sealing grouting could be carried out similarly, using the same materials, i.e. the **CarboCryl Hv** and **CarboCryl T** methacrylate gels. The work was again performed by MATTEO spol. s r. o., the grouting materials were also supplied by CarboTech – Bohemia s. r. o.

CONCLUSION

It is possible to demonstrate, using the extension of the Metro line IVC1 and the Mrázovka tunnel as examples, that the addition of the backup grouting systems to the structural waterproofing systems is reasonable, above all in the cases of subsurface structures provided with an intermediate waterproofing membrane around the complete circumference (the “umbrella” type). It undoubtedly contributes to achieving full functionality of the waterproofing. Achievement of similar results would mean much higher expenses and longer time in case of standard grouting methods if we consider the extent of the above-mentioned works, the given difficult hydrogeological conditions and other limiting requirements. The important aspect of the selection of the technical solution submitted by CarboTech – Bohemia s. r. o. was that this solution met the requirement to maintain the backup grouting system passable even after the completion of the grouting. This requirement could be met only thanks to the application of the CarboCryl methacrylate gels, and owing to the experience of the sub-contractor MATTEO spol. s r. o. The main idea of the combination of a waterproofing system and a backup grouting system is not only the simplification of grouting operations in the phase of the works completion and bringing it into service. If the chosen solution maintains the functionality of the backup grouting system even for the future, the system can be used virtually anytime. In such a case leaks can be removed that may originate later, due to e.g. yielding of the structure, changes in external conditions, etc. But this is already a new chapter.

ING. MICHAL GROSSMANN,
MINOVA BOHEMIA, spol. s r. o.
(formerly CarboTech – Bohemia, s. r. o.)
ING. RADOVAN MATZNER,
MATTEO, spol. s r. o.

VÝSTAVBA DIAĽNIČNÉHO TUNELA SITINA V BRATISLAVE

SITINA TUNNEL CONSTRUCTION IN BRATISLAVA

MILOSLAV FRANKOVSKÝ

ÚVOD

Výstavba diaľničného úseku D 2 Lamačská cesta – Staré grunty je jednou z prioritných dopravných investícií na území hlavného mesta Slovenska Bratislavy. Medzi najzateženejšie dopravné uzly Bratislavy patrí bezpochyby križovatka Patrónka, resp. prjazd do mesta zo smeru od Brna. Riešením kritickej situácie je v súčasnosti budovaný diaľničný úsek celkovej dĺžky 3,2 km. Súčasťou úseku Lamačská cesta – Staré grunty je takmer 1,5 km dlhý dvojrúrový tunel Sitina, ktorý prevedie diaľnicu pod kopcom Sitina na spojení Mlynskej doliny a Lamačskej cesty v smere výjazdu na diaľnicu D2. Usek by mal byť uvedený do prevádzky v roku 2006, čím sa skompletizuje diaľničný obchvat centra mesta.

Celkové investičné náklady celej stavby sú viac ako 3,5 miliardy Sk. Z celkových nákladov časť vo výške 82 % poskytla vo forme medzivládnej pôžičky Japonská banka pre zahraničnú spoluprácu (JBIC). Dofinancovanie nákladov je v plnej výške garantované štátnym rozpočtom SR.

V medzinárodnom výberovom konaní, ktoré prebiehalo v druhej polovici roku 2002, bolo spomedzi troch súťažiacich ako víťaz vybrané japonsko-české konzorcium Taisei Corporation – Skanska. Taisei Corporation, organizačná zložka Slovakia, je lídrom združenia a zároveň subjektom zodpovedným za realizáciu tunelových objektov.

Špecifickou skúsenosťou je pre viacerých účastníkov výstavby fakt, že zmluvné podmienky na vykonanie diela vychádzajú z podmienok medzinárodnej federácie konzultačných inžinierov FIDIC, pričom zmluvným jazykom je angličtina.

Hlavní účastníci výstavby sú nasledovní:

- Investor stavby: Slovenská správa ciest
- Projektant stavby: Dopravoprojekt, a. s., Bratislava (Infraprojekt, s. r. o., pre tunelové objekty)
- Geotechnický dozor: Inžinierske združenie Sitina
- Zhotoviteľ: Joint Venture Taisei – Skanska
- Podzhotovitelia: Skanska – BS, a. s., Prievidza (razenie tunelových objektov)
Váhostav – TSZ, a. s. (definitívne tunelové konštrukcie)
Terraprojekt, a. s. (realizačná dokumentácia tunelových objektov)

ZÁKLADNÉ TECHNICKÉ ÚDAJE

Tunel Sitina bude tvorený dvomi tunelovými rúrami s jednosmernou premávkou. Výhľadové dopravné zataženie prekračuje podľa dopravno-inžinierskych podkladov hodnotu 20 000 vozidiel za 24 hodín v oboch smeroch už v predpokladanom roku uvedenia tunela do prevádzky.

Základné technické parametre tunela sú nasledovné:

- Dopravný priestor: 7,5 x 4,8 m
- Plocha výrubu: 79 – 98 m² (štandardný profil)
- Dĺžka tunela: 1415 m (východná tunelová rúra)
1440 m (západná tunelová rúra)

INTRODUCTION

The construction of the D2 highway section Lamačská Cesta – Staré Grunty is one of priority traffic investment actions in the capital city of Bratislava. The Patrónka intersection (or the road access to the city from Brno) belongs undoubtedly among Bratislava's most trafficked nodes. The currently under construction 3.2 km long highway section is designed to solve the critical situation. The 1.5 km long Sitina tunnel is part of the Lamačská Cesta – Staré Grunty section. This twin-tube tunnel will get the highway to the other side of Sitina Hill, to a road interconnecting Mlynská Dolina and Lamačská Cesta, in the direction of the exit to the D2 highway. The inauguration of this section, scheduled for the year 2006, will mean completion of the highway by-pass of the city centre.

The total capital cost of the project is in excess of 3.5 billion SK. The Japanese Bank for International Cooperation (JBIC) provided 82 % of the total cost, in a form of an intergovernmental loan. Remaining part of the cost is fully guaranteed by the state budget of the Slovakian Republic.

The international tender, which took place in the second half of 2002, attracted three bidders. Eventually, the contract was awarded to the Japanese-Czech consortium Taisei Corporation – Skanska. The Taisei Corporation's Slovakian branch is the leader of the joint venture and, in the same time, the subject responsible for construction of the tunnel structures.

Specific experience for more participants is the fact that the contract conditions are based on the FIDIC conditions, and the contract language is English.

The main project parties are as follows:

- Client: Slovenská správa ciest (Slovakian Road Administration)
- Designer: Dopravoprojekt a. s., Bratislava (Infraprojekt s. r. o. for tunnel structures)
- Geotechnical supervision: Inžinierske združenie Sitina
- Contractor: Joint Venture Taisei – Skanska
- Sub-contractors: Skanska – BS a. s. Prievidza (tunnel excavation)
Váhostav – TSZ a. s. (final lining)
Terraprojekt a. s. (detailed design for tunnels)

BASIC TECHNICAL DATA

The Sitina tunnel will consist of two tubes carrying unidirectional traffic. According to traffic engineering documents, there is a prospect that the traffic intensity will amount to 20,000 vehicles per 24 hours in both directions as early as the anticipated year of the tunnel inauguration.

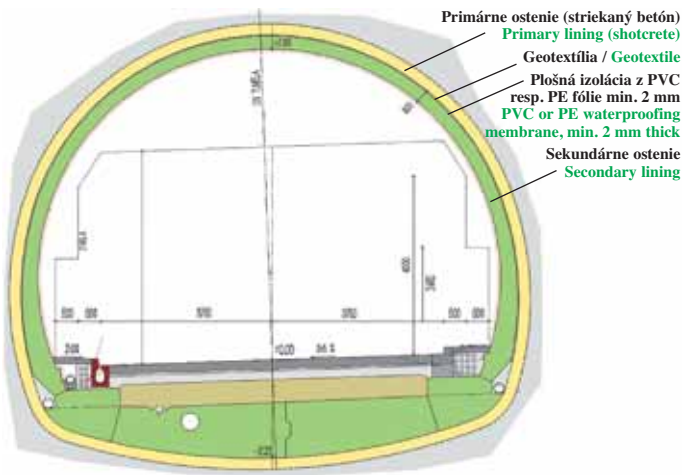
Basic technical parameters of the tunnel are as follows:

- Traffic clearance: 7.5 x 4.8 m
- Excavated cross section area: 79 – 98 m² (standard profile)

Objekt tunela / Tunnel Structure	Západná tunelová rúra / WTT	Východná tunelová rúra / ETT
Hĺbený tunel v areáli SAV / Cut-and-cover tunnel in the SAV premises	201 m	216 m
Razený tunel / Mined tunnel	1189 m	1159 m
Hĺbený tunel pri južnom portáli / Cut-and-cover tunnel at southern portal	50 m	40 m
CELKOM / TOTAL	1440 m	1415 m

Tab. 1 Rozdelenie tunelových rúr na úseky podľa technológie výstavby

Table 1 Division of the tunnel tubes into sections according to the construction methods

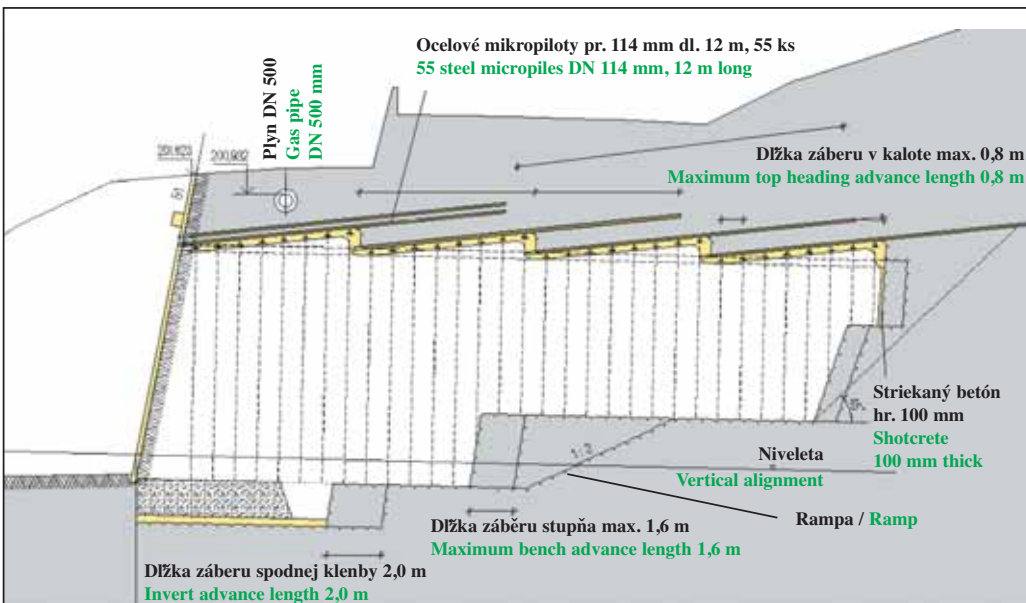


Obr. 1 Vzorový priečný rez tunela – úsek so spodnou klenbou
Fig. 1 Standard Tunnel Cross Section – with invert section



Obr. 2 Južný portál v Mlynskej doline
Fig. 2 Southern Portal in Mlynská Dolina

- Núdzové zálivy: 1 záliv dĺžky 40 m v každej tunelovej rúre
 - Priečne prepojenia: 5
 - SOS výklenky: spravidla každých 150 m
 - Požiarne výklenky: spravidla každých 90 m
 - Vetranie: pozdĺžne
- Obe tunelové rúry sú rozdelené na úseky budované razením a hlbené úseky budované v otvorenej stavebnej jame pri oboch portáloch, ktoré budú následne zasypané.



Obr. 4 Postup razenia a vystrojenia v mieste severného portálu
Fig. 4 Excavation and Support Sequence at the Northern Portal



Obr. 3 Severný portál s budovanými konštrukciami hlbého tunela
Fig. 3 Northern Portal with Cut-and-Cover Tunnel under Construction

- Tunnel length: 1415 m (eastern tunnel tube)
1440 m (western tunnel tube)
 - Emergency laybys: 1 lay-by 40 m long in each tube
 - Cross passages: 5
 - SOS niches: usually every 150 m
 - Fire niches: usually every 90 m
 - Ventilation: longitudinal
- Both tunnel tubes are divided into mined sections and cut-and-cover sections (at both portals).

GEOLOGY

The Sitina tunnel is excavated through a granitoid massif of Sitina Hill found at the end of the Low Carpathians, at the contact with the Lamačský Pass. From lithological aspect, the structure of the Sitina massif is simple. The surface is covered by anthropogenic fills, with a continuous layer of Quaternary sediments. The thickness of this layer usually varies between 2 to 4 m. The surface of this granitoid massif is heavily weathered. The granitoid massif consists of muscovite-biotite granites and granodiorites, with frequent occurrence of pegmatite veins, and interbeds of crystalline schist - biotite paragneiss. Regarding the physical condition, the rock environment is highly heterogeneous, ranging from relatively sound rock to intensively faulted and deeply weathered interbeds of semi-rock to ground.

The overburden of both tunnel tubes is very shallow along the entire tunnel length, with maximum values about 30 m, and local minima at surface depressions about 10 m.

GEOLOGICKÉ POMERY

Tunel Sitina je razený v granitoidnom masíve pahorku Sitina nachádzajúceho sa na ukončení Malých Karpat v styku s Lamačským prielomom. Z litologického hľadiska je stavba masívu Sitina jednoduchá – povrch pokrývajú antropogénne navážky, pod ktorými sa nachádza súvislá vrstva kvartérnych sedimentov. Hrúbka vrstvy sa spravidla pohybuje v rozmedzí 2 až 4 m. Povrch vlastného granitoidného masívu je intenzívne zvetraný. Granitoidný masív tvoria muskoviticko-biotitické granity a granodiority s častým výskytom pegmatitových žíl a s polohami kryštalických bridlíc – biotitických pararúl. Z hľadiska fyzického stavu ide o veľmi heterogénne horninové prostredie, od relatívne zdravých hornín až po výrazne tektonicky porušené a hlboko zvetrané polohy charakteru poloskalných hornín až zemín.

Nadložie oboch tunelových rúr je v celej dĺžke razenia veľmi nízke, s maximálnymi hodnotami približne 30 m a s lokálnymi minimami v terénnych depresiách okolo 10 m.

Pre realizáciu tunela je najpodstatnejšou črtou nerovnorodosť horninového masívu, podmienená prítomnosťou tektonických porúch rôzneho charakteru. Najvýraznejšie sa tektonické porušenie masívu prejavuje nepravidelnými zónami rôznej mocnosti až do niekoľkých metrov. V blízkosti tektonických zón sú horniny silne alterované, miestami intenzívne mylonitizované (najmä ide o kryštalické bridlice). Na križovaní tektonických líní je častým javom vypadávanie blokov horniny z čela i stropu výrubu.

Horninový masív je suchý, podzemná voda v ňom je len zrážkového pôvodu, pričom jej prítomnosť je viazaná na polohy zvetraných zón hornín.

PROJEKTOVÉ RIEŠENIE TUNELOVÝCH OBJEKTOV

Súčasťou podkladov pre súťaž na obstaranie zhotoviteľa stavby bola projektová dokumentácia spracovaná projektantom investora v podrobnosti realizačnej dokumentácie. Zhotoviteľ Taisei Corporation a jeho zmluvní partneri sa po jej preštudovaní stotožnili s potrebou jej modifikácie, najmä v častiach týkajúcich sa razenia tunelových rúr.

Na základe výberového konania vybral zhotoviteľ inžiniersku kanceláriu Terraprojekt, a. s., Bratislava ako svojho zmluvného partnera pre spracovanie modifikácie a doplnenia realizačnej projektovej dokumentácie a dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby. Okrem zmien, na ktorých sa dohodli zhotoviteľské firmy, pribudli aj zmeny vyplývajúce z nových požiadaviek investora stavby, zmeny spôsobené odlišnými podmienkami na stavbe (napr. geologickými), a tiež doplnenie technických riešení tých detailov, ktoré v predošlom stupni dokumentácie chýbali.

RAZENIE A VYSTROJENIE TUNELOVÝCH RÚR

Práce na výstavbe tunelových objektov sa začali v lete roku 2003 vybudovaním dočasných tunelových portálov na juhu v Mlynskej doline ako aj na severe v areáli Slovenskej akadémie vied. Najmä južný portál pre razenie tunelov predstavoval technicky náročný



Obr. 5 Vylomové práce pod mikropilótvým dáždnikom v mieste severného portálu

Fig. 5 Excavation under the Micropile umbrella at the Northern Portal

The most significant feature in terms of the tunnel construction is the inhomogeneity of the rock mass resulting from various kinds of faulting. The most expressive manifestations of faulting of the massif is the existence of irregular zones with varying thickness amounting to several meters. The rock mass in the vicinity of the faults are significantly altered, locally intensively mylonitised (crystalline schist above all). A phenomenon of rock blocks falling down from the excavation face and roof is frequent at the crossing of tectonic lines.

The rock mass is dry, groundwater of a rainfall origin only can be encountered, while its presence is restricted to the locations of the weathered rock zones.

DESIGN OF TUNNEL STRUCTURES

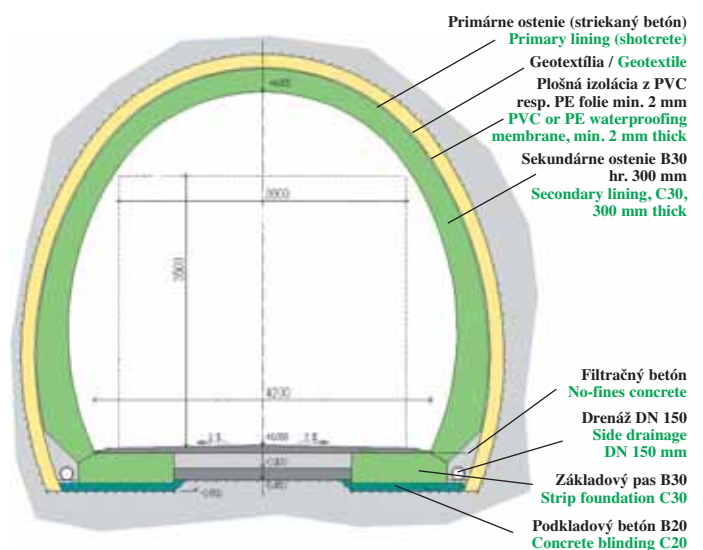
The design documentation elaborated by the client's consulting engineer at the detailed design level was contained in the documentation of the tender package. Once they had studied this, the contractor Taisei Corporation and the sub-contractors arrived at the conclusion that the design had to be modified, above all its parts concerning the excavation of the tunnel tubes.

Based on a tender, the contractor chose Terraprojekt, a consulting office, as a sub-contractor for the modification of and a supplement to the detailed design and as-built design. In addition to the changes agreed between the contractor and sub-contractors, other changes occurred due to new requirements of the client, due to differing site conditions (e.g. geology), and also additions of technical solutions of details missing in the previous design package.

EXCAVATION AND SUPPORT OF THE TUNNEL TUBES

The construction of the tunnel structures started in the Summer of 2003, by the erection of temporary tunnel portals in the south in Mlynská Dolina, and in the north in the premises of the Slovakian Academy of Sciences (SAV). The southern portal especially represented a technically difficult structure in terms of tunnel excavation. Nearly 40 thousand cubic metres were dug off, while the technical solution had to be modified due to geological conditions differing from those anticipated in the tender documents.

The excavation of both tunnel tubes started from the southern portal in Mlynská Dolina at the end of 2003. In 2004, an initial 30 m section of the eastern tunnel tube was excavated from the northern portal, and the western tunnel tube excavation commenced. The western tunnel tube should be broken through in the winter months of 2005, as the first of the two tubes.



Obr. 6 Vzorový priečný rez únikovej cesty umožňujúcej prístup zásahovej jednotky

Fig. 6 Standard Cross Section of Escape route allowing access of Fire Brigades



Obr. 7 Napojenie únikovej cesty vo východnej tunelovej rúre
Fig. 7 Connection of the Escape route in the Eastern Tunnel Tube

objekt s celkovou kubatúrou odkopov takmer 40 tisíc m³, pri ktorom bolo potrebné modifikovať technické riešenie vzhľadom na odlišné geologické pomery od tých, ktoré predpokladali súťažné podklady.

Obe tunelové rúry sa začali raziť od južného portálu v Mlynskej doline na prelome rokov 2003 a 2004. V roku 2004 bol vyrazený zárodok východnej tunelovej rúry v dĺžke cca 30 m od severného portálu a začala sa raziť západná tunelová rúra. Prvou prerazenou by teda v zimných mesiacoch roku 2005 mala byť západná tunelová rúra.

Postup pre raziť a vystrojenie výrubu bol v súťažných podkladoch stanovený pre päť vystrojovacích tried (I až V), pričom trieda V je rozčlenená do tried Vb v priportálových úsekoch, Vb v tektonických poruchách a Va. Horninové prostredie bolo v súťažných podkladoch pozdĺž osí oboch tunelových rúr rozdelené do homogénnych úsekov, ktorým zodpovedali jednotlivé triedy vystrojovania. Rozdelenie vychádzalo z výsledkov inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu, ako aj ďalších relevantných údajov, napr. výšky nadložia nad tunelmi.

Modifikovaný návrh zachoval členenie výrubu na kalotu, lavicu, prípadne spodnú klenbu, pričom ale zmenil výšku jednotlivých častí. Vzhľadom na použitie mechanizovaných prostriedkov bola zvolená jednotná výška kaloty pre všetky vystrojovacie triedy. Okrem toho sa vo vystrojovacích triedach III a IV uvažuje so spodnou klenbou len eventuálne, pričom rozhodnutie sa prijíma na základe hodnôt nameraných deformácií a posúdenia konkrétnych podmienok úseku. Vo všeobecnosti platí, že spodná klenba bola, resp. bude zriadená v priportálových úsekoch a v úsekoch tektonických porúch. Celkovo je možné predpokladať, že asi 20 % dĺžky tunelových rúr bude mať profil so spodnou klenbou.

Modifikovaný návrh zahŕňal ako prostriedky prezaistenia oceľové ihly dl. 4 m pre triedy III a IV a mikropilóty profilu 114 mm, dĺžky 12 m pre priportálové úseky tried Va, Vb, resp. úseky v tektonických poruchách. Pre zaistenie čela sa okrem striekaného betónu a oporných klinov uplatnilo aj použitie IBO kotiev podľa potreby.

Primárne ostenie zo striekaného betónu bolo navrhnuté v hrúbkach od 100 do 250 m s vystužením jednou alebo dvomi vrstvami oceľových sietí a priehradovými oceľovými skružami Arcus. Ďalším prvkom je systematické radiálne kotvenie výrubu SN kotvami dĺžky 4 a 6 m. Dĺžka záberu variuje podľa triedy od 0,8 do 3,0 m.

Vzhľadom na skutočné pomery horninového masívu je aj modifikované projektové riešenie upravované počas raziť. Najčastejšie používanými sú vystrojovacie triedy III a IV s dĺžkou záberu 1,5 m a 1,0 m. Na základe nameraných deformácií výrubu sa počas raziť obe triedy modifikovali, pričom boli znižované najmä počty a dĺžky radiálnych kotiev.

Viacnásobne opakované problémy s vypadávaním horniny zo stropu a čela výrubu aj v podmienkach, kde neboli očakávané ani indikované doplnujúcimi prostriedkami výskumu, museli byť riešené účastníkmi výstavby kvôli zvýšeniu bezpečnosti ako aj eliminácií

Five support classes (I to V) were specified in the tender documents for the tunnel excavation and support, with the class V subdivided to class Vb for portal sections, Vb for faulted rock, and Va. The tender documents divided the rock environment along the centre lines of the two tunnel tubes into homogeneous sections with corresponding support classes assigned. The division was based on results of the engineering-geological and hydrogeological investigation, as well as other relevant data, e.g. the overburden depth.

The modified design left the face division unchanged, i.e. the top heading, bench and invert (if required), but it changed the height of the individual parts. To allow utilisation of tunnelling equipment, a uniform height of the top heading was adopted for all support classes. In addition, the invert structure for support classes III and IV is considered as an option only. The decision is made on the basis of the measured deformation values, and the assessment of particular conditions in the given section. Generally, the invert was or will be provided in the portal sections and sections passing through tectonically disturbed zones. In general, it can be expected that about 20 % of the length of the tunnel tubes will have the invert.

According to the modified design, the pre-support system consisted of 4 m long steel spiles for classes III and IV, and 12 m long, 114 mm-diameter micropiles for classes Va and Vb in the portal sections and sections passing through tectonic disturbances. In addition to shotcrete and support wedges, the face was supported by IBO anchors if needed.

The primary shotcrete lining was designed with the thickness ranging from 100 to 250 mm, reinforced with one or two layers of steel mesh and the Arcus lattice girders. Another element is the systematic radial anchoring using SN anchors 4 and 6 m long. The round length varies from 0.8 to 3.0 m, depending on the class.

Even the modified design is, however, changed in the course of the excavation, according to the actually encountered geology. The support classes III and IV with the round lengths of 1.5 and 1.0 m are the most frequent. The two classes were modified during the excavation with respect to the measured deformations of the excavated opening; reducing the numbers and lengths of the radial anchors was the most frequent measure.

The multiple repeated problems of the rock falling from the roof and face of the excavation even in conditions where they had not been expected nor indicated by additional means of research, had to be solved by the participants of the construction, with the aim of improving safety and elimination of time and cost consequences. The solution was found in systematic strengthening of the pre-support of the roof and the anchoring of the excavation face. Selfdrilling rock bolts 8m long are used in addition to 4 m-long spiles, with the grouting of the rock mass ahead of the excavation face.

The contractor's scope of work also contains geotechnical monitoring. The monitoring in the tunnel tubes comprises convergence measurements, extensometer measurements, and measurements of stresses. The maximum values of deformations of 60 mm were measured in the sections of surface depressions above the eastern tunnel tube. Apart from those measurements, measurements of deformations of the portal walls and inclinometer measurements are carried out, as well as measurements of the surface deformations above the tunnel tubes. A specific situation occurred at the northern portal where the tunnel tube crosses a high-pressure gas pipeline closely underneath, without any possibility of changing the pipeline structure. Measurements of deformations of the pipeline carried out during the undermining operation did not prove the settlement to exceed the critical value of 30 cm determined by a calculation.

FINAL STRUCTURES OF THE TUNNEL TUBES

The load bearing structures of the cut-and-cover tunnels are currently being erected at both tunnel portals. In addition, also a part of the secondary lining of the western tunnel tube, from the southern portal, has been completed. The concurrent excavation and secondary lining casting operations are now underway in this tube.

The secondary lining of the mined tunnel tubes is designed from concrete B20, 300 mm thick, with steel reinforcement applied within a part of the length found in the worst geological conditions. The lining within the sections containing the emergency laybys is

časových i nákladových dopadov. Riešenie spočíva v systematickom zosilnení predzaistenia stropu ako aj kotvenia čela výrubu. Okrem 4 m dlhých ihiel sa používajú 8 m dlhé samozavrtávacie kotvy, pričom sa masív pred čelom výrubu injektuje.

Súčasťou prác vykonávaných zhotoviteľom je aj geotechnický monitoring, ktorý v tunelových rúrach zahŕňa merania konvergencií výrubu, extenzometrické merania a merania napätí. Maximálne hodnoty deformácií výrubu cca 60 mm boli namerané v úsekoch terénnych depresí nad východnou tunelovou rúrou. Okrem toho sú na oboch portáloch vykonávané merania deformácií stien portálov a inklinometrické merania a tiež merania deformácií povrchu nad tunelovými rúrami. Špecifická situácia nastala na severnom portáli, kde tunelová rúra prechádza tesne pod vysokotlakým plynovodom, kde už nebol možný žiadny zásah do konštrukcie plynovodu. Merania deformácií na potrubí neprekročili počas razenia prekročené výpočtom stanovenej kritickéj hodnoty sadnutia 30 mm.

DEFINITÍVNE KONŠTRUKCIE TUNELOVÝCH RÚR

Nosné konštrukcie hĺbených tunelov sú v súčasnosti budované na oboch portáloch tunela. Okrem nich je vybudovaná i časť sekundárneho ostenia západnej tunelovej rúry razeného tunela od južného portálu. V nej v súčasnosti prebiehajú práce na razení a sekundárnom ostení v súbehu.

Sekundárne ostenie razených tunelov je navrhnuté z betónu B30 hrúbky 300 mm, pričom vystužená je len časť dĺžky s najnepriaznivejšími geologickými podmienkami. Ostenie v núdzových zálivoch je zo železobetónu hrúbky 350 mm. Dĺžka blokov sekundárneho ostenia je spravidla 10 m. Konštrukcia hĺbených tunelov je zo železobetónu hrúbky 450 až 600 mm, pričom rozdielne dimenzie vyplývajú z odlišných podmienok zaťaženia na oboch portáloch.

Po dobudovaní sekundárneho ostenia prídu na rad konštrukcie chodníkov s káblovými trasami a následne vozovka s cementobetónovým krytom.

BEZPEČNOSTNÉ STAVEBNÉ ÚPRAVY

Základný koncept bezpečnostných stavebných úprav bol navrhnutý tak, aby vyhovoval požiadavkám slovenskej technickej legislatívy. Okrem toho bolo potrebné preveriť súlad riešenia s pripravovanou Smernicou európskeho parlamentu o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely Transeurópskej cestnej siete. Smernica vstúpila do platnosti publikovaním dňa 29. 4. 2004 ako záväzný dokument pre všetky členské štáty Európskej únie.

Jediným bodom, v ktorom koncepcia nezodpovedala požiadavkám smernice, bola povinnosť umožniť prístup zásahovým jednotkám z druhej tunelovej rúry. Nakoľko STN 73 75047 nepozná podobný profil a smernica ho tiež priamo neurčuje, použil sa profil podľa rakúskej smernice RVS 9.282 s priechodným prierezom 3,6 x 3,5 m.

Hoci bolo pôvodným zámerom vybudovať jedno priečne prepojenie so zväčšeným profilom, napokon boli takto vyrazené aj ďalšie priečne prepojenia, nakoľko tieto slúžili počas súbehu prác pri razení a budovaní sekundárnych konštrukcií.

