

TUNEL

ČASOPIS
ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A
SLOVENSKÉHO TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU
ITA / AITES
PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, PROJEKTOVÁNÍ, REALIZACE)



KONFERENCE PS '97 13.-15. 10. 1997



ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH AND SLOVAK TUNNELLING COMMITTEES

AD SERVIS TERRABOR, s. r. o.

Bělohorská 157/188
169 00 Praha 6

AMBERG ENGINEERING BRNO

Orlí 27
602 00 Brno

AQUATIS, a. s.

Botanická 56
656 32 Brno

CARBOTECH-BOHEMIA, s. r. o.

Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

DESCRIBO, s. r. o.

Stavební projekty
U krčského nádraží 19
140 00 Praha 4

DORG s. r. o., JESENÍK

Tovární 1287
790 18 Jeseník

ELTODO, a. s.

Novodvorská 1010/14
142 00 Praha 4

EREBOS, s. r. o.

Malé Svatoňovice 249
542 34

GEOTEST

Šmahova 112
659 01 Brno

IKE

Plzeňská 166
150 00 Praha 5

ILF CONSULTING ENGINEERS s. r. o.

Sazečská 8
108 25 Praha 10

INGSTAV BRNO, s. r. o.

Kopečná 20
675 15 Brno

INGUTIS, spol. s r. o.

Třeboradická 1/1275
182 00 Praha 8

INTERPROJEKT, s. r. o.

Biskupský dvůr 7
110 01 Praha 1

INŽENÝRING

DOPRAVNÍCH STAVEB, a. s.

Na Moráni 3
128 00 Praha 2

INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE

Projektová a inženýr. kancelář
Kobrova 1363/2
150 00 Praha 5

METROPROJEKT PRAHA, a. s.

I. P. Pavlova 1786/2
120 00 Praha 2

METROSTAV a. s.

Dělnická 12
170 04 Praha 7

OKD, DŮLNÍ PRŮZKUM A BEZPEČNOST, a. s.

Paskov
739 21

POHL, a. s.

Nádražní 25
252 63 Rostoky u Prahy

PRAGOPROJEKT, a. s.

K Ryšánce 16
147 54 Praha 4

PŮDIS, a. s.

Nad vodovodem 2/169
100 00 Praha 10

SATRA, spol. s r. o.

Podhoří 2879
276 01 Mělník

SG GEOTECHNIKA, a. s.

Geologická 4
150 00 Praha 5

SOLETANCHE ČR, s. r. o.

K Botiči 6
101 00 Praha 10

STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT

Thákurova 7
166 29 Praha 6

STAVEBNÍ FAKULTA VUT

Veveří 95
662 37 Brno

SUBTERRA a. s.

Bezová 1658
147 14 Praha 4

SUDOP a. s.

Olšanská 1a
130 80 Praha 3

ÚSTAV GEONIKY AV ČR

Studentská ul.
708 33 Ostrava-Poruba

VODNÍ STAVBY PRAHA, a. s.

divize 05
Dobronická 635
142 25 Praha 4

VOJENSKÉ STAVBY, a. s.

Revoluční 3
110 15 Praha 1

VOKD, a. s.

Českosobotská 7
701 40 Ostrava

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ

tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba

ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.

Rohanský ostrov
180 00 Praha 8

ZÁPADOČESKÉ UHELNÉ

DOLY ZBŮCH, a. s.

z. VÝSTAVBA PLZEŇ
Radčická 40
301 17 Plzeň

ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ

BRNO, a. s., DIS

Heršpická 1
639 00 Brno

FAKULTA BERG TU KOŠICE

Letná 9
042 00 Košice

BANSKÉ STAVBY, a. s.

Košovská cesta 16
971 74 Prievidza

DOPRASTAV, a. s.

Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOCONSULT, spol. s r. o.

Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOLOGICKÝ ÚSTAV

DIONÝZA ŠTÚRA

Mlynská dolina 1
817 04 Bratislav

GEOMONTA, spol. s r. o.

Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza

HYDROSANING, spol. s r. o.

Mojmírova 14, P. O. Box 6
972 01 Bojnice

HYDROSTAV, a. s.

Miletičova 21
820 06 Bratislava

INCO, a. s.

Pri starej prachárni 14
831 05 Bratislava

INGEO, a. s.

Bytčická 16
010 01 Žilina

INŽINIERSKE STAVBY a. s.

Priemyselná 7
042 45 Košice

MAGISTRÁT HL. MESTA SR BRATISLAVY

Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

PRVÁ SLOVENSKÁ

TUNELÁRSKA, a. s.

Račianska 66
832 64 Bratislava

RUDNÝ PROJEKT, a. s.

Festivalové nám. 1
041 95 Košice

SIMAC HOLDING, a. s.

Stromová 9
833 17 Bratislava

SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST

Továrenská 7
813 44 Bratislava

SLOVENSKÉ TUNELY, spol. s r. o.

Lamačská cesta 16
841 03 Bratislava

SOLHYDRO, spol. s r. o.

Kutlíkova 17
851 01 Bratislava

STAVEBNÁ FAKULTA VŠDS

ŽILINA

Moyzesova 20
010 26 Žilina

STAVEBNÁ FAKULTA STU

BRATISLAVA

Radlinského 11
813 68 Bratislava

URANPRES, spol. s r. o.

F. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV KOŠICE

Watsonova 45
040 01 Košice

VÁHOSTAV, a. s.

Hlínská 40
011 18 Žilina

ŽELEZNICE SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Klemensova 8
800 00 Bratislava

Tunel

Časopis Českého tunelářského komitétu
a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES
Založen ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992

OBSAH

Úvodník - Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	str. 1
Podzemní stavitelství z hlediska urbanismu a ekologie měst a krajinných oblastí	
Generální referát k 1. tématu konference PS '97 - Ing. Georgij Romancov, CSc., Metroprojekt Praha a. s.	str. 2
Dopravní tunely	
Generální referát k 2. tématu konference PS '97 - Prof. Ing. Jiří Barták DrSc., Stavební fakulta ČVUT	str. 3
Sanace a rekonstrukce podzemních staveb	
Generální referát k 3. tématu konference PS '97 - Prof. Ing. Josef Aldorf DrSc., Vysoká škola báňská, TU Ostrava	str. 6
Stanovení kritérií pro analytické hodnocení deformací podzemního díla ze zkušeností při výstavbě tunelu Hřebeč	
- Ing. Jaromír Zlámal, POHL a. s.	str. 8
Geologické poměry trasy IV. C metra	
- Jiří Růžička, Inženýring dopravních staveb, a. s. Praha	str. 11
Průzkumná štola sílničního tunelu Mrázovka v Praze	
- Ing. Jiří Hudek, CSc. - PUDIS, a. s. Praha	str. 13
Prieskumné štôlne pre slovenské diaľničné tunely	
- Ing. Jozef Frankovský, Banské stavby, a. s., Prievidza - Ing. Miloslav Frankovský, Terraprojekt a. s., Bratislava - RNDr. Rudolf Rentka, Ingeo, a. s. Žilina	str. 17
Technologické vybavení tunelů na pozemních komunikacích	
- Ing. Pavel Příbyl, CSc., Eltodo, a. s.	str. 19
Výstavba sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brna po 5-ti letech	
- Ing. Břetislav Sedláček, Aquatis, a. s.	str. 24
Technické zajímavosti	str. 27
Z činnosti odborných společností zainteresovaných do podzemních staveb	str. 29
Zprávy z tunelářských konferencí ITA/AITES	str. 30
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu	str. 31
Zpravodajstvo zo Slovenského tunelářského komitétu	str. 32

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč - POHL a. s.
Ing. Milan Krejcar - VOJENSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Josef Kutíl - INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB a. s.
Ing. Miloslav Novotný - VODNÍ STAVBY PRAHA a. s., divize 05
Ing. Pavel Polák - METROSTAV a. s.
Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT PRAHA a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner - AQUATIS a. s.
Ing. Miroslav Uhlík - SUBTERRA a. s.
ČTK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STK ITA/AITES: Ing. Josef Frankovský - BANSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. - PRVÁ SLOVENSKÁ
TUNELÁRSKÁ a. s.

VYDAVATEL:

Český tunelářský komitét a Slovenský tunelářský komitét ITA/AITES
pro vlastní potřebu

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 66 79 34 79

Ved. redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktoři: Ing. Miloslav Novotný a ing. Pavel Polák
Grafická úprava: Petr Míšek

Sazba, tisk: GRAFTOP

Redakce v případě zájmu poskytne odborný překlad do angličtiny

ISSUE 6/1997, No. 3
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

Tunnel

Magazine of the Czech Tunnelling Committee
and the Slovak Tunnelling Committee
ITA/AITES
established by Ing. Jaroslav Grán in 1992

CONTENTS

Editorial - Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	pg. 1
Underground construction focusing on urban and environment protection aspects in cities and countryside General paper to the 1st topic of the Conference PS '97 - Ing. Georgij Romancov, CSc., Metroprojekt Praha, a. s.	pg. 2
Transportation Tunnels General paper to the 2nd topic of the Conference PS '97 - Prof. Ing. Jiří Barták DrSc., Stavební fakulta ČVUT	pg. 3
Rehabilitation and reconstruction of underground constructions General paper to the 3rd topic of the Conference PS '97 - Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc., Vysoká škola báňská, TU Ostrava	pg. 6
Setting criteria for the analytical evaluation of underground works deformations regarding experience from the Hřebeč tunnel construction - Ing. Jaromír Zlámal, POHL a. s.	pg. 8
Geological conditions of Prague Subway line IV C - Jiří Růžička, Inženýring dopravních staveb, a. s. Praha ...	pg. 11
Exploratory Gallery of the Mrázovka tunnel in Prague - Ing. Jiří Hudek, CSc. - PUDIS, a. s. Praha	pg. 13
Exploratory drifts for motorway tunnels in Slovakia - Ing. Jozef Frankovský, Banské stavby, a. s., Prievidza - Ing. Miloslav Frankovský, Terraprojekt, a. s., Bratislava - RNDr. Rudolf Rentka, Ingeo a. s., Žilina	pg. 17
Technological equipment of transportation tunnels - Ing. Pavel Příbyl, CSc., Eltodo a. s.	pg. 19
Secondary utility tunnels construction in the historical centre of Brno within past 5 years. - Ing. Břetislav Sedláček, AQUATIS, a. s.	pg. 24
Technical matters of interest	pg. 27
Activity of professional corporations interested in underground constructions	pg. 29
News from the ITA/AITES tunnelling conferences	pg. 30
Czech Tunnelling Committee reports	pg. 31
Slovak Tunnelling Committee reports	pg. 32

EDITORIAL BOARD

Chairman: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč - POHL a. s.
Ing. Milan Krejcar - VOJENSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Josef Kutil - INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB a. s.
Ing. Miloslav Novotný - VODNÍ STAVBY PRAHA a. s., divize 05
Ing. Pavel Polák - METROSTAV a. s.
Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO, a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT PRAHA a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner - AQUATIS a. s.
Ing. Miroslav Uhlík - SUBTERRA a. s.
ČTK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STK ITA/AITES: Ing. Josef Frankovský - BANSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Pavol Kušý, CSc. - PRVÁ SLOVENSKÁ
TUNELÁRSKÁ a. s.