ZÁVER

Výstavba tunela v špecifických podmienkach predstavovaných viacerými aspektmi (medzinárodný dodávateľský systém, komplikované horninové pomery, intravilán mesta) priniesla účastníkom výstavby množstvo zaujímavých poznatkov a skúseností. Očakávame, že v budúcich rokoch bude dostatok príležitostí na zhodnotenie týchto skúseností pri výstavbe ďalších tunelov nielen v zahraničí, ale i na Slovensku.

ING. MILOSLAV FRANKOVSKÝ, TERRAPROJEKT, a. s.



Obr. 8 Úsek tunela s hotovým sekundárnym ostením
Fig. 8 Tunnel Section with the Secondary Lining Completed

350 mm thick, from reinforced concrete. The casting blocks of the secondary lining are usually 10 m long. The structure of the cut-and-cover tunnels is from reinforced concrete, with the thickness ranging from 450 to 600 mm. The difference in the dimensions follows from differing conditions at the two portals. Once the secondary lining has been completed, the pavements with cable runs will follow, and subsequently the carriageway with a concrete pavement.

TUNNEL SAFETY

The basic tunnel safety conception was designed in compliance with the requirements of Slovakian technical legislation. In addition, it was necessary to check its compliance with the Directive of the European Parliament on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European road network. The directive came in effect by its publishing on 29 April 2004, as a document binding for all EU member states.

The only item which contradicted the requirements of the Directive was the obligation to make the access of fire brigades possible from the other tunnel tube. Because the Slovakian standard STN 73 75047 does not know a similar profile, nor does the Directive specify it, the profile according to the Austrian directive RVS 9.282 was used, with the 3.6 x 3.5 m clearance.

Despite the fact that the original intention was to provide only one cross passage with an enlarged profile, eventually additional cross passages were excavated. They were also used during concurrent work on the secondary structures and the excavation operations.

CONCLUSION

The construction of this tunnel in specific conditions (international team of contractors, complicated geological conditions, the work in a built-up area) became a source of many interesting pieces of knowledge and experience for the participants. We expect that there will be enough opportunities in the future for appreciation of this experience in the construction of other tunnels not only abroad, but also in Slovakia.

ING. MILOSLAV FRANKOVSKÝ, TERRAPROJEKT, a. s.

Literatúra / References

- Tunelové objekty, Realizačná projektová dokumentácia, Terraprojekt, a. s., 2003 – 2004
- SO 403, 404, Razený tunel – západná, východná tunelová rúra. Sútážne podklady, Dopravoprojekt, 2001
- SO 403, 404, Razený tunel – západná, východná tunelová rúra, DSP, Infraprojekt, 1999
- Dokumentácia pre územné rozhodnutie stavby Dialnica D2 Bratislava, Lamačská cesta – Staré Grunty, Terraprojekt, a. s., 1998
- Podrobný IGAHG prieskum stavby Dialnica D2 Bratislava, Lamačská cesta – Staré Grunty, Dopravoprojekt, a. s., 1999
- IGAHG prieskum stavby Dialnica D2 Bratislava, Lamačská cesta – Staré Grunty, Geohyco, 1997

ROZPOJOVÁNÍ HORNIN ŘEZNÝMI NÁSTROJI RAZICÍCH STROJŮ

ROCK DISINTEGRATION WITH CUTTING TOOLS OF CUTTER BOOM MACHINES

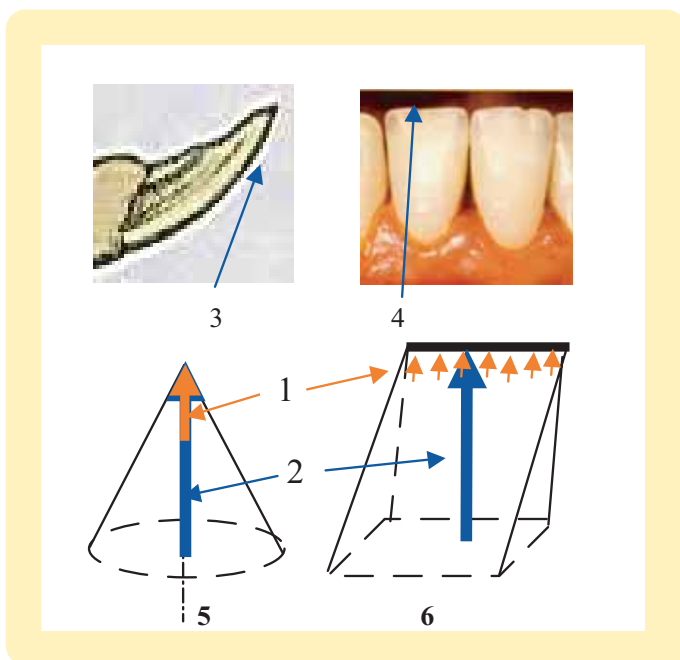
JAROSLAV VAŠEK

PŘEDMLUVA

S úctou je možno se vyjádřit ke skutečnosti, že řezné nástroje a řezné orgány byly zplazeny přírodou a rozvinuty do dokonalé formy před mnoha stovkami miliónů let ve tvaru zubů a čelistí pravěkých zvířat. Proces rozpojování materiálů v podobě rozměňování potravy se stal životně důležitým procesem umožňujícím nasycení a přežití. Bez nadšázky lze říci, že rozpojování materiálů, chápáno v širokém smyslu tohoto slova (broušení, štípnání, řezání, dělení), patřilo k jedné z prvotních výrobních činností člověka. Na počátku svého vývoje vyvinul kamenné, později kovové nástroje a rozvinul proces rozpojování hornin. Spolu s ohněm a vodou mohl uvolňovat a rozpojovat horniny nacházející se na povrchu, ale i pod povrchem země, přetvářet je na další užitkové materiály a vyvíjet stále dokonalejší řezné nástroje [1]. Díky tomu došlo také k rozvoji jeho manuální zručnosti, myšlení i ke zdokonalování procesu dorozumívání.

1. ÚVOD

Cílevědomý rozvoj řezných nástrojů umožnil člověku stále efektivněji rozpojovat materiály a postupně těžít a zpracovávat užitkové nerosty ze stále větší hloubky. Přes vynález trhaviny a rozvoj trhací techniky, později valivých dlát, podařilo se zavést a zdokonalit strojní rozpojování pomocí řezných nástrojů. Řezné nástroje nacházejí stále široké uplatnění při rozpojování a dělení materiálů. K jedné z nejširších aplikací patří řezání (dělení a opracování) hornin, kovů a dřeva. Řezné nástroje jsou neodmyslitelnými nástroji při dělení potravin, jsou nepostradatelným nástrojem chirurgů. Zdokonalování řezných nástrojů probíhá proto v mnoha odvětvích průmyslu. Výsledky a zkušenosti s jejich zdokonalováním jsou vzájemně využívány. Proces interakce řezného nástroje s materiálem, a to i s horninou, se stal oborem poskytujícím prostor pro hluboké teoretické analýzy, pro aplikace nejnovejších a nejmodernějších vědeckých postupů fyziků, matematiků, odborníků z oblasti strojírenství a montánních věd, výzkumu



Obr. 1 Základní geometrie zubů a řezných nástrojů: 1 – úroveň napětí, 2 – aktivní síla, 3 – hrot, 4 – břít, 5 – kužel, 6 – dláto

Fig. 1 Basic design of teeth and cutting tools: 1 – stress level, 2 – active strength, 3 – point, 4 – cutting edge, 5 – cone, 6 – chisel

FOREWORD

We can speak with respect about the fact that cutting tools and cutting organs were produced by Nature, and developed into a perfect form many hundreds of millions years, assuming a shape of teeth and jaws of primitive animals. The process of disintegration of materials when food is being crushed became an essential to life, allowing nutrition and survival. It is possible to say, without exaggeration, that disintegration of materials, understood in a wider meaning of this word (grinding, splitting, cutting, dividing), belonged among first productive activities of a human being. At the beginning of their development, people developed stone tools, then metal ones, and started the process of rock disintegration. Together with water and fire, they were able to loosen and disintegrate the rock found on the surface, but also under the ground surface, to convert it into other useful materials, and develop ever better cutting tools [1]. Owing to this fact, also their manual skill and thinking developed, and the communication process improved.

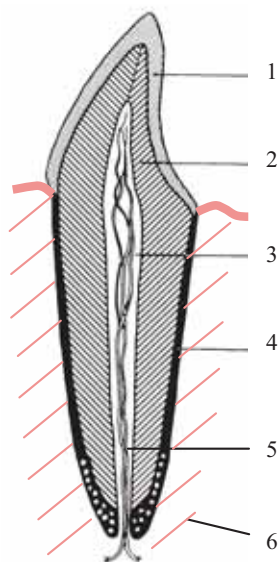
1. INTRODUCTION

Systematic development of cutting tools allowed man to disintegrate materials ever more efficiently, and, step by step, get and process minerals from ever deeper depths. Despite the invention of explosives and development of blasting techniques, followed by disc cutters, also mechanical disintegration with cutting tools was introduced and improved successfully. Cutting tools are still widely used in disintegration and splitting of materials. Rock, metals and wood cutting (splitting and processing) belongs among the widest applications. Cutting tools are necessary for portioning food, they are indispensable tools used by surgeons. Improvement of cutting tools therefore takes place in many industrial branches. Results and experience are shared. The process of a cutting tool interaction with material, with rock as well, has become an industrial branch offering sufficient room for in-depth theoretical analyses, for applications of state-of-the-art scientific procedures used by physicists, mathematicians, experts in the field of mechanical engineering and montane sciences, space research, but also of medicine and other inter-related branches. Today this is an interdisciplinary field covering not only the issues of action of forces, but also thermal stress, efficient cooling, 3D modelling of the process of multi-component system interaction, material engineering, application of new physical principles, new manufacturing technologies. The rock disintegration process, which a wide range of civil engineering activities in the earth's crust starts with, both on the surface and underground (construction of railway and road bridges, urban subways, utility tunnels of all kind, underground storages, generating plants, water and sewage treatment plants, but also repositories of nuclear waste) is likely to be very useful even in the future, in surface and underground construction in rock masses of other planets of our solar system and the universe. Cutting tools and cutting systems with such a long history and favourable perspective can therefore play their role even in the distant future. Work tasks focused on the further broadening of knowledge of the ROCK-CUTTER interactive system and the continued increasing of its efficiency with the assistance of high-energy water jet [2,3], and new physical principles of material disintegration [4] are issues worthy of continuing human efforts.

Out of a wide scale of possibilities to disintegrate rock, this paper deals with mechanical disintegration using cutting tools mounted on cutter boom machines (roadheaders), i.e. on cutting organs (cutterheads) of the machines rotating either about the axis of the boom or about an axis perpendicular to the boom axis.

2. DESCRIPTION OF THE CUTTING TOOL FUNCTION

Worth mentioning is the fact that the original geometry of both pointed "canine" and blade-like "cutter" teeth, which was invented and introduced into life by Nature, has been maintained for the whole time of their



Obr. 2 Stavba zuby: 1 – sklovina, 2 – zubovina (dentin), 3 – dřev, 4 – cementová vrstva pro uchycení v zubním lůžku, 5 – cévní nervový systém, 6 – lůžko zuby

Fig. 2 Tooth composition: 1 – enamel, 2 – dentine, 3 – pulp, 4 – cement layer for embedment in the socket, 5 – vessel and nervous system, 6 – tooth socket

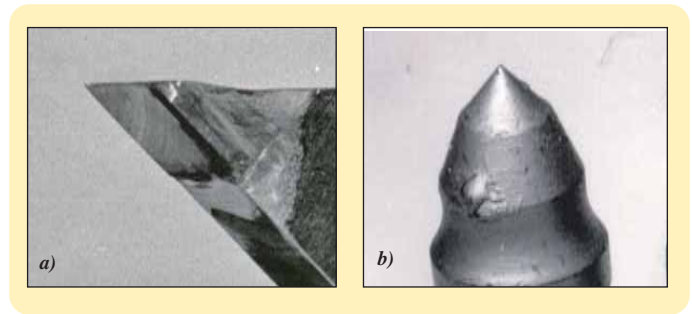
vesmíru, ale i z oblasti medicíny a dalších návazných oborů. Jde dnes o interdisciplinární problém zahrnující nejen problematiku silového působení, ale i tepelného namáhání, účinného chlazení, modelování procesu interakce vícekomponentní soustavy v prostoru, materiálového inženýrství, aplikací nových fyzikálních principů, nových technologií výroby. Proces rozpojování hornin, jímž dnes začíná široká škála inženýrské povrchové i podpovrchové činnosti v zemské kůře (stavby železničních a silničních tunelů, městských podzemních drah, kolektorů všeho druhu, podzemních zásobníků, elektrárenských kapacit, čisticích stanic, ale i skladišť jaderného odpadu), bude pravděpodobně velmi užitečný i v budoucnu při realizaci povrchových i podpovrchových staveb v horninových vrstvách jiných planet naší sluneční soustavy i vesmíru. Řezný nástroj a řezné systémy s dlouhověkou historií i příznivou perspektivou mohou proto sehrát svou úlohu i v daleké budoucnosti. Práce zaměřené k dalšímu prohlubování znalostí o chování interaktivní soustavy HORNINA – ŘEZNÝ NÁSTROJ a dalším jejímu zefektivňování v asistenci s vysoce energetickým vodním paprskem [2, 3] a novými fyzikálními principy dezintegrace materiálů [4] jsou problémy hodné dalšího lidského úsilí.

Z široké škály možností jak rozpojovat horniny se předmětný článek zabývá strojním rozpojováním řeznými nástroji, kterými jsou vybavovány razicí stroje s řeznými orgány otáčejícími se kolem osy výložníku a kolem osy kolmé k ose výložníku.

2. POPIS FUNKCE ŘEZNÉHO NÁSTROJE

Za zmínku stojí skutečnost, že původní geometrie zuby „špičáku“ a „řezáku“, vynalezena a zavedena v život přírodou, byla uchována po celou dobu vývoje a je aplikována jako efektivní geometrie při opracování materiálů (kovů, dřeva, hornin, ale i potravy), pro pronikání vzduchem (projektily, čela raket – kuželovitý tvar), vodou (přídě lodí – břítový tvar).

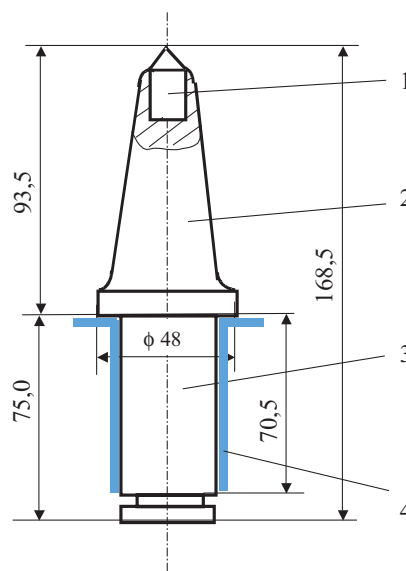
Analýza geometrie „špičáku“ a „řezáku“ ukazuje, že jde o geometrii, která umožňuje přenos velké síly (akce) a potřebného napětí k rozrušení rozpojovaného materiálu. Je to umožněno postupným zmenšováním průřezu řezného nástroje a růstem napětí až do hrotu či břitu (obr. 1). Napětí je transformováno ve formě kontaktního napětí do rozpojovaného materiálu. Kontaktní plocha hrotu je obvykle menší než kontaktní plocha břitu, proto i kontaktní napětí vyvolané hrotem je vyšší. Lze jím proto řezat i hůře rozpojitelné horniny. Protože jde o aplikaci zákona AKCE – REAKCE, kontaktní napětí má stejnou úroveň jak v rozpojovaném materiálu, tak i v zubu. V procesu interakce musí být tak velká síla (akce), aby došlo k porušení vazebních sil v rozpojovaném materiálu, ale nesmí překročit hodnotu, při které by došlo k porušení materiálu zuby. Tato skutečnost byla přírodou zabezpečena celou řadou důmyslných opatření (obr. 2) [5]. Kromě již diskutované geometrie, zub je tvořen z tvrdých a měkkých tkání. Tvrdé tkáň tvoří vysoce odolná zubovina (dentin) a sklovina. Zubovina, která má menší modul elasticity než sklovina, slouží k zachycení a vstřebání tlaků čelistí (funguje jako měch). Sklovina, s vysokým modulem elasticity a vysokou tvrdostí (s malou pevností v tahu), tvoří nejsvrchnější vrstvu zuby. Tvrdost skloviny ve směru ke své povrchové vrstvě roste. Hranice mezi sklovinou a zubovinou je vlnitá, což umožňuje kvalitní propojení obou tkání. Měkké tkáň jsou prokány sítí vyživovacích cév a kapilár a vysoce důmyslným složitým nervovým systémem. Zub je do kosti čelisti pevně zakotven. Nervový systém s četnými čidly



Obr. 3 Základní tvary řezných nástrojů (nožů) dobývacích strojů: a) dlátovitý břít, b) kuželový hrot

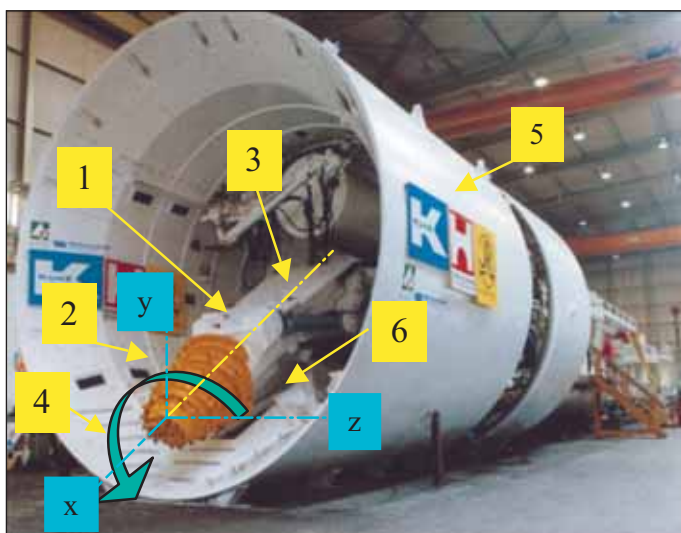
Fig. 3 Basic design of cutting tools (cutters) of cutter boom machines: a) chisel-shaped cutting edge, b) conical point

development, and has been applied as efficient geometry in the working of materials (metals, wood, rock, but also food), improving penetration through air (projectiles, heads of rockets – conical shape), water (bows of ships – cutting edge shape). An analysis of the “canine” and “cutter” teeth geometry proves that the geometry allows transfer of a big force (an action) and the stress required for breaking the material to be disintegrated. This is possible owing to the gradually decreasing cross-section area of the cutting tool, and increasing the stress at the point or cutting edge (see Fig. 1). The stress is transformed into the material being disintegrated in a form of a contact stress. The contact surface of a point is usually smaller than the contact surface of a cutting edge; therefore also the contact stress induced by the point is higher. For that reason it can even cut rock that is more difficult to disintegrate. As this is an application of the ACTION - REACTION principle, the contact stress in the material being disintegrated and in the tooth is equal. The intensity of the force (action) in the process of interaction must be sufficient to exceed bonding forces in the material being disintegrated, but it must not exceed a value causing damage of the tooth material. This condition was taken care of by Nature through several ingenious measures (see Fig. 2) [5]. In addition to the above-mentioned geometry, a tooth consists of hard and soft tissues. Hard tissues comprise highly resistant dentine and enamel. Dentine, having a lower modulus of elasticity than the enamel, absorbs jaw pressures (it works like bellows). Enamel, with its high elastic modulus and high hardness (low tensile strength), forms the outermost layer of the tooth. The enamel hardness rises towards its surface. Interconnection of the two tissues is very good thanks to the fact that the boundary between dentine and enamel is undulated. Soft tissues (pulp) are interwoven by a net of nutrient vessels and capillaries, and by a highly sophisticated and complex nervous system. The tooth is firmly embedded in the jaw. The nervous system with multiple sensors and interconnection with the central nervous system regulates processes of teeth loading, even providing information about the degree of wear. In the case of some animal species (rodents and hares), it informs about the degree of wear and also provides information needed for the tooth to grow to the original length. Even the design of a viper’s tooth with its poison-conducting channel cannot be overlooked.



Obr. 4 Konstrukce řezného nástroje pro rozpojování hornin: 1 – špička (tvrdokov), 2 – pracovní část (ocel), 3 – dřív pro úchyt v držáku (ocel), 4 – nožový držák (ocel)

Fig. 4 Design of a cutting tool for rock disintegration: 1 – point (tungsten carbide), 2 – working part (steel), 3 – stem for fixation in the holder (steel), 4 – tool holder



Obr. 5 Razičí štít fy Tamrock-Alpine-Westfalia: 1 – výložník, 2 – řezný orgán, 3 – osa výložníku, 4 – směr otáčení, 5 – řezné nástroje, 6 – razičí štít, x, y, z – směry pohybu řezného orgánu

Fig. 5 Tamrock-Alpine-Westfalia tunnelling shield: 1 – boom, 2 – cutterhead, 3 – boom axis, 4 – direction of rotation, 5 – cutting tools, 6 – tunnelling shield, x, y, z – directions of the cutterhead movement

a propojením na centrální nervový systém reguluje procesy zatěžování zubů, podává informace i o stupni jejich opotřebení. U některých živočišných druhů (u hlodavců a zajíců) podává informace i o stupni opotřebení a informace pro dorůstání zubů do původní délky. Nelze opominout také konstrukční řešení zubu zmijs s kanálkem pro výstřik jedu.

Z uvedeného stručného výčtu některých funkcí zubů je zřejmé, že příroda dlouhodobým vývojem dospěla k velmi dokonalým řezným nástrojům. Řadu konstrukčních prvků, vyvinutých přírodou, člověk již aplikoval. To se týká i řezných nástrojů dobývacích strojů. U řezných nástrojů pro rozpojování hornin uplatnil tvar dláta i hrotu (obr. 3) a dva zcela odlišné materiály. Ocel, z níž jsou vyráběna tělesa řezných nástrojů, a slinuté karbidy wolframu, z nichž jsou připravovány břity či kuželové hroty (obr. 4). Oba uvedené materiály jsou k sobě připojeny „pajkou“ (slitina mědi, stříbra a dalších kovů). Břity z polykrytalických diamantů a keramických materiálů jsou ve vývoji. Navíc v porovnání s přírodou bylo při vývoji řezných nástrojů aplikováno samovolné pootáčení řezného nástroje a ve výzkumu jsou aplikace vysokorychlostního vodního paprsku generovaného přes řezný nástroj. Řezné nástroje nebyly doposud vybaveny systémem čidel pro monitoring jejich chování v interaktivním procesu.

3. POPIS FUNKCE ŘEZNÝCH ORGÁNŮ

Řezné orgány razičích strojů prošly mnohaletým vývojem a jsou stále předmětem zájmu zlepšovatelů. První etapu vývoje charakterizovaly řezné orgány bez vodních postřiků, druhou a současnou etapu vývoje pak vnitřní postřik ke každému řeznému nástroji. Jde o systém vodních sprejů s tlakem užitkové vody do 30 MPa. Jsou nasměrovány tak, aby byly ochlazovány pouze řezné nástroje, které se právě účastní procesu řezání (sektorový postřik). Přívod tlakové vody do řezného orgánu je uskutečněn přes rotační těsnění hnacího ústrojí. Třetí etapa, etapa blízké budoucnosti, by měla spočívat na vývoji rotačního těsnění pro vysoký tlak vody, který by umožnil asistenci vysokorychlostních vodních paprsků s řeznými nástroji, a to nejen pro jejich chlazení, ale i pro rozrušení rozpojované horniny. Měla by zahrnovat také aplikaci čidel pro řízení rozhodujících parametrů procesu rozpojování hornin řeznými orgány (teploty a zatížení) a monitorování stavu jejich opotřebení.

Dosavadní vývoj možno prezentovat také dvěma odlišnými typy řezných orgánů. Řezným orgánem otáčejícím se kolem osy výložníku a řezným orgánem otáčejícím se kolem osy kolmé k ose výložníku.

3.1. FUNKCE ŘEZNÝCH ORGÁNŮ OTÁČEJÍCÍCH SE KOLEM OSY VÝLOŽNÍKU

Pro prezentaci této skupiny řezných orgánů byl vybrán razičí štít fy Tamrock-Alpine-Westfalia (obr. 5). Řezný orgán ve tvaru jedné poloviny rotačního elipsoidu je vybaven řeznými nástroji s kuželovitými hroty. Řezné nástroje jsou umístěny v držácích v jednosměrném postavení, které určuje směr otáčení řezného orgánu při rozpojování hornin. V prezentovaném případě se řezný orgán otáčí ve směru proti pohybu hodinových ručiček. Osa otáčení je shodná s osou hnací hřídele (s osou výložníku). Při zabrzdění je

It follows from the above-mentioned brief summary of some tooth functions that Nature has managed to achieve, through long-term development, perfect design of cutting tools. Many structural elements developed by Nature have already been applied by man. This concerns cutting tools mounted on mining machines too. Chisel and point design (see Fig. 3) and the combination of two absolutely different materials (steel as a material used for manufacturing the bodies of cutting tools (see Fig. 4), and cemented tungsten-carbides for cutting edges and conical points) have been utilised for rock disintegration cutting tools. The two above-mentioned materials are bonded with solder (alloy consisting of copper, silver and other metals). Cutting edges from polycrystalline diamonds and ceramic materials are being developed. Moreover, compared to Nature, a feature of angular self-rotation of the cutting tool has been applied in the development of cutting tools, and applications of high-velocity water jet generated via a cutting tool are a subject of research. Cutting tools have not been equipped yet with a system of sensors monitoring their behaviour in an interactive process.

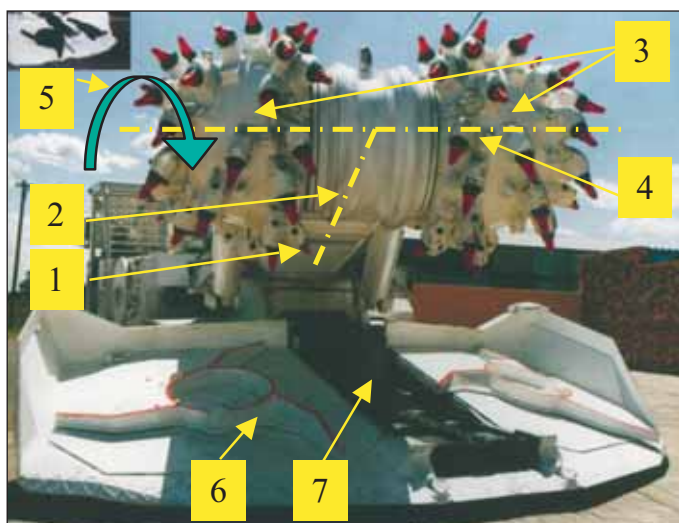
3. DESCRIPTION OF FUNCTION OF CUTTERHEADS

Cutterheads of mining machines have undergone long-term development, and they are still a subject of concern for inventors. The first phase of development was characterised by cutters without water spray, the second, current phase of development, by water spray added to any cutting tool. This is a system of water spray outlets with a service water pressure reaching 30 MPa. The outlets are targeted in a manner ensuring that only the cutting tools just involved in the cutting process are cooled (sector spraying). Pressure water supply to the cutterhead is through a rotational sealing of the drive assembly. The third phase, which is the next phase to be implemented, should be based on development of high pressure rotational sealing allowing assistance of high-velocity water jets to cutting tools, not only to cool them but also to break the rock being disintegrated. This phase should also cover application of sensors for control of crucial parameters of the rock disintegration process applying cutting tools (i.e. temperature and load), and for monitoring their wear.

The development to date can also be presented by two different designs of cutterheads; a cutterhead rotating about the boom axis, and a cutterhead rotating about an axis perpendicular to the boom axis.

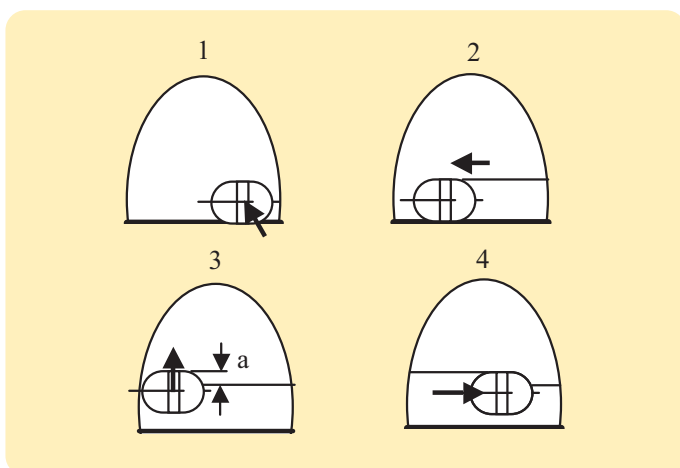
3.1 FUNCTION OF CUTTERHEADS ROTATING ABOUT THE BOOM AXIS

A cutter boom machine manufactured by Tamrock-Alpine-Westfalia (see Fig. 5) was chosen for the purpose of this group presentation. The cutterhead, having the shape of a rotational ellipsoid, is equipped with conically pointed cutters. The cutters are mounted in holders in a single-direction position, determined by the direction of the cutterhead rotation in the course of the rock disintegration. In the presented instance, the cutterhead rotates in an anti-clockwise direction. The axis of rotation is identical with the axis of the drive shaft (the boom axis).



Obr. 6 Razičí stroj AM-85 Vöest Alpine: 1 – výložník, 2 – osa výložníku, 3 – řezný orgán, 4 – osa otáčení řezného orgánu, 5 – směr otáčení řezného orgánu, 6 – klepetové nakládací ústrojí, 7 – hřeblový dopravník

Fig. 6 AM-85 Vöest Alpine cutter boom machine: 1 – boom, 2 – boom axis, 3 – cutterhead, 4 – axis of the cutterhead rotation, 5 – direction of the cutterhead rotation, 6 – gathering-arm loader, 7 – scraper loader



Obr. 7 Technologický postup rozpojování profilu ražby: 1 – zabrzdění (5 % rozpojovaného objemu hornin), 2 – boční zabrzdění (10 % rozpojovaného objemu hornin), 3 – zabrzdění zvedáním (10 % rozpojovaného objemu hornin), 4 – boční rozpojování (75 % rozpojovaného objemu hornin)

Fig. 7 Technical procedure of disintegration of the excavation profile: 1 – sumping (5 % of the disintegrated rock volume), 2 – lateral sumping (10 % of the disintegrated rock volume), 3 – upward sumping (10 % of the disintegrated rock volume), 4 – lateral cutting (75 % of the disintegrated rock volume)

řezný orgán posouván výložníkem do horniny ve směru osy x . Hloubka zabrzdění je závislá na rozpojitelosti hornin. V dobře rozpojitelých horninách ($R \leq 200 \text{ kN.m}^{-1}$) činí celou délku řezného orgánu. Do záběru se tak dostávají všechny řezné nástroje. V hůř rozpojitelých horninách je hloubka zabrzdění obvykle menší, neboť je limitována daným kroutícím momentem stroje. Bočním pohybem, ve směru osy z , se dosáhne záběru po celé šířce ražby. V koncové poloze bočního řezu se uskuteční zabrzdění řezného orgánu posuvem nahoru tak, aby v závislosti na rozpojitelosti horniny a příkonu stroje se při následném bočním pohybu od jednoho boku ražby k druhému dosáhlo co nejvyššího výkonu rozpojování. Po rozpojení hornin v celém profilu ražby se uvedený postup opakuje, až se dosáhne směrného postupu, který umožní uskutečnit operaci vyzužování a zajištění nově vzniklého prostoru. Proces rozpojování je, na dobu vyzužování a zajištění nově vzniklého prostoru, přerušen. Doba nečinnosti stroje se využívá ke kontrole stavu stroje a k výměně opotřebovaných řezných nástrojů.

3.2. FUNKCE ŘEZNÝCH ORGÁNŮ OTÁČEJÍCÍCH SE KOLEM OSY KOLMÉ K OSE VÝLOŽNÍKU

Pro prezentaci druhé skupiny řezných orgánů byl vybrán razicí stroj AM-85 fy Voest-Alpine Bergtechnik (obr. 6). Řezný orgán sestává ze dvou příčně orientovaných, zrcadlově odlišných dílů, přibližně ve tvaru poloviny zploštělého elipsoidu. Oba díly se otáčejí stejnou rychlostí a ve stejném směru. Při rozpojování dobře rozpojitelých hornin se používají neotáčivé radiální řezné nástroje dlátovitého tvaru, které se vyznačují příznivou spotřebou energie, uspokojivým rozpojovacím výkonem, nižší tvorbou prachu, ale také menší odolností proti opotřebení v porovnání s otáčivými řeznými nástroji hrotového typu. Při rozpojování hůř rozpojitelých hornin se v současné době používají převážně otáčivé řezné nástroje hrotového typu, které se vyznačují větší spotřebou energie, vyšší tvorbou prachu, ale jsou odolnější proti opotřebení. Pokud se pootáčí, lze dosáhnout jejich souměrného opotřebení a prodloužení jejich životnosti. Počet řezných nástrojů rozpojovacích orgánů je definován rozpojitelostí hornin. Řezné orgány druhé skupiny mají obvykle při porovnání s řeznými orgány první skupiny více než dvojnásobný počet řezných nástrojů. Řezné nástroje druhé skupiny řezných orgánů mají obvykle vyšší rychlost řezání.

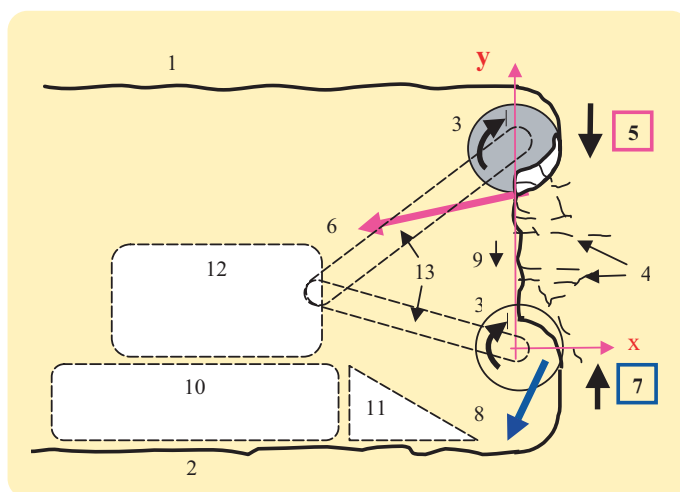
Při zabrzdění se do horniny vnořují současně oba díly řezného orgánu. Následným bočním pohybem ve směru osy z se vytvoří první drážka po celé šířce ražby [6] (obr. 7). Zabrzděním řezného orgánu se rozpojí přibližně 5 % objemu hornin. Při bočním pohybu v jednom směru rozpojují horninu řezné nástroje prvního dílu, řezné nástroje druhého dílu postupují ve volném prostoru. Bočním postupem v opačném směru díly řezného orgánu mají opačnou funkci. Prvním bočním pohybem se rozpojí přibližně 10 % objemu hornin. Třetím postupem, tj. posunem řezného orgánu ve směru nahoru, se uskuteční dovrchní zabrzdění obou dílů řezného orgánu. Dopravním zabrzděním se rozpojí dalších 10 % objemu hornin. Po uvedené sérii řezných postupů se rozpojování bočním pohybem střídá se zabrzděním ve směru nahoru tak dlouho, až se rozpojí zbývající horniny profilu ražby (přibližně 75 %). Z technologického hlediska je

At the moment of “biting”, the boom thrusts the cutterhead into the rock mass in the direction of the x -axis. The sumping depth depends on the breaking characteristic (workability) of the rock. In easily workable rock types ($R \leq 200 \text{ kN.m}^{-1}$) the depth is equal to the entire length of the cutterhead. All cutting tools are engaged in such the case. The sumping depth in worse workable rock is usually smaller as it is limited by the given machine torque. Excavation within the entire face width is reached by lateral movement, in the direction of the z -axis. In the end position of the lateral cut, sumping of the cutterhead is carried out by shifting it up, so that as high disintegration output as possible is achieved during the subsequent lateral movement from one side of the excavated face to the other one, depending on the workability of the given rock and power input of the machine. When the entire profile area is disintegrated, the above-mentioned procedure is repeated until the required length of one step in the direction of excavation (“round length”) is achieved, allowing installation of the support. The rock disintegration process is suspended for a period required for this operation. The machine’s down-time is used for inspection of the machine condition and replacement of worn-out cutting tools.

3.2 FUNCTION OF CUTTERHEADS ROTATING ABOUT AN AXIS PERPENDICULAR TO THE BOOM AXIS

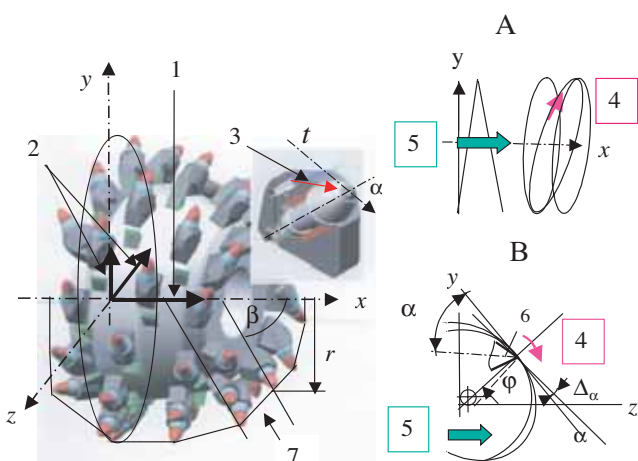
Voest-Alpine Bergtechnik’s cutter boom machine AM-85 (see Fig. 6) was chosen for presentation of the second group of cutting tools. Its cutterhead consists of two transversally oriented, twin parts, approximately of the shape of a planetary ellipsoid. The two parts rotate at the same rate of revolutions, and in the same direction. Non-rotating chisel-shaped cutter tools are used for disintegration of easily workable rocks. They are characterised by favourable power consumption, satisfactory disintegration output, lower intensity of dust formation, but also lower resistance to wear compared to rotating pointed cutting tools. The use of rotating types of pointed cutting tools currently prevails when worse workable rock is excavated. This use is associated with higher power consumption and higher dust formation, but the cutters are more wear resistant. If they rotate, it is possible to achieve a symmetric wearing rate and extension of their life. The number of cutting tools on the cutterheads is determined by workability of the given rock. Compared to the first group, cutterheads of the second group usually carry more than twice as many cutting tools. The cutting tools of the second group of cutterheads usually allow higher cutting rates.

At the moment of sumping, both parts (halves) of the cutterhead cut in the rock simultaneously. The subsequent lateral motion, i.e. in the



Obr. 8 Porovnání posuvu řezného orgánu ve směru zdola nahoru a shora dolů: 1 – strop ražby, 2 – počva ražby, 3 – směr otáčení řezného orgánu, 4 – prvky diskontinuit v horninovém prostředí, 5 – směr pohybu řezného orgánu dolů (-y), 6 – směr výhozu horniny proti razicímu stroji a osádce, 7 – směr pohybu řezného orgánu nahoru (+y), 8 – směr výhozu horniny proti počvě, 9 – hmotnost horniny, 10 – pojezdový mechanismus, 11 – nakládací ústrojí, 12 – těleso stroje, 13 – výložník

Fig. 8 Comparison of bottom-up and top-down movement of the cutterhead: 1 – excavation crown, 2 – excavation bottom, 3 – direction of rotation of the cutterhead, 4 – elements of rock mass discontinuities, 5 – top-down movement of the cutterhead (-y), 6 – direction of rock debris thrown against the tunnelling machine and crew, 7 – bottom-up movement of the cutterhead (+y), 8 – direction of rock debris thrown against the bottom, 9 – rock weight, 10 – travelling mechanism, 11 – loading mechanism, 12 – machine body, 13 – boom



Obr. 9 Postavení a trajektorie řezných nástrojů v procesu rozpojování: *A – trajektorie šroubovicová, B – trajektorie cykloidní, 1 – pohyb řezného orgánu a řezných nástrojů ve směru osy x, 2 – pohyb řezného orgánu a řezných nástrojů ve směrech os y a z, 3 – vysokotlaký vodní paprsek, 4 – směr otáčení řezného orgánu a řezných nástrojů, 5 – směr pohybu řezného orgánu a řezných nástrojů, 6 – řezný nástroj, 7 – obalová kontura řezného orgánu, x, y, z – souřadnicové osy pravoúhlé soustavy, t – tangenta k cykloidě, α – úhel postavení řezného nástroje ve vztahu k tangentě kruhové dráhy, $\Delta\alpha$ – změna úhlu α v závislosti na postavení tangenty cykloidy, β – úhel naklonění řezného nástroje, φ – úhel natočení řezného orgánu a řezného nástroje, r – poloměr hrotu řezného nástroje od osy x, v_p – rychlost pohybu řezného orgánu a řezného nástroje v ose z*

Fig. 9 Position and trajectories of cutting tools in the disintegration process: *A – helical trajectory, B – cycloid trajectory, 1 – movement of the cutterhead and cutting tools in the direction of x-axis, 2 – movement of the cutterhead and cutting tools in the direction of y- and z-axes, 3 – high-pressure water jet, 4 – direction of rotation of the cutterhead and cutting tools, 5 – direction of movement of the cutterhead and cutting tools, 6 – cutting tool, 7 – envelope contour of the cutterhead, x, y, z – co-ordinate axes of a rectangular system, t – cycloid tangent, α – angle of the cutting tool position relative to the circular path tangent, $\Delta\alpha$ – change of angle α in dependence on the position of the cycloid tangent, β – angle of the cutting tool tilt, φ – angle of the cutterhead and cutting tool skew, r – radius of the cutting tool tip from the x-axis, v_p – velocity of movement of the cutterhead and cutting tool along the z-axis*

velmi důležité postupovat při rozpojování v čelbě zdola nahoru (obr. 8), aby se při rozpojování využila hmotnost hornin a existence odlučných ploch. Při rozpojování hornin zdola nahoru a při prezentovaném otáčení (ve směru hodinových ručiček) je rozpojená hornina vrhána odstředivými silami ve směru dolů, k nakládacímu ústrojí. Při opačném postupu, tj. při rozpojování shora dolů, není využito hmotnosti horniny a navíc rozpojená hornina je odstředivými silami vrhána proti stroji. Zvyšuje se tak nebezpečí úrazu vyvrženými horninovými úlomky i tvorba prachu.

3.3. MATEMATICKÁ ANALÝZA PRÁCE ŘEZNÝCH ORGÁNŮ A ŘEZNÝCH NÁSTROJŮ

Studium funkce obou typů řezných orgánů ukázalo, že práci řezných nástrojů lze zařadit do jednoho řezného schématu (obr. 9). Řezné nástroje obou typů řezných orgánů pracují jak po trajektorii šroubovicové, tak i trajektorii cykloidní. Řezné nástroje, otáčející se kolem osy výložníku a posunující se v ose x, se při zabrzdění pohybují po šroubovici, zatímco při bočních pohybech v osách y a z se pohybují po cykloidě. Řezné nástroje otáčející se kolem osy kolmé k ose výložníku a posunující se v ose x se pohybují po šroubovici a při bočních pohybech v osách y a z se pohybují po cykloidě. Řezné nástroje rozpojují větší objem hornin bočními pohyby řezných orgánů. Z uvedeného je zřejmé, že řezné nástroje řezných orgánů pohybujících se kolem osy výložníku pracují převážně po cykloidě a řezné nástroje řezných orgánů pohybujících se po ose kolmé k ose výložníku pracují převážně po šroubovici. Při pohybu řezných nástrojů po cykloidě dochází ke změně úhlu nastavení řezného nástroje α o úhel $\Delta\alpha$ v závislosti na postavení tangenty cykloidy.

Jak již bylo zmíněno, řezné nástroje řezných orgánů otáčejících se kolem osy kolmé k ose výložníku rozpojují přibližně 75 % objemu hornin po šroubovici. Autor, na základě mnohaletého výzkumu, definoval parametry pro popis funkce řezného orgánu razicího stroje (obr. 10) a odvodil vztah pro výpočet skutečného rozpojovacího výkonu N_s (1), vztah pro výpočet směrného postupu ražby p (2) [7] a vztah pro stanovení měrné spotřeby řezných nástrojů S_p (3) [8]:

direction of the z-axis, creates the first slit over the entire excavation width [6] (see Fig. 7). About 5% of the excavated volume is created by the sumping of the cutterhead. When the boom moves in one direction, rock is disintegrated by cutting tools of the first part, while cutting tools of the second part move in a free space. During the movement to the opposite side, the parts of the cutterhead swoop functions. Roughly 10% of the excavated volume is disintegrated by the initial lateral movement. The third movement is the movement of the cutterhead upwards (both parts sump upwards). The upward sumping disintegrates another 10% of the rock volume. The above series of cutting steps is followed by lateral movements alternating with upward sumping, until the remaining rock within the excavated cross-section (about 75%) is disintegrated. From the technological side, it is very important for the disintegration operation to proceed from the bottom of the face upwards (see Fig. 8), so that the dead weight of the rock and existence of planes of weakness is taken advantage of. In the case of the bottom-up excavation sequence, and the presented clockwise direction of rotation, centrifugal forces throw the disintegrated rock debris downwards, towards the loading equipment. In the case of the opposite sequence, i.e. at top-down cutting, the dead weight of rock is not employed; moreover the disintegrated rock is thrown by centrifugal forces towards the machine. Thus accident risk due to shooting rock debris increases, as well as dust formation intensity.

3.3 MATHEMATICAL ANALYSIS OF THE WORK OF CUTTERHEADS AND CUTTING TOOLS

Studies on the two types of cutterheads proved that the work of cutting tools can be placed in a single cutting diagram (see Fig. 9). Cutting tools of both types of cutterheads work both around helical and cycloid trajectories. Cutting tools rotating about the axis of the boom and shifting in the direction of the x-axis move around a helix at the moment of sumping, while at the lateral motions in the direction of y- and z-axes they move along a cycloid. Cutting tools rotating about an axis perpendicular to the boom axis and shifting in the direction of the x-axis move along a helix, and, at the lateral motions in the direction of y- and z-axes they move along a cycloid. It follows from the above description that cutting tools of cutterheads rotating about the axis of the boom work mostly along a cycloid, and cutting tools of cutterheads rotating about an axis perpendicular to the axis of the boom work mostly along a helix. At the movement of cutting tools along a cycloid, the cutting tool setting angle α changes with the changing position of the cycloid tangent by an angle $\Delta\alpha$.

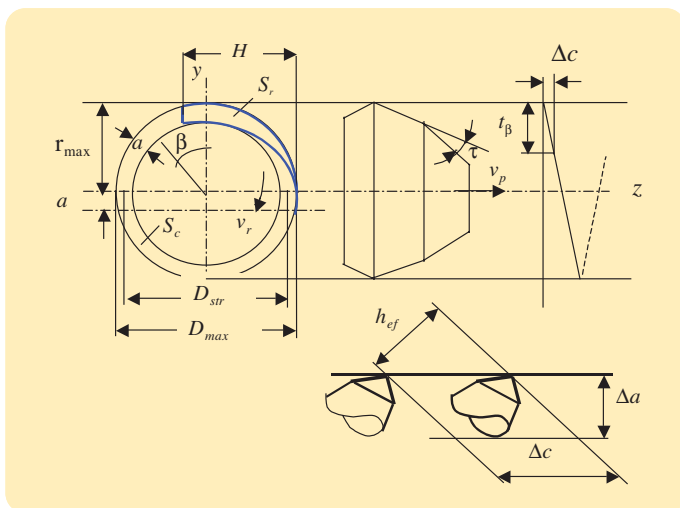
As mentioned above, cutting tools of cutterheads rotating about an axis perpendicular to the boom axis disintegrate approximately 75% of the rock volume moving along a helix. The author defined, on the basis of long-term research, parameters allowing description of the function of a cutterhead of a cutter boom machine (see Fig. 10), and derived a relationship for calculation of actual disintegration rate N_s (1), a relation for calculation of excavation advance rate p (2) [7], and a relationship for determination of specific consumption of cutting tools S_p (3) [8]:

$$N_s = \frac{1}{R_c \cdot SP} \cdot \frac{1,296 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot N \cdot \eta \cdot K_k}{X \cdot \beta \cdot \sin \tau (K_{DN} \cdot K_S \cdot K_{SN} + \mu \cdot K_N)} = \frac{1}{R_c \cdot SP} \cdot K_{N_s} \quad [m^3 \cdot h^{-1}] \quad (1)$$

$$p = \frac{N_s (1440 - t_n)}{60 \cdot F \cdot l + N_s (t_n + t_{st})} \quad [m \cdot 24h^{-1}] \quad (2)$$

$$S_p = \frac{1}{K_1} \ln \left(1,23 - \frac{(R + 200)(F + 2)}{5410} \right) \quad [x \cdot m^{-1}] \quad (3)$$

where F is excavated cross section [m^2], F_v - abrasiveness [$mg \cdot m^{-1}$], K_k - coefficient of cutting tool quality (for cutting tools TN-20 $K_k = 1.0$), K_N - coefficient of influence of cutting tool blunting, K_p - coefficient of engine loading, K_{ro} - coefficient of cutterhead efficiency, K_S - coefficient of mutual interaction (synergy) of cutting tools, K_{SN} - coefficient of influence of state of stress of rock mass, K_{TN} - coefficient of cutting tool geometry, N - power input for disintegration [kW], N_s - actual disintegration rate of the cutterhead [$m^3 \cdot h^{-1}$], R - workability (of a single macro-petrographic rock type) [$kN \cdot m^{-1}$], R_c - general workability of rock within the excavated cross-section [$kN \cdot m^{-1}$], SP - degree of rock fracturing, X - total number of cutting tools employed in the disintegration job, α - sumping height [mm], l - length of one excavation step to be supported [m], p - excavation advance rate [$m \cdot 24h^{-1}$], t_n - down-time per day [min], t_{rs} - actual duration of disintegration [min], t_{st} - duration of support installation [min], β - angle of sequence in configuration of cutting tools [$^\circ$], η - gearing mechanism efficiency, μ - coefficient of friction of the cutting tool against rock, τ - angle of the cutterhead skew [$^\circ$]. It is worth noticing



Obr. 10 Definice geometrie řezného orgánu a parametrů jeho funkce: D_{max} – maximální průměr řezného orgánu [mm], D_{str} – střední průměr zabráždění [mm], S_c – kontaktní plocha řezného orgánu [mm²], S_r – aktivní plocha řezného orgánu [mm²], v_r – řezná rychlost [m.s⁻¹], a – výška zabráždění [mm], h_{ef} – efektivní hloubka zabírky [mm], H – hloubka zabráždění [mm], r_{max} – největší poloměr řezného orgánu [mm], β – úhel sekvence v uspořádání řezných nástrojů [°], Δa – rozteč mezi poloměry řezání [mm], Δc – rozteč mezi drážkami vyřezanými řeznými nástroji pracujícími na stejném poloměru řezání [mm]

Fig. 10 Definition of a cutterhead function and parameters of its function: D_{max} – maximum diameter of cutterhead [mm], D_{str} – mean diameter of sumping [mm], S_c – contact surface of cutterhead [mm²], S_r – active surface of cutterhead [mm²], v_r – cutting rate [m.s⁻¹], a – height of sumping [mm], h_{ef} – efficient depth of sumping [mm], H – depth of sumping [mm], r_{max} – largest diameter of cutterhead [mm], β – angle of sequence in configuration of cutting tools [°], Δa – distance between cutting radii [mm], Δc – distance between grooves cut with cutting tools working on the same cutting diameter [mm]

$$N_s = \frac{1}{R_c \cdot SP} \cdot \frac{1,296 \cdot 10^3 \cdot a \cdot N \cdot \eta \cdot K_p}{X \cdot \beta \cdot \sin \tau (K_{TN} \cdot K_S \cdot K_{SN} + \mu \cdot K_N)} = \frac{1}{R_c \cdot SP} \cdot K_{ro} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (1)$$

$$p = \frac{N_s (1440 - t_n) l}{60 \cdot F \cdot l + N_s (t_n + t_{st})} \quad [\text{m} \cdot 24 \text{h}^{-1}] \quad (2)$$

$$S_p = \frac{1}{K_k} \ln \left(1,23 - \frac{(R + 200)(F_v + 2)}{5410} \right) \quad [\text{ks} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (3)$$

kde F je průřez hrubého výlomu ražby [m²], F_v – abrazivnost [mg.m⁻¹], K_k – součinitel kvality řezného nástroje (pro řezné nástroje TN-20 $K_k = 1,0$), K_N – součinitel vlivu otupení řezného nástroje, K_p – součinitel zatěžování motoru, K_{ro} – součinitel výkonnosti řezného orgánu, K_S – součinitel vlivu součinnosti řezných nástrojů, K_{SN} – součinitel vlivu napjatostí masivu, K_{TN} – součinitel tvaru řezného nástroje, N – příkon pro rozpojování [kW], N_s – skutečný hodinový výkon řezného orgánu [m³.h⁻¹], R – rozpojitelnost (jednoho makro-petrografického typu horniny) [kN.m⁻¹], R_c – celková rozpojitelnost hornin v profilu ražby [kN.m⁻¹], SP – stupeň porušení hornin, X – celkový počet řezných nástrojů účastnících se rozpojování, a – výška zabráždění [mm], l – směrná délka kroku zajišťovaného prostoru [m], p – postup ražby [m], t_n – neproduktivní doba za den [min], t_{st} – skutečná doba rozpojování [min], t_{st} – doba stavění výztuže [min], β – úhel sekvence v uspořádání řezných nástrojů [°], h – účinnost převodového mechanismu, μ – součinitel tření řezného nástroje o horninu, τ – úhel zešíkmení rozpojovacího orgánu [°].

Za povšimnutí stojí, že druhá část vztahu (1) charakterizuje výkonost řezného orgánu. Lze ji využít pro porovnávání výkoností řezných orgánů různých typů.

Uvedené vztahy platí jak pro řezné orgány otáčející se kolem osy výložníku (posun v ose x – zabráždění), tak i pro řezné orgány otáčející se kolem osy kolmé k ose výložníku (posun v osách y a z – boční rozpojování a rozpojování ve směrech nahoru či dolů).

Pro příklad jsou konkretizovány součinitel charakterizující výkonost řezného orgánu razičích stroje AM-100 fy Voest-Alpine a razičích stroje 4PP2 ruské výroby (obr. 11).

Součinitel K_{ro} pro řezný orgán razičích stroje AM-100 ($K_N = 0,6$ $K_p = 1,0$ $K_S = 0,8$ $K_{SN} = 1,1$ $K_{TN} = 2,5$ $N = 105$ kW $X = 42$ $a = 62,5$ mm $\beta = 60$ $\eta = 0,8$ $\mu = 0,3$ $\tau = 15,50^\circ$):

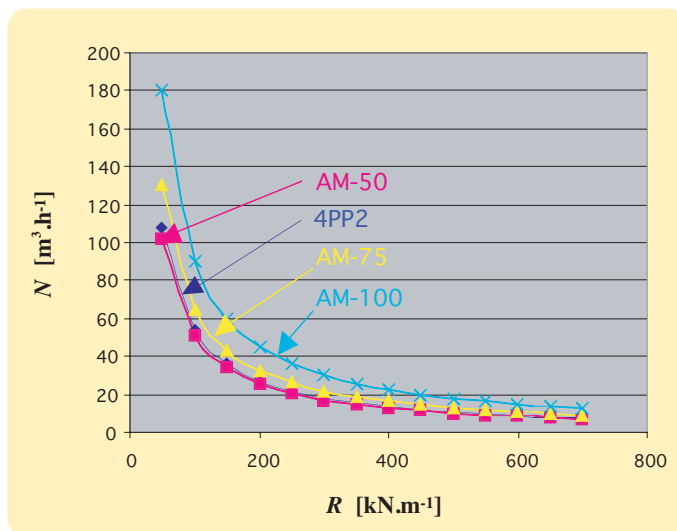
$$K_{roAM-1000} = \frac{1,296 \cdot 10^3 \cdot 62,5 \cdot 225 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{60 \cdot \sin 15,5^\circ \cdot 42 (2,5 \cdot 0,8 \cdot 1,1 + 0,3 \cdot 0,6)} = 10045 \quad (4)$$

Součinitel K_{ro} pro řezný orgán razičích stroje 4PP2 ($K_N = 0,5$ $K_p = 1,0$ $K_S = 0,7$ $K_{SN} = 1,1$ $K_{TN} = 1,8$ $N = 105$ kW $X = 17$ $a = 445$ mm $b = 3600$ $h = 0,8$ $m = 0,3$ $t = 700$):

$$K_{ro4PP2} = \frac{1,296 \cdot 10^3 \cdot 445 \cdot 105 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{360 \cdot \sin 70^\circ \cdot 17 (1,8 \cdot 0,7 \cdot 1,1 + 0,3 \cdot 0,5)} = 5972 \quad (5)$$

Obdobně lze definovat rozpojovací výkonost řezných orgánů i dalších razičích strojů. S růstem součinitele výkonosti řezného orgánu roste i rozpojovací výkon. (dokončení v příštím čísle)

PROF. ING. JAROSLAV VAŠEK, DrSc.



Obr. 11 Rozpojovací výkon řezných orgánů razičích strojů AM-50, 4PP2, AM-75, AM-100, N – řezný výkon, R – rozpojitelnost

Fig. 11 Disintegration rate of cutterheads of tunnelling machines AM-50, 4PP2, AM-75, AM-100, N – cutting rate, R – workability

that the second part of the relationship (1) characterises the cutting tool efficiency. It can be used for comparison of efficiencies of various types of cutterheads.

The above-mentioned relations apply both to cutterheads rotating about the boom axis (movement along x -axis – sumping) and cutterheads rotating about an axis perpendicular to the boom axis (movement along y and z axes – disintegration to sides (laterally) and disintegration upwards or downwards).

For instance, coefficients characterising efficiency of a cutterhead of a cutter boom machine AM-100 manufactured by Voest Alpine, and a Russian machine 4PP2 (see Fig. 11).

Coefficient K_{ro} for the cutterhead of the machine AM-100 ($K_N = 0,6$ $K_p = 1,0$ $K_S = 0,8$ $K_{SN} = 1,1$ $K_{TN} = 2,5$ $N = 105$ kW $X = 42$ $a = 62,5$ mm $\beta = 60$ $\eta = 0,8$ $\mu = 0,3$ $\tau = 15,50^\circ$):

$$K_{roAM-1000} = \frac{1,296 \cdot 10^3 \cdot 62,5 \cdot 225 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{60 \cdot \sin 15,5^\circ \cdot 42 (2,5 \cdot 0,8 \cdot 1,1 + 0,3 \cdot 0,6)} = 10045 \quad (4)$$

Coefficient K_{ro} for the cutterhead of the cutter boom machine 4PP2 ($K_N = 0,5$ $K_p = 1,0$ $K_S = 0,7$ $K_{SN} = 1,1$ $K_{TN} = 1,8$ $N = 105$ kW $X = 17$ $a = 445$ mm $b = 3600$ $h = 0,8$ $m = 0,3$ $t = 700$):

$$K_{ro4PP2} = \frac{1,296 \cdot 10^3 \cdot 445 \cdot 105 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{360 \cdot \sin 70^\circ \cdot 17 (1,8 \cdot 0,7 \cdot 1,1 + 0,3 \cdot 0,5)} = 5972 \quad (5)$$

Efficiency of cutterheads of other cutter boom machines can also be defined, in a similar manner. The disintegration output rises with growing coefficient of the cutterhead efficiency. (to be continued in next issue)

PROF. ING. JAROSLAV VAŠEK, DrSc.

NOVÝ SYSTÉM PROTIPOŽÁRNÍ OCHRANY TUNELU POD LABEM V HAMBURKU

A NEW FIRE PROTECTION SYSTEM FOR THE ELBE TUNNEL IN HAMBURG

MICHAEL VOLLMER

SHRNUTÍ

V rámci renovace byl ve třech stávajících tubusech tunelu pod Labem instalován deskový protipožární obkladový systém. Desky jsou schopny odolávat extrémně vysokým teplotám, vysoká tepelná jímavost a nízký odvod tepla zajišťují v případě požáru dlouhodobou ochranu povrchu betonu.

ÚVOD

Od katastrofálních požárů v tunelu pod Mont Blancem, v tunelu Tauern a v Eurotunelu se na veřejnosti více než dříve diskutuje o bezpečnosti evropských tunelových staveb. Nezávisle na této debatě rozhodly kompetentní úřady města Hamburk již před mnoha lety v souvislosti s výstavbou nového čtvrtého tubusu o rozsáhlé bezpečnostně-technické renovaci tří současných tubusů pod Labem. Na obnovu zastaralé protipožární ochrany a osvětlení byl schválen rozpočet ve výši více než 50 mil. DM.