PUBLISHED FOR SERVICE USE

by the Czech Tunneling Committee and the Slovak Tunnelling
Committee ITA/AITES

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 66 79 34 79
Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner
Graphic Design: Petr Míšek
Technical editors: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák

Printed by: GRAFTOP

The editorial board provides translations into English by request



VÁŽENÉ DÁMY A PÁNOVÉ,

20. století bylo nepochybně obdobím hrozivě narůstajícího konfliktu mezi společností a životním prostředím. V průběhu novověkého historicko-kulturního období lidské společnosti se tento nepřilíš frekventovaný konflikt omezoval na úzce vymezené oblasti, kde ve většině případů došlo po ukončení negativní lidské činnosti samovolně k obnovení narušené rovnováhy. Tento stav trval tak dlouho, dokud počet obyvatelstva a civilizační vměšování do původního přírodního prostředí nenabývaly takového stupně, že začaly v důsledku nekontrolovatelného růstu negativně působit nejdříve na regionální a později na globální rovnováhu.

Nejmarkantnější projevy nekontrolovatelného růstu jsou známé – populační exploze, drasticky zvýšená těžba surovin a fosilních paliv, 1 miliarda lidí žije v bídě, 1,5 miliardy lidí nemá přístup k čisté pitné vodě, 2 miliardy lidí nemají možnost využívat kanalizaci atd.

V současné době je proto velmi důležité prosazovat koncepci udržitelného rozvoje lidské společnosti při využívání přírodních zdrojů a prostředí tak, aby se nezvětšovaly konflikty mezi společností a jejím milieu, spíše naopak.

Ekologické problémy v některých městských a průmyslových aglomeracích dosáhly již takového stupně závažnosti, že je reálné nebezpečí přeměny některých oblastí životního prostředí v prostory k životu nevhodné.

Řešení řady dopravních a infrastrukturních problémů bouřlivého urbanistického rozvoje městských celků je však možné provést racionálním využitím podzemního geoprostoru – komunikační tunely, vodohospodářské štoly a tunely, komunální štoly (kolektory), podzemní sklady, zásobníky a úložiště skutečně představují racionální alternativu povrchových staveb uvnitř urbanistických celků i v extravilánu.

Protože ČR náleží k poměrně malým státům s vysokou koncentrací obyvatelstva, je na nejvyšší důležité zabývat se účelným využíváním podzemí z hlediska životního prostředí. Ve srovnání s vyspělými zahraničními státy došlo v ČR k určitému zpoždění ve využívání podzemí. Je zřejmé, že ochrana a tvorba životního prostředí si u nás v nejbližší budoucnosti vyžádá v této oblasti jiné přístupy, zejména státních, ale i soukromých investorů. Vzhledem k nedostatku či neúměrné ceně povrchových ploch bude vhodné a vlastně v mnoha případech nutné, umísťovat do podzemí stavby, které byly dosud většinou realizovány pouze na povrchu – parkoviště, garáže, sklady hmot a energetických medií, společenská, kulturní a tělovýchovná centra atp.

Takovéto a podobné úvahy vedly předsednictvo Českého komitétu ITA/AITES k doporučení preferovat na letošní konferenci Podzemní stavby '97 (a taktéž na všech dalších, následujících v obvyklém tříletém cyklu) problematiku **podzemního urbanismu a ekologických aspektů podzemních staveb**. Téma nepochybně nosné, moderní a pro Českou republiku mimořádně závažné.

Toto číslo časopisu TUNEL je již z části věnováno naší podzimní konferenci; pozvání hosté, výběr klíčových přednášek i programová skladba konference mají podpořit výše uvedený záměr. Předsednictvo ČTuK ITA/AITES a všichni členové přípravného výboru si upřímně přejí, aby byl příznivě přijat i všemi účastníky konference, najmě čtenáři TUNELU.

Prof. Jiří Barták
předseda přípravného výboru konference
Podzemní stavby '97

PODZEMNÍ STAVITELSTVÍ Z HLEDISKA URBANISMU A EKOLOGIE MĚST A KRAJINNÝCH OBLASTÍ GENERÁLNÍ REFERÁT K 1. TÉMATU KONFERENCE PS '97

*UNDERGROUND CONSTRUCTION FOCUSING
ON URBAN AND ENVIRONMENT
PROTECTITON ASPECTS IN CITIES
AND COUNTRYSIDE
GENERAL PAPER TO THE 1ST TOPIC OF THE
CONFERENCE PS '97*

**Ing. GEORGIJ ROMANCOV, CSc.,
METROPROJEKT PRAHA A. S.**

Může se to zdát neuvěřitelné, ale všechno nasvědčuje tomu, že i v tak rozvinutém oboru, jakým dnes ve světě podzemní stavitelství bezesporu je, ještě existuje oblast (viz název referátu), v níž je třeba nejen mnohé vykonat, ale i její existenci si někteří začali uvědomovat teprve zcela nedávno, a mnozí dosud vůbec ne. A to nejen u nás, kde ještě nedávno bylo vše podřízeno heslu „pokoříme přírodu“, ale dokonce i ve světě. Likvidace velkého dluhu, který v tomto směru existuje, dá hodně práce, a čím později začneme, tím více se bude zvěšňovat nejen on sám, ale, řečeno jazykem ekonomů, i úroky z něj. Skutečnost, že hlavní téma konference „Podzemní stavby '97“ zní právě takto, je sice dobrým příslibem, ale jsou to pouze slova. Po přednesení úvah na toto téma by měly a musí následovat činy, které však znamenají tvrdou a náročnou práci, hlavně proto, že se nejedná o práci rutinní, ale v mnoha případech dokonce takového charakteru, který se mnohdy přičítá vžitým postupům a zvyklostem. Další věkou překážkou je nesporně nutnost investovat do takových činností, které „na první pohled“ vůbec nepřinášejí ekonomický efekt a tudíž jejich prosazení je dvojnásob obtížné.

Jistě, nic se nesmí přehánět, a já rozhodně nepatřím k těm, kteří jsou preventivně proti jakékoli stavbě, poněvadž by mohla přírodě nebo lidem uškodit. Přiznejme si však, že mnohdy naše činnost opravdu nebyla z nejšetrnějších a napravit škody již napáchané je vždy těžší, nežli jim předjet. A nemám na mysli jen škody fyzické, ale především ty, které způsobily u některých skupin obyvatelstva doslova fóbii před jakoukoli činností, při níž se velké stroje rýpou v zemi a když přestanou, zůstane po nich trvalá památka v podobě at už dálnice, přehrady, nebo kouřící továrny. Po létech, kdy rozhodnutím „shora“ bylo možno přehlédnout téměř jakoukoli škodu, napáchanou ve jménu zvyšování průmyslového potenciálu, se kyvadlo „přehouplo na druhou stranu“ a denně jsme svědky situací, kdy naopak vágní obavy (a někdy pouhá sobeckost či vypočítavost) znemožní realizaci objektivně přínosného projektu, přínosného nejen ekonomicky, ale i ekologicky – bohužel zpravidla v jiném místě, nežli v tom, z něhož se odpůrci rekrutují.

Jedná-li se o projekt, který skutečně přináší na jedné straně prospěch, ale na druhé straně ničí nebo škodí, být i řádově méně a v celkovém kontextu je tudíž kladný, jeho prosazení je dnes již téměř nemožné. Nezbyvá, než i za cenu vyšších nákladů, větších obtíží a trpělivého a postupného přesvědčování, navrhovat taková díla, která po svém dohotovení přispívají k celkovému zlepšení životního prostředí, aniž by jej kdekoliv sebe méně zhoršila. Zdůrazňuji „po svém dohotovení“, neboť nulový zásah do životního prostředí po dobu výstavby většího díla je snad opravdu nemožný – alespoň při současné úrovni techniky, technologie i společenského prostředí. Dokážeme-li však splnit alespoň předcházející podmínku, a hlavně o ní nezvratně přesvědčit odporce, už to bude velkým vítězstvím – nikoli ovšem vítězstvím jedné skupiny nad jinou, ale vítězstvím ve prospěch životního prostředí.

Nacházíme se na konferenci, která se jmenuje „Podzemní stavby“, a tudíž asi nepřekvapí, když právě tuto oblast stavebnictví v tomto směru prohlásíme za vysoce perspektivní. Ano, perspektivní nepochybně je. Ale to nestačí. My všichni – nejen členové Českého tunelářského komitétu, a nejen účastníci konference – kteří máme něco společného s podzemním stavitelstvím, musíme kromě osvěty a propagace i ve své každodenní praktické činnosti naplňovat a realizovat ty zásady, o kterých hovoříme. Příspěvků, týkajících se vyhlášených témat konference se sešlo několik desítek – se všemi se lze seznámit ve sborníku, většína autorů byla vyzvána k aktivní účasti na přednáškách. Uvidíme, jak jejich vystoupení budou pojata. Nevím, zda se mnou budou všichni souhlasit, avšak musím konstatovat, že takových, o nichž by bylo možno

zcela jednoznačně prohlásit, že beze zbytku naplňují téma prvního dne konference a tím i její motto, je relativně málo. Ve většině z nás zřejmě stále přetrvává přesvědčení, že stačí, aby dílo bylo na dostatečně vysoké odborné úrovni, a prosadí se samo. Proto je kladen takový důraz na technickou, technologickou, případně vědeckovýzkumnou stránku věci, a ostatní aspekty, především zdůraznění společenského významu, podepřeného šetrným vztahem k životnímu prostředí, zhusta ustupují do pozadí. Denní praxe nás přesvědčuje, že je to chyba, která má ve svých důsledcích negativní dopad jak na nás, tak – alespoň jsme o tom hluboce přesvědčeni – na rozvoj celé společnosti.

V názvu prvního tématu je však obsažen ještě jeden aspekt, o němž jsem zatím nemluvil. Je to vztah podzemních staveb a urbanismu, nazývaný také (možná nepřesně) „podzemní urbanismus“. Proč klademe takový důraz na tuto dosud vlastně neexistující disciplínu? Již stokrát bylo řečeno, že nejen v centrech, ale dnes už vlastně v celém teritoriu velkoměst a megalopolí je pro budování nových dopravních spojení, komunálních sítí a často i obchodní a administrativní vybavenosti jediným prostorem podzemí. Dosud bylo bezvýhradně uznáváno, že nutnou (byť ne jedinou a dostačující) podmínkou pro úspěšné vybudování podzemní stavby je provedení komplexního geotechnického průzkumu se všemi doprovodnými disciplínami, včetně jeho odborného vyhodnocení. To je práce nákladná a zdlouhavá a až na výjimky, kdy jde o mimořádně nákladné a rozsáhlé investice, se provádí pouze v případech, že o místu i charakteru stavby již bylo rozhodnuto. Pak je samozřejmě geotechnický průzkum spojen i s průzkumem stavebním, archeologickým atd., takže projektanti i stavbaři přesně vědí (nebo by alespoň vědět měli) „do čeho jdou“.

Připravujeme-li však podzemní stavbu, zejména stavbu dopravní, ale obecně to platí o všech, v hustě osídleném území, jsme oproti projektantům staveb na povrchu od samého počátku ve výrazné nevýhodě. Pro takové území je zpravidla zpracována celá řada dokumentací, které předem vymezují oblasti, v nichž je počítáno s tím či oním, mnohdy jsou až nepřijemně detailně stanoveny omezující podmínky. To, co je v území již vybudováno, si může projektant „na vlastní oči“ prohlédnout, pro posouzení svého záměru může budoucí dílo zakreslit do reality. Projektant podzemního díla, zejména dnes, kdy vzájemná koordinace často se překrývajících nebo i navzájem se vylučujících záměrů často pokulhává, se velmi často ocitá v neřešitelných problémech, z nichž podstatná část má původ v neinformovanosti, neexistenci celkové koncepcce, chybných nebo nulových podkladech. Pokud nedojde ke škodě většího rozsahu, vždy to znamená alespoň časovou ztrátu, i nadarmo vynaložený tvůrčí potenciál.

Proto by měli urbanisté, tak jak to zatím činí nahoře, obrátit svůj pohled i pod úroveň terénu, a alespoň v těch nejexponovanějších místech zpracovat obdobné dokumentace, jaké slouží pro plánování a řízení využití území na povrchu. Ani oni ovšem nemožnou (nebo by neměli) „vařit z vody“. Dokonalé zmapování podzemí, a to nejen ve smyslu geologickém a geografickém, ale i co se týče reliktní dávné i nedávné lidské činnosti pod povrchem, především ovšem provozovaných podzemních objektů, by mělo být samozřejmým podkladem pro jejich práci.

Vytvoření takového podkladu ovšem není záležitost ani rychlá, ani levná. Jelikož se týká města jako celku a pro jeho rozvoj má také sloužit jediným kompetentním orgánem, který může a musí tuto činnost iniciovat, řídit a stanovovat podmínky pro využití jejich výsledků, městská správa. Zdá se, že v tomto směru již alespoň v Praze uvědomění si této nevyhnutelnosti na příslušných místech pomalu nastává, ovšem od uvědomění k vytvoření podrobného urbanistického plánu třeba i jenom centrální části pražského podzemí je ještě velmi dlouhá cesta.

Možná, že na první pohled není zcela zřejmá spojitost mezi urbanistickým plánem podzemí městské aglomerace a ekologickým přínosem podzemních staveb. Jsou to však jen dvě strany téže mince. Dostanuli se během realizace podzemní stavby do problému, jejichž příčinou byla nedostatečná informovanost a z toho plynoucí nepřesné podklady a nedokonalá příprava stavby, zejména v městském prostředí to vždy znamená zhoršení podmínek při výstavbě (prodloužení doby realizace, nutnost provádění dodatečných náhradních opatření, při nichž se už často na ochranu životního prostředí příliš nehledí), a není vyloučena ani horší nebo vadná funkce hotového díla. Proto trváme na tom, že podzemní stavba, která má současně přispět ke zlepšení životního prostředí, musí být nejen dokonale technicky a technologicky realizována, ale i dokonale a komplexně připravena ve vztahu k lokalitě, v níž se nachází.

Rozbor především těchto aspektů problému by měl být předmětem všech referátů, které účastníci konference během prvního dne vyslechnou. Některé se více zaměřují na technickou stránku věci, avšak v souhrnu ilustrují ohromný rozsah otázek, které je nutno při řešení brát v úvahu a hledat odpověď. Lze vysledovat několik základních oblastí, kolem nichž se příspěvky soustřeďují:

1) DOPRAVNÍ PROBLEMATIKA PRAHY

- Všeobecná úvaha na téma „Perspektivy podzemního stavitelství v Praze“ od ing. F. Poláka. Velmi zajímavý a vysoce fundovaný zpracovaný příspěvek autora, který je s touto problematikou dokonale seznámen a jehož činnost již mnoho let směřuje k cíli, který mají prav-

děpodobně mnozí z nás. V určitém smyslu by článek mohl sloužit jako návod, jak postupovat při prosazování ekologicky přínosných podzemních staveb.

- Popis dopadů budované trasy pražského metra (4. provozní úsek trasy B) do území od ing. Z. Matouška a očekávaných vlivů připravované trasy metra (4. provozního úseku trasy C) na území od ing. Z. Knopa. Také oba ti autoři se aktivně touto problematikou zabývají již nejedno desetiletí a jejich popisy jsou tudíž stručné, ale výstižné a závěry zcela jednoznačné.

2) KOMUNÁLNÍ PROBLEMATIKA PRAHY (KOLEKTOROVÁ SÍŤ)

- Rozsáhlý příspěvek „Kolektorizace centra Prahy“ vysvětlující a popisující celou tuto problematiku, počínaje obecnými údaji a zdůvodněním nutnosti výstavby kolektorové sítě, přes popis jednotlivých typů a úrovní kolektorů až po technickou charakteristiku realizovaných a připravovaných staveb, zpracovaný ing. J. Vinterou.
- „Dvacet let zkušeností s provozem sítě kabelových tunelů v Praze“ autorů ing. P. Slámy a ing. V. Klíčky. Popisují historii vzniku a rekapitulují zkušenosti z provozu těchto jedinečných děl s jednoznačným závěrem – dnes už by bez nich nebylo možno udržet energetickou napájecí síť Prahy v provozu.
- Tři příspěvky týkající se konkrétních lokálních kolektorových staveb a popisujících jak již proběhlou realizaci (ing. F. Dvořák – „Užití tryskové injektáže při ražbách kolektorů v centru Prahy“ a ing. J. Krátky – „Odbočné větve na kolektoru C 1A v Praze 1“), tak projektovou přípravu (ing. O. Fabián – „Kolektorová síť Vodičkova–Jungmannova“).

3) PROBLEMATIKA VELKÝCH STAVEB V EXTRAVILÁNU (KAVERNY, VELKÉ HLOUBENÉ OBJEKTY)

- Příspěvek „Vodní přečerpávací elektrárna Štěchovice“ je společným dílem prof. ing. J. Bartáka a ing. M. Novotného. Třebaže z formálního hlediska šlo o rekonstrukci, objemem a charakterem prací se jednalo o nové podzemní dílo, v určitých směrech u nás unikátní (tak jako byla unikátem i původní elektrárna realizovaná převážně v období okupace, ale uvedená do provozu až po válce). Autoři neopomněli zdůraznit ekologický přínos tohoto druhu staveb a jejich příspěvek patří k těm, které velmi zdařile naplňují motto konference.
- „Obnova terénu lomu Hvízdalka“ popisovaná ing. J. Vackem, DrSc., ukazuje jak lze alespoň zčásti napravovat škody, napáchané při povrchové těžbě. Jednalo se o zasypaní části vytěženého prostoru tak, aby do lomu zůstal zachován přístup, a k tomu účelu bylo navrženo použít zasypaného tunelu. Článek se zabývá především popisem přípravy a měření na fyzikálním modelu z ekvivalentních materiálů, jehož pomocí byl zpracován návrh. V závěru článku je vyzdvížen ekologický přínos navrženého řešení.
- Tři teoreticky zaměřené příspěvky, týkající se problematiky velkých ražených kaveren či tunelů. První dva hovoří speciálně o kavernách přečerpávacích hydrocentrál a na obou se autorsky podílel ing. V. Kuneš (druhý zpracoval společně s ing. R. Záleškem). Ten první se zabývá propustností skalních hornin pro vzduch. Tento fenomén je právě u tohoto druhu staveb velice podstatný a vzhledem k tlakovým rázům, které za provozu přečerpávacích HC nastávají, může výrazně ovlivnit návrh podzemního díla. Název druhého zní „Chování horninového masivu během výstavby HC“ a popisuje především monitoring a jeho vyhodnocování. Třetí je zpracován ing. J. Píchou a týká se diskontinuálního matematického modelování podzemních staveb. Autor využívá svých zkušeností získaných při pobytu v Japonsku a hovoří především o zavedení puklinových systémů v horninovém masivu do matematického modelu užitého pro návrh, posouzení a nakonec i realizaci podzemního díla (zvláště díla větších a velmi velkých rozměrů). Třebaže tyto příspěvky nehovoří přímo o ekologické problematice, je nesporné, že práce, které jsou v nich popisovány a učiněné závěry jsou nedílnou součástí přípravy a výstavby děl, která patří k neekologičtějším vůbec. Je třeba vyzdvihnout i jejich odbornou úroveň a skutečnost, že se díky jim můžeme seznámit i s méně často prezentovanými podzemními stavbami.

4) EKOLOGICKÝ PŘÍNOS DOPRAVNÍCH TUNELŮ

Do jednání prvního dne konference byl zařazen jen jediný příspěvek s tímto zaměřením, a to ing. J. Růžičky „Ekologický přínos tunelu Valík“. Jsem přesvědčen, že i další autoři, především ti, kteří budou hovořit druhý den konference na téma „Dopravní tunely“ se o ekologickém přínosu (předpokládaném nebo prokázaném) těchto podzemních staveb zmíní, ale tunel Valík je v tomto směru skutečně klasickým příkladem, a to v kladném i záporném slova smyslu (záporném především „díky“ nekonečným průtahům s jeho realizací, až neuvěřitelně zřetelně ukazující, jak lokální a sobecké zájmy mohou napáchat škody, o mnoho řádů převyšující jakékoli myslitelné újmy, které by snad mohly nastat při jeho výstavbě).