V lednu 1975 byly pro dopravu otevřeny tři tubusy „nového tunelu pod Labem“. Ve své době představoval s délkou 3300 m nejdelší podvodní tunel v Evropě a do dnešní doby byl překonán pouze „Eurotunelem“ spojujícím Francii a Velkou Británii. Již tehdy byl při projektování a realizaci brán ohled na protipožární ochranu jako ochranu objektu. Následující text pojednává pouze o tomto aspektu bezpečnostní techniky.

Při stavbě tunelu byly svého času uplatněny převážně dvě metody: metoda ukládání hotových dílců pomocí kesonování a ražení štítem. V obou případech byly vnitřní stropní a stěnové konstrukce z betonu. Ačkoli základní konstrukce ve štítem raženém úseku byla ze speciální lité oceli, také zde byly stěny následně obloženy prefabrikovanými betonovými deskami – a jako spodní uzávěr kanálu pro odvod kouře byl proveden strop z předpjatého betonu. Beton je sice nehořlavý, při vysokých teplotách se však chová mimořádně problematičtě. Již při 200 °C začíná beton ztrácet svou pevnost. Například při 500 °C jeho pevnost v tahu a v tlaku klesá o celou polovinu. Při zahřívání vody obsažené v pórech navíc vzniká tlak páry, který vede k tomu, že betonové vrstvy se explozivně odlupují. To zase může vést k obnažení ocelové výztuže. Hrozí zhroucení stavby. Z tohoto důvodu byla v tunelu pod Labem v oblasti stropu po celé délce nanášena stříkaná minerální omítka.

Po 25 letech byla tato omítka zčásti silně narušená, hrozila ztráta její přilnavosti k podkladu a navíc byla kontaminována škodlivinami všeho druhu.

Investor své pozdější rozhodnutí o vhodném systému protipožární ochrany jako náhradě stříkané omítky velice pečlivě připravoval. V rámci dlouhodobých zkoušek byly ve východní troubě testovány různé protipožární materiály a byla posuzována jejich vhodnost s ohledem na nejrůznější požadavky i nad rámec protipožární ochrany. Mimořádnou úlohu přitom mj. hrálo opotřebením v důsledku otěru, absorpce vlhkosti a škodlivin – ale též stabilita a hospodárnost pozdějších rekonstrukčních prací.

Všechny tyto parametry se v roce 1999 vedle zásadních požadavků na protipožární ochranu promítly v prvním výběrovém řízení.

PROTIPOŽÁRNÍ POŽADAVKY

Předpokládané tepelné zatížení tunelových staveb v případě havárie principiálně upravují tzv. „Dodatečné technické smluvní podmínky pro stavbu silničních tunelů“ (ZTV-Tunnel), část 2, formou křivky teploty v čase. Podle zde stanovené křivky (obr. 2) se vychází z toho, že již během 6 minut po vypuknutí požáru dosahuje teplota výše 1200 °C. Tato teplota se udržuje v konstantní výši po dobu 30 minut, dokud nezačne fáze poklesu v délce dalších 110 minut.

V případě tunelu pod Labem byl tento minimální požadavek rozšířen do té míry, že nabízený systém protipožární ochrany musí při 1200 °C odolávat nikoli pouze 30 minut, nýbrž 90 minut – plus fáze

SUMMARY

A fire protection panel-cladding-based system was utilised in the framework of renovation of 3 existing tubes of the Elbe tunnel. The panels are capable of resisting extremely high temperatures; high heat-storage capacity and low heat conductivity ensure long-lasting protection of the concrete surface in case of a fire.

INTRODUCTION

Safety in European tunnels has been discussed in the public since the recent catastrophic conflagrations in the tunnel under Mont Blank, the Tauern tunnel and the Eurotunnel. Many years ago, independently of this discussion, relevant authorities of the City of Hamburg decided, in connection with the construction of a fourth tube, on a large-scale safety and technical renovation of the existing 3 tubes under the Elbe. A budget amounting to over DM 50 million was approved for renovation of the outdated fire protection and illumination system.

The 3 tunnel tubes of the “new tunnel under the Elbe” were opened to traffic in January 1975. The tunnel, with its length of 3,300 m, represented the longest European immersed tunnel of its time. Till now, it has been surpassed only by the “Eurotunnel”, connecting France with Great Britain. Fire protection was also taken into consideration at that time in the designing and construction process, as one of the structure protection aspects. The following text deals with this safety equipment aspect only.

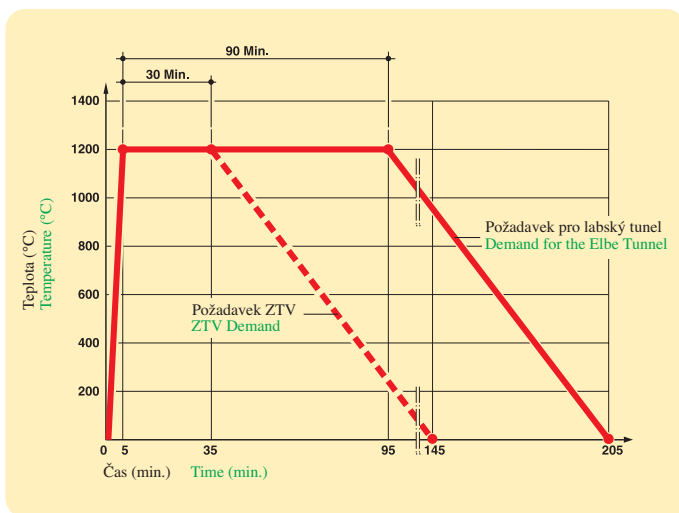
In the past, two methods prevailed in tunnel construction, i.e. the method of immersing prefabricated tunnel elements, and the shield tunnelling method. In both instances concrete was used for the internal roof and wall structures. Despite the fact that the lining of the driven tunnels was made from special cast steel, the walls were subsequently clad with precast concrete panels, and a pre-stressed concrete suspended slab installed to close the bottom of the smoke removal duct.

Although concrete is incombustible, its behaviour is extremely problematical under high temperatures. It starts losing its strength as early as at 200 °C. At 500 °C, for instance, both its tensile and compressive strength drop by a complete half. In addition, vapour pressure develops when water contained in pores is being heated, causing bursting of the concrete surface. This may result in exposure of reinforcement bars. The structure's collapse is a threat. For the above reason, mineral plaster was sprayed within the ceiling area along the whole length of the tunnel under the Elbe.

After 25 years, this mortar weathered heavily in some parts, threatening a loss of its bond to the substrate. In addition, it was contaminated by all kinds of pollutants.



Obr. 1 Tunel pod Labem v Hamburku – obložení stropu a kabelový kanál s protipožárními deskami
Fig. 1 Elbe Tunnel, Hamburg – Ceiling lining and cable ducts with fire protection plates



Obr. 2 Křivka teploty v čase podle směrnice ZTV-Tunnel a zpřísněný požadavek pro tunel pod Labem

Fig. 2 Temperature-time curve according to ZTV-Tunnel and increased demands for the Elbe Tunnel

poklesu v délce 110 minut. U mnoha stavebních materiálů zde již dochází k překročení bodu slinutí. Systém protipožární ochrany musí zaručovat, že po celou dobu 200 minut není výztuž ovlivněna zvýšením teploty, přesahujícím hodnotu 300 °C, že bude zabráněno odlupování betonu a že nespadne samotný obklad.

Pro tento stavební záměr byly dále vypracovány požadavky na ochranu napájecích kabelů. Muselo být zaručeno, že funkce kabelů zůstane rovněž zachována po dobu 90 minut. Neobvyklý požadavek – do té doby neověřený u žádného systému – byl, že musí být také zde dodržen průběh teploty v čase podle ZTV-Tunnel, část 2, tedy po 90 min. 1200 °C a 110 min. ochlazování. Od nabídek do výběrového řízení byly požadovány úřední doklady o splnění obou požadavků.

VÝBĚROVÉ ŘÍZENÍ A REALIZACE

Kromě samostatného zadání elektrotechnických prací byla renovace protipožární ochrany rozdělena do tří částí. Na každou tunelovou troubu bylo vypsané zvláštní výběrové řízení. První část – východní tunel – byla dokončena již v 1. čtvrtletí roku 2000. Práce provedla ve stanoveném termínu v nejkratší možné době tři měsíců firma Beton-und Technik Bregenhorn. Realizaci druhé části – středního tunelu – bylo pověřeno konsorcium G + H a Felix Schuh & Co. Také zde je zadána maximální doba výstavby v délce tří měsíců. Třetí část – západní tunel – byla dokončena v první polovině roku 2001.

V případě prací na protipožární ochraně, které byly předmětem vypsaných výběrových řízení, byl objem prací na jeden tunel převážně následující:

- cca 25 000 m² odstranění staré omítky, očištění a příp. sanace betonu,
- cca 25 000 m² stropních obkladů,
- cca 5 300 bm obkladů stěn a
- cca 7 000 bm kabelových kanálů.

POPIS SYSTÉMU

Po pečlivém předběžném prověření díky spolupráci s expertem a po vyhodnocení nabídek se investor rozhodl pro deskový protipožární systém společnosti Promat GmbH. Díky speciálním deskám pro stavbu tunelů bylo zaručeno, že budou splněny všechny požadavky protipožární ochrany i z hlediska mimořádných vlivů prostředí v tunelu. Firma Promat již předem – vedle rozsáhlých předložených úředních osvědčení – provedla a úspěšně dokončila řadu individuálních zkoušek s ohledem na tento stavební záměr. V případě stropních obkladů byly požadavky splněny použitím tunelových desek PROMATECT®-H, popř. PROMATECT®-T o tloušťce 25 mm.

Díky materiálovému složení a speciální metodě výroby – technologie na bázi cementu ve spojení s autoklávovanými silikáty – odolávají tunelové desky PROMATECT®-H extrémně vysokým teplotám. Desky vydrží extrémně rychlý, šokový nárůst teploty (viz ZTV) a struktura materiálu se nedestruuje ani při delším zatížení až do 1350 °C. Vysoká tepelná jímavost a nízký odvod tepla zaručují dlouhodobou ochranu betonového povrchu. Kromě splnění požadavků na protipožární ochranu jsou tunelové desky PROMATECT®-H odolné

The owner prepared his decision on the proper fire protection system to replace the sprayed plaster very carefully. Various fireproofing materials were tested in the framework of long-term testing in the eastern tube, and the suitability of the materials was assessed considering widely assorted requirements, even those exceeding the framework of fire protection. Extraordinary significance was attributed among other considerations to the wear due to abrasion, absorption of moisture and pollutants, but also the stability and economy of the reconstruction operations to follow.

All the above parameters were reflected in the initial tender in addition to the fundamental fire protection requirements.

FIRE PROTECTION REQUIREMENTS

The thermal loading anticipated for tunnel structures in case of an accident is solved in principle by “Additional Contract Specifications for Road Tunnel Construction” (ZTV-Tunnel), Part 2, in a form of a time-temperature curve. According to the curve below (see Fig. 2), the temperature reaches 1 200 °C as early as 6 minutes after the fire has broken out. This temperature remains constant for about 30 minutes, until the decreasing phase, lasting a further 110 minutes, begins.

Regarding the tunnel under the Elbe, this minimal requirement was extended. The fire protection system to be offered must provide resistance, at a temperature of 1 200 °C, not only for the 30 minutes, but for 90 minutes plus 110 minutes (the decreasing phase). This means exceeding the sintering point for many building materials. The fire protection system must guarantee that, for the entire 200-minute period, the reinforcing steel is not affected by an increase in temperature in excess of 300 °C, concrete surface flaking is prevented, and the cladding itself does not fall down.

Further specifications developed for this construction program dealt with the protection of power supply cables. The system had to guarantee that the cables remain operational for 90 minutes. An unusual requirement is that the time-temperature curve determined by the “ZTV-Tunnel, Part 2”, i.e. 1 200 °C for 90 minutes, and 110 minutes for cooling, must be adhered to. The owner required that the tenders contained official documents confirming that both requirements were met. So far, this property has not been verified in other projects.

THE TENDERING AND CONSTRUCTION PHASES

In addition to the separated tender for electrical installations, the renovation of the fire protection system was divided into three parts. Individual tenders (with individual sets of tender conditions) were called for each tunnel tube. The first section, i.e. the eastern tube, was completed as early as the 1st quarter of 2000. The work was carried out by Beton-und-Technik Bregenhorn on schedule, within three months, the shortest possible time. The contract for the other section, i.e. the central tunnel tube, was awarded to a consortium consisting of G + H and Felix Schuh & Co. The requirement for the maximum three-month construction period



Obr. 3 Napojení kabelového kanálu na stěnu a strop v odkrytém stavu
Fig. 3 Connecting of the cable duct to the wall and ceiling in an open state



Obr. 4 Kabelový kanál, stropní obklad a zakrytí dilatačních spár
Fig. 4 Cable duct, ceiling lining and expansion joint covering

proti vlhkosti, mrazu, posypové soli a škodlivinám, které jsou v silničních tunelech obvyklé.

Desky byly montovány pomocí speciálních hmoždinek (výrobce Kunkel) podle stanoveného schématu rozložení hmoždinek. Celý systém disponuje nejen potřebnými certifikáty protipožární ochrany, nýbrž splňuje také statické požadavky. V tomto případě se vzhledem k vysoké frekvenci průjezdu nákladních vozidel tunelem vycházelo z trvalého střídavého namáhání atmosférickým tlakem ve výši 0,8 kN/m², návrh počítá s trojnásobnou bezpečností. Z důvodu protikorozní ochrany jsou upevňovací prostředky vyrobeny z vysokojakostní oceli 1.4529 (V6A). Jako distanční vložka k betonovému stropu se používají deskové pásy z minerální plsti o tloušťce 50 mm o objemové hmotnosti 190 kg/m³. Toto opatření bylo požadováno, aby bylo možné využít dutý prostor pro vedení nejrůznějších napájecích vedení a k vyrovnání menších nerovností. Struktura konstrukce byla vyzkoušena z hlediska technické požární odolnosti a splňuje všechny požadavky.

Kabelové kanály měly zachovat svou funkčnost v délce 90 min podle ZTV, část 2. Dosud neexistoval žádný výrobce, který by splnění takových požadavků doložil. Proto bylo ve zkušebně IBMB Technické univerzity v Braunschweigu testováno originální uspořádání kabelů obložené tunelovými deskami PROMATECT®-H. Při tloušťce 2 x 25 mm zůstala funkce kabelů zachována déle než 90 minut. Tento systém je nyní v nejrůznější podobě instalován – jako dvoj- a třístranný kanál. Pro revizní účely jsou ve spodních krajních rozích kanálů zapuštěny úhelníky z nerez oceli, které usnadňují demontáž a opětovnou montáž spodních krytů.

Kromě obou výše popsaných základních konstrukcí bylo nutné zohlednit množství dalších detailů. Jednalo se přitom především o:

- způsob napojení na nejrůznější prvky stavby,
- obložení stěn tunelu do výšky 400 mm,
- napojení na větrací klapky a ventilační otvory tunelu,
- promítnutí dilatačních spár stavby do obložení.

Všechny tyto zvláštní konstrukce byly vyvinuty investorem a jím najatým expertem ve spolupráci s firmou Promat a schváleny zkušebnou stavebního úřadu Hamburk.

ZÁVĚR

Protipožární ochrana jako ochrana objektu – jak je popsána v tomto příspěvku – hraje důležitou roli pro zabránění vzniku škod na konstrukcích stavby a pro minimalizaci nákladů na renovaci v případě havárie. Musí být splněny požadavky RABT/ZTV-Tunnel, část 2. V případě zde popsaného projektu je požadována ochrana při teplotě 1200 °C po dobu 90 minut s následnou fází ochlazování v délce 110 minut. Během této doby namáhání nesmí odpadnout žádné části protipožárního obložení a nesmí dojít k žádnému odloupení na betonových částech. Díky tomu odpadá po případné havárii nutnost velice nákladných opatření na sanaci betonu.

MICHAEL VOLLMER, Promat GmbH

applied to this tender too. The third section, i.e. the western tunnel tube, was completed in the first half of 2001.

The amount of the work on the fire protection system in one tunnel tube, covered by the tenders, was mostly as follows:

– removal of old plastering, cleaning and restoration of concrete surface	cca 25 000 m ²
– ceiling cladding	cca 25 000 m ²
– wall cladding	cca 5 300 m ²
– cable ducts	cca 7 000 lm

DESCRIPTION OF THE SYSTEM

After careful preliminary verification carried out in collaboration with a specialist planner, and after assessment of the tenders, the owner decided to use a panel-based fire protection system supplied by Promat GmbH. The application of special concrete panels designed for tunnel construction purposes guaranteed that all fire protection requirements as well as requirements associated with extraordinary conditions of the tunnel environment would be met. In addition to submitting a wide range of official certificates, Promat GmbH undertook and completed successfully a series of individual tests on the above construction program. Regarding the ceiling cladding, the requirements were met by the application of 25 mm thick tunnel panels PROMATECT®-H or PROMATECT®-T.

Owing to the material composition and the special production method (a cement technology connected with steam-pressure cured silicates), the PROMATECT®-H tunnel panels can resist extremely high temperatures. An extremely rapid, shock increase of temperature (see the ZTV) is thus compensated for, and the material structure is not destroyed even under longer lasting stress (up to 1 350 °C). The high heat-storage capacity and low heat conductivity ensure long-lasting protection of the concrete surface. In addition to meeting the requirements for fire protection, the PROMATECT®-H concrete panels are resistant to moisture, frost, thawing salt and pollutants usually found in road tunnels.

The panels were fixed using special dowels (produced by Kunkel), following a specified dowel distribution pattern. Not only is the entire system certified in terms of fire protection, it also meets requirements of the structural analysis. In this instance, the structural analysis was based on an assumption of alternating loading imposed by an atmospheric pressure of 0.8 kN/m², with a three-fold degree of safety. To provide corrosion protection, fastening members are made of super-grade steel 1.4529 (V6A). Mineral felt mats 50 mm thick (volume weight of 190 kg/m³) are used as spacers separating the cladding from the concrete surface. The above measure was required so that the hollow space can be utilised for the installation of various supply lines, and minor undulations of the surface can be rectified. The structure was tested in terms of the fire protection technical requirements, which it met.

The cable ducts were to meet the requirement for maintaining their operability for 90 minutes (according to the ZTV, Part 2). No manufacturer of that time could prove conformance to such requirements. It was also for this reason that an original configuration of cables was installed and clad with the PROMATECT®-H panels in the IBM Technical University in Braunschweig. At a thickness 2x25 mm, the cables remained operable for over 90 minutes. This system is currently installed in various forms, as a two and three-sided duct. For inspection purposes, stainless steel angles are embedded in the lower corners of the ducts. The angles improve ease of disassembly and re-assembly of the lower covers.

In addition to the two above-mentioned basic structures, it was necessary to consider the amount of additional details, above all the following ones:

- operations for fixation to various elements of the tunnel structure,
- wall cladding up to a height of 400 mm,
- connection to relief flaps and ventilation ports in the tunnel,
- projection of expansion joints of the tunnel structure into the cladding

All of the above-mentioned special structures were developed by the owner and the specialist planner, in co-operation with Promat GmbH, and approved by a testing laboratory of the Building Authority in Hamburg.

CONCLUSION

The above-mentioned fire protection system, as a system protecting the structure, plays a significant role in terms of preventing deterioration of the structure and minimising the costs incurred due to renovation in case of an accident. It is necessary to meet the requirements of "RABT/ZTV-Tunnel, Part 2". Regarding the project described in this article, a temperature of 1200 °C for a period of 90 minutes, and a subsequent 110-minute cooling down phase is called for. During this period of stress development no part of the fire protection cladding may fall down, nor may any flaking of the concrete surface occur. Successful meeting of this requirement means there is no need for extremely cost intensive measures for the refurbishment of concrete surfaces in the case of an accident.

MICHAEL VOLLMER, Promat GmbH

Zprávy z tunelářských konferencí / News from tunnelling conferences

Rakouský tunelářský den, regionální sympozium Eurock 2004 a 53. Geomechanické kolokvium – Salzburg (říjen 2004)

V rakouském Salzburgu se od 6. do 8. října 2004 konala konference, která zastřešovala tři velmi hodnotné tunelářské akce. Nejprve proběhl ve středu 6. října Österreichischer Tunneltag 2004 (Austrian Tunnel Day 2004), jehož mottom bylo: „Nová řešení při provádění tunelářských prací doma i ve světě“. Pořadatelem byla Rakouská tunelářská asociace ITA/AITES (ATA).

Následující dva dny se společně konaly další dvě akce: regionální sympozium EUROCK 2004 pod záštitou ISRM a 53. Geomechanické kolokvium. Jejich hlavním organizátorem byla Rakouská geomechanická společnost a předsedou přípravného výboru byl prof. Wulf Schubert z technické univerzity ve Štýrském Hradci (Graz).

Jednání probíhala v novém kongresovém centru za účasti asi 900 účastníků z mnoha zemí světa, pouze 8 z České republiky. Vlastní konferenci doprovázela zajímavá výstava předních firem vystavujících produkty související s geotechnickou tematikou a postery z mnoha projektů. Nabídka zahrnovala celou škálu výrobků a programového vybavení od provádění a vyhodnocování geotechnického průzkumu přes počítačové programy využívané ve fázi projektování až po výrobky používané při realizaci podzemních staveb a při provádění geomonitoringu.

V úvodu třídního maratonu přednášek vystoupil ve středu ráno nejprve výkonný prezident ATA pan Peter Göbl, po něm následoval generální sekretář ITA/AITES pan Claude Berenguier.

Dopolední blok přednášek **Rakouského tunelářského dne** byl věnován **konvenčnímu tunelování**. V příspěvcích byly postupně prezentovány:

Výstavba automobilového tunelu Semmering délky 3,5 km realizovaná ve složitých geotechnických podmínkách. Jednou ze zvláštností této stavby byla přeprava bedničního vozu definitivního ostění ve smontovaném stavu ze stavby tunelu Spital k portálu tunelu Semmering. Mimořádný náklad musel ujet asi 8 km a protáhnout se v zástavbě i místy, kde o projekt rozhodovaly centimetry. Doba transportu nepřesáhla 5 hodin. Mezi posledním nasazením bedničního vozu na tunelu Spital a vybetonováním prvního bloku definitivního ostění na tunelu Semmering uběhlo pouze 5 dní. Při ražbě tunelu bylo dosaženo maximálního denního postupu v kalotě 24 m.

Rozšíření podzemní dráhy v Mnichově za použití ražby tunelů s přetlakem vzduchu. Místní podmínky neumožňují snížení hladiny podzemní vody a ražba v přetlaku vzduchu zajišťuje dočasnou stabilitu díla před vyztužením líce výrubu primárním ostěním. Zeminy kvartérního pokryvu v nadloží tunelu musely být vzhledem k vysoké propustnosti vzduchu v předstihu utěsněny pomocí injektážních deštníků. Injektážní práce probíhaly z podzemí i z povrchu. Zajištění požadované těsnosti prostředí hraje při této metodě zásadní roli jak z hlediska stability výrubu, tak z hlediska bezpečnosti práce ve stlačeném vzduchu. Ražba proto probíhala pod dohledem zkušeného lékaře a za přísných bezpečnostních opatření. Pro vyhodnocení účinnosti injektážních prací byl realizačními firmami vyvinut speciální program SOFIA.

Rozšíření podzemní dráhy ve Vídni, kde byla na úseku U1/3 použita ve stavební jámě pažená ocelovými štetovnicemi betonáž základové desky pod vodní hladinou. Deska o minimální tloušťce 1100 mm byla provedena z prostého betonu C16/20 a zakotvena v rastru 3 až 5,5 m. Při dimenzování nevyztužené desky byl zohledněn klenbový efekt mezi podporami tvořenými kotevním systémem. Výstavba probíhala po etapách tak, aby nedošlo k úplnému přerušování provozu na komunikaci ve stopě podzemní dráhy.

Použití „Laser Shell“ metody jako inovace při ražbě se zajištěním ze střihaného betonu při tunelování na stavbě nového terminálu T5 letiště Heathrow v Londýně. Ražba probíhá plným profilem se sítkou čelbou. Pro vyztužení střihaného betonu nejsou použity rámy a sítě, ale pro nástřik ostění je používán vláknobeton za použití ocelových vysokopevnostních drátků a polypropylenových vláken. V ostění nevznikají „stíny“ a odpadá riziko nedodržení nutného krytí výztuže. Jednovrstvé ostění je uzavíráno co nejdříve za provedením výrubu a slouží jako trvalé ostění tunelu. Díky nástřiku celého prstence naráz nedochází k rozvrstvení betonu a nakloněným čelby nevznikají průběžné vertikální spáry.

The Austrian Tunnel Day, the Regional Symposium Eurock 2004, and the 53rd Geomechanical Colloquium – Salzburg (October 2004)

The conference covering three highly valuable tunnelling events took place in Austrian Salzburg from 6 to 8 October 2004. First, the Österreichischer Tunneltag 2004 (Austrian Tunnel Day 2004) took place on Wednesday the 6th October, under a motto of “New solutions in the tunnel excavation profession home and in the world”. The conference host was the Austrian Tunnelling Association ITA/AITES (the ATA).

Another two events took place on the following two days, i.e. the Regional Symposium EUROCK 2004 under the auspices of the ISRM, and the 53rd Geomechanical Colloquium. The main organiser was the Austrian Geomechanical Association, with Prof. Wulf Schubert from the Technical University of Graz chairing the preparation committee.

The negotiations were held in the new congress centre, at the presence of about 900 participants from many countries of the world, including only 8 persons from the Czech Republic. The conference proper was accompanied by an interesting exposition of the market-leading companies, presenting products associated with the geotechnical issues, and posters from many projects. The offer comprised a wide range of products and software, starting from execution and assessment of geotechnical investigation, through the software utilised in the design phase, to products used in realisation of underground structures and execution of geomonitoring.

At the beginning of the three-day marathon of lectures, on Wednesday morning, Mr. Peter Göbl, the ATA executive president, presented his opening speech, followed by Mr. Claude Berenguier, the ITA/AITES general secretary.

The morning block of lectures of the **Austrian Tunnel Day** was dedicated to **conventional tunnelling**. The following topics were presented:

Construction of the Semmering Road Tunnel, 3.5 km long, realised in difficult geotechnical conditions. One of specific features of this construction was the transportation of the travelling formwork for the final lining, moved without dismantling from the Spital tunnel construction site to the Semmering tunnel portal. This exceptional load had to travel for about 8 km, and to weave through the built-up area and spots where passing by was a matter of centimetres. The transport time did not exceed 5 hours. Only 5 days passed since the last deployment of the shutter on the Spital tunnel to the casting of the first section of the final lining of the Semmering tunnel. A maximum daily advance of 24 m was achieved in the top heading excavation.

The Munich Subway Extension using air overpressure for the excavation. Local conditions do not allow lowering of the water table, and the excavation under an overpressure provides temporary stability of the excavated opening before the application of the sprayed concrete primary support. The soils forming the Quaternary cover above the tunnel had to be, because of high air permeability, sealed in advance by means of grouting umbrellas. The grouting was carried out both from the tunnel interior and from the ground surface. Achieving the required tightness of the ground environment is vital for this method, both in terms of the excavation's stability and in terms of safety of work in compressed air. For that reason, the excavation was supervised by an experienced doctor, with stringent safety measures applied. The contractors developed a specialised program SOFIA for the assessment of the efficiency of the grouting work.

The Vienna Subway Extension, where, in the U1/3 section, a tremie concrete foundation slab was constructed in a box excavation supported by steel sheet piles. The slab with a minimum thickness of 1100 mm was poured using C16/20 unreinforced concrete. It was secured with anchors installed at 3 to 5.5 m spacing. The arch effect between supports formed by the anchoring system was taken into consideration in the structural analysis of the unreinforced slab. The construction was divided into phases preventing total interruption of traffic along the subway route.

Application of the “Laser Shell” method as an innovation in the course of the shotcrete-supported excavation at the construction of the London Heathrow's new Terminal T5. The full-face excavation is carried out with the face inclined. Shotcrete is not reinforced with frames and welded mesh, although the shotcrete is reinforced with high-strength steel fibres and polypropylene fibres. No shadow areas originate in the lining, and the risk of failing to meet the cover requirements is eliminated. The single-pass lining, serving as the permanent tunnel lining, is closed as early as possible after completion of the excavation. Owing to the fact that concrete is sprayed along the entire ring in a single operation, concrete stratification does not occur; no continuous joints originate thanks to the inclined face being maintained.

Výstavba podpovrchové tramvaje v Linci s podchodem tunelů pod hlavním nádražím. Ražba probíhala ve šterkopiském pomoci NRTM při minimálním nadloží 1,5 až max. 5,5 m. Na raženém úseku délky 1,25 km se třemi podzemními stanicemi vyžadovalo dopravní řešení použití celé škály typů tunelových profilů od jednokolejných tunelů až po ražbu dvou a trojkolejných tunelů. Protože v případě trojkolejného tunelu dosahovalo nadloží mocnosti pouze 5 m, probíhala ražba tunelu o celkové šířce 17 m jako ražba dvou- a jednokolejného tunelu se středním pilířem. V nadloží se nacházely staré budovy citlivé na poklesy, kolejiště se 16 kolejemi a 5 ostrovními nástupišti, tramvajovými trasami apod. Tloušťka primárního ostění se pohybovala do 300 mm a maximální přípustná deformace výrubu 20 mm nebyla během ražby v žádném z úseků překročena. Vodonepropustnost tunelů ležících pod úrovní hladiny spodní vody zajišťuje ostění z betonu odolného proti průsakům. Při absenci pláštové izolace odděluje primární a sekundární ostění separační fólie tloušťky 0,2 mm. Úspěšně dokončená stavba umožní přímý přestup cestujících z železnice na městskou tramvaj. O stavbě informoval časopis Tunnel v čísle 2/04.

Rozšíření vídeňské podzemní dráhy v úseku U2/2 délky 1,4 km představuje ražbu tunelů v městské zástavbě s řadou technologických inovací a s využitím masivního snižování hladiny podzemní vody k zajištění bezpečnosti výstavby a stability výrubu. Na bezchybné funkci systému snižování podzemní vody a kontrolních monitorovacích systémů závisí bezpečnost realizace i stabilita objektů v nadloží. Celý úsek je rozdělen do 9 čerpacích polí o cca 30 čerpadlech umístěných ve vrtaných studních. Sledování funkce čerpadel a úrovně podzemní vody je napojeno na řídicí systém s možností vizualizace dat v mnoha režimech. Výsledky jsou zobrazovány v úrovni od celkového přehledu funkce celého pole studní až po detailní sledování funkce konkrétního čerpadla. Při ražbě ve stísněných podmínkách jednokolejných tunelů metra byl poprvé nasazen „tunelový razicí portál“, který umožňuje díky osazení vrtacích lafet na rámovou průjezdnou konstrukci minimální časové prodlevy mezi vrtáním kotev nebo zaháněním jehel a odtěžováním rubaniny. Odpadá tak velmi obtížné a časově náročné manévrování jednotlivých mechanismů v podzemí.