5) PŘÍSPĚVKY ZE ZAHRANIČÍ

- Až z Indie došel příspěvek „Underground storage techniques of petroleum products – a review“, autoři R. K. Goel, A. Swarup, A. K. Dube, J. K. Mohnot, o podzemním skladování ropných produktů. Třebaže i v ČR podzemní skladování těchto produktů (zejména plynu) existuje, jedná se o díla u nás stále poměrně málo známá a z hlediska ochrany životního prostředí nesporně zajímavá, nechci-li říci, „která by mohla vyvolávat obavy“. V článku jsou popsány základní typy a podtypy těchto objektů a uvádí se, že technologie tohoto skladování jsou dnes již na takové výši, že pro životní prostředí nepředstavují žádné nebezpečí.
- Ze zcela jiné oblasti, vztahující se spíše k podzemnímu urbanismu, je společný příspěvek doc. ing. K. Ratkovského (Slovenská Republika) a dr. ing. Seidla (Spolková Republika Německo). Jde o projekt administrativně-obchodního centra v Berlíně. Stavba je zajímavá především svým rozsahem, umístěním a nevhodným způsobem výstavby, vyvolaným omezeními prostorovými i dalšími podmínkami, vyplývajícími z umístění v městském centru v blízkosti stanice Friedrichstrasse. Jedná se o typický příklad využití nejmodernějších technologií pro omezení negativních dopadů realizace podzemní stavby ve městě.

Jaké lze udělat závěry z tohoto průřezu došlými příspěvky? Je zřejmé, že mnohých problémů se autoři vůbec nedotkli, nebo jen velmi okrajově. Četnost referátů, týkajících se jednotlivých dílčích témat, která zřejmě nekoresponduje s jejich – řekněme důležitostí, nebo rozsahem a hloubkou problémů z hlediska vyhlášeného tématu – a jejich pestrost jakož i nevyváženost ve způsobech a rozsahu zpracování jednoznačně ukazuje, že toto téma ještě zdaleka nemáme „zažité“, a že v hledání jeho náplně a způsobů prezentace jsme na samém počátku. Markantně to vyplývá při srovnání s prezentací témat, která se již mnohokrát opakovala, a u kterých je léty jednoznačně definováno, o čem mají být. V těch případech příspěvky zpravidla velmi přesně naplňují požadovaný obsah a schemata jejich skladby jsou až na výjimky téměř shodná. Nechci tím odmítat jeden nebo druhý stav, ale pouze zdůraznit, že zadané téma je zřejmě opravdu relativně nové, věrme, že perspektivní, a je správné, že bylo Českým tunelářským komitétem vyhlášeno za motto a hlavní myšlenku nejen této, ale i následujících konferencí „Podzemní stavby“.

Až se ujmou slova jednotliví autoři, možná, že mne donutí něco na mém názoru korigovat. Bylo by to jen dobře, poněvadž to bude svědčit o tom, že využili doby, která uplynula mezi napsáním příspěvků a datem konference, a že soustředěněji a účinněji napomáhají dosáhnout met, které jsme si vytýčili. Byť zatím jen sporadicky, ale přece jen se u některých již objevuje vědomí, že jakkoli dobrá a užitečná věc se sama neobhájí a že je nutno ji umět nejen připravit a realizovat, ale také prosadit. A nikdo snad nepochybuje o tom, že přes všechny obtíže, i přes značnou technologickou a finanční náročnost můžeme s čistým svědomím doporučit, aby mnohé problémy, o nichž byla a bude řeč, byly řešeny právě v podzemí.

DOPRAVNÍ TUNELY GENERÁLNÍ REFERÁT K 2. TÉMATU KONFERENCE PS '97

TRANSPORTATION TUNNELS GENERAL PAPER TO THE 2ND TOPIC OF THE CONFERENCE PS '97

Prof. ing. JIŘÍ BARTÁK, DrSc.,
STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT

Příspěvky k tomuto tématu lze v nejšířším členění dle účelu použití dopravních tunelů rozdělit do dvou zásadních okruhů, což umožní odlišit některé vzájemné souvislosti problémů. Další dva pojetím odlišné okruhy jsou samozřejmě se dvěma zásadními vzájemně provázané, jejich rozlišení však umožňuje přehlednější charakteristiky jednotlivých autorských záměrů.

- K nejfrekventovanějším subtématům patří:
 - silniční a dálniční tunely
 - tunely pro podzemní dráhy
 - technologie tunelování
 - chování horninového masivu při tunelování

(17 příspěvků),
(6 příspěvků),
(8 příspěvků),
(5 příspěvků).

1. SILNIČNÍ A DÁLNIČNÍ TUNELY

Nejlepší léta z období výstavby řady mnohakilometrových silničních a dálničních tunelů má vyspělejší část Evropy již za sebou. Současné tunelové projekty a jejich realizace v prioritní transevropské dopravní síti tvoří z valné části desítky kilometrů dlouhé železniční tunely na vysokorychlostních tratích, u nichž průzkum projekce, realizace i provoz je na mimořádně technické úrovni.

Česká a Slovenská republika naopak období výstavby silničních a dálničních tunelů prodělává právě v současné době a v jakémsi nuceném zrychleném vývoji v souběhu s výstavbou vysokorychlostních železničních koridorů. Samozřejmě, že tento stav vyvolává mimořádný tlak na potřebu státních investic.

Je skutečností, že jedním z prováděných kritérií při realizaci stavebních záměrů i ve sféře staveb silničních a dálničních, se stávají požadavky ochrany a tvorby životního prostředí. I když v podmínkách České republiky je ve většině případů reálná i povrchová trasa, ekologicky exponované části území vyžadují zvažít tunelová řešení a v některých případech nepochybně důležité ekonomické hledisko podřídít hledisku ekologickému a využít technicky zvládnutelnou podzemní trasu.

Zásadní informace v této oblasti obsahuje příspěvek **B. Svítavské** (RDS Praha), který ze zsvěceného investorského hlediska hodnotí okolnosti návrhu tunelových objektů v dokumentaci pro územní rozhodnutí dálnice D8 Praha–Ústí nad Labem–státní hranice ČR/SRN. Příspěvek zdůrazňuje nutnost důsledné ochrany životního prostředí při výstavbě dálnice, což v ekologicky nejcitlivějších územích zajišťuje právě využití tunelových úseků. Toto řešení, spolu s dalšími opatřeními eliminujícími negativní dopad stavby na životní prostředí, vedlo k získání souhlasu MŽP ČR s trasou dálnice D8.

S podrobnostmi stavebního řešení tunelových úseků na dálnici D8 seznamují dva navazující příspěvky. **J. Svoboda** (PRAGOPROJEKT a. s.) popisuje tunelová řešení v úseku dálnice, který je veden územím CHKO České středohoří. Oba navržené tunely – Prackovice a Radejčín – se nacházejí v geologicky velmi komplikovaném území (sesuvy, lomová těžba). Projektant musel optimalizovat detailní vedení trasy dálnice, aby byly splněny základní požadavky bezpečnosti při výstavbě tunelů i během trvalého provozu.

K. Kuhnhenh (BUNG GmbH – SRN) a **R. Lenner** (VALBEK a spol.) popisují tunelová řešení v úseku dálnice D8 Trmice–státní hranice, tj. při průchodu svahy Krušných hor v oblasti typického zlomu. Tunely Libouchec (dl. 470 m) a Panenská (dl. 1 900 m) budou raženy v podstatně příznivějších podmínkách rulového masivu, stoupací přípruhové tubusy však budou mít příčný řez velikosti cca 120 m².

Koncepci výstavby dálničních tunelů ve Slovenské republice se zabývá příspěvek autorů **F. Brtáně** a **V. Ratkovského** (SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST BRATISLAVA). Vedení dálnice D1 vyžaduje přechod přes přírodní bariéru Západních Karpat v severní a východní části Slovenska řadou tunelových staveb, jejichž celková délka přesahuje 40 km. Autoři upozorňují na nutnost včasné přípravy průzkumných, projekčních i prováděcích kapacit (včetně zahraničních), umožňujících naplnění tohoto imponantního záměru.

Z 18 tunelů projektovaných na slovenské dálnici D1 se do stadia realizace dostal jako první tunel Branisko (50 km na východ od Popradu) a stal se tak středem pozornosti projektantů i dodavatelů. **P. Čertík** (INCO-BANSKÉ PROJEKTY) se zabývá v příspěvku projektem tunelu Branisko jako celku, který je zajišťován sdružením projektových organizací. Řešení samostatných technických problémů provádějí další projektární organizace.

Jedním z takovýchto problémů je technické řešení východního portálu tunelu Branisko, zpracované v příspěvku **L. Maříka** (ILF PRAHA). Projev nestability vyhloubené jámy u východního portálu vyžadovaly rychlé definitivní řešení úseku před raženým portálem. Bylo využito nepřilíš časté, ale v daných podmínkách velmi účelné konstrukce zvané „želva“, tj. nosné tunelové klenby, vybetonované na předem upravený terén. Minimalizace zemních prací a možnost provedení brzkého zpětného zásyvu je v podmínkách málo stabilního portálového úseku velkou předností tohoto konstrukčního řešení.

P. Helia (VODOHOSPODÁRSKÁ VÝSTAVBA BRATISLAVA) a **E. Stehlik** (TERRAPROJEKT BRATISLAVA) publikují poznatky z přípravy tunelu Branisko. Z vlastních zkušeností vyvozují, že každá tunelová stavba představuje složitý systém s náročnými vstupy smluvními, technickými, ekonomickými i časovými; pro zajištění optimální funkce tohoto systému je výhodné využít zkušenosti renomovaných zahraničních firem a odborníků.

J. Frankovský a **J. Kapusta** (BÁNSKÉ STAVBY PRIEVIZDA) využívají zkušenosti z dosavadních ražeb na tunelu Branisko pro návrh technologie ražení, vystrojování a organizace práce. Ražbu průzkumné štoly hodnotí velmi pozitivně; jejich konkrétní ocenění kvality horninového masivu na základě poznatků z ražby je horší, než byl původní předpoklad, což je poněkud odlišné od stanoviska projektanta.

Dvě významné tunelové stavby jsou v současné době v ČR před dokončením: silniční tunel Hřebeč a tunelové úseky dálničního přívaděče Brno–VMO–Pražská radiála.

Problematika výstavby tunelu Hřebeč, realizovaného v letech 1994–97 na přeložce silnice I/35 METROSTAVEM a. s., byla již vícekrát technické veřejnosti prezentována; přesto příspěvek **J. Altmanna**

(K+K Průzkum) přináší nové velmi zajímavé a poučné informace jak o inženýrsko-geologických podmínkách ražby, tak o metodice a výsledcích monitorovacích měření. Autentičnost publikovaných poznatků, především grafické zpracování a kvalitní vysvětlující komentář vypovídá velmi podstatně o podmínkách a projevech tunelování velkých profilů s nízkým zemním nadloží.