Na odpoledním jednání věnovaném **mechanizovanému tunelování pomocí štítů** zazněly následující příspěvky:

Klimatické podmínky při ražbě tunelů s vysokým nadložím. Příspěvek se zabýval problematikou snižování teploty při výstavbě tunelu Lötschberg na úseku Mitholz. Při výšce nadloží až 2000 m dosahuje teplota horninového masivu 40 °C. K dalšímu zvýšení teploty dochází při použití strojů a hydratací stříkaného betonu primárního ostění. Autoři porovnávají prognózovanou a skutečně naměřenou teplotu v tunelu, popisují použitý způsob chlazení při větrání a v souvislosti s požadavkem na dodržení maximální teploty na pracovišti 28 °C upozorňují na problematiku zadání stavby.

Další kritéria hodnocení alternativních nabídek na příkladu tunelu Wienerwald. Z hlediska konstrukčního řešení je tunel rozdělen na 1,8 km dlouhý úsek dvoukolejného železničního tunelu, přechodový úsek délky 400 m z dvoukolejného tunelu na 2 jednokolejné tunely a cca 11 km dlouhý úsek dvou jednokolejných tunelů. Příspěvek upozorňuje kromě kritéria nejnižší nabídkové ceny na další nutná kritéria hodnocení pro výběr nejlepší nabídky. Zadání připouští podání nabídek jak na ražbu pouze konvenčními metodami, tak kombinovanou ražbu s použitím TBM.

V následujícím příspěvku upozornil autor na **množství dat získávaných při ražbě tunelů pomocí vysoce mechanizovaných razicích strojů**. Jedná se o data získávaná přímo z TBM, dále o výsledky geodetických a geotechnických měření, protokoly z technologických procesů apod. Data analyzuje a dále využívá pro kalibraci a zpětnou analýzu trojrozměrných matematických modelů s využitím fuzzy-logiky za využití neuronových sítí.

Příspěvek o **nasazení dvojitého štítu o průměru 10 m na španělském tunelu Abdalajis** délky 7050 m shrnuje zkušenosti získané při ražbě v mimořádně složitých geotechnických podmínkách. Trasa prochází silně porušeným a tlačivým horninovým masivem s poruchovými zónami v délce až 100 m. Místa se úroveň hladiny podzemní vody pohybuje až 250 m nad osou tunelu. Zcela neočekávaný byl úsek s výrony metanu.

Výstavba podzemní dráhy v Singapuru začala v roce 1983 a v současnosti je provozována 138 km tras. Do roku 2010 by mělo být dokončeno dalších 34 km tunelů. Článek popisuje výstavbu jednotlivých linií se stručným zhodnocením geotechnických podmínek a technického řešení.

Proces optimalizace ražby a odtěžování rubaniny na vodovodním přivaděči pro město Mnichov – štola Hofolding. Štola má ražený průměr

The Light Rail Transit Line Project in Linz, with tunnels passing under the main rail station. The excavation advanced through gravel-sand using the NATM, under a minimum overburden of 1.5 to 5.5 m. The traffic solution of the 1.25 km long section being excavated (3 underground stations) required the application of a variety of tunnel profile types, from single-track tunnels to double- and triple-track profiles. Since the triple-track tunnel's overburden was as low as 5 m, the excavation of the 17 m wide profile was carried out as a single-track tunnel and a double-track tunnel excavation, with a common central pillar. There were old buildings sensitive to subsidence found above the tunnel, as well as a station yard with 16 tracks and 5 island platforms, tram lines etc. The primary lining thickness was up to 300 mm, and the maximum allowable deformation of the excavated opening of 20 mm was never exceeded during the excavation, in any of the sections. The waterproofing requirements for the tunnels found under the water table are secured by application of water retaining concrete. In the absence of a waterproofing membrane, the primary and secondary liners are separated by a 0.2 mm thick separation membrane. Once successfully completed, the construction will make passenger transfer from the railway to the light rail transit system possible. Information on this project was published in the TUNEL magazine issue 2/04.

The Vienna Subway Extension in the U2/2 section, 1.4 km long, represents excavation of tunnels within an urban built-up area, featuring a number of technological innovations, employing massive groundwater table lowering to secure the construction safety and the excavation stability. Unfailing operation of the groundwater table lowering system and the control monitoring system are a condition of safe realisation of the construction and stability of existing buildings above the tunnels. The whole section is divided into 9 pumping fields comprising about 30 pumps installed in bored wells. The monitoring of the function of the pumps and of the groundwater table level is connected to the control system allowing visualisation of the data in many regimes. The results are displayed at a level starting from an overall overview of the entire field of pumps to detailed monitoring of the function of an individual pump. A tunnel excavation gantry platform was deployed for the first time at the excavation within the confined space of single-track subway tunnels. The gantry platform, being passable underneath for other operations owing to the drifter booms being mounted on the gantry structure, allows minimisation of time gaps between the drilling for anchors or driving spiles and mucking. Thus the very difficult and time consuming manoeuvring of individual mechanisms in the tunnel is avoided.

The following papers were read in the afternoon session dedicated to **mechanised tunnelling using shields**:

Climatic conditions at excavation of tunnels under high overburden. This contribution dealt with the issue of lowering the temperature at the Mitholz section of the Lötschberg tunnel construction. At the overburden depth of up to 2000 m, the rock mass temperature reaches 40 °C. Another temperature increase occurs due to the application of equipment, and due to hydration of shotcrete used for the primary lining. The authors compare the anticipated and actually measured temperature in the tunnel, describe the method of cooling by ventilation, and point out the problems of the project specifications associated with the requirement for maintaining maximum working place temperature of 28 °C.

Other criteria of assessment of alternative bids using the Wienerwald tunnel as an example. Structurally, the rail tunnel is divided into a 1.8 km long double-track section, a 400m long section of transition from the double-track configuration to 2 single-track tunnels, and roughly 11 km long section of twin single-track tubes. In addition to the lowest bid price, the paper points out other assessment criteria necessary for selection of the best bid. The tender documents allow the tenderers to propose both conventional excavation methods and combined excavation using TBMs.

The author of the next paper pointed out **the amount of data obtained during tunnel excavation carried out by highly mechanised excavation equipment**. This is the data obtained directly from the TBM, further the results of geodetic survey and geotechnical measurements, the data contained in protocol forms provided in technological processes, etc. The author analyses the data and utilises it further for calibration and the back analysis of 3D mathematical models using fuzzy-logic with the application of neurone nets.

The contribution on deployment of a 7050 m long, **10 m-diameter double-shielded TBM on the Abdalajis tunnel in Spain** summarises experience gained in the course of the excavation in extraordinarily complex geological conditions. The route passes through a fractured and squeezing rock massif, with weakness zones up to 100 m wide. Locally the groundwater table is found up to 250 m above the tunnel axis. Absolutely unexpected was a section with methane emissions.

The construction of the subway in Singapore started in 1983, and 138 km of lines are being operated today. Further 34 km of tunnels should be finished by 2010. The article describes the construction of individual lines, with a brief assessment of geological conditions and technical solutions.

3,4 m a je 17,4 km dlouhá. Razí se pomocí štítů vybavených lokálními rozpojovacími mechanismy (lžíce, impaktor, fréza na rameni). Podle zastižených podmínek se volí vhodný rozpojovací mechanismus.

Příspěvky přednesené v rámci prvního dne konference (Österreichischer Tagungstag 2004) jsou uspořádány v němčině ve sborníku, který má 125 stran.

Regionální sympozium EUROCK 2004 a 53. Geomechanické kolokvium probíhaly společně ve čtvrtek a v pátek. Vzhledem k rozsahu témat i množství příspěvků komentujeme pouze stručně témata jednotlivých sekcí. Jednání probíhala paralelně ve dvou sálech kongresového centra a byla rozdělena do následujících sekcí:

A1) Konsistentní metody geomechanického návrhu podzemních staveb

Přednesené příspěvky byly z větší části zaměřeny na rakouskou směrnici pro geomechanický návrh podzemních staveb a první zkušenosti z její aplikace v praxi od jejího představení v Salzburku v roce 2001. Směrnice, s jejímiž zásadami jsme se mohli seznámit na semináři v Praze 30. 9. 2004, byla podrobena kritické diskusi a některé připomínky budou pravděpodobně zapracovány při budoucí aktualizaci. Celkově se její existence i použití považují za velmi přínosné.

A2) Opatření prováděná před tunelovou čelbou – jejich funkce (účel) a použití

V rámci této sekce probíhala řada příspěvků a diskusí o účinnosti opatření prováděných v předstihu před ražbou. Mimo injektáže, tryskové injektáže, jehlování a používání mikropilotových deštníků byl přednesen i příspěvek o nasazení zmrazování zemin při rozšíření nástupiště podzemní dráhy na stanici Mariánské náměstí v Mnichově v souvislosti s očekávaným zvýšením přepravního zatížení při mistrovství světa ve fotbale v roce 2006. Velmi zajímavý byl výsledek příspěvku o použití mikropilotových deštníků a jehlování. Při porovnání výhod a nevýhod obou technologií nad mikropilotovými deštníky mírně převážilo použití jehlování, zejména z důvodů větší flexibility při použití v prostředí měnících se geotechnických podmínek.

A3) Geotechnický monitoring inženýrských staveb

Příspěvky byly zaměřeny na dlouhodobé sledování různých typů staveb (třicetiletý monitoring tauernské dálnice A10, 94 let trvající monitoring druhého vodovodního přivaděče pro město Vídeň, dlouhodobé sledování vodních nádrží a přehrad, železničních tunelů a pod.)

A4) Obnova a zlepšení (rekonstrukce) podzemních staveb

Z prezentací vyplynul systematický přístup v průzkumu a přípravě sanací (katalog sanací a rekonstrukcí železničních tunelů). Stárnutí podzemních děl a současné požadavky na jejich využití, např. z hlediska dnešní intenzity dopravy, vyvolávají mimo údržbu i rozsáhlé stavební zásahy v existujících podzemních dílech, z nichž některé se musí provádět za provozu. V diskusi padl i dotaz (ne zcela zodpovězený), proč místo nákladné rekonstrukce tunelu San Bernardino nebyl raději vyražen nový tunel.

B1) Stanovování vlastností horninového masivu

Předneseny byly příspěvky zabývající se experimentálními, empirickými i numerickými přístupy k této problematice.

B2) Rozpojování skalních hornin

Vedle teoretických příspěvků byla přednesena analýza výkonů TBM na tunelu v Hongkongu a také příspěvek firmy Vöest Alpina o nasazení těžké frézy AM 105-IC (váha přes 100 tun) na ražbě tunelu pro metro v Montrealu. Fréza byla nasazena v zastavěné oblasti, kde se podcházela řeka při skalním nadloží 9 m. Nasazený stroj svým výkonem i výhodami, které přináší beztrhavinová ražba, obstál v soutěži s metodou „drill and blast“ používanou na sousedních úsecích.

Do sborníku, který má 800 stran, bylo přijato více než 150 příspěvků z 26 zemí. Mezi nimi byly 4 příspěvky ze Slovenska z Technické univerzity Košice a pouze jeden od spoluautora z České republiky (Rekonstrukce tunelu Beskyd na Zakarpatské Ukrajině – D2 Consult/3G). Ve sborníku převažují příspěvky publikované v angličtině a to i u řady příspěvků od autorů z německy mluvících zemí.

Odborná úroveň všech tří akcí byla vysoká. Lze jen doporučit, aby pro zkušenosti a kontakty do nedalekého Salzburku jezdilo z České republiky více lidí a abychom příští rok zaslali i my příspěvky o podzemních stavbách realizovaných na našem území. Neodmyslitelnou součástí je každoročně velmi bohatá diskuse k jednotlivým příspěvkům a tématům

The process of optimisation of excavation and mucking of the Hofolding gallery (an aqueduct for the City of Munich). The excavated cross section diameter of this 17.4 km long gallery is 3.4 m. It is being driven using shields equipped with local breaking mechanisms (a shovel, impactor, roadheader). The suitable breaking mechanism is selected according to the actual conditions encountered.

The papers read in the framework of the first day of the conference (Österreichischer Tagungstag 2004) are contained in German in the conference proceedings of 125 pages.

The EUROCK 2004 Regional Symposium, and the 53rd Geomechanical Colloquium took place jointly on Thursday and Friday. With respect to the range of the topics and the number of papers, we will comment briefly only on the individual sections. The discussions were organised in parallel, in two halls of the congress centre. They were divided into the following sections:

A1) Consistent methods of the geomechanical design of underground structures.

The presented contributions were mostly focused on the Austrian directive on geomechanical design of underground structures, and initial experience gained from its application in practice since its introduction in Salzburg in 2001. The directive, whose principles we could learn in a seminar held in Prague on 30.9.2004, was subjected to a critical discussion, and some comments will probably be taken into consideration in the next update. In general, its existence and application are considered highly profitable.

A2) Measures carried out ahead of the tunnel face – their function (purpose) and utilisation

A number of contributions and discussions took place in the framework of this section, regarding efficiency of the measures carried out ahead of the excavation face. In addition to grouting, jet grouting, forepoling and installation of canopy tube pre-support, also a paper was read on application of ground freezing to the widening of the subway platform in the Maria Square station in Munich, carried out with respect to the anticipated increase in traffic intensity during the Football World Championship in 2006. A very interesting result was contained in a paper on application of canopy tube pre-support and forepoling. The advantages and disadvantages of the two techniques were compared, with a conclusion that the forepoling is slightly more advantageous, mainly because of higher flexibility of this technique when applied in variable geotechnical conditions.

A3) Geotechnical monitoring of civil engineering constructions

The contributions were focused on long-term observation of various types of constructions (30-year monitoring of the Tauern motorway A10, 94-year monitoring of the second water supply tunnel for the City of Vienna, long-term observation of water reservoirs and dams, railway tunnels etc.).

A4) Refurbishment and reconstruction of underground structures

The presentations provided a picture of a systematic attitude toward investigation and preparation of refurbishment projects (a catalogue of railway tunnel refurbishment and reconstruction projects). The process of ageing of underground works, and the current requirements for their utilisation, e.g. in terms of today's traffic intensity, requires, apart from maintenance, also widespread construction works in existing underground works. Some of those must be carried out without any interruption to operation. A question was raised in the discussion (not fully answered), why a new tunnel was not driven instead of the costly reconstruction of the San Bernardino tunnel.

B1) Determination of rock mass properties

The presented contributions dealt with experimental, empirical and numerical attitudes to this issue.

B2) Rock cutting

In addition to theoretical contributions, an analysis was presented regarding the performance of the TBM in a Hong Kong tunnel, and also Voest Alpine's contribution on the deployment of a heavy-duty roadheader AM 105-IC (a weight of 100 ton) in the Montreal tunnel excavation. The roadheader was deployed in a built-up area, where a river was to be crossed under with the overburden 9 m thick. This machine, thanks to its production rate and the advantage brought by non-blast excavation, succeeded in the competition with the drill-and-blast method used in the adjacent sections.

Over 150 contributions from 26 countries were incorporated into the volume of papers of 800 pages. Four contributions were from Slovakia, from the Technical University in Košice, and only one paper was co-authored by someone from the Czech Republic (Reconstruction of the Beskyd tunnel in Carpatho-Ukraine – D2 Consult/3G). Contributions published in English prevail in the volume of papers, even in the case of many authors from German speaking countries.

The professional level of all contributions was excellent. It is recommendable that more people travel to near-by Salzburg to gain experience and contacts, and even for us, that we send our contributions on underground

i kultivovanost a odbornost, s jakou jsou mnohdy odlišné názory diskutujících prezentovány. Poučné je i zjištění, s jakou samozřejmostí jsou v zahraničí používány technologie, které pro nás stále mají příchut' „exotiky“. Jedná se např. o ražbu se stlačeným vzduchem nebo pod ochranou zmrazování. Obavy investorů i dodavatelských firem u nás vyvolává i zajištění vodonepropustnosti ostění použitím betonu odolného proti průsakům bez pláštové izolace.

54. Geomechanické kolokvium se v Salcburku bude konat 13. až 14. října 2005 (informace lze najít na webové stránce: www.oegg.at) a Eurock 2005 bude v květnu v naší republice v Brně.

*ING. LIBOR MAŘÍK, ING. MILOSLAV NOVOTNÝ,
ING. MARTIN SRB*

Mezinárodní konference Geotechnika 2004

Tradiční konference Geotechnika, na jejíž organizaci se podílí VŠB Technická univerzita Ostrava, Technická univerzita Košice a Politechnika slaska Gliwice, se letos konala ve dnech 22. – 24. září na Štrbském plesu. Tematicky velmi široká problematika byla rozdělena do dvou plenárních sekcí:

- **Geotechnické problémy pozemních, dopravních a vodohospodářských staveb**
- **Aktuální problémy geotechniky podzemních děl a revitalizace území postižených dlouhodobou báňskou činností**

Na konferenci bylo prezentováno celkem 77 referátů slovenských, polských, maďarských a českých autorů. Jejich tematika reprezentuje stále širší pole geotechnických úloh a potvrzuje výrazný rozvoj geotechnických technologií s využíváním nových, především chemických materiálů. Velká část příspěvků dokumentuje rozvoj metod matematického modelování v geomechanice a geotechnice, přičemž dnešní programové soubory umožňují modelování konkrétních geotechnických řešení v horninovém a zeminovém prostředí (mikropiloty, opěrné sloupy, zarážené štětovnice atd.). V této oblasti jsou nepřehlédnutelné především práce z okruhu pracovníků katedry podzemního stavitelství Stavební fakulty VŠB TUO.

Jako velmi aktuální se jeví tematická oblast geotechnických metod a přístupů spojených s odstraňováním starých ekologických zátěží a vlivů předchozí báňské činnosti na životní prostředí. Ukazuje se, že tato problematika je velmi živá ve všech postkomunistických zemích v Evropě.

Konference se zúčastnil rekordní počet 200 odborníků. Mimořádné nepříznivé počasí ve Vysokých Tatrách účastníky nepotěžilo, ale na druhé straně přispělo k hojné účasti na přednáškách a diskusích. Na Štrbském plesu bylo dosaženo dohody o přistoupení zástupce maďarských vysokých škol – Univerzity Miskolc do organizačního výboru těchto konferencí, takže příští konference v roce 2005 bude uspořádána v Maďarsku.

DOC. ING. RICHARD ŠŇUPÁREK, CSc.

Silniční konference 2004

Hradec Králové je dalším městem po Plzni, které nedočkavě očekává dálniční spojení s Prahou a vlastně s celou Evropou. Dlouhodobě diskutovaná a připravovaná dálnice D11 se rozbíhá, byť ne v ideálním tempu, ale tato skutečnost není specifická jen pro tuto stavbu.

A tak rozhodnutí uskutečnit významnou silniční konferenci 2004 v tomto městě nikoho nepřekvapilo.

V pořadí už 12. konference se konala ve dnech 19. – 20. 11. 2004 za obrovského zájmu odborníků, účastníků bylo více než 800 a vystavovatelů bylo 60. Témata konference byla tradiční a zabývala se širokou problematikou nejrozšířenějšího způsobu dopravy.

V úvodním bloku s projevy ministra dopravy a představitelů regionů se hlavně odrážela podpora pro zlepšení podmínek výstavby a údržby silniční sítě, hlavně však podpora výstavby moderní sítě dálničních a rychlostních komunikací.

Další bloky už byly naplněny konkrétními tématy:

- Záměry rozvoje silničního hospodářství;
- Stav silniční sítě v roce 2004 a její další rozvoj;
- Financování silničního hospodářství;
- Bezpečnost silničního provozu.

Vstupem České republiky do EU se naše dopravní situace stává víceméně i evropskou záležitostí. Konkrétně to znamená, že je předmětem pozornosti evropských komisí a orgánů.

structures realised in our country. Every year, an inherent part is the brisk discussion of individual contributions and topics, as well as the culture and professionalism with which the differing opinions of the discussion participants are presented. Surprising is also the finding that the utilisation of techniques with still exotic taste for us (e.g. excavation supported by pressurised air or by freezing) is commonplace abroad. Clients and contractors in our country also still fear to use water-retaining concrete to secure waterproof lining without waterproofing membrane.

The 54th Geomechanical Colloquium will take place in Salzburg on 13 to 14 October 2005 (information available on the web site: www.oegg.at), and the Eurock 2005 will be held in May in our republic, in Brno.

*ING. LIBOR MAŘÍK, ING. MILOSLAV NOVOTNÝ,
ING. MARTIN SRB*

The Geotechnika 2004 International Conference

The traditional conference Geotechnika, organised jointly by the Mining University of Ostrava, Technical University of Košice, and Politechnika Slaska of Gliwice, took place on 22 – 24 September in Štrbské Pleso. The wide range of issues contained in this topic was divided into two plenary sections:

- **Geotechnical issues of underground, traffic and water resources construction**
- **Topical issues of the geotechnics of underground works, and revitalisation of areas affected by long-term mining**

The conference presented 77 papers in total, prepared by Slovakian, Polish, Hungarian and Czech authors. The topic of the conference represents the ever wider field of geotechnical tasks, and proves the significant development of geotechnical technologies using new, mainly chemical materials. Major part of the papers document the development of mathematical modelling methods in geomechanics and geotechnics, while current program files allow modelling of particular geotechnical solutions in rock and soil environment (micro piles, retaining columns, sheet piles, etc.). Outstanding in this sphere are, above all, the achievements of the staff of the department of underground construction of the faculty of civil engineering, the VŠB TUO (a mining university).

As a present-day topic, we can consider the area of geotechnical methods and attitudes associated with removal of old environmental burdens, and the impact of past mining activities on the living environment. This issue shows very hot in all European post-communist countries.

A record number of 200 professionals took part in the conference. The exceptionally adverse weather in the High Tatras did not please the participants, but, on the other hand, it contributed to the abundant presence in the sessions and discussions. An agreement was achieved in Štrbské Pleso regarding the accession of a representative of Hungarian universities (the University in Miskolc) to the organising committee of these conferences. Therefore, the next conference will take place in Hungary in 2005.

DOC. ING. RICHARD ŠŇUPÁREK, CSc.

The Road Conference 2004

Hradec Králové is the next town after Pilsen that is eagerly awaiting a highway connection with Prague, and virtually the whole of Europe. The so long discussed and planned project of the D11 highway is gaining momentum, although not at an ideal speed, which fact is not specific for this project only. Nobody was therefore surprised by the decision to organise the important Road Conference 2004 in this town.

The already 12th conference event took place on 19 – 20 November 2004, closely followed by the professional public, with over 800 participants and 60 exhibitors present. The conference topics were traditional. They dealt with the wide scope of issues concerning the most common traffic mood, the road traffic.

The opening block containing speeches by the minister of transport and representatives of regions expressed the support for the improvement of conditions of construction and maintenance of the road network, and primarily the support for development of a modern highway and expressway network.

The other blocks comprised the following concrete topics:

- Intentions in the field of the development of the road management system
- Condition of the highway network in 2004 and its further development
- Road traffic safety

On entering the EU, the traffic situation in the Czech Republic has become more or less also a European issue. This means that it is in a focus of attention of European commissions and bodies. The following impulses are important for our professional public:

- The European Road Safety Charter
- The OECD recommendation on Road Property Administration

Pro naši odbornou činnost jsou důležité následující podněty:

- Evropská charta bezpečnosti na silnicích;
- OECD – doporučení ke správě silničního majetku.

Prioritou rozvoje dopravní infrastruktury je i nadále nejen dobudování sítě dálnic a rychlostních komunikací, obchvatů velkých měst a modernizace železničních koridorů, ale také bezpečnost dopravy a minimální dopady na životní prostředí. Tyto závěry přijala naše země v rámci mezinárodních smluv a je velmi náročným úkolem SFDI pro jejich splnění zajistit financování. Je proto nutno sledovat záměr vytvoření autonomního systému financování, jehož zdrojová podstata by měla být tvořena z podílu spotřební daně z minerálních olejů, zpoplatnění vybrané infrastruktury dálniční a silniční (elektronické mýto), nových úvěrů na priority, ale i partnerství veřejného a soukromého sektoru (např. PPP), popřípadě vydání cenových papírů.

Generální ředitel ŘSD ing. Petr Laušman ve svém referátu zdůraznil některé důležité úkoly této organizace pro následující období:

- změna organizačního uspořádání ŘSD ČR včetně dislokace a umístění GR v Čerčanského ulici v Praze 4;
- systém zadávání veřejných zakázek dle zákona 40/2004 Sb. a prováděcích vyhlášek ve vazbě na vstup ČR do EU;
- problematika financování na r. 2005;
- varianty a změny hospodářské formy organizace;
- legislativní problémy v přípravě, které by měly být řešeny přijetím zvláštního zákona se zaměřením hlavně na zkrácení lhůt územního (stavebního) řízení, akceptováním nedosažení dohody na odkup pozemků, zánik práv třetích osob v případě vyvlastnění, dále souhrnné povolení na úseku zákona o ochraně přírody, tj. koncentrace do jednoho řízení a prokazování vlastnického práva k pozemkům až prostředně před zahájením stavby.

V období let 1985 až 2003 vzrostl dopravní výkon na silnicích a dálnicích o 96 % (na dálnicích a silnicích I. třídy až o 122 %). Plánovaný rozsah dálnic v ČR činí asi 1000 km, přičemž je v provozu 535 km. Pro realizaci výstavby dálnic D1, D3, D8, D11 a D47 bude zapotřebí 165 mld. Kč. K tomu přistupuje ještě nutnost dostavby rychlostních silnic v rozsahu cca 180 mld. Kč. Významnou formou financování je využívání zahraničních zdrojů, především úvěrů EIB. Ze staveb, na kterých jsou tunelové objekty, sem patří:

- obchvat dálnice D5 kolem Plzně;
- dálnice D8 – stavba 0807, část spolufinancována z fondu ISPA;
- Pražský okruh – úsek Slivenec – Vestec, st. 513 a 514.

Z dalšího programu je možno uvést:

- dálnice D8 – stavba 0805;
- silniční okruh Ruzyně – Březiněves 518, 519.

Další příspěvky se věnovaly přípravě a problematice výstavby dálnice D8, D11 a D47. Obecně lze konstatovat hlavní problémy:

- financování;
- získávání pozemků za státem regulovanou cenu;
- postoj ekologických organizací;
- soudní spory.

I přes nemalé potíže výstavba dálnic pokračuje, staví se úsek D8 – 0807, zahájena byla výstavba D11, D47. Ta bude financována dle zákona 220/2003 Sb. dluhopisovým programem.

Přijetím „Národní strategie bezpečnosti silničního provozu“ vláda ČR jednoznačně vyjádřila zájem řešit naši tragickou situaci. Vždyť ukazatele nehodovosti jsou u nás až dvojnásobně vyšší než průměr EU. Strategie byla rozpracována do akčního plánu, který zahrnuje přímé intervence, kterými lze dosáhnout krátkodobého efektu, a opatření dlouhodobého dosahu.

Na úrovni Evropské komise byla ve 12/2003 publikována zpráva „Road Infrastructure Safety Management“, která zavádí následující nástroje:

- systém řízení míst s častým výskytem nehod;
- bezpečnostní audit;
- hodnocení dopadu na silniční bezpečnost (obdobu EIA);
- systém řízení bezpečnosti silniční sítě;
- bezpečnostní inspekce stávajících komunikací.

Samozřejmě na všechny tunelové stavby silniční sítě je nutno přihlížet se zvýšenou pozorností z hlediska bezpečnosti. Zde byla zdůrazněna nutnost spolupráce organizací ITA a PIARC.

The completion of the development of the highway and expressway network, by-pass roads around big towns, and modernisation of railway corridors remain priorities of the traffic infrastructure development even for the future, as well as traffic safety and minimisation of environmental impact. Our country accepted these conclusions in the framework of international treaties, and it is a very difficult task for the SFDI to secure funds for their implementation. It is therefore necessary to follow the intention to establish an autonomous system of funding, whose basic source should be found in a share of the mineral oils consumption tax, toll proceeds (electronic system of toll collection), new loans for priorities, but also PPP projects, or floatation of securities, if necessary.

In his paper, Mr. Petr Laušman, the C.E.O. of the Directorate of Roads and Motorways of the CR (ŘSD ČR), placed stress on the following important tasks of this organisation for the oncoming period of time:

- a change in the organisational system of the ŘSD ČR, including location of the headquarters in Čerčanská Street in Prague 8
- a system of calling public tenders according to the Law No. 40/2004 Coll. and relevant Execution Orders, in relation to the CR entry to the EU
- variants and changes of the economic form of the organisation
- legislative problems in the preparation that should be solved by the adoption of a special law focusing primarily on the reduction of terms for the zoning (building permission) proceedings, by acceptance of a failure to achieve a land purchase agreement, extinction of a right of third parties in case of expropriation, an aggregate permission in the sphere of the Nature Conservation Act, i.e. concentration into a single proceedings and documentation of ownership just before commencement of the construction work.

In the 1985 – 2003 period, the traffic volume on roads and motorways grew by 96 % (on motorways and primary roads even by 122 %). The planned scope of motorways in the CR amounts roughly to 1000 km, while 535 km of motorways are operating. The construction of the motorways D1, D3, D8, D11 and D47 will require 165 billion Kč. The sum of approximately 180 billion Kč necessary for completion of expressways is to be added to that sum. A significant form of funding is the utilisation of foreign sources, primarily loans from the EIB. Among those, the following projects contain tunnel structures:

- the motorway by-pass around Pilsen
- the D8 motorway – construction lot 0807, partially funded from an ISPA fund
- the Prague City Ring Road, section Slivenec – Vestec (construction lots 513 and 514)

Other randomly selected projects:

- the D8 motorway – construction lot 0805
- the ring road Ruzyně – Březiněves, construction lots 518, 519.

The other contributions dealt with the preparation and problems of the construction of the motorways D8, D11 and D47.

In general, the main problems can be characterised as follows:

- funding
- land acquisition for state regulated prices
- attitudes of environmental groups
- litigation cases.

Even despite not negligible difficulties, the construction of the motorways continues, the D8 – 0807 section is in progress, the construction of the D11 and 47 has begun. This construction will be funded according to the Law No. 220/2003 Coll., using a loan programme.

By adopting the “National Road Traffic Safety Strategy”, the government of the CR expressed explicitly its interest in solving our tragic situation. It is generally known that the accident rate in our republic is twice the EU average. The strategy was worked out into an action plan comprising direct interventions, which can help us to achieve a short-term effect, and long-term measures. The “Road Infrastructure Safety Management” report was published at the level of the European Commission in Dec. 2003. The report introduces the following tools:

- a management system dealing with accident prone locations
- a safety audit
- a road safety impact assessment (similar to the EIA)
- a road infrastructure safety management system
- safety inspection over existing roads.

Of course, all tunnels within the road network must be dealt with increased attention in terms of safety. Regarding this point, the stress was placed on co-operation between the ITA and PIARC organisations.

The conference also summarised new technical standards and regulations applicable to underground roads, elaborated or reviewed in 2003 to

Na konferenci byly v materiálu shrnuty také nové technické normy a předpisy pro pozemní komunikace zpracované nebo novelizované v období 2003 až 2004. V návaznosti na geotechnickou problematiku se jedná o:

PK(TKP)4	Zemní práce	revize 2004
PK(TKP)16	Piloty a podzemní stěny	1/2003
PK(TKP)24	Tunely	revize 2004
PK(TKP)29	Zvláštní zakládání	2/2004
PK(TKP)30	Speciální zemní konstrukce	1/2003
PK(TKP-D)-7	Tunely, podzemní objekty, galerie	revize 2004
PK(TKP-D-11)	Životní prostředí	IV/2004
ČSN 73-75-07-99	Projektování tunelů pozemních komunikací	revize 2003/04
TP-93	Návrh a provádění staveb PK s využitím popílku a popelů	2003
TP-94	Zlepšení zemin	revize 2004
TP 98	Technologické vybavení tunelů PK	2003
TP	Bezpečnost v tunelech PK vč. analýzy rizik	2004/2005

Ve sborníku konference byly tradičně encyklopedicky zařazeny:

- Adresář správců pozemních komunikací a údržby silnic
- Krajské úřady a statutární města včetně adres zástupců pro dopravu
- Adresář členů České silniční společnosti
- Adresář členů Českomoravské asociace dopravního značení
- Kalendář odborných akcí pro rok 2005–2007

ING. PETR VOZARIK

Konference Železnice 2004

Tradiční dvoudenní zasedání projektantů, investorů, stavitelů a správců této dopravní oblasti se uskutečnilo v Praze ve dnech 14. a 15. prosince 2004.

Základní témata konference:

- Investiční priority železnic ČR do roku 2010
- Interoperabilita v podmínkách železniční sítě ČR
- Rozvoj železniční infrastruktury v rámci krajů
- Zabezpečovací technika a dálkové ovládání

Vstupem do evropského společenství se vytváří tlak na rozvoj dopravy zvláště v zemích střední a východní Evropy, což úzce souvisí s novými ekonomickými aktivitami. Úkolem v železniční dopravě je vytvořit jednotný evropský prostor schopný konkurence, hospodárný, spolehlivý a bezpečný. Z investičních priorit do roku 2010 je třeba vyzvednout:

- Modernizaci III. a IV. tranzitního koridoru
- Modernizaci železničních uzlů Praha a Brno
- Pokračovat v elektrifikaci a rekonstrukci tratí zařazených do sítě TEN-T
- Železniční spojení letiště Praha-Ruzyně s napojením na Kladno

Podstatná část referátů se dále věnovala formě a zpracování tendrových dokumentací na nejbližší železniční projekty a přípravě modernizace III. koridoru.

Na úseku Plzeň – Ejpvovice jsou navrhovány dva nové tunely Homolka v délce 2400 m a Chlum délky 1300 m. Další nové nebo rekonstruované tunely lze očekávat na trati Stříbro – Planá u Mariánských Lázní. Velký rozvoj železniční dopravy se plánuje i ve spolupráci s partnery Německa a Rakouska v Jihočeském kraji. Nejvýznamnější stavbou je tady IV. tranzitní koridor, ale nelze opomíjet ani projekt Šumavské elektrické dráhy. Také tady se očekává řada tunelových staveb. Z přípravy a realizace současných staveb zaujal účastníky příspěvek věnovaný výstavbě českořebovských tunelů stavěných v rámci výstavby II. železničního koridoru. Budování tunelů bylo zahájeno v roce 2002 stavbou Krasíkovského a Tatenického tunelu. Tyto byly zprovozněny v letošním roce, kdy byla zahájena ražba dalších tunelů Malá Huba (324 m), Hněvkovský I (180 m), Hněvkovský II (462 m).

ING. PETR VOZARIK

2004. In relation to the geotechnical issues, these are the following technical specifications (PK, TKP, TP) and standards (ČSN):

PK(TKP)4	Earthmoving Works	review 2004
PK(TKP)16	Piles and Diaphragm Walls	1/2003
PK(TKP)24	Tunnels	review 2004
PK(TKP)29	Specialised Foundation	2/2004
PK(TKP)30	Special Earthen Structures	1/2003
PK(TKP-D)-7	Tunnels, Underground Structures, Galleries	review 2004
PK(TKP-D-11)	Environment	IV/2004
ČSN 73-75-07-99	Design of Road Tunnels	review 2003/04
TP-93	Design and Construction of Roads using Fly Ashes and Cinders2003	
TP-94	Soil Improvement	review 2004
TP 98	Road Tunnel Equipment	2003
TP	Safety in Road Tunnels incl. Risk Analysis	2004/2005

The following papers were incorporated into the conference proceedings, traditionally in an encyclopaedic way:

- Road administration and Road Maintenance Directory
- Regional authorities and statutory cities, including addresses of representatives for traffic issues
- Czech Road Society Directory
- Czech-Moravian Road Signalling Association Directory
- Calendar of technical events 2005 – 2007

ING. PETR VOZARIK

Conference Railway 2004

The traditional meeting of designers, owners, contractors and administrators acting in this sphere of traffic took place in Prague on 14 and 15 December 2004.

The conference key topics:

- Investment priorities of the CR's railways up to 2010
- Interoperability in the conditions of the CR's railway network
- Development of railway infrastructure in regions
- Interlocking and remote control systems

The entry to the European Union is followed by increased requirements for the development of traffic infrastructure, above all in Central and Eastern Europe. These requirements are closely connected with new economic activities. The task for the railway traffic is to establish a unified European space, which would be competitive, economical, reliable and safe. We should emphasise the following priorities of the period ending 2010:

- Modernisation of the Transit Corridors III and IV
- Modernisation of the Prague and Brno railway junctions
- Continuation of electrification and reconstruction of railway lines incorporated into the TEN-T network
- Railway connection to the Prague – Ruzyně airport, with an extension to Kladno

Substantial part of the further papers dealt with the form and elaboration of tender packages for the closest railway projects, and with the preparation of modernisation of the Corridor III.

Two new tunnels are being designed for the section Pilsen – Ejpvovice, i.e. the 2400 m long Homolka tunnel and 1300m long Chlum tunnel. Other new or reconstructed tunnels can be expected on the railway line Stříbro – Planá u Mariánských Lázní. Significant development of railway traffic is planned, also in collaboration with German and Austrian partners, in the South Bohemian region. The most important project in this region is the Transit Corridor IV, but also the Šumava Electrical Railway Line project cannot be left unmentioned. A number of tunnel constructions are expected on those lines too. Out of the papers dealing with the preparation and realisation of the current constructions, the most attractive for the participants was the paper dedicated to the construction of the Česká Třebová tunnels, built in the framework of the Railway Corridor II Project. The tunnelling works started in 2002 by the construction of the Krasíkov and Tatenice tunnels. They were opened to traffic this year. Also the excavation of other tunnels started this year, i.e. the Malá Huba tunnel (324 m), Hněvkov I (180 m) and Hněvkov II (462 m).

ING. PETR VOZARIK

Aktuality z podzemních staveb v České a Slovenské republice Current news from the Czech and Slovak underground construction

ČESKÁ REPUBLIKA

První prorážka na dálničním tunelu Panenská

První prorážka historicky prvního a současně asi i v budoucnosti nejdelšího dálničního tunelu na území České republiky se stala skutečností v 8 hodin a 40 minut v úterý 2. listopadu 2004. V tuto chvíli byl proveden poslední odpal v kalotě levé tunelové trouby tunelu Panenská, jejíž celková délka je 1994 m. Prorážce předcházely velmi dobré postupy, kdy např. v říjnu 2004 bylo na kalotách obou tunelů vyraženo celkem 487,7 m, z toho v levé tunelové troubě byl postup od severního portálu 225 m.

Ke konci roku 2004 bylo vyraženo v západní tunelové troubě 100 % kaloty, cca 83 % jádra a ve východní tunelové troubě cca 84 % kaloty a 71 % jádra.

Prorážka průzkumné štoly pro tunel Radotín – Slivenec na st. 514

Na pražském silničním okruhu byla dne 18. listopadu 2004 dokončena ražba průzkumné štoly na stavbě 514. Prorážka 1313 m dlouhé štoly se uskutečnila v předstihu 3,5 měsíce před plánovaným termínem především proto, že ražba probíhala z obou portálů. Z radotínského portálu bylo dovrchně vyraženo 709 m a z lochkovského úpadně 604 m. Razičské práce prováděli pracovníci vyššího dodavatele, kterým byla divize 5 Metrostav a. s., a subdodavatel Báňské stavby Prievidza. Průzkumná štola prokázala horší geotechnické podmínky pro ražbu budoucího tunelu, než se původně předpokládalo.

Železniční tunely na optimalizované trati Česká Třebová – Zábřeh na Moravě

V srpnu a září roku 2004 byly zprovozněny dokončené tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2 (Tatenice). Tím definitivně skončil provoz starého tatenického tunelu a s délkou 1098 m se tunel Krasíkov 1 stal nejdelším železničním tunelem v síti Českých drah.

Slavnostní uložení sošky sv. Barbory do portálů tunelů Malá Huba a Hněvkov II se konalo za účasti významných hostů ve středu 20. října 2004. V této části optimalizované trati se mimo výše uvedené tunely bude razit ještě tunel Hněvkov I, celková délka všech tří tunelů je 964 m a nejdelší z nich je tunel Hněvkov II s délkou 462 m. Obě portálové jámy tohoto tunelu jsou umístěny v těsné blízkosti řeky Moravské Sázavy ve velmi stísněných a v obtížně přístupných místech.

K 1. 1. 2004 je z tunelu Hněvkov II vyraženo 310 m kaloty a 200 m celého profilu dvoukolejného železničního tunelu. Intenzivně se pracuje na zajištění vjezdového portálu, který se nachází ve strmém skalním výchozu kopce Hejnice těsně nad provozovanou silnicí do obce Hněvkov.

Prodloužení trasy IVC2 pražského metra

V blízkosti budoucí stanice Prosek II na pražském sídlišti Prosek bylo ve středu 13. října 2004 otevřeno informační středisko metra. Jeho poslání je poskytovat veřejnosti aktuální informace o stavbě, která by měla být zprovozněna v polovině prosince roku 2008. Středisko je umístěno v bývalém obchodním centru v Jablonecké ulici č. 722. Návštěvníci se v něm seznámí s technickými údaji stavby, uvidí vizualizace budoucích tří stanic a mohou absolvovat virtuální projížďku budoucím 4,5 km dlouhým úsekem metra. Středisko je otevřeno každé úterý od 15.00 do 18.00 hod.

Slavnostní osazení sošky sv. Barbory do portálu 35 m dlouhého přístupového tunelu pro ražbu dvojkolejného tunelu mezi Prosekem a konečnou stanicí úseku IVC2 v Letňanech proběhlo 11. listopadu 2004. Dvojkolejný tunel o profilu 65 m² (v rozpletu skoro až 100 m²) bude dlouhý 1285 m, před stanicí Letňany se budou ještě razit jednokolejné tunely délky 65 m.

K začátku roku 2005 bylo na raženém úseku mezi Ládvím a Prosekem, který je dlouhý necelých 1000 m, vyraženo celkem 226 m, a sice

CZECH REPUBLIC

The first breakthrough of the Panenská tunnel

The first heading of this tunnel, which is the first highway tunnel in the Czech Republic and is likely to remain the longest one, broke through around 8.40 a.m., 4 November 2004. The last blasting was carried out at that moment in the top heading of the left tunnel tube of the 1,994 m long Panenská tunnel. The breakthrough was preceded by very good advance rates, for instance in October 2004 when 487.7 m in total were excavated in the top headings of both tunnels (out of that, the left tube excavation advanced 225 m in the direction from the north portal).

By the end of 2004, 100 % of the top heading and 83 % of bench excavation had been completed in the western tunnel tube, while about 83 % of top heading and 71 % of bench had been finished in the eastern tube.

The breakthrough of the exploration gallery for the tunnel on the Radotín – Slivenec road, construction lot 514

The excavation of the exploration gallery was completed on the construction lot 517 of the Prague City Ring Road on 18 November 2004. The 1,313 m long gallery broke through 3.5 months ahead of schedule, mainly thanks to the fact that the excavation was carried out from both portals. Employees of the main contractor, the division 5 of Metrostav a.s., and miners of the subcontractor, Báňské stavby Prievidza, excavated 709 m uphill from the Radotín portal, and 604 m downhill from the Lochkov portal. The exploration gallery proved worse geological conditions for the excavation of the future tunnel than originally expected.

Railway tunnels on the optimised route from Česká Třebová to Zábřeh na Moravě

The completed tunnels Krasíkov 1 and Krasíkov 2 (Tatenice) were placed into service in August and September 2004 respectively. As a result, the operation of the old Tatenice tunnel was terminated for once and all, and the Krasíkov 1 tunnel, with its length of 1,098 m, became the longest railway tunnel within the network controlled by the Czech Railways.

The ceremonies of placement of Saint Barbara's statuettes at the portals of the Malá Huba and Hněvkov II tunnels, taking place on 20 October 2004, were attended by important guests. In addition to the above-mentioned tunnels, another tunnel, the Hněvkov II, will be driven in this section of the optimised railway route. Total length of the three tunnels amounts to 964 m; the Hněvkov II is the longest of them with its length of 462 m. Both portal pits of this tunnel are located in a close vicinity to the Moravská Sázava River, in locations which are very constrained and difficult to access.

As of 01/01/2004, the excavation of 310 m of the top heading and 200 m of the full profile of the double-track tunnel Hněvkov II had been completed. Intense work has been in progress on the support of the entrance portal, which is found within a steep rock outcrop of Hejnice Hill, just above an operating road to the village of Hněvkov.

The extension of the Prague Metro Line IVC2

An information centre was opened near the future station Prosek II, in the Prague settlement Prosek, on 13 October 2004. Its mission is to provide the public with topical information on this construction, scheduled to be opened to traffic in mid December 2008. The centre is located in a former shopping centre in Jablonecká Street No. 722. Visitors will find technical data on the construction; they will see visualisations of three future stations, and can experience a virtual

133 m ve směru od Ládví a 93 m ve směru od Proseka. Ve stejné době z dvojkolejného tunelu mezi Prosekem a Letňany postoupila ražba od přístupového tunelu u garáží Klíčov 99 m směrem k Proseku a 75 m směrem do Letňan.

Nové spojení Praha hl. n., Masarykovo n. – Libeň, Vysočany, Holešovice

O zahájení jedné z největších současných staveb v České republice jsme informovali v minulém čísle. Pokud jde o podzemní objekty na této stavě, rozběhla se naplno realizace hloubeného železničního tunelového mostu, jehož zhotovitelem je člen sdružení „Pražské spojení“ – divize 5, Metrostav a. s. Stejná firma provádí přípravné práce pro zahájení ražeb dvou vítkovských tunelů. Pracuje se na hloubení východní portálové jámy a budování zařízení staveniště potřebného pro ražby tunelů. Ve strmém svahu Vítkova a v těsné blízkosti provozovaných tratí musí být provedeny ještě další objekty, jako je 270 m dlouhá zárubní zeď, opěrná zeď apod., které podmiňují provedení portálové jámy i ploch potřebných pro ražbu.

K 1. 1. 2005 byly na východním portále tunelů Nového spojení navrtány mikropiloty horní etáže stavební jámy včetně provedení vrchní železobetonové převázky a navrtání včetně osazení trvalých lanových kotev v ní. Mezi svátky pak proběhlo odtěžení této horní etáže o další kotevní úroveň cca 3 m.

Ražba tunelu Valík zahájena

Na začátku října 2004 zahájil Metrostav a. s. na tunelu Valík, který je součástí plzeňského dálničního obchvatu, ražby dvou hlavních tunelových trub – severní a jižní, každá o ploše výrubu přibližně 150 m². Ražba NRTM se provádí členěným porubem na čtyři části, přičemž – s ohledem na společnou střední opěru – je nutné vzájemnou polohu čeleb hlavních kalot udržovat tak, aby střední opěra, do které se obě kaloty (severní i jižní) opírají, byla zatěžována symetricky.

Do konce roku 2004 bylo vyraženo 100 bm bočních tunelů (každý o ploše asi 50 m²) v obou tunelových rourách a 60 m obou kalot hlavních tunelů.

Současně bylo zabetonováno přibližně 260 bm střední opěry a její dokončení bylo plánováno do 20. ledna 2005.

Ocenění podzemních staveb

V roce 2004 získaly z podzemních staveb významná ocenění stavby:

- Prodloužení trasy IVC1 pražského metra získalo v soutěži Stavba roku cenu primátora hl. m. Prahy a cenu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR za nejlepší stavbu financovanou z veřejných prostředků.
- Titul Dopravní stavba roku 2004 získala stavba železničního tunelu Vepřek na trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany.

SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Tunel Horelica

Dňa 29. oktobra 2004 bol do prevádzky uvedený tunel Horelica, druhý z tunelov na diaľničnej sieti Slovenskej republiky. Úsek cesty I/11 obchvat mesta Čadca, na ktorej sa tunel nachádza, je tranzitnou komunikáciou diaľničného typu D3 v smere zo Žiliny k slovensko-poľskému hraničnému priechodu Skalité – Zwardoň.

Dielo slávnostne otvorili za účasti ministra dopravy, pôšt a telekomunikácií SR Pavla Prokopoviča. Hlavným zhotoviteľom stavby bola spoločnosť Váhostav SK a. s. Žilina, stavebnú časť tunela zabezpečoval Váhostav – Tunely a špeciálne zakladanie a. s. Tunel dĺžky 600 m je vybudovaný ako dvojpruhový, obojsmerný, so šírkou 9 m medzi obrubníkmi a prejazdovou výškou 4,8 m. Tunel bol razený NRTM. Vzhľadom na obtiažnosť geologických pomerov je v celej dĺžke vybudovaný so spodnou klenbou. Vzhľadom na požiadavky požiarnej ochrany musela byť vybudovaná paralelná úniková chodba dĺžky cca 350 m.

travel through the future 4.5 km long subway section. The centre is open every Tuesday from 3.00 p.m. to 6.00 p.m.

The ceremonial installation of Saint Barbara's statuette to the portal of a 35 m long access adit serving for the excavation of a double-track tunnel between Prosek and the terminal station of the subway section IVC2 in Letňany took place on 11 November 2004. The double-track tunnel with a cross section of 65 m² (nearly up to 100 m² at the bifurcation chamber) will be 1,285 m long; in addition, single-track tunnels 65 m long will be driven before the Letňany station.

By the beginning of 2005, a total length of 226 m of the nearly 1,000 m long Ládví - Prosek section excavation had been completed (133 m in the direction from Ládví, and 93 m from Prosek). In the same period, the excavation of the double track tunnel, carried out from the intersection with the access adit near the Klíčov garages, advanced 99 m toward Prosek and 75 m toward Letňany.

The New Connection between the Prague Main Station – Masaryk Railway Station – Libeň, Vysočany, Holešovice

We informed the readers about this project, one of currently the largest civil engineering projects in the Czech Republic, in the previous issue. Regarding underground structures of this project, the work on the cut-and-cover railway tunnel "bridge" was started by the division 5 of Metrostav a.s., the contractor, a member of the Prague Connection joint venture. The same company is carrying out preliminary work for the commencement of excavation of two Vítkov tunnels. The east portal pit is being excavated and site facilities needed for the tunnel excavation are being built. Other structures must be constructed on the steep slope of Vítkov Hill and in a close vicinity of operating railway tracks, e.g. a 270 m long revetment wall, a retaining wall etc., which are a prerequisite for the execution of the portal pit and areas required for the excavation.

As of 01/01/2005, the installation of micro-injection piles supporting the upper stage of the construction pit had been completed, including the upper reinforced concrete waler and drilling, placement and activation of permanent cable anchors passing through the waler. Subsequently, between Christmas and the New Year's Eve, the upper stage was excavated down to the next stage level, about 3 m lower.

The Valík tunnel excavation started

At the beginning of October 2004, Metrostav a.s. started the excavation of two main tunnel tubes (the northern and southern tubes, about 150 m² cross-section each) of the Valík tunnel, which is part of the Pilsen highway bypass. The NATM is applied, with the face division into four sequences. Because of the joint central abutment structure, the positions of the main top headings must be maintained at a manner ensuring symmetrical loading of the central abutment, which both top headings (northern and southern) rest on.

By the end of 2004, about 100 m of sidewall drifts (about 50 m² each) had been excavated in each tunnel tube, as well as 60 m of both top headings in the main tunnels.

In the same time approximately 260 m of the central abutment structure was cast; its completion was scheduled for 20 January 2005.

Awards to underground projects

In 2004, the following underground projects received significant awards:

- The Prague Metro Extension IVC1 was awarded the title of "The Construction of the Year 2004" by the Lord Mayor of the Capital City Prague, and the title "The best publicly funded construction" by the Ministry of Industry and Trade of the CR.
- The title "The Traffic Construction of the Year 2004" was awarded to the railway tunnel Vepřek built on the railway line Kralupy nad Vltavou – Vraňany.



Obr. 1 Západný portál tunela Horelica
Fig. 1 West portal of the Horelica tunnel



Obr. 3 Východný portál tunela Horelica
Fig. 3 East portal of the Horelica tunnel

Tunel Sitina

Razenie tunela Sitina v Bratislave pokračovalo v jesenných mesiacoch roku 2004 na troch čelbách. Dve razičské pracoviská z južného portálu z Mlynskej doliny a jedno pracovisko zo severného portálu. Začiatkom decembra bolo vyrazených približne 960 m západnej tunelovej rúry a takmer 700 m východnej tunelovej rúry. Z celkovej dĺžky razeného tunela to znamená viac než 70 %, prerážka západnej tunelovej rúry sa očakáva v zimných mesiacoch roku 2005. Razenie tunela zabezpečuje pre hlavného zhotoviteľa Taisei Corporation spoločnosť Banské stavby a. s. Prievidza (od 1. 1. 2005 pod obchodným menom Skanska BS a. s.). Zároveň s razičskými prácami pokračujú aj práce na definitívnych konštrukciách, vykonávané pracovníkmi Váhostav – Tunely a špeciálne zakladanie a. s. Budované sú úseky hĺbených tunelov na oboch portáloch ako aj sekundárne ostenie v západnej tunelovej rúre od južného portálu.

Tunel Bôrik

Verejná súťaž na zhotoviteľa úseku Dialnice D1 Mengusovce – Jánovce, ktorého súčasťou je tunel Bôrik (dve rúry dĺžky 990 m) sa musela zopakovať, nakoľko vypisovateľ súťaže Slovenská správa ciest neakceptoval predložené cenové ponuky ako príliš vysoké v porovnaní s nákladmi stanovenými štátnou expertízou. V opakovanej súťaži bolo podaných 6 ponúk, ktoré sú v súčasnosti v štádiu vyhodnocovania.

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ (ČTuK)
ING. MILOSLAV FRANKOVSKÝ (STA)



Obr. 2 Pohľad do dopravného priestoru tunela Horelica
Fig. 2 A view of the traffic space in the Horelica tunnel

SLOVAKIAN REPUBLIC The Horelica tunnel

The Horelica tunnel, the second tunnel within the highway network of the Slovak Republic, was opened to traffic on 29 October 2004. The road section I/11 (the bypass of the town of Čadca), which the tunnel is found on, is a D3 highway type transit road heading from Žilina toward the Slovakian-Polish border crossing Skalité – Zwardoň.

The tunnel was inaugurated in the presence of Mr. Pavol Prokopovič, minister of transport, posts and telecommunications of the SR. The construction was carried out by Váhostav SK a.s. Žilina as the main contractor, the civil part of the tunnel was secured by Váhostav – Tunely a špeciálne zakladanie a.s. The 600 m long tunnel is designed for bi-directional traffic, with two traffic lanes, featuring a width of 9 m between curbs and clearance height of 4.8 m. The NATM was utilised for the excavation. Because of difficult geological conditions, an invert is provided along the entire length of the tunnel. A 350 m long parallel escape gallery had to be built with respect to fire safety requirements.

The Sitina tunnel

The excavation of the Sitina tunnel in Bratislava advanced on three faces in the autumn months of 2004 (two work faces from the south portal from Mlynská Dolina, and one face from the north portal). Approximately 900 m of the western tunnel tube excavation and nearly 700 m of the eastern tube excavation had been completed till the beginning of December. This means over 70% of the total length of the mined tunnel; the western tunnel tube breakthrough is expected in the winter months of 2005. The tunnel excavation is ensured by Banské stavby a.s. Prievidza (acting under the business name Skanska BS a.s. since 01/01/2005) for the main contractor Taisei Corporation. Work on final structures carried out by staff of Váhostav – Tunely a špeciálne zakladanie a.s. advances simultaneously with the excavation operations. The cut-and-cover sections at both portals are being constructed, as well as the secondary lining in the western tunnel tube, starting from the south portal.

The Bôrik tunnel

The public tender for the main contractor for the D1 highway section Mengusovce – Jánovce, containing also the Bôrik tunnel (two tubes 990 m long) had to be repeated because the project owner, the Slovakian Road Administration, had not accepted the bids because they were too high compared to the costs determined by a governmental expert opinion. There were 6 bids submitted in the repeated competition. These are currently being assessed.

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ (ČTuK)
ING. MILOSLAV FRANKOVSKÝ (STA)

Životní jubilea / Live jubilee

Doc. Ing. Koloman V. Ratkovský, CSc.

Dvadsaťosemteho februára 2005 sa dožíva vzácneho životného jubilea 75 rokov Doc. Ing. Koloman V. Ratkovský, CSc. Narodil sa v roku 1930 v Bratislave. Vyštudoval na Stavebnej fakulte Slovenskej vysokej školy technickej (dnes STU) v Bratislave na odbore konštrukcie a dopravné stavby, ktorá sa mu stala po krátkom pôsobení na Traťovej dištancii ŽSR (1954 – 1956) i celoživotným pôsobiskom. V roku 1956 nastúpil na katedru dopravných stavieb, kde v tých časoch patrilo oddelenie podzemných stavieb, a neskôr už ako odborný asistent spolu s oddelením prešiel na súčasnú katedru geotechniky, kde pôsobil až do odchodu do dôchodku v r. 1996. Titul kandidáta technických vied získal v roku 1971 a v roku 1979 habilitoval na docenta. Počas svojej pedagogickej praxe vychoval nespočetné množstvo študentov, diplomantov, viacerých úspešných domácich, ale i zahraničných diplomantov. Okrem denného štúdia organizoval a prednášal v postgraduálnych kurzoch, domácich i medzinárodných konferenciách. V pedagogickej, vedecko-výskumnej, odbornej, poradenskej a expertíznej činnosti sa zameriaval najmä na oblasť technológií razenia a hĺbenia tunelov, kde postupne získal povest' vynikajúceho odborníka známeho nielen doma, ale i v zahraničí.

Bol účastný či už ako riešiteľ konkrétnych úloh, posudzovateľ alebo expert prakticky pri všetkých dôležitejších podzemných stavbách, ktoré sa pripravovali alebo budovali na Slovensku v posledných desaťročiach. Známe je najmä jeho pôsobenie pri príprave bratislavského metra, výstavbe komunálnych štítovaných štôlní, ale i cestných tunelov.

O jeho bohatej odbornej praxi svedčia dodnes používané vysokoškolské učebnice, desiatky expertíz, posudkov a projektových úloh, ktorými výrazne ovplyvnil rozvoj a pokrok podzemného staviteľstva na Slovensku.

Pôsobil ako poradca a odborný konzultant pre investorské organizácie, stavebné firmy i štátne orgány, ktoré vždy radi využívali jeho odborné schopnosti, vedomosti i dlhoročné skúsenosti z projektov doma i v zahraničí.

Známe sú i jeho dlhoročné kontakty so zahraničnými profesnými organizáciami, ale osobné a i priateľské vzťahy s mnohými poprednými odborníkmi z oblasti tunelového staviteľstva po celom svete. Tieto kontakty vždy využíval v prospech rozvoja tunelárstva na Slovensku. Ako dlhoročný funkcionár ITA/AITES bol v roku 2004 vyznamenaný medailou prezidenta ITA/AITES a v tom istom roku bol prijatý za čestného člena STA ITA/AITES.

I keď pán docent Ratkovský by sa už dávno mohol tešiť zo zaslúženého odpočinku, prakticky ani na chvíľu po odchode do dôchodku neprestal pracovať a ako poradca a konzultant stojí stále pri príprave a výstavbe súčasných tunelárskych stavieb na Slovensku.

Prajeme mu, aby mu jeho životný elán a pracovná zanosť ešte dlho vydržali, mnoho zdravia, pohody a spokojnosti.

Komitéť STA ITA/AITES

**Doc. Ing. Koloman V. Ratkovský, CSc.**

Doc. Ing. Koloman V. Ratkovský, CSc., will celebrate his 75th birthday on 26 February 2005. He was born in Bratislava in 1930. He graduated from the Faculty of Civil Engineering at the Slovakian Technical University in Bratislava, majoring in Civil Engineering and Traffic Structures. This branch of civil engineering became, after a short period of his work with a Track Maintenance Section of the Slovakian Railways (1954 – 1956), his whole-life mission. In 1956, he entered the Department of Traffic Structures, which contained

at that time the sub-department of Underground Structures. Later, already in a position of a fellow, he was transferred, together with this sub-department, to the current Geotechnical Department, where he had worked till his retirement in 1996. He was awarded the title of the Candidate of Sciences in 1971, and habilitated himself as an Assistant Professor in 1979. In the course of his pedagogical activities, he brought up many students and helped many of them, both domestic and foreign ones, with the elaboration of their graduation theses. In addition to regular day-time classes, he organised and presented lectures in postgraduate courses and domestic and international conferences. He focused his pedagogical, scientific-research, professional, consulting and expert advising activities mainly to the field of tunnel excavation (mining and cut-and-cover techniques). He gradually won fame of an outstanding expert known not only at home but also abroad.