Obdobně lze charakterizovat kvalitní příspěvek **V. Horáka** a **J. Pechmanna** (AMBERG ENGINEERING BRNO), týkající se výstavby dvou paralelních tunelů na dálničním přívaděči do Brna, které realizovala v letech 1995–97 (dokončení v 11/98) firma SUBTERRA a. s. Výsledky monitorovacích měření v ražených úsecích mj. vypovídají o chování horninového masivu skalního typu při ražbě paralelních tunelů s poměrně subtilním horninovým pilířem, navíc místně oslabeným výraznými poruchovými zónami. Neméně zajímavé jsou poznatky o způsobu provádění a monitoringu tunelových konstrukcí v zaspávané části, které měly v severní části úseku velmi složité základové poměry.

K téže stavbě se vyslovuje i **J. Smolík** (SUBTERRA), a to z hlediska zkušenosti zhotovitele. Rozdílnost průzkumných předpokladů a skutečnosti v kvalitě horninového prostředí znemožnila dle autora optimální využití nasazené výkonné vrtací techniky a zhoršila značně i možnost dodržet požadovaný obrys výlomu. Naopak betonáž ostění pomocí teleskopického bednění v otevřených i ražených úsecích byla velmi úspěšná, což je důležité i pro konečnou kvalitu tohoto významného díla.

Problému monitoringu zaspávaného tunelového ostění je věnován příspěvek **J. Bartáka** a **J. Pacovského** (Fsv ČVUT Praha). V souvislosti s přeložkami silnic v dosahu dálnice D5 realizovali SSZ a. s. u Nýřan dvě železobetonové prefabrikované dvoukloubové konstrukce přesypávaných tunelů typu Matiere. Měření kontaktních napětí a deformací na jednom z objektů v průběhu zaspávání i při zatěžovací zkoušce prokázala správnost statických předpokladů a spolehlivost konstrukce.

Dva autoři zpracovali problematiku městských tunelů. S předchozím tématem tunelových úseků na Pražské radiále souvisí příspěvek **O. Vlašice** (AMBERG ENGINEERING BRNO), který kromě VMO – Pražská radiála popisuje návrh celkového řešení Velkého městského okruhu v Brně, který by měl výrazně zlepšit dopravní situaci i životní prostředí v centru města. Na velkoryse řešeném VMO se vedle tunelů Pražské radiály počítá se třemi dalšími tunely.

A. Sala (AMBERG ENGINEERING REGENSBERG-SW) popisuje velmi zajímavý projekt s nezvykle dlouhou dobou přípravy – Uetliberg tunel, na němž projekční práce začaly již v roce 1981. Uetliberg tunel je jeden z tunelů na dálničním obchvatu Zürichu. Ražba 4,5 km dlouhého tunelu o dvou paralelních troubach bude v nepříznivých geologických podmínkách silně tlačivých hornin provedena bentonitovým štítem o průměru 14,7 m, což je v současnosti největší TBM na světě. Financování projektu však není dosud zajištěno.

Tři příspěvky z okruhu silničních a dálničních tunelů se zabývají provozními problémy. Integrovaný systém řízení dopravy v tunelu popisuje **P. Příbyl** (ELTODO). Teprve po vybavení funkčním technickým zařízením se tunel stává součástí silničního komunikačního systému a může sloužit veřejnosti. Složitost technického vybavení však stále roste a pro jeho ovládnutí je nutno mít k dispozici řídicí systém, využívající software vysoké úrovně. Příspěvek názorně popisuje strukturu a funkční vazby řídicího systému KERBERUS, kterým jsou vybaveny tunely Strahovský a Hřebeč.

Příspěvek **J. Henninga** (NORWEGIAN PUBLIC ROAD ADMINISTRATION – N) je věnován problému ventilace silničních tunelů, spojené s čištěním vzduchu od prachových částic a plynů NO_x. Norové trvale rozmnožují své zkušenosti s čištěním ventilačního vzduchu, neboť potřebná zařízení byla v letech 1990 až 96 instalována již v sedmi provozovaných tunelech. Publikované výsledky měření z Ekeberg tunelu ukazují, že množství emisí z tunelu se přímo u portálů snižuje při použití kombinovaných mechanických a elektrostatických filtrů v bypassu na cca 40 %.

Velmi závažný je příspěvek autorů **K. Puchera** (TU ŠTÝRSKÝ HRADEC – A) a **M. Nováka** (METROPROJEKT Praha), týkající se stavebních a vzduchotechnických opatření, zabezpečujících únikové cesty v případě požáru v silničním tunelu. Pozoruhodné možnosti využití různých vzduchotechnických režimů pro eliminaci kouřových zplodin při požáru ještě zvýrazňují nutnost existence dokonalého řídicího systému, který v těchto alarmových případech reaguje bez zbytečných prodlev.

2. TUNELY PRO PODZEMNÍ DRÁHY

Preference hromadné dopravy je jednou z důležitých možností, omezujících alespoň částečně multilaterálně negativní vlivy individuální automobilové dopravy na životní prostředí a přímo život obyvatel, zejména ve velkých městech. Největší konkurenční šance mají v tomto smyslu nepochybně podzemní dráhy – systémy rychlé, výkonné a bezpečné, bohužel však podstatně méně pohodlné než osobní automobily. Zavedení jednotlivých linií podzemního systému do okrajových sídlištních částí města většinou výrazně stoupá kvalita obsahu nabídky na využití hromadné dopravy.

Pražské metro má hlavní části páteřních linií A, B, C v délce 45 km

vybudována a pozornost se soustřeďuje právě na prodloužení těchto linií do obytných oblastí na východě, severu i západě města.

Stejně téma – prodloužení linie „B“ pražského metra v jejím IV. úseku – zpracovali ve svých příspěvcích autoři **P. Vozarik** (METROSTAV) a **V. Soukup** (METROSTAV); speciální částí tohoto úseku – dvokolejnému razenému tunelu – je věnován příspěvek **M. Zelenky** a **P. Živnůstky** (METROSTAV). Z prosté statistiky prvních dvou příspěvků o použití různých technologií tunelování na trase IV. B plyne, že z celkové délky 6,4 km bylo 50 % délky traťových a staničních tunelů vyraženo pražskou prstencovou metodou, 15 % metodou nemechanizovaného štítování a 35 % NRTM. Z časového sledu ražeb je však zřejmé, že po menších dílčích nasazeních byla NRTM plnohodnotně a úspěšně použita při ražbě koncového 700 m dlouhého dvokolejného traťového tunelu; to z pohledu na historii vývoje tunelovacích metod na pražském metru představuje sympatický zlom.

Prodloužením trasy „A“ na západě Prahy se zabývá příspěvek **M. Strnada** (PRAGOPROJEKT), nevelký rozsahem, ale závažný obsahem. Napojení širšího okruhu sídlišť (Petřiny, Dědina), autobusového terminálu Dlouhá míle a samotného letiště Ruzyně na prodlouženou linku „A“ se jeví natolik významné, že v časovém horizontu prvního desetiletí 21. století by se tato investice měla dočkat realizace. Navrhované použití plnoprofilového razicího stroje v tomto úseku nelze vyloučit z úvah o možné technologii tunelování, a to i pro dvokolejný traťový tunel.

Dva příspěvky k tomuto subtématu se týkají zahraničních praktií. Autoři **Z. Eisenstein** (UNIVERSITY OF ALBERTA – CDN), **G. R. Martin** (UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA – USA) a **H. W. Parker** (SHANNON & WILSON INTERNATIONAL – USA) v rozsáhlém, sympaticky didaktickém příspěvku rozebírají a dokladují rozhodovací postupy při výběru tunelovací metody pro výstavbu metra v Los Angeles, kde mimořádné nepříznivé vlivy naftových a plynových ložisek i výrazná seismická aktivita negativně přičinují k již dost nepříznivým podmínkám geologickým a hydrogeologickým. Autoři provedli rozsáhlé srovnávací studie 74 tunelů ražených v obdobných podmínkách, a to jak z hlediska technologického, tak z hlediska v řadě případů prioritního – velikosti poklesů nadloží ražených tunelů. Těžké podmínky se odrazily i v závěrečném doporučení použít zeminový štít (EPB TBM), který musí být konstruován na použití ve více režimech ražby – s otevřeným čelem, nebo s aktivním podepřením čela.

T. Iftimie (TECHNICAL UNIVERSITY BUCHAREST) se ve svém příspěvku zabývá konstrukčním problémem, který souvisí s dokončením výstavby poslední hlavní linky bukureštského metra, jehož zatím celková délka činí úctyhodných 60 km.

Metro podchází v kolmé křížení dvě mohutné vodovodní štolky o průměru 3 a 4 m, jejichž provoz nesmí být v žádném případě ohrožen, neboť zásobují Bukurešť pitnou vodou. Tomuto absolutnímu požadavku odpovídá i ražení bezpečnou, i když poněkud těžkopádnou konstrukcí portálového typu.

3. TECHNOLOGIE TUNELOVÁNÍ

V současnosti jsou charakteristické pro provádění podzemních staveb dva tunelovací systémy – prstencové tunelování (např. NRTM, „pražská“ prstencová metoda, pre-tunel) a víceméně kontinuální plnoprofilové ražení pomocí tunelovacích strojů (TBM). Razicí stroje s dílčím záběrem čela („frézy“) tvoří jakýsi mezičlánek obou technologií, neboť pro prstencové tunelování představují významnou a žádanou alternativu způsobu rozpojování oproti trhacím pracím.

M. Bakoš (GEOEXPERTS – SR) provádí ve svém příspěvku poměrně podrobný rozbor, který by mu umožnil odpovědět v obecné rovině na otázku: TBM nebo trhací práce? Rozbor obsahuje řadu zajímavých úvah a použitelných údajů, výsledek je však velmi vágní, i když naprosto očekávaný – řešení tohoto problému bude vždy svázáno s individuálními podmínkami konkrétního projektu.

Globální přehled o nových vývojových tendencích v oblasti mechanizovaného tunelování podává ve svém příspěvku **M. Herrenknecht** (HERRENKNECHT GmbH – BRD). Bohatě konstrukční i provozní zkušeností renomovaného výrobce mikrotunelovacích souprav a plnoprofilových TBM umožňují trvalý progres v tomto odvětví tunelářských technologií, v současné době zaměřeného zejména na získávání, přenos a zpětné využití geotechnických informací při ražbě.

Konkrétní nasazení bentonitového štítu v těžkých geotechnických podmínkách popisují autoři **V. Guglielmetti** (IMPREGILO – ITA) a **O. Bouygues** (D. G. CONSTRUCTION – FR). Projektovaná linie expresního podzemního systému RER, spojující východní, severní a západní předměstí Paříže, podchází v hloubce cca 25 m 8krát jiné linky metra a řadu dalších servisních tunelů. Geologické podmínky jsou velmi rozmanité, od siltů a jílovitých písků k flišovému vývoji břidlic, vápenců a sádrovců. Použitý typ tunelovacího stroje musel splňovat řadu požadavků z hlediska rozpojování různých typů zemin a hornin i z hlediska

přesné kontroly tlaku na čelbu kvůli minimalizaci poklesů nadloží. Použitý SPB TBM s kombinovanou razicí hlavou a ostěním systému CONEX splnil očekávání, což vyplývá mj. z provedených měření na dvou tisících instalovaných nivolačních bodech.