He participated either as a resolver of concrete tasks, assessor or expert virtually at all important underground constructions which were prepared or were already under construction in Slovakia in the past decades. Best known is his work in the preparation phase of the Bratislava metro, construction of communal shield-driven galleries, but also road tunnels.

The proof of his wide professional practice are the till now used university textbooks, tens of expert opinions and feasibility studies, through which he strongly affected development and progress of the field of underground construction in Slovakia.

He acted as an advisor and technical consultant for project owners, contractors and governmental bodies. All of them always appreciated his professional abilities, knowledge and long-term experience gained from projects realised both at home and abroad.

Well known are also his long-term contacts with foreign professional organisations, as well as his personal and also friendly relations with many outstanding experts from the field of tunnel construction all over the world. He always used the advantage of those contacts for the benefit of development of the tunnel construction branch in Slovakia. As a long-term functionary of the ITA/AITES, he was awarded the IA/AITES President's medal, and, in the same year, he was incorporated as an honorary member of the STA ITA/AITES.

Despite the fact that Mr. Ratkovský could enjoy the well-deserved rest and leisure, he has not stopped his work since his retirement, and is still participating in preparation and construction of current tunnel structures in Slovakia, as an advisor and consultant.

We wish him to keep his vigour and working enthusiasm for a long time, as well as his good health, personal comfort and complacency.

The STA ITA/AITES Committee

Technické zajímavosti / Technical matters of interest

Rakouská směrnice pro geomechanické navrhování podzemních staveb

(stručný popis)

Směrnice byla vytvořena v roce 2001 Rakouskou geotechnickou společností a je dnes závazná pro geotechnický návrh tunelů na většinu rakouských projektů. Rakouská norma ONORM B2203-1 z roku 2002, definující smluvní vztahy při provádění podzemních staveb, se na tuto směrnici odvolává a směrnice přejímá část týkající se klasifikace horninového masivu, která je ze současné B2203-1 odstraněna.

Směrnice se skládá z hlavní textové části a ze dvou příloh, příloha A se zabývá určováním horninových parametrů a obsahuje odkazy na provádění příslušných zkoušek a postupů, příloha B uvádí příklady použití směrnice.

Cílem směrnice je navrhnout přehledný způsob vyhodnocení a posouzení geotechnických podmínek v trase tunelu vedoucí k ekonomickým stavebně-technickým opatřením při provádění výrubu a zajištění bezpečnosti při ražení v daných horninových podmínkách. Tento požadavek je sice ovlivněn mnoha nejistotami, ale hlavní zásadou směrnice je stanovit postup, který umožní inženýrsky racionální návrh a provádění, sestává z několika jasně definovaných kroků, je prokazatelný a jasný.

Směrnice popisuje postup ve dvou fázích, fázi přípravy a fázi provádění.

Pro fázi přípravy (projektování) je postup založen na pěti následujících krocích:

- určení typů horniny (geomechanicky relevantní parametry a vlastnosti);
- určení typů chování horniny (při zohlednění velikosti a tvaru výrubu, hloubky pod terénem, orientace puklin ve vztahu ke směru ražby, vlivu podzemní vody a pod.) bez vlivu výstrojných prostředků;
- určení způsobu ražby a výstroje (pro jednotlivé typy horninového chování), kombinace horninového chování a zvoleného způsobu ražby a výstroje je definováno tzv. „chování systému“;
- na základě kroků 1 – 3 je vypracován přehled oblastí ražby se stejnými stavebně-technickými opatřeními (rámcový plán);
- určení tříd výrubu (technologických tříd) navázaných na způsob oceňování dle ONORM B2203-1.

Ve směrnici je popsáno 11 základních typů chování horniny, tyto typy mohou být upřesňovány či rozšiřovány podle konkrétních podmínek projektu. „Chování systému“ je určováno pro každý projekt zvlášť.

Pro fázi provádění (stavby) je postup založen na následujících krocích:

- určení zastiženého typu horniny (porovnáváním klíčových parametrů a vlastností);
- určení skutečného typu chování horniny (podle typu horniny a ovlivňujících faktorů);
- určení způsobu a postupu ražby a výstroje dle rámcového plánu (před prováděním výrubu, později jen menší úpravy) a prognózy „chování systému“;
- ověření „chování systému“.

Každý krok je poměrně detailně popsán z hlediska metodiky a přístupu, ale ponechává zpracovateli (projektant, geotechnik, stavební dozor, zástupce stavby) možnost individuálního přístupu. Základním požadavkem je transparentnost celého procesu a zdůvodnitelnost každého kroku a postupu. Směrnice vychází z předpokladu úzké a interaktivní spolupráce jednotlivých odborníků během přípravy (projektování) i provádění.

ING. MARTIN SRB

Guideline for the Geomechanical Design of Underground Structures with Conventional Excavation

(brief description)

The Austrian Society for Geomechanics elaborated the guideline in 2001 in Austria. Today it is binding for the geotechnical design of tunnels at a majority of Austrian projects. The Austrian standard ÖNORM B2203-1 from 2001 is defining contractual relationships in the process of underground construction and refers to this guideline, for aspects dealing with the rock mass classification system (concurrently removed from the B2203-1).

The guideline consists of a main text part and two appendices. The Appendix A deals with the determination of rock parameters, and contains references to the execution of relevant tests and procedures. The Appendix B presents examples of application of the guideline.

The objective of the guideline is to propose a consistent method of assessment and evaluation of geotechnical conditions along the tunnel route, leading to economic construction measures to be applied in the course of the excavation, and safety measures to be implemented during the excavation in the given geological conditions. This requirement may be affected by many uncertainties, but the main principle of the guideline is to specify a procedure allowing a technically reasonable design and execution of the works. The procedure should be consistent, coherent and traceable through the whole project.

The guideline divides the procedure into two phases, i.e. the design phase and construction phase.

The procedure for **the design phase** is based on the following 5 steps:

- determination of rock types (parameters and properties relevant in terms of geomechanics);
- determination of rock mass behaviour (with consideration of dimensions and geometry of the excavation, depth of the cover, orientation of joints to the drive direction, influence of ground water etc.) in an unsupported excavation condition;
- determination of the excavation and support methods (for particular types of rock mass behaviour), the combination of rock mass behaviour and the chosen method of excavation and support defines the System Behaviour;
- definition of areas requiring similar construction measures (baseline construction plan), based on the above steps 1 – 3;
- determination of excavation classes (technological classes) related to the assessment according to ÖNORM B2203-1 (contractual aspects).

There are 11 basic types of rock mass behaviour described in the guideline. These types can be refined or extended according to specific conditions of the project. The System Behaviour is determined for each tunnel project individually.

The procedure for **the construction phase** is based on the following steps:

- determination of the encountered Rock Mass Type (by comparing key parameters and properties);
- determination of actual Rock Mass Behaviour Type (based on Rock Mass Type and influencing factors);
- determination of excavation and support according to the baseline construction plan (prior to next round excavation; later only minor adjustments) and prediction of System Behaviour;
- verification of the System Behaviour by monitoring.

Each step is described in a relatively detailed way in terms of the methodology and approach, but it leaves a space for an individual solutions and justifications made by the respective professional (the designer, geotechnician, client's supervisor, contractor's representative). Transparency of the overall process and traceability of each step and procedure are the basic requirements. The guideline is based on the assumption that individual experts closely co-operate and interact (e.g. a geologist, geotechnician, designer etc.) in the design and construction phases.

ING. MARTIN SRB

Laserové skenovací systémy ve stavebnictví (recenze)

Laser scanning systems in the construction industry

(a review of a paper published in the Czech Republic in the second half of 2004)

V současnosti dochází k bouřlivému rozvoji laserových skenovacích systémů, které postupně zaujímají stále významnější místo v oblasti inženýrské geodézie a stavebnictví. Nedávno vyšla publikace „Laserové skenovací systémy ve stavebnictví“, která se zabývá problematikou laserového skenování a jeho využití v praxi. Ucelená publikace na toto téma v České republice citelně chyběla.

Laserové skenovací systémy umožňují bezkontaktní určování prostorových souřadnic, 3D modelování a vizualizaci složitých staveb a konstrukcí, interiérů, podzemních prostor, libovolných terénů atp. s mimořádnou rychlostí, přesností, komplexností a bezpečností. Nasnímaný objekt může být pomocí softwaru zobrazen ve formě mračen bodů (point clouds), na jejichž základě může být vytvořen model objektu, který lze přenést do CAD systému. Většina skenovacích systémů využívá nejmodernější pulsní laserovou technologii pro měření délek a určuje polohu bodů prostorovou polární metodou.

Mezi výhody těchto progresivních technologií patří především přesné zaměření stávajícího stavu s výrazně vyšší produktivitou práce, a tedy finančními úsporami, významné zkrácení práce v terénu při podstatně vyšší bezpečnosti, měření může probíhat za plného provozu, popř. s výraznou redukcí délky odstavky náročných provozů na minimum, velmi rychlé zpracování digitálních modelů terénu atd.

Pro efektivní využívání těchto systémů je však třeba znát základní principy jejich fungování, protože i zde jsou funkční a technologická omezení, která mohou znehodnotit i správně navržené či provedené měření na základě fyzikálních omezení. Na tato úskalí mimo jiné zde autoři upozorňují.

Předložená monografie pojednává v druhé a třetí kapitole o fyzikálních principech laserových skenovacích systémů, teorii a možnostech jejich fungování.

Čtvrtá kapitola podává přehled terestrických laserových skenovacích systémů s uvedením jejich technických parametrů.

V páté kapitole je praktické uplatnění laserových skenovacích systémů doloženo příklady zaměřování složitých technologických celků a konstrukcí, dokumentování reálného stavu stavebních konstrukcí či dopravních staveb, topografického mapování povrchu či podzemních prostor a dokumentace památek v oblasti architektury a archeologie.

Kapitola šest knihy tvoří systémy pro letecké skenování s popisem některých leteckých laserových systémů dostupných v Evropě doplněné příklady zpracování leteckých dat a praktickými zkušenostmi.

Ekonomické přínosy uplatnění laserových skenovacích systémů jsou zhodnoceny v sedmé kapitole.

Osmá kapitola je věnována zásadám bezpečnosti práce s laserovými přístroji.

V deváté kapitole je poměrně obsáhlý přehled literatury, která se týká daného tématu. Přehled hlavních zahraničních výrobců laserových skenovacích systémů je doplněn o domácí prodejce s kontaktními adresami včetně webových stránek a je uveden v desáté kapitole.

Teoretičtější problematika je soustředěna v Apendixech, aby tyto úvahy nenarušovaly průběh četby vlastního textu knihy. Rovněž zde byly shrnuty nejnovější výsledky testování skeneru, které autoři prováděli při řešení grantového projektu GA ČR 103/02/0357 „Moderní optoelektronické metody topografie ploch“, jehož je publikace součástí.

Tato monografie je určena především pracovníkům firem, kteří se zabývají výstavbou, údržbou a rekonstrukcemi stavebních objektů, dále pak pracovníkům v oblastech památkové péče, pracovníkům specializovaných zeměměřických firem a pracovníkům v dalších příbuzných oborech. Je rovněž určena jako pomůcka pro pedagogy a studenty odborných a vysokých škol všech stupňů zabývajících se uvedenou problematikou.

ING. IVO KOHOUŠEK
SG Geotechnika, a. s.

Zpravodajství Českého tunelářského komitétu ITA/AITES Czech Tunnelling Committee ITA/AITES reports

Upozornění na změny v sekretariátu ČTuK ITA/AITES:

Od 1. ledna 2005 převzal funkci sekretáře ČTuK ITA/AITES včetně funkce vedoucího redaktora časopisu TUNEL Ing. Miloslav Novotný. Současně byla změněna e-mailová adresa sekretariátu. Aktuální adresa a kontakty na sekretariát ČTuK ITA/AITES a redakci časopisu Tunel jsou:

Český tunelářský komitét ITA/AITES
sekretář Ing. Miloslav Novotný
Dělnická 12, 170 00 Praha 7
Česká republika
Tel./fax: +420 266 793 479
e-mail: ita-aites@metrostav.cz

Information on changes in the CTuK ITA/AITES secretariat:

On 1 January 2005, Ing. Miloslav Novotný took over as secretary of the CTuK ITA/AITES and editor-in-chief of the TUNEL magazine. In the same time, the e-mail address of the secretariat was changed. The current address and contacts to the CTuK ITA/AITES secretariat and the TUNEL magazine editor's office is as follows:

The Czech Tunnelling Committee ITA/AITES
Ing. Miloslav Novotný, secretary
Dělnická 12, 170 00 Prague 7
The Czech Republic
Tel./Fax: +420 266 793 479
e-mail: ita-aites@metrostav.cz

Podrobněji ke změně v sekretariátu ČTuK ITA/AITES

Na podzimním pracovním shromáždění ČTuK v Brně informoval předseda komitétu Ing. Ivan Hrdina přítomné členy o připravované změně v sekretariátu komitétu od 1. ledna 2005. K této změně již došlo, z funkce sekretáře komitétu a vedoucího redaktora časopisu Tunel na vlastní žádost odstoupil Ing. Karel Matzner, který se následujícími řádky obrací na všechny čtenáře tohoto čísla časopisu Tunel:

Vážení kolegové, čtenáři našeho časopisu, dovoďte mi, abych touto cestou poděkoval všem členským organizacím a členům ČTuK, Slovenské tunelářské asociaci a redakční radě časopisu Tunel za bezmála desetiletou spolupráci. Společně se nám podařilo dosáhnout vyšší domácí i mezinárodní prestiže jak našeho časopisu, tak konferencí Podzemní stavby Praha 1997, 2000 a 2003. Posílila se pozice ČTuK ve Světové tunelářské asociaci, což se projeví ve volbě Prahy jako místa konání světového tunelářského kongresu WTC 2007. Na jeho přípravě se budu i nadále podílet.

S novým šéfredaktorem přichází i nová image časopisu. Přejí redakční radě, aby nová úprava byla úspěšná a čtenáři ji ocenili. Vám všem pak přeji do dalších let hodně zdarů při dalším rozvoji našeho tunelářského oboru.

ING. KAREL MATZNER

Ing. Karel Matzner pracoval pro komitét skoro deset let. Jeho pracovitost, přátelskost i vitalita by mohly být vzorem většině z nás. Po právu mu na pracovním shromáždění komitétu v Brně předseda ČTuK poděkoval a vyzdvihl jeho zásluhy. Obdobně učinil i předseda redakční rady časopisu Tunel Ing. Petr Vozarik na jejím zasedání 7. ledna 2005.

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ

More details on the change in the CTuC ITA/AITES secretariat

In the CTuC ITA/AITES autumn working session in Brno, Ing. Ivan Hrdina, chairman of the Committee, informed the present members about the change being prepared in the committee's secretariat for 1 January 2005. This change has already taken place. By his own request, Ing. Karel Matzner resigned from the position of secretary of the Committee and editor-in-chief of the TUNEL magazine. He addresses all readers of this issue of the Tunnel magazine through the following lines:

Dear colleagues, readers of our magazine,

I would like to use this opportunity to thank all member organisations and friends of the CTuC, the Slovakian Tunnelling Association, as well as the Editorial Board of the Tunnel magazine, for nearly ten-year co-operation. Jointly we have managed to win the highest domestic and international appreciation for both our magazine and the Underground Construction Prague 1997, 2000 and 2003 conferences. The position of the CTuC within the World Tunnelling Association has been consolidated. This fact became apparent by the election of Prague as the venue of the World Tunnel Congress, WTC 2007. I am going to participate in its preparation. A new image of the magazine is coming with the new chief editor. I wish the editorial board great success in developing our tunnelling industry.

ING. KAREL MATZNER

Ing. Karel Matzner has worked for the Committee for nearly ten years. His dedication, friendliness and vitality could be a standard to be followed by most of us. He fully deserved the thanks and appreciation given by the CTuC chairman in the working session in Brno. He also received similar appreciation from Ing. Petr Vozarik, chairman of the editorial board, in the board meeting on 7 January 2005.

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ

Generální sekretář ITA/AITES na návštěvě v Praze

K významnému kroku v přípravě kongresu WTC 2007 došlo v říjnu 2004, kdy na naše pozvání navštívil Prahu generální sekretář světové tunelářské organizace pan Claude Berenguier. Cílem této návštěvy bylo projednat návrh kontraktu na uspořádání kongresu a seznámit pana Bereguiera, který je současně jedním z členů organizačního výboru kongresu, s připravovanými lokalitami, v nichž se budou kongres a doprovodné akce konat. Jednání se zúčastnili předseda ČTuK Ing. Hrdina, předseda přípravného výboru Ing. Romancov a další členové. V Kongresovém centru byly odsouhlaseny jednotlivé prostory nejen pro účely kongresu, ale i pro zasedání výkonného výboru a valného shromáždění (EC a GA ITA/AITES), které se v souvislosti s kongresem pravidelně konají, místnosti pro potřeby sekretariátu a jednotlivých pracovních skupin (WG). Dalšími místy prohlídky se staly Obecní dům, kde bude me pořádat společenskou část kongresu (Welcome Party), sály Pražského hradu pro společenský večer (Galla Dinner) a Rudolfinum, v němž bude uspořádán slavnostní koncert.

Podmínky kontraktu i návrh všech prostor byly vzájemně odsouhlaseny a byl položen základ pro další úzkou spolupráci při přípravě kongresu a s ním spojenými aktivitami ITA/AITES.

ING. KAREL MATZNER

The ITA/AITES General Secretary's visit to Prague

A significant event in the WTC 2007 preparation took place in October 2004, when the general secretary of the World Tunnelling Organisation, Mr. Claude Berenguier, accepted our invitation and visited Prague. The objective of this visit was the negotiation of a draft contract for the congress organisation, and the introduction of locations being prepared for the congress and accompanying events to Mr. Berenguier, who is also one of the members of the congress organising committee. Also present in the negotiation were Ing. Hrdina, the CTuC chairman, Ing. Romancov, the preparatory committee chairman, and other members. Particular spaces of the Congress Centre building were agreed, not only for the purposes of the congress, but also for the sessions of the ITA/AITES Executive Committee and of the General Assembly, which are regularly held on the occasions of the congresses, as well as rooms to be used by the secretariat and individual work groups. The other visited places comprised the Obecní dům (Council House), where the social part of the congress is to be held (the Welcome Party), the Prague Castle halls intended for the Gala Dinner, and the Rudolfinum, where a Gala Concert will take place.

The contract conditions and the proposal for all spaces were mutually agreed, and foundation was laid for future close collaboration in preparing the congress and performing other associated activities of the ITA/AITES.

ING. KAREL MATZNER

Pracovní shromáždění členů ČTuK ITA/AITES

The working session of the CTuC ITA/AITES members

The autumn working session of the CTuC ITA/AITES members was held in Brno, invited by Železniční stavitelství Brno, a.s. There were 43 delegates from 25 member nations and institutions, and 6 individual members present in the session.

Podzemní pracovní shromáždění ČTuK ITA/AITES se konalo v Brně na pozvání firmy Železniční stavitelství Brno, a. s. Zúčastnilo se ho 43 delegátů z 25 členských společností a institucí a 6 individuálních členů. Pro informaci o jeho průběhu uveřejňujeme podstatnou část záznamu z jeho jednání:

ZÁZNAM

z Pracovního shromáždění členů Českého tunelářského komitétu ITA/AITES, které se konalo na pozvání firmy ŽS Brno, a. s., v Brně-Pisárkách 18. 11. 2004

1. Přivítání přítomných

Přítomné delegáty a hosty přivítali Ing. Ivan Hrdina, předseda ČTuK, a Ing. Michal Štefl, generální ředitel hostitelské společnosti ŽS Brno, a. s.

Předseda komitétu úvodem oznámil organizační změnu v sekretariátu ČTuK. Dosavadní sekretář Ing. Karel Matzner na vlastní žádost končí svou činnost k 31. 12. 2004 a do funkce nastoupí Ing. Miloslav Novotný z Metrostavu. Předseda vyslovil odstupujícímu sekretáři poděkování za dlouholetou práci a zásluhy o rozvoj ČTuK a předal mu upomínkový dárek.

2. Zpráva o aktuálním stavu příprav a dalších krocích k uspořádání světového tunelářského kongresu v roce 2007 v Praze

(Ing. Hrdina, Ing. Romancov)

- Pro zajištění financování přípravy kongresu bylo založeno Sdružení WTC 2007, jehož devíti zakládajícími členy jsou: METROSTAV, METROPROJEKT, SUBTERRA, SATRA, VOKD, ELTODO, PUDIS, VIS, ČTuK.

- Předseda vyzval další členské subjekty ČTuK, aby se ke Sdružení připojily jako přidružení členové.

- Na pozvání předsednictva ČTuK přijel v říjnu generální sekretář ITA/AITES pan Claude Berenguier, aby si prohlédl prostory, v nichž bude konán kongres a další doprovodné akce. Navštívil Kongresové centrum, Obecní dům, Pražský hrad a Rudolfinum. Se všemi lokalitami byl velmi spokojen. Dále byly projednány podmínky kontraktu mezi ITA a ČTuK na zajištění kongresu a Valného shromáždění, diskusní témata kongresu a návrh na open session.

- Rozpočet nákladů na uspořádání WTC 2007 byl upřesněn na 29,6 mil. Kč.

- Předsednictvo z pověření Valného shromáždění ČTuK jmenovalo členy hlavních orgánů kongresu, tj. Organizačního výboru, Vědecké rady (národní část) a předsedu Poradního sboru ITA/AITES (viz „První oznámení“).

- Byla založena internetová stránka www.wtc2007.org, na níž bylo umístěno kromě dalších odkazů „První oznámení“ WTC 2007.

- Ke zvýšení aktivity ČTuK v předkongresovém období bude předsednictvo podporovat konání odborných seminářů a vzdělávacích akcí v našem oboru i na firemní úrovni.

- K propagaci WTC 2007 v Praze nejvíce prospěje hojná účast našich odborníků na světovém kongresu v Istanbulu v příštím roce a v Soulu 2006 s prezentací příspěvků.

- Na příštím valném shromáždění ČTuK bude schvalována redakční rada časopisu TUNEL. Členské organizace budou předem vyzvány k návrhu svých zástupců, z nichž předsednictvo jmenuje 12 členů rady. Ta bude doplněna o sekretáře ČTuK a 3 zástupce Slovenské tunelářské asociace.

3. Zpráva o našem zastoupení v pracovních skupinách WG ITA/AITES a o další činnosti našich pracovních skupin (Ing. Sikora, Ing. Soukup):

- Delegáti ČTuK ve WG byli dopisem vyzváni, aby podali zprávu o své činnosti a možnostech aktivně se podílet na činnosti příslušné WG. Dosed se všichni delegáti nevyjádřili, a proto znovu žádáme všechny organizace, aby k tomu své zástupce vyzvaly. Pokud nebude jejich aktivní činnost ověřena, bude předsednictvo nuceno jmenování těchto delegátů stornovat.

- Naše pracovní skupiny (Stříkaný beton, Bezpečnost provozu v tunelech) pracují velmi aktivně i ve styku s WG ITA. Ing. Soukup, člen WG 19 – Conventional Tunnelling, informoval o založení naší třetí pracovní skupiny – Konvenční tunelování (PS KT) a vyzval další zájemce o členství.

4. Vyhodnocení soutěže o nejlepší diplomovou práci (Prof. Aldorf)

Komise, v níž byly zastoupeny VŠB-TU, ČVUT a VUT, zhodnotila soutěžní diplomové práce z oboru podzemního stavitelství a tři z nich navrhla předsednictvu ČTuK k ocenění:

1. Numerické modelování ražby TBM (Ing. Paul),



Obr. 1 Ing. Petr Mičunek představuje stavby ŽS Brno
Fig. 1 Mr. Petr Mičunek introducing constructions carried out by ŽS Brno

2. Technické a ekonomické hodnocení alternativních způsobů výstavby tunelu Valík (Ing. Císařová),
3. Numerické modelování traťového tunelu metra trasy IVC1 (Ing. Korejčík).

Diplomové práce byly plně předloženy k prohlédnutí a přítomní autoři prací převzali ocenění.

5. Prezentace firmy ŽS Brno, a. s., a jejich staveb, vč. španělské společnosti OHL

Promítнутý film ŽS Brno představil stavby prováděné závodem MOSAN v minulosti i přítomnosti. Ing. Jiří Zahrada, CSc., informoval o samohutnitcích betonech při výstavbě kanalizace z fondů Phare v Brně.

Pánové Angel Muelas Rodriguez a Juan Carvajal Fernández de Córdoba představili slovem i obrazem významné stavby společnosti OHL. Dálniční tunel Arguineguín v Las Palmas, městský silniční tunel v Guayaquil, železniční tunel Guadarama, tunely na železniční trati Ankara – Istanbul, silniční tunel Vielha, výstavbu metra v Barceloně a silniční tunel v Madridu.

6. Prezentace firmy AMBERG ENGINEERS BRNO, a. s., na téma: Tunel Dobrovského

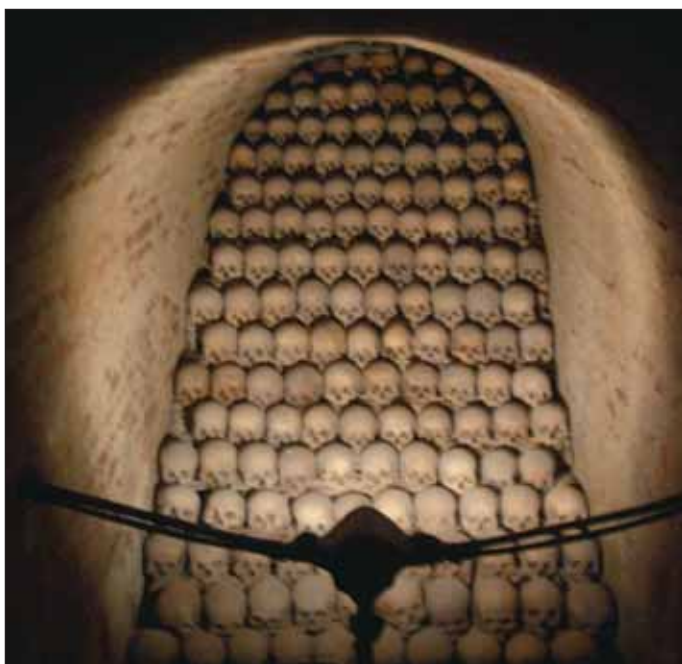
Ing. Vlastimil Horák a Ing. Jiří Pechman informovali o poklesové kotlině v teorii i praxi.

7. Prezentace firmy AQUATIS, a. s., na téma: Kolektory Brno

Ing. Břetislav Sedláček informoval o výstavbě kolektorové sítě v Brně.

8. Prezentace VUT Brno, Stavební fakulta: Kolektory Brno

Doc. Ing. Vladislav Horák, CSc. a Ing. Janků přednášeli o využití tryskové injektáže v ulici Starobrněnská při podchytávání základů budov a o zabezpečení primárního kolektoru ve vztahu k výstavbě CD Centra v Brně.



Obr. 2 Čelo jedné z chodeb s uloženými lebkami
Fig. 2 An ossuary in one of Brno's underground galleries

Odpoledne se konala velice zajímavá exkurze do brněnského historického podzemí s odborným výkladem poučným jak z hlediska kulturně-historického, tak stavebního. Exkurze dokumentovala problémy střetu moderního a historického využití podzemních prostor.

Zapsal: Ing. Matzner
Ověřil: Ing. Hrdina

Příprava světového tunelářského kongresu WTC 2007 v Praze

Preparation of the World Tunnel Congress WTC 2007 in Prague

In the text below, Ing. Georgij Romancov, the WTC 2007 Preparation Committee Chairman, informs Czech readers about the current status of this congress preparation. The text also contains the composition of the organizing committee, whose member is also Mr. Claude Berenguier, the ITA/AITES General Secretary, and whose secretary is Mgr. Lamis Abdalla (e-mail: lamis.abdalla@satra.cz). More details one can obtain on web-side: www.wtc2007.org

Následující přehled by měl především souhrnně informovat domácí čtenáře (tedy v České i ve Slovenské republice) o stavu přípravy kongresu, o nejdůležitějších krocích, které orgány kongresu podnikly v minulých měsících, ale také upozornit na oblasti, v nichž je třeba ještě něco dorešit a případně i požádat vás všechny o pomoc a spolupráci. Bude mojí snahou, aby se takovýto přehled objevil v každém dalším čísle TUNELU. Průběžně jsou informace zveřejňovány na našich webových stránkách. Věřím, že nikomu z vás tato akce není lhostejná, a každý, kdo se domnívá, že může jakýmkoli způsobem k jejímu úspěchu přispět, tak učiní. Zejména bych přivítal věcné kritické připomínky, s nimiž se můžete obrátit na kteréhokoli člena organizačního výboru (viz uvedené kontakty). Určitě jim bude věnována pozornost.

Organizační výbor kongresu se sešel na svém 2. řádném zasedání dne 14. prosince loňského roku v Praze. Po rekapitulaci a zhodnocení jeho dosavadní činnosti bylo konstatováno, že končí období euforie a prvotního nadšení nad přidělením pořadatelsví a je třeba si detailně rozdělit úkoly a důsledně kontrolovat jejich věcné a časové plnění. Za tím účelem bylo rozpracováno organizační schéma a podrobný časový plán přípravy kongresu a každý člen OV dostal na starost určitou oblast, za kterou nese plnou odpovědnost. Na vlastní žádost byl do organizačního výboru kooptován generální sekretář ITA/AITES p. Claude Berenguier. Jeho účast na rozhodujících jednáních a odsouhlasení klíčových rozhodnutí nepochybně přispěje k minimalizaci počtu chybných kroků, kterých by se OV mohl dopustit.

Byly stanoveny rovněž pevné termíny řádných zasedání OV, a to 4x do roka, s cílem zajistit pokud možno sto procentní účast odpovědných pracovníků. Seznam členů OV a jejich pověření je uvedeno níže. Rád bych zdůraznil, že všichni – jakožto zaměstnanci organizací sdružených v ČTuK, případně individuální členové, v OV pracují bez nároku na zvláštní odměnu.