Zajištění stability výrubu v průběhu ražby pomocí horizontálních prvků, „zaháněných“ do čelby jsou věnovány tři příspěvky:

S. Drábek (TERRABOR Praha) představuje použití mikrotuneláže („pipe roof“), **B. Štátný** popisuje metodu obvodového vrubu, **A. I. Sofianas** a **A. S. Aramitis** (SARANTOPOULOS S. A. – GR) dokumentují konkrétní použití mikropilot pro zajištění portálu dálničního tunelu. Ani jedna z uvedených metod není neznámá, autoři však vesměs postihují technická vylepšení a dokladují příznivé ovlivnění stabilních i deformačních vlastností horninového masivu při tunelování. V souvislosti s připravovanou výstavbou tunelu Mrázovka jsou publikované poznatky velmi aktuální.

Jako součást protipovodňové podzemní retenční nádrže v Sao Paulo byly raženy 4 štolové přivaděče pod šestiproudovou dálnicí, dvěma železnicemi a rýhou s kabely 345 kV. Fluvialní sedimenty 80 m dlouhého úseku byly před ražbou pomocí otevřeného štítu v plném rozsahu zpevněny tryskovou injektáží. **G. Guattereri et al.** podrobně popisuje řadu aspektů zajišťovacích prací, které v souhrnu umožnily realizovat dílo v zadaných parametrech – poklesy nadloží nikde nepřesáhly požadovaných 20 mm.

K technologické skupině lze přiřadit i příspěvek **F. Řehoře** (METROSTAV), který popisuje domácí zkušenosti, získané při realizaci pláštových izolací z folií PVC na traťových tunelech metra a silničním tunelu Hřebeč.

4. CHOVÁNÍ HORNINOVÉHO MASIVU PŘI TUNELOVÁNÍ

J. Aldorf a **E. Hrubešová** (VŠB – TU Ostrava, Fsv) předkládají ve svém příspěvku výsledky řešení vlivu technologických imperfekcí výtlaku na únosnost výztuže ze stříkaného betonu. Doporučení o přípustných velikostech amplitud nerovností a jejich lokalizaci ovlivňují pozitivně optimální funkci ostění ze stříkaného betonu.

M. Chudek et al. (SLEZSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA – PL) uvádí rámcově způsob určování deformací nadloží nad raženými podzemními díly s využitím veličiny zvané ekvivalentní tuhost. Porovnání konkrétní prognózy s výsledky Knottého teorie a měřením „in situ“ vykazuje velmi dobrou shodu.

N. N. Fotieva et al. (TULSKÁ STÁTNI UNIVERZITA – R) se zabývá teorií vzájemného ovlivňování paralelních tunelových výrubů, a to z hlediska namáhání jejich ostění. Příspěvek uvádí i výsledky konkrétního řešení pěti paralelních tunelů jedné ze stanic petrohradské podzemní dráhy.

Příspěvek **I. Kamenička** a **O. Tesaře** (IKE) přináší jako obvykle řadu pozoruhodných poznatků, získaných soustavným vyhodnocováním výsledků observačních měření v ražených tunelech ve vztahu k inženýrsko-geologickým poměrům. Získané korelace dokumentují vypovídající schopnost klasifikace QTS, především pak možnosti predikce podmínek a požadavků, zajišťujících bezpečnou realizaci podzemního díla s reálnými návrhovými parametry.

A. Zapletal (METROSTAV) věnuje pozornost problému ovlivnění napjatosti a deformací tunelového ostění účinky trhacích prací. Výsledky demonstračního příkladu ukazují, že zmíněný vliv nemusí být zdaleka zanedbatelný, byť se tak v dosavadní praxi vesměs děje.

5. ZÁVĚR

Téma dopravních tunelů bylo i opakovaně pro autory přitažlivou záležitostí, protože jen k tomuto tématu je v konferenčním sborníku publikováno 36 kvalitních příspěvků, z nichž pouze třetina však může být z časových důvodů prezentována autory v průběhu konferenčního jednání.

Z řady příspěvků k tématu vyplývá, že řešení dopravních problémů se i v našich podmínkách neobejde bez využití podzemních prostor, a to jak z důvodů prostorových, tak zejména ekologických. Současně však oba tyto fenomény kladou značné nároky na úroveň technických řešení, protože požadavky, omezující vlivy tunelování na životní prostředí a stav nadloží, se stále zpřísňují. Vedle základních technologií současnosti – prstencových systémů a tunelovacích strojů – se proto stále více uplatňují a zdokonalují technologie podpůrné, jejichž účelem je co nejvíce omezit deformační projevy tunelování. Ze tento trend zvyšuje značné finanční nároky na výstavbu v podzemí je neoddiskutovatelným faktem. Řešení problémů s posouzením, uvolněním a návratností investic v této sféře a v současných podmínkách není jednoduché a samotní tuneláři jej mohou ovlivnit jen okrajově. Důležité je, aby byli s patřičnou technickou erudiicí v pravý čas k dispozici; tomu dozajista přispívá i tato konference.

SANACE A REKONSTRUKCE PODZEMNÍCH STAVEB GENERÁLNÍ REFERÁT K 3. TÉMATU KONFERENCE PS '97

REHABILITATION AND RECONSTRUCTION OF
UNDERGROUND CONSTRUCTIONS
GENERAL PAPER TO THE 3RD TOPIC OF THE
CONFERENCE PS '97

Prof. ing. JOSEF ALDORF, DrSc., VYSOKÁ ŠKOLA
BAŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Každé historické období v životě naší vlasti se zapsalo do jejich dějin výjimečnými díly uměleckými i inženýrskými. Mezi tato díla bezesporu patří i řada podzemních staveb a konstrukcí, řešících ve své době civilizační nebo urbanizační problémy. Civilizační, dopravní, energetické, spojují a zejména ekologické problémy industriální společnosti vyžadují využívat podzemí jako významný faktor jejich řešení. To vedlo v uplynulém čtvrtstoletí k nebyvalému rozvoji podzemního stavitelství ve vyspělých zemích a tento trend měl svůj pozitivní dopad i u nás. Tato stránka tunelářského řemesla má i svou druhou tvář, kterou je problém údržby, oprav a rekonstrukcí podzemních staveb. S růstem objemu realizovaných děl proporcionalně a v řadě případů i rychleji, roste i potřeba těchto druhů činnosti, které jsou obvykle velmi nákladné, vyžadují značnou potřebu času, energie, speciálních technologií i speciálně připravených a kvalifikovaných pracovníků. Opmíjením a zanedbávání řádné péče a údržby podzemních staveb vede k takové kumulaci potřeb oprav a rekonstrukcí, která je pak neřešitelná jak fyzicky, tak potřebou finančních prostředků a logicky směřuje ke snížení bezpečnosti a spolehlivosti podzemního díla. Systém pravidelných prohlídek, diagnostiky, revizí a oprav, tak jak je například uplatňován u železničních tunelů, tunelech metra i jinde, by měl tyto problémy minimalizovat, případně zcela odstranit. Ze toho tak není, ukazují i některé referáty naší konference.

Negativní faktory přírodního prostředí, ve kterém je dílo situováno (například agresivita podzemní vody, deformace hornin a podobně) i faktory provozně technologického charakteru a časový faktor obecně, determinují potřebu údržby, oprav a rekonstrukcí především z těchto důvodů:

- a) snížení, případně až porušení stabilního stavu podzemního díla vlivem:
- snížení pevnosti materiálu ostění vlivem agresivity prostředí (zejména agresivní voda)
 - degradace pevnostních a přetvárných vlastností horninového prostředí společným vlivem působení vody na přetvářející se a porušující se horninu
 - statických, nebo i hydrodynamických tlaků vody na ostění a horninový masiv
 - časově závislých reologických procesů v horninovém masivu i materiálu ostění
 - změn namáhání konstrukce podzemního díla (hornina – ostění) vlivem jiné inženýrské činnosti v jeho blízkosti
 - nevhodně navržené a provedené konstrukce díla (chyby projektu, realizace a podobně), nerespektující přírodní nebo technické podmínky
- b) zhoršení izolačních vlastností podzemního díla vůči podzemní vodě vlivem:
- porušení ostění a izolačních vrstev
 - změn hydrogeologických poměrů prostředí
 - nedostatečné nebo chybně provedených izolačních vrstev, vlivem neodborných zásahů do chráněného ostění a podobně
- c) změn v konstrukci, tvaru a velikosti podzemního díla vlivem:
- potřeby zvýšení ušnosnosti systému
 - zvětšení potřebného světlého průřezu a změn tvaru průřezu díla pro splnění nových požadavků na jeho funkci nebo životnost
 - zabudování nebo rekonstrukce technologických zařízení uvnitř podzemního díla
 - změn ve větrání a odstraňování škodlivých zplodin z díla.

Tento krátký výčet příčin a důvodů nutných oprav a rekonstrukcí podzemních staveb ukazuje, že k jejich zvládnutí jsou potřebné různé, většinou speciální technologie (injektáže, izolace, kotvení, stříkané betony a podobně), kterými musí být realizátor prací vybaven a které zvyšují i ceny prací. Podtrhuje také skutečnost, že dokonalé poznání charakteru a chování horninového prostředí již v předrealizační fázi projektu může významnou měrou přispět ke snížení nároků na údržbu a opravy během provozu. Stejně tak i různá neodborná racionalizační opatření,

změny a záměny materiálů a technologie provádění během realizace díla obvykle nepřispívají k udržení požadované kvality konstrukce.

Poněkud samostatnou oblastí oprav a rekonstrukcí podzemních děl jsou práce na historických podzemních objektech, lokalizovaných obvykle v historických jádrech měst, což zvyšuje nároky na jejich provádění ve všech směrech (náklady, bezpečnost, vliv na inženýrské sítě a podobně) a vyžaduje speciální přístupy k jejich přípravě i realizaci. Stejně tak i údržba, opravy a rekonstrukce podzemních inženýrských sítí (kanalizace, rozvod vody, plynu a podobně) jsou v současné době speciální oblastí podzemního a inženýrského stavitelství a v řadě přístupů k těmto pracím se významně uplatňují metody podzemního stavitelství (protlačování, mikrotunelování, zesilování ostění a podobně).

Z příspěvků na konferenci i světových trendů v oblasti údržby, oprav i rekonstrukcí lze generalizovat směry, kterými se tento obor inženýrské činnosti ubírá. Jsou to především:

- podrobná a pravidelná diagnostika podzemních staveb, založená obvykle na racionálně fungujícím monitoringu stavu a chování díla během provozu, pravidelných revizích s použitím moderní diagnostické techniky, využití databází informací o díle, založených na informacích získaných jak během realizace díla, tak během jeho provozu
- použitím nových progresivních materiálů pro opravy a údržbu (plastbetony, SB, nátěrové a izolační hmoty na bázi polymerů a podobně)
- použití speciálních technologií (injektáže všech druhů, zmrazování, kotvení, využití technologie vysokotlakého vodního paprsku, odvodňování a podobně)
- použití speciálních konstrukcí při opravách a rekonstrukcích (nosné konstrukce izolace a podobně)
- využití racionálních metod organizace práce založených na velmi přesném a podrobném plánování všech činností a materiálních i technologických potřeb

Referáty přihlášené do sekce č. 3 těmto obecným trendům odpovídají a přináší celou řadu podnětů a myšlenek autorů, získaných při praktické realizaci oprav a rekonstrukcí. Z přihlášených 13 referátů lze vytvořit 2 skupiny zaměřené na určitou konkrétní oblast inženýrské činnosti při opravách a rekonstrukcích.

Lze také říci, že tyto oblasti charakterizují současné problémy, se kterými se u nás při tomto druhu činnosti setkáváme.

První, rozsáhlejší skupina 9 referátů je zaměřena na oblast přípravy a rekonstrukce tunelů a štol, přičemž velká pozornost je věnována především železničním tunelům a tunelům metra.

Druhá skupina se 4 referáty se věnuje problematice speciálních činností při rekonstrukcích podzemních děl, jako je zpeřívání a injektáže, těsnění, izolace a sanace betonových konstrukcí.

Autoři **ing. Smida** a **ing. Gramblička** (SUDOP) ve svém příspěvku „Příprava novostavby děčínského tunelu“ rozebírají technické i environmentální důvody, které vedly k návrhu vybudování nového děčínského tunelu, nahrazujícího a doplňujícího stávající a požadavkům dvukolejné dopravy na 1. koridoru nevyhovující tunely „Ovčí stěna“ a „Červená skála“. Navrhovaný jednokolejný tunel délky 910 m s příčným průřezem 42 m² (výlom) je situován hluboko v pískovcovém masivu, čímž budou eliminována všechna nebezpečí nestability pískovcových věží v CHKO „Labské pískovce“. Stávající tunely budou převedeny na jednokolejný provoz. V příspěvku jsou dále naznačeny i hlavní zásady technolog. postupů ražení a vyztužování, přičemž zajímám je i vyloučení třhacích prací.

Příspěvek „Rekonstrukce nelahozeveských tunelů“ předkládají autoři **ing. Cervenka** (ILF Consulting), **ing. Mathé** (ČD) a **ing. Stehlík** (ILF). Jeho obsahem je, podobně jako v předešlém případě, popis technického řešení rekonstrukce stávajících tunelů tak, aby vyhovovaly požadavkům provozu na vysokorychlostní trati 1. koridoru (dosažení prostorové průchodnosti podle ložné míry UIC GC a zvýšení rychlosti). Rovněž v tomto případě se navrhuje vybudování nového jednokolejného tunelu délky 850 m, světlého průřezu 43,3 m², raženého v křídových a karbonových horninách. Velmi zajímavým řešením je návrh provedení galerie před jižním portálem, která řeší problém, pro ochráně ne-přípustného, zásahu do skalních stěn podél tratě. Druhou technickou zajímavostí je pak použití technologie předstihového vybudování kaloty tunelu v zářezu (tzv. „želvy“) u severního portálu. Toto progresivní řešení, obdobné jako u východního portálu tunelu Branisko, pochází ze stejné projekční „dílny“ a stává se tak i jejich charakteristikou.

Rekonstrukcí tunelu č. 8 na trati Brno–Česká Třebová se zabývá příspěvek autorské dvojice **ing. Motl** (Engineering a projektování staveb) a **ing. Smida** (SUDOP) Tunel č. 8, který byl vybudován v roce 1848 a který byl součástí rozsáhlé rekonstrukce trati započaté již v padesátých letech. Rekonstrukce tunelu č. 8 byla však poněkud atypická, protože byl nejprve vybudován nový sousední tunel a stávající tunel č. 8 byl posléze přebudován na jednokolejný. Z geotechnického hlediska byla rekonstrukce zajímavá především tím, že tunelová trouba leží v oblasti aktivního skalního sesuvu, který měl na stav tunelu výrazný vliv a kvůli němuž již v minulosti (1897) bylo nutno tunel rekonstruovat.

Zvolené technické řešení vycházelo z potřeby vestavět zesilující konstrukci dovnitř stávajícího průřezu a snížit niveletu koleje, aby byla získána dostatečná světla výška. Tyto požadavky byly splněny provedením zesilujících nástřiků SB na tloušťku až 300 mm, injektáží kamenné rovnaniny za rubem starého ostění a v nepříznivých geotechnických poměrech a v oblasti skalního zřícení, použitím vějířů příhradových rá-

mů, osazovaných do rýh provedených ve starém ostění. Zajímavé je rovněž použití vodotěsnících nástříků THOROSEAL FC a utěšňovací hmoty WATERPLUG pro těsnění tunelů, protože bylo vyloučeno použití těsnících folií.

Příspěvek **ing. Pavlíka** (Geotest Brno) „Zabezpečení výrubu tunelů s malým nadloží přičným sepnutím masivu“ uvádí velmi zajímavý případ využití příčného předepnutí (sepnutí) nízkého nadloží tunelů č. 1 na trati Brno–Česká Třebová, pomocí předepjatých ukloněných kotev instalovaných v bezprostředním nadloží z paralelní rýhy, vyhloubené ve vzdálenosti 10 m od osy tunelů. Příspěvek uvádí jak filosofii přístupu k této u nás ojediněle použité technologii, tak postup při stanovení velikosti kotvících sil. Realizace předepnutí a následný monitoring (měření poklesů a předpětí kotev) ukázala, že řešení bylo úspěšné a efektivní jak z hlediska velikosti sedání nadloží, tak i bezpečnosti vlastní rekonstrukce. Je bezesporu dobře využitelné u tunelů s nízkým nadložím, úbočnicích tunelů apod.

Do této části referátů k problematice rekonstrukcí a sanací tunelů patří i příspěvek **ing. Kochánka** (Metroprojekt Praha), s názvem „Rekonstrukce ražených stanic a eskalátorových tunelů na pražském metru“. Příspěvek zhodnocuje zkušenosti získané při rekonstrukcích a přestavbách eskalátorů a eskalátorových tunelů na řadě stanic metra, které významně modernizují a ekonomizují provoz pohyblivých schodů. Další významnou částí příspěvku je hodnocení a popis způsobu realizace sanace průsaků do podz. prostor metra, které jsou nejvýznamnějším negativním faktorem degradace ostění, odvodňovacích prvků, podhledů i obkladů stanic. Použití progresivních těsnících hmot na bázi PUR (firmy Asmedia) přineslo významné zlepšení způsobů sanace průsaků a je dalším dokladem, že jejich aplikace může být významným přínosem i v případech, jsou-li systematicky používány již při vlastní stavbě. Předcházení poruch a závad vznikajících z titulu dlouhodobého působení průsaků podz. vody je nejúčinnějším způsobem jejich ochrany.

Druhou část první skupiny příspěvků tvoří příspěvky věnované rekonstrukci, opravám a sanacím štol a kolektorů.

Příspěvek **ing. Raclavského** (Techn. kancelář Břeclav) a kolektivu (ing. Adamec, doc. Linhart, ing. Oubrychta, ing. Raclavský jr.) „Rekonstrukce štitovaných štol“ se zabývá detailním popisem vývoje a rozvoje technologie štitování od roku 1953 u a. s. Ingstav. Uvádí, že dosud bylo touto technologií vyraženo více jak 100 km, převážně kanalizačních štol, při průměrných výkonech cca 3–5 tis. metrů ročně v letech 1970–92. Dále pak autoři navazují rozbohem příčin narušení ostění těchto štol a uvádí podrobnou systematiku těchto poruch, jejichž následky se projevují především snížením spolehlivosti a únosnosti obezdívky. Na tuto systematiku poruch pak navazují obecná doporučení k otázce metod a způsobů sanace.

Příspěvek **prof. Bartáka, ing. Hegerlíka** (INSET s. r. o.) a **ing. Moučky** (Ingutis s. r. o.) „Průzkum, sanace a rekonstrukce těžce havarované kanalizační stoky v Praze-Troji“ popisuje případ řetězce vážných havárií stoky Ø 100/175 cm postavené v 70tých letech v Trojské ulici v Praze. Příčina havárie, která se nejprve projevila propady na povrchu území a následně zjištěnými rozsáhlými kavernami v okolí stoky, není zcela jasná ani po rozsáhlém průzkumu. V příspěvku je uveden popis průběhu havárie, výsledky provedených průzkumů i popis způsobu likvidace jejich následků. Je velmi zajímavým příkladem tohoto typu havárií v ražené kanalizační stoce i cenným poučením pro výběr způsobu sanace a rekonstrukce. Potvrzuje také skutečnost, že iniciačním faktorem havárií jsou mj. i nekvalitně provedená ostění a nezaplňené prostory za ním, které jsou postupně erodovány protékající vodou.

Příspěvek **ing. Dvořáka, ing. Hradské a ing. Sedláčka** (AQUATIS Brno) „Kanalizace v podpovrchových kolektorech v Brně“ uvádí podrobný popis přístupu k otázce řešení sdružení funkce kolektorů (zásobování vodou, energiemi, spojovacími kabely) s kanalizační stokou v Brně, které je řadou investic v jiných městech většinou odmítáno. Popsaný příklad realizace tohoto záměru v kolektoru Josefská–Masarykova, uvádějící i zásady řešení domovních přípojek a dešťové kanalizace ukazuje, že toto originální řešení je úspěšné, efektivní, ekonomické i ekologické. Prokazuje rovněž, že výhrady, které jsou opakovaně při odmítání této koncepce lze odstranit při důsledném a promyšleném projektovém řešení a kvalitním technologickém postupu při realizaci kolektoru.

Posledním příspěvkem této části referátů je příspěvek **p. Mičko a ing. Tótha** (RP Košice) „Sanácia kábelových tunelov“, uvádějící zkušenosti ze sanace poruch (především těsnosti zdíva svislých jam a výměny ocelových prvků technolog. vybavení) kabelových tunelů, které byly provedeny jako energetické kolektory I. kategorie v Praze v letech 1974–77. Poruchy na těchto dílech mají obecný původ v působení vody na betonové a ocelové konstrukce a vyplývají jak z netěsnosti ostění jam a obezdívek kolektorů, tak z nesprávné funkce větrání těchto děl. Popsaný způsob likvidace přítoků – dvoustupňová injektáž cementobentonitovými suspenzemi a povrchové těsnění nátěrovou hmotou Penetron, se ukázal jako účinný. Stejně tak je pozitivně hodnocen způsob protikorozní ochrany žárovým nástříkem zinku a hliníku aplikovaný před nátěrem organickými nátěrovými hmotami.