Rýsuje se několik hlavních okruhů, které je třeba organizovat a jejich činnost personálně, materiálně i finančně zabezpečit. Na prvním místě je to vědecká rada kongresu, jejíž funkce je pro úspěch kongresu naprosto rozhodující. Ta musí mj. především definovat odbornou náplň kongresu, posoudit a vybrat k prezentaci došlé příspěvky, zorganizovat a zajistit hladký průběh všech odborných sekcí a pracovních skupin, workshopů, odborných exkurzí a mnoha dalších akcí s touto oblastí spojených. Zejména ve fázi posuzování a výběru referátů, a pak samozřejmě v průběhu vlastního kongresu, si tato činnost vyžádá velice mnoho času a úsilí desítek odborníků, především z našich vlastních řad. Rád bych touto cestou opakovaně vyzval ty, kteří zatím stojí mimo a jsou ochotni pomoci, aby se přihlásili ke spolupráci.

Druhou mimořádně důležitou oblastí je zajištění všech služeb spojených s organizačním, materiálním a společenským zabezpečením akce. Jak již bylo konstatováno v minulých zprávách (viz TUNEL 3 a 4/2004), hlavní prostory, v nichž se budou kongresové aktivity konat, jsou již zajištěny, právě tak jako jsou předběžně zmluveny ubytovací, stravovací a další potřebné kapacity. To je sice základní, ale jen první nutný krok. Touto oblastí je třeba mít trvale pod pečlivým dozorem, poněvadž se jedná o vztahy založené především na komerční bázi, která, jak známo, může přinést nečekaná překvapení. V rámci služeb se také odvíjí veškerá činnost propagační a administrativní. Je třeba mít na zřeteli, že s blížícím se termínem konání kongresu, který bude vzhledem k očekávanému počtu účastníků nepochybně patřit k velkým akcím tohoto druhu, bude třeba do této činnosti zapojovat stále více osob i firem, a koordinace jejich činnosti bude úkolem velmi náročným. Bez ohledu na dobré zkušenosti, které ČTuK má s pořádáním konferencí „Podzemní stavby Praha“, je Světový kongres akcí nejen kvantitativně, ale i kvalitativně odlišnou.

Finanční zajištění kongresu je samostatnou kapitolou a s tímto cílem bylo ustaveno „Sdružení WTC 2007“, které shromažďuje finanční prostředky, nezbytné pro zabezpečení přípravy kongresu a kontroluje jejich účelné a hospodárné využití. V další fázi pak bude organizovat

a kontrolovat veškeré další finanční toky spojené s jeho konáním, a zajistí konečné vyúčtování a uzavření finančního hospodaření akce. Za činnost sdružení odpovídá rada sdružení, jejímiž členy jsou osoby jmenované statutárními zástupci firem, které se rozhodujícím způsobem podílejí na financování kongresu.

Na závěr bych chtěl ještě zdůraznit, že pro úspěch kongresu nestačí jen mít zabezpečeny všechny jeho oblasti a organizovat jeho činnost. Nejdůležitější je zajistit účast odborníků z celého světa, a to nejen pasivní, ale

především aktivní. Proto je velmi důležité, abychom i my vystupovali v rámci akcí, pořádaných ITA, dostatečně aktivně a na vysoké odborné úrovni. Blíží se WTC 2005 v Istanbulu a napřesrok se bude konat WTC 2006 v korejském Soulu. Čím větší – a pokud možno aktivní – bude na nich naše účast, tím větší naděje, že i k nám do Prahy přijedou ti, které se podařilo zaujmout a kteří se budou chtít na vlastní oči přesvědčit, jak to vypadá v zemi, o které mají tolik rozporných informací a ve které se staví tak zajímavé tunely.

ING. GEORGIJ ROMANCOV

Seznam členů organizačního výboru světového tunelářského kongresu ITA/AITES WTC 2007 v Praze The list of members of the Organising Committee of the World Tunnel Congress ITA/AITES, WTC 2007, in Prague

Jméno	Pověření	e-mail	Poštovní adresa
Abdalla Lamis	sekretariát OV	lamis.abdalla@satra.cz	SATRA s.r.o.; Sokolská 32, 120 00 Praha 2
Aldorf Josef, člen předsednictva ČTuK	vzdělávání	josef.aldorf@vsb.cz	VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu, 708 00 Ostrava
Barták Jiří, člen předsednictva ČTuK	předseda VR	bartakj@fsv.cvut.cz	ČVUT Stavební fakulta, Thákurova 7, 166 29 Praha 6
Berenguer Claude, gen. sec. ITA/AITES	reprezentant ITA/AITES	secretariat@ita-aites.org	ITA/ITES c/o EPHEL - Bat. GC, CH - 1015, Lausanne, Switzerland
Dvořák Josef	místopředseda OV	josef.dvorak@satra.cz	SATRA s.r.o., Sokolská 32, 120 00 Praha 2
Hrdina Ivan, Předseda ČTuK	kontakt s ITA/AITES	hrdina@metrostav.cz	METROSTAV, a.s. Koželužská 2246, 180 00 Praha 8
Kadlec Miroslav	propagace	kadlec@metrostav.cz	METROSTAV a.s., divize 5, Na Zatlance 13, 150 00 Praha 5
Lepičová Jana	služby	lepico@agenturabonus.com	Agentura BONUS, Okružní 275, 373 61 Hrdějovice
Mařík Libor, člen předsednictva ČTuK	WEB	libor.marik@ikpce.com	IKP Consulting Engineers, s. r. o. Jirszkova 583/5, 186 00 Praha 8
Matzner Karel	sekretariát VR	matzner@volny.cz	
Míčunek Petr, člen předsednictva ČTuK	finanční dohled	pmicunek@zsbmo.cz	ŽS Brno, a.s. závod MOSAN, Burešova 938/17, 660 02 Brno
Novotný Miloslav, sekretář ČTuK	koordinace s ČTuK	novotny@metrostav.cz	ČTuK ITA/AITES, Dělnická 12, 170 00 Praha 7
Romancov Georgij, člen předsednictva ČTuK	předseda OV	romancov@metroprojekt.cz	METROPROJEKT Praha a.s., I.P.Pavlova 2, 120 00 Praha 2
Sikora Stanislav, člen předsednictva ČTuK	pracovní skupiny ITA/AITES	sikora@vokd.cz	VOKD, a. s. Ostrava-Moravská, Nákladní 1/3179, 702 80 Ostrava
Smolík Jiří	kontakt s příbuznými obory	jmolik@subterra.cz	SUBTERRA a.s., Bezová 1658, 147 14 Praha 4
Vozarik Petr, předseda RR časopisu TUNEL	kontakt s časopisem TUNEL	vozarik@metrostav.cz	METROSTAV a.s., divize 5, Na Zatlance 13, 150 00 Praha 5

Zpráva o účasti českých zástupců v pracovních skupinách (WG) ITA/AITES

Report on the presence of Czech representatives in the ITA/AITES Work Groups (WGs)

Mr. Sikora, the member of the CTuK ITA/AITES Board, presents a review of representatives of the Czech Republic in the ITA/AITES Work Groups, and appeals for their active participation in the work of the WGs.

V minulém čísle jsme informovali o činnosti pracovních skupin (WG), které působí v rámci mezinárodního tunelářského komitétu ITA/AITES. V současné době je 13 skupin aktivních.

ČR má své zástupce ve 12 pracovních skupinách, ne ve všech ale naši zástupci působí aktivně. V průběhu roku 2004 předsednictvo

ČTuK několikrát oslovilo naše zástupce, aby se intenzivněji zapojili do činnosti pracovních skupin (WG). Na valném shromáždění ČTuK ITA/AITES konaném dne 24. 6. 2004 bylo odsouhlaseno všemi zástupci členské základny, že se naše činnost v pracovních skupinách více projeví. V období před Světovým kongresem WTC 2007 v Praze máme zájem, aby se naši zástupci co nejlépe a co nejčastěji prezentovali na mezinárodním poli.

Proto vás všechny ještě jednou jménem ČTuK zdvořile žádám na stránkách našeho časopisu, aby ti, co pracují v pracovních skupinách (WG), svou práci zintenzivnili a společnosti, z kterých tito zástupci jsou, jim poskytly prostor k této činnosti.

Myslím si, že to bude k prospěchu všech.

Seznam pracovních skupin a našich zástupců v nich

Číslo WG	Název	Český delegát
02	Výzkum	Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc., SG-GEOTECHNIKA, a. s.
03	Smluvní praxe v podzemním stavitelství	Ing. Jaromír Zlámal, POHL CZ a. s.
05	Zdraví a bezpečnost	Ing. Jiří Tvardek, VOKD, a. s.
06	Údržba a oprava tunelů	Ing. Petr Vozárik, METROSTAV, a. s.
11	Ponořované a naplavované tunely	Prof. Ing. Jan L. Vítek, CSc., METROSTAV, a. s.
12	Použití stříkaného betonu	Ing. Pavel Polák, METROSTAV, a. s.
14	Mechanizace razicích prací	Ing. Jiří Mosler, METROSTAV, a. s.
15	Podzemní díla a životní prostředí	Doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc., Ústav geoniky AVČR
16	Jakost	není zástupce
17	Dlouhé tunely ve velkých hloubkách	není zástupce
18	Výcvik	Dr. Ing. Jan Pruska, Stav. fak. ČVUT Praha, Doc. Ing. Karel Vojtasík, CSc., VŠB-TU Ostrava
19	Tradiční tunelování	Ing. Václav Soukup, METROSTAV, a. s., Ing. Otakar Hasík, Metroprojekt, a. s.
20	Problémy měst, podzemní řešení	Ing. Václav Valeš, Metroprojekt, a. s.

Vážení kolegové, vzhledem k tomu, že mi v rámci práce v předsednictvu ČTuK přináležejí činnost pracovních skupin, rád bych, abyste mi jakékoliv náměty, názory, změny a zprávy z vaší činnosti zaslali na níže uvedenou adresu.

ING. STANISLAV SIKORA, člen předsednictva ČTuK, e-mail: sikora@vokd.cz

Po uzávěrci

ČTuK i STA se zármutkem přijaly zprávu, že dne 13. února 2005 zemřel ve věku 89 let prof. Juraj Menci. K životu a dílu tohoto významného tunelářského odborníka a vzácného člověka se vrátíme v příštím čísle časopisu Tunnel.

After the copy deadline

The CTuK and STuA have received a heavy news that Prof. Juraj Menci died on 13 February 2005, aged 89. We will get back to the life and work of this outstanding tunnelling expert and special man in the next issue of Tunnel magazine.

Spravodaj Slovenskej tunelárskej asociácie ITA/AITES Slovak Tunnelling Association ITA/AITES reports

STA si na valnom zhromaždení konanom v roku 2003 určila cieľ oživiť svoju činnosť a odborné aktivity po predchádzajúcom období. Toto mal zabezpečiť novozvolený výbor a navyiac zlepšiť finančnú situáciu asociácie, hlavne vyrovnanie záväzku voči vydavateľovi časopisu Tunnel.

Prvé zasadnutie výboru STA sa konalo v Prahe v čase konferencie Podzemné stavby Praha 2003, kedy sa uskutočnilo aj stretnutie s ČTK a okrem iného sa dohodol splátkový kalendár záväzku STA voči vydavateľovi časopisu Tunnel. Na tomto zasadnutí si výbor STA určil rámcový program pre rok 2004.

STA s cieľom zlepšiť finančnú situáciu navrhla zmenu stanov, ktorú schválilo valné zhromaždenie 20. 4. 2004. Zmena stanov umožňuje STA mať príjmy aj z poriadaných akcií a sponzorských príspevkov. Vďaka tejto zmene sa finančná situácia STA výrazne zlepšila a ku koncu roku 2004 nemá žiadne záväzky voči vydavateľovi časopisu Tunnel.

STA spolu s pobočkou Cestnej spoločnosti pri Slovenskej správe ciest Bratislava zorganizoval v júni v hoteli Permon na Podbanskom konferenciu so zahraničnou účasťou **Význam tunelov v doprave** s účasťou cca 200 účastníkov, ktorí ju hodnotili veľmi kladne napriek krátkemu času na jej prípravu. O konferencii bol v časopise Tunnel samostatný článok. Konferencia bola ťažiskovým odborným podujatím zorganizovaným STA.

STA hostila v Bratislave v máji 2004 exekutívu ITA, ktorá okrem iného ocenila docenta Ratkovského pamätnou medailou. Súčasťou podujatia bola návšteva stavby tunela Sitina.

Členovia STA sa zúčastnili svetového kongresu ITA, kde podporili dnes už úspešnú kandidatúru ČTK na usporiadanie kongresu ITA v Prahe v roku 2007. Úprimne gratulujeme. Možnú spoluprácu na zorganizovaní pokongresovej exkurzie na Slovensko dohodnú výbory STA a ČTK.

STA sa účastnila na organizovaní prednášky profesora Eisensteina z Kanady.

STA pozvala na zasadnutie výboru zástupcov Banského úradu s cieľom dohodnúť budúcu spoluprácu pri príprave a výstavbe podzemných diel.

STA pozývala na zasadnutia výboru zástupcov členských firiem, na ktorých sa prezentovali a informovali o svojej činnosti.

Výbor STA na svojom ostatnom zasadnutí 8. 12. 2004 navrhol pre rok 2005 nasledovné hlavné aktivity:

S cieľom zapojiť všetkých členov STA do činnosti zorganizovanie členskej schôdze v apríli 2005.

Valné zhromaždenie sa bude konať v júni 2005.

STA zorganizuje v máji 2005 v tuneli Sitina prezentáciu firiem o striekaných betónoch s dôrazom na dodávku kompletného systému (materiály a technológiu).

Zorganizovanie spoločného stretnutia STA a ČTK s cieľom dohodnúť spoluprácu.

Po nie veľmi aktívnom období pred rokom 2003 STA zaktivizovala svoju činnosť a jej členovia sú odhodlaní v nastúpenom trende pokračovať.

ING. PETER DINGA

Informace ČTuK ITA/AITES / Information from CTuC

Mezinárodní sympozium Eurock 2005 se koná v ČR

Mezinárodní sympozium Eurock 2005 se koná od 18. do 20. května 2005 v kongresovém centru hotelu Voroněž v Brně pod záštitou International Society for Rock Mechanics.

Hlavní téma konference je **Vliv lidské činnosti na geologické prostředí**.

Konferenci organizuje Česká národní skupina ISRM a Ústav geoniky AV ČR Ostrava. Předsedou organizačního výboru je Dr. Ing. Pavel Konečný (ÚGN AV ČR).

Sympozium je rozčleněno na 8 sekcí s tímto zaměřením:

1. Odezva horninového masivu na zásah člověka
2. Stabilita svahů
3. Výzkum in situ
4. Laboratorní výzkum
5. Stabilita podzemních děl
6. Matematické modelování
7. Měření napětových polí v masivu
8. Rozpojování minerálů a hornin

Součástí sympozia jsou tři technické exkurze (19. května) spojené s workshopy, a to:

1. Geotechnika. (Vysoké učení technické Brno)
2. Mineralogie a mikrostruktury. (Palackého univerzita Olomouc)
3. Laboratorní měření v geomechanice. (Ústav geoniky AV ČR Ostrava)

Sympozium předchází zasedání předsednictva ISRM (ISRM Board – 16. května), zástupců národních skupin (European Council – 16. a 17. května) a komisí ISRM (17. května).

Podrobnosti jsou na webových stránkách:

www.ugn.cas.cz/data/eurock05/conference.htm

Cena akademika Quida Záruby – přihlášky do soutěže

(soutěž je určena pro mladé geotechniky z České republiky, jejichž věk nepřesáhá 35 let)

Česká asociace inženýrských geologů, Česká geotechnická společnost a Stavební geologie – Geotechnika, a. s., vyhlašují 4. ročník soutěže o Cenu akademika Quida Záruby pro mladé inženýrské geology a geotechniky do 35 let za nejhodnotnější a nejzajímavější práci z oblasti praxe a výzkumu v roce 2004 v oborech: Mechanika zemin, Mechanika hornin, Inženýrská geologie, Podzemní stavby, Zakládání staveb, Geotechnický a inženýrskogeologický průzkum, Environmentální geotechnika.

Soutěž bude vyhodnocena nezávislou komisí složenou ze zástupců ČGtS, ČAIG, ČVUT, UK Praha, VÚT Brno, VŠB-TU Ostrava. Cena bude předána na Pražských geotechnických dnech 2005, které se konají ve dnech 23. a 24. května 2005. Cena pro autora oceněné práce pozůstává z diplomu a z příspěvku 15 000 Kč na úhradu účasti na mezinárodní konferenci IAEG, ISRM, ITA, ISSMGE apod. Přihlášky do soutěže zašlete do 31. 3. 2005 na adresu:

Stavební geologie – Geotechnika, a. s., Ing. M. Frombergerová,

Geologická 4, 152 00 Praha 5, tel. 234 654 101, fax: 234 654 102, e-mail: sekretariat@geotechnika.cz. Podrobné informace na www.geotechnika.cz

DOC. ING. ALEXANDR ROZSYPAL, C.Sc.

The Eurock 2005 international symposium will take place in Brno

The international symposium Eurock 2005 will take place from 18 to 20 May 2005 at the congress centre of Voroněž hotel in Brno, under the auspices of the International Society for Rock Mechanics.

The conference key topic is **The impact of human activities on geological environment**.

The conference is organised by the Czech national group of the ISRM, and the Ústav geoniky AV ČR Ostrava (the Institute of Geonics of the Academy of Sciences of the CR in Ostrava).

The organisation committee is chaired by Dr. Ing. Pavel Konečný (ÚGN AV ČR).

The symposium is divided into 8 sections with the following focuses:

1. Rock mass response to human activities
2. Slope stability
3. In-situ research
4. Laboratory research
5. Stability of underground works
6. Mathematical modelling
7. Measurement of stress fields in rock mass
8. Disintegration of minerals and rock

The following three technical excursions (19 May) are parts of the symposium, connected with the workshops:

1. Geotechnics. (The Technical University in Brno)
2. Mineralogy and microstructures. (The Palacky University in Olomouc)
3. Laboratory measurements in geomechanics. (The Institute of Geonics of the Academy of Sciences of the CR in Ostrava)

More details on web-side: www.ugn.cas.cz/data/eurock05/conference.htm

Academician Quido Záruba Award – competition entry forms

(young geotechnicians from the Czech Republic whose age is not higher than 35 years are eligible)

O z n á m e n í

Stavební geologie - Geotechnika, a.s. ve spolupráci s ČGtS a ČaS výborem MZZS pořádá odborný seminář

PRAŽSKÉ GEOTECHNICKÉ DNY 2005

ve dnech 23. a 24. května 2005

v budově Akademie věd ČR, Praha 1, Národní třída 3

Téma: Geotechnika pro extrémně zatížené konstrukce (geotechnický průzkum, geotechnické řešení a projekt založení, porovnání predikce a skutečnosti)

Pozvánky včetně podrobného programu a závazných přihlášek budou rozesílány začátkem dubna 2005. Aktuální informace o akci a přihlášku najdete na webových stránkách společnosti www.geotechnika.cz

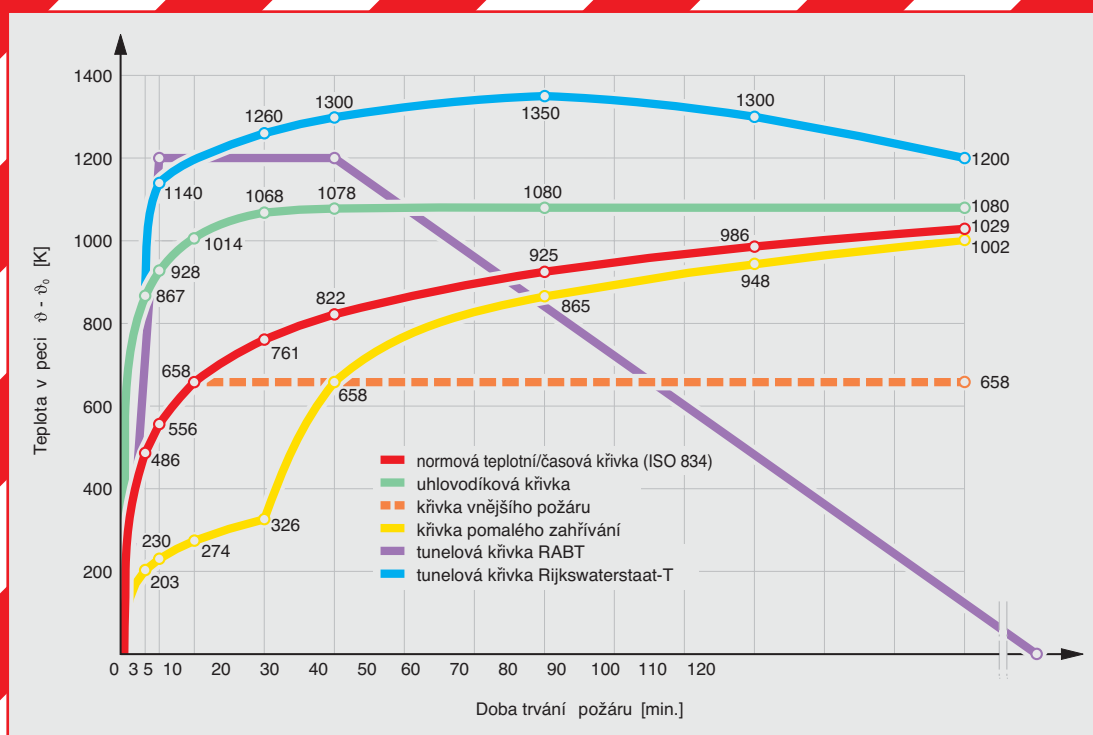
Kontaktní adresa: SG - Geotechnika, a.s. (Ing. M. Frombergerová), tel.: 234 654 101, fax: 234 654 102, e-mail: sekretariat@geotechnika.cz



Promat



Požární bezpečnost staveb dle EN



OCHRANA ŽELEZOBETONU

A jak zajišťujete požární ochranu v tunelech VY?



ITA-AITES WORLD TUNNEL CONGRESS 2007

„Underground Space – the 4th Dimension of Metropolis“

and the 33rd ITA-AITES GENERAL ASSEMBLY,

5 – 10 May 2007, Prague, Czech Republic

web page: www.wtc2007.org

Pořádá: Český tunelářský komitét ITA/AITES

Z pověření: International Tunnelling Association ITA/AITES

Pod záštitou: Primátora hl. města Prahy a ministra pro místní rozvoj

Organized by: Czech Tunnelling Committee ITA/AITES

Sponsored by: International Tunnelling Association ITA/AITES

Under the auspices of: Lord Mayor of Prague and Minister for Regional Development

POZVÁNKA DO PRAHY

Jménem Českého tunelářského komitétu ITA/AITES dovoluji si pozvat odborníky z řad tunelářů a příbuzných oborů z celého světa na Světový tunelářský kongres 2007 a 33. výroční zasedání valného shromáždění ITA/AITES, které se budou konat ve dnech 5. – 10. května 2007 v Praze.

Dostalo se nám této pocty a důvěry delegátů členských zemí ITA/AITES již podruhé od roku 1985. Po třicet let pořádáme pravidelně v tříletých intervalech také mezinárodní konference pod názvem „Podzemní stavby Praha“.

Od devadesátých let doznala Praha výrazné proměny. Historické centrum dnes poskytuje potěšení z obnovené krásy tisíciletého vývoje architektury. Nové jsou řešeny i dopravní problémy a infrastruktura hlavního města, v níž podzemí – čtvrtá dimenze velkoměsta hraje nezastupitelnou roli.

Nabídneme vám širokou paletu doprovodných i pokongresových kulturních a zábavních akcí a poznávacích zájezdů do okolí i vzdálených koutů České republiky a Slovenska.

Ubytování bude pro vás připraveno v hotelích světové úrovně i v útulném prostředí malých penzionů.

Stojí zato přijet do Prahy a spojit odborné setkání tunelářů se zajímavými estetickými a turistickými zážitky.

Těším se, že vás budu moci v Praze přivítat.

Ing. Ivan Hrdina

předseda Českého tunelářského komitétu ITA/AITES

Open session: Problematika návrhu a realizace podzemních staveb v historických centrech měst

Hlavní diskusní témata:

1. Plánování podzemních staveb, podzemní urbanismus
2. Geotechnický průzkum a zlepšování horninového prostředí pro podzemní stavby
3. Výzkum, vývoj a projektování podzemních staveb v zastavěném území
4. Tunelování ve městech a jeho monitoring: konvenční i mechanizovaná ražba
5. Podzemní stavby budované s povrchu v zastavěném území
6. Beton v podzemním stavitelství
7. Rozdělení a řízení rizik a řešení mimořádných situací v podzemních stavbách
8. Vybavení tunelů a bezpečnost provozu
9. Historické podzemní stavby, údržba a rekonstrukce podzemních staveb

Hlavní termíny:

- První oznámení na web stránce ČTuK: 30. 11. 2004
 - Druhý cirkulář „Call for papers“ s formulářem k přihlášení příspěvku, přihláškou k účasti na kongresu a k objednavce nabízených služeb bude rozeslán do: 30. 9. 2005
 - Abstrakty příspěvků v rozsahu max. 1A4 bude třeba předložit do: 28. 2. 2006
 - O přijetí/nepřijetí příspěvku budou autoři vyrozuměni do: 30. 4. 2006
 - Příspěvky v konečné podobě bude třeba předložit do: 30. 9. 2006
 - Třetí cirkulář „Konečný program“ bude rozeslán do: 31. 1. 2007
- V rámci kongresu bude organizována prezentace posterů a odborná výstava. Po kongresu proběhnou odborné exkurze v České a Slovenské republice, případně i v sousedních zemích středoevropského regionu.

Organizační výbor WTC 2007: Georgij Romancov, předseda; J. Aldorf, J. Barták, J. Dvořák, I. Hrdina, M. Kadlec, J. Lepičová, L. Mařík, K. Matzner, P. Mičunek, M. Novotný, S. Sikora, J. Smolík

Sekretariát Organizačního výboru WTC 2007:

Lamis Abdalla, SATRA, a. s., Sokolská 32, 120 00 Praha 2
Tel.: +420 296 337 171; Fax: +420 296 337 179;
e-mail: lamis.abdalla@satra.cz; web ČTuK: www.ita-aites.cz

Vědecká rada WTC 2007: Jiří Barták, předseda; Karel Matzner, sekretář; Členové národní sekce: J. Aldorf, F. Dvořák, J. Dvořák, M. Kolečkář, V. Krch, L. Mařík, M. Novotný, J. Pavlík, P. Polák, J. Pruška, P. Příbyl, A. Rozsypal, J. Smolík, M. Srb, E. Stehlík, L. Šajtar, R. Šňupárek, J. Vítek, P. Vozarik

Poradní sbor ITA/AITES: Zdeněk D. Eisenstein, předseda

Invitation to Prague

On behalf of the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES, I would like to invite professionals involved in tunnelling and its associated industries from all over the world to the World Tunnel Congress 2007 and the 33rd ITA/AITES Annual General Assembly, which will be held in Prague between 5 - 10 May 2007. It is a great privilege that we have been honoured by the delegates of the member countries to organize this event once again, following 1985, when WTC "Tunnel City" took place in Prague. Following this, we have been organizing regular triennial international conferences "Underground Construction - Prague" for the past thirty years.

Since the nineties, Prague has experienced significant change, not only in the realm of politics. Today the historical centre gives visitors the pleasure of experiencing the renewed beauty of the thousand-year development of its architecture. The increased number of visitors and related problems with traffic and the infrastructure of the capital, where the underground space - the fourth dimension of the metropolis - plays an irreplaceable role, will create a suitable backdrop to the Congress.

You will be offered a wide range of accompanying and after-congress cultural and entertainment events, together with sightseeing tours both in Prague and its surroundings and to remote places in the Czech Republic and Slovakia. You might enjoy a stay in a world-class hotel or perhaps choose the cosy atmosphere of Prague's smaller hotels and pensions. I hope you will find it a worthwhile trip to come to Prague and join this meeting of tunnelling professionals, in a historic city rich in cultural and social experience.

I look forward to welcoming you in Prague in 2007.

Ing. Ivan Hrdina

Chairman of the Czech Tunnelling Committee ITA /AITES

Open Session: Design and Implementation of Underground Constructions in Historical City Centres

The main discussion topics:

1. Planning of Underground Constructions, Underground City Design
2. Geotechnical Survey and Improvement of Ground Mass
3. Research, Development and Design of Underground Constructions in Built-up Areas
4. Urban Tunnelling and its Monitoring: Conventional and Mechanized Tunnelling
5. Underground Constructions Executed from Surface in Built-up Area
6. Concrete in Underground Construction
7. Distribution and Management of Risks and Accidents during Tunnelling
8. Tunnel Equipment: Fire and Operational Safety
9. Historical Underground Constructions; Maintenance and Reconstruction of Underground Constructions

Main Deadlines:

- The first announcement on the CTuK web page: 30.11. 2004
 - The second circular "Call for papers" attached with the form for registration of papers, attendance at the congress, and ordering of offered services will be distributed by: 30.9.2005
 - Submission of abstracts of papers not exceeding 1A4 is requested not later than: 28.2.2006
 - Authors will be notified of acceptance/non-acceptance of their papers by: 30.4.2006
 - Submission of final versions of papers is requested not later than: 30.9.2006
 - The third circular "Final Programme" will be distributed by: 31.1.2007
- Presentation of posters and a technical exhibition will be organised in the framework of the congress. Technical visits to locations in the Czech Republic and the Slovak Republic, possibly also in neighbouring countries of Central Europe, will take place after the congress.

WTC 2007 Organisation Committee: Georgij Romancov, Chairman; J. Aldorf, J. Barták, J. Dvořák, I. Hrdina, M. Kadlec, J. Lepičová, L. Mařík, K. Matzner, P. Mičunek, M. Novotný, S. Sikora, J. Smolík

WTC 2007 Organisation Committee Secretariat:

Lamis Abdalla, SATRA, a. s., Sokolská 32, 120 00 Praha 2
Tel.: +420 296 337 171; Fax: +420 296 337 179;
e-mail: lamis.abdalla@satra.cz; web ČTuK: www.ita-aites.cz

WTC 2007 Scientific Board: Jiří Barták, Chairman; Karel Matzner, Secretary of Scientific Board National Section Members: J. Aldorf, F. Dvořák, J. Dvořák, M. Kolečkář, V. Krch, L. Mařík, M. Novotný, J. Pavlík, P. Polák, J. Pruška, P. Příbyl, A. Rozsypal, J. Smolík, M. Srb, E. Stehlík, L. Šajtar, R. Šňupárek, J. Vítek, P. Vozarik

ITA/AITES Advisory Board: Zdeněk D. Eisenstein, Chairman