Druhou skupinou příspěvků jsou referáty týkající se zpevňování a těsnění horninového prostředí a sanace betonových konstrukcí.

Příspěvek **autora tohoto generálního referátu** s názvem „Možnosti využití speciálních metod zpevňování hornin používaných v hornictví při ražení a rekonstrukci tunelů“ shrnuje možnosti a uvádí příklady realizace 2 přístupů ke zpevňování hornin v okolí podz. děl. Kromě klasického provedení formou více méně souvislého zpevnění ochranného horninového prstence, uvádí filosofii a příklad použití parciálního schématu zpevnění v okolí díla, které se podle dosavadních zkušeností jeví jako technologicky a technicky perspektivní a účinné.

Příspěvek **ing. Cíglera a ing. Janička** (CarboTech Bohemia) „Možnosti využití injektážních a kotvících materiálů při sanacích a rekonstrukcích podzemních staveb, navazuje na předchozí referát a přináší informace o nových zpevňovacích a těsnících hmotách a konstrukcích firmy CarboTech Bohemia, jako jsou polyuretanové pryskyřice typu Bevedol/Bevedan, injektážní svorníky typu IBO a IRMA a speciální typy obturátorů pro injektování. Zvláštní pozornost je věnována vysoce perspektivním těsnícím hmotám na bázi PUR, jako jsou hmoty Resicast, Beveseal, Bevecat a nástříkové izolační hmotě Foxcoat F101, která může být velmi efektivní při řešení povrchových a mezilehlých izolací při aplikaci SB, může nahrazovat používání těsnících folií z HDPE a svým způsobem aplikace výrazně zrychlit provádění izolací.

Na příkladech z utěsnění přítoků do stavební jámy VÚB v Bratislavě, utěsnění přítoků do tunelů Špičák, stabilizace předpolí ražených kolektorů v Praze autoři dokumentují účinnost uvedených hmot a technologických postupů.

Příspěvek autorů **p. Straky a ing. Poláka** (Metrostav) s názvem „Dotěšňování podzemních konstrukcí proti vodě“ uvádí velmi zajímavé zkušenosti z použití těsnících polyuretanových hmot Mediatan firmy Asmedia při dotěšňování ostění na trasách pražského metra. Podrobně popisuje konstrukci a postupy původních vodotěsnících zábran u skládaného ostění (ŽB, tybinky), jeho nedostatky a příčiny poruch vodotěsnosti. Jako vysoce perspektivní se při realizaci nadstandardních těsnících prací ukázalo použití systému hmot Mediatan, aplikovaných formou povrchových povlakových izolací. V příspěvku jsou uvedeny jak vlastnosti těchto hmot, tak zásady a postupy jejich použití. Autoři uvádějí i další možnosti jejich využití, prováděné pracovníky střediska speciálních prací a. s. Metrostav.

Posledním příspěvkem v této skupině je referát **ing. Lébra** (Vodní stavby Praha) s názvem „Sanace betonu v podzemí“, v němž uvádí své bohaté zkušenosti ze sanací betonových konstrukcí, založené na důkladné analýze faktorů, které vyvolávají příčiny poruch. Sanaci betonových konstrukcí v podzemí je nutno považovat za zcela samostatnou oblast sanací, založenou nejen na důkladné diagnostice, kvalitě projektu, kvalitě provedení, způsobu ošetřování sanované konstrukce apod., silně determinovanou m. j. i způsobem financování oprav a podporou nezávislé expertizy. Sanační technologie, kterých je v současné době nadbytek, vytváří tak prakticky nové odvětví stavební technologie, které musí být v budoucnu efektivněji ovlivňováno technickými předpisy a podmínkami, a které speciálně pro sanaci beton. konstrukcí v podzemí dosud chybí. Autor dále uvádí stručný popis některých technologií, založených na injektáži hmotami Webac a katalitické krystalizaci u stříkaných betonů (Watefix XP).

STANOVENÍ KRITÉRIÍ PRO ANALYTICKÉ HODNOCENÍ DEFORMACÍ PODZEMNÍHO DÍLA ZE ZKUŠENOSTÍ PŘI VÝSTAVBĚ TUNELU HŘEBEČ

ING. JAROMÍR ZLÁMAL, POHL a. s.

CRITERIA FIXING FOR THE ANALYTICAL EVALUATION OF UNDERGROUND WORK DEFORMATIONS REGARDING EXPERIENCE FROM THE HŘEBEČ TUNNEL CONSTRUCTION.

WHEN TUNNELS ARE CONSTRUCTED IN HEAVILY FRACTURED AND FAULTED ROCKS, BACKFEED ANALYSIS SHOWS THE BENEFIT OF A THOROUGH INVESTIGATION OF THE RESULTS BASED ON CONVERGENCE AND LEVELLING MEASUREMENTS. THE DEFORMATIONS OF THE SHOTCRETE LINING BUILT UP ACCORDING TO THE NATM PRINCIPLES ARE ANALYTICALLY EVALUATED AND SOME OF THESE EXPERIMENTAL RESULTS ARE COMPARED WITH THOSE ONES OBTAINED BY CALCULATIONS.

ÚVOD

Podzemní stavby malého i velkého profilu jsou velmi často navrhovány do extrémních geologických a hydrologických podmínek. Při ražbě pomocí nové rakouské tunelovací metody (NATM) je nezbytné kontrolovat reakci horninového masivu na podzemní výrub. Zkušenosti z výstavby podzemní stavby získané za spolupráce investora, zhotovitele, projektanta a v neposlední řadě organizace monitorující průběh deformací, jsou pro podobné stavby prováděné v budoucnu poučením.

Významnou podzemní stavbou tohoto typu je tunel „Hřebeč“ na komunikaci I/35 mezi Svitavami a Moravskou Třebovou, kde byl prováděn velmi podrobný monitorovací systém měření deformací po celou dobu výstavby firmou K+K Průzkum s. r. o. Konstrukce tunelu je navržena pro třípruhovou komunikaci typu S 11,5/60 s podélným sklonem 6,3 %, příčný profil tunelu je 151–160 m². Hlavní část tunelu byla ražena technologií NATM s využitím dělené čelby v kombinaci horizontálních a vertikálních výlomů. Podle klasifikace Pachera a Rabcewicze se tato kombinace doporučuje pro klasifikaci hornin V.a.

Monitorovací systém použitý na tunelu Hřebeč [3] obsahoval jak povrchová, tak podzemní měření. V rámci monitorování deformací terénu bylo prováděno nivelační měření vývoje poklesové kotliny a v podzemí bylo prováděno měření extenzometrické, tenzometrické a konvergenční a geodetické měření deformace výrubu.

Bezprostředně po vyražení pravé boční štoly v první etáži ražby v km 5,2945 byly naměřeny výrazně vyšší deformace ostění než obvykle, a proto analytické vyhodnocení měření konvergenční bylo zaměřeno na tento příčný řez. Deformace ostění se v tomto profilu bezprostředně po vyražení na čas uklidnily, ale po půl roce se začaly dramaticky zvětšovat a přešly až do havárie profilu, která je podrobně popsána v [4]. Nestandardní vývoj deformací ostění bezprostředně po výstavbě zřejmě souvisel s následnou havárií.

Naměřené deformace ostění v km 5,2945 jsou na základě srovnávací analýzy porovnávány s výsledky získanými z výpočetních modelů a výsledky statického výpočtu [8]. Výsledky srovnávací analýzy jsou shrnuty v obecných kritériích platných pro podobné podzemní stavby. Je možno je použít při hodnocení vývoje deformací ostění tunelu jak pro standardní, tak pro nestandardní vývoj deformací. Pro zamezení zvětšování deformací jsou doporučena některá technologická opatření. Hodnotící kritéria vývoje deformací ostění jsou stanovena obecně tak, aby platila pro každou podzemní stavbu podobného rozsahu a aby interpretace monitorovaných událostí (průběhu konvergenčních měření) byla co nejpresnější a zajistila co nejvyšší bezpečnost při výstavbě primárního ostění tunelu.

KONVERGENČNÍ MĚŘENÍ V KM 5,2945 V PRAVÉ BOČNÍ ŠTOLE V PRVNÍ ETÁŽI RAŽBY TUNELU HŘEBEČ

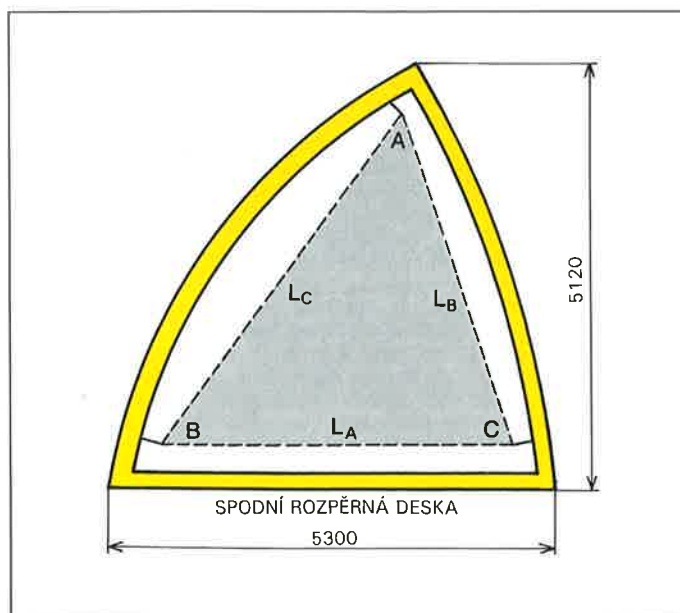
Po vyražení první etáže pravé boční štoly v km 5,2945 byly na ostění štoly osazeny terče a odrazky pro optický způsob měření relativních hodnot deformací pomocí přenosného laserového dálkoměrného přístroje. Měření začalo 30. srpna 1994 a skončilo 5. března 1995. Na ostění štoly byly měřeny bezprostředně po vyražení tři záměrné základny L_A , L_B , L_C mezi třemi konvergenčními body. Jeden bod byl osazen v klenbě

a dva ve spodní části opěr, jak je uvedeno na přiloženém obrázku č. 1. Vývoj deformací byl i po 14 dnech proti očekávání u všech třech měření progresivní, a proto bylo v úseku s nadměrnými deformacemi ve devatenáctém dni od začátku měření použito 60 svorníků HUS 80. Přírůstky deformací všech tří konvergenčních měření se po instalaci svorníků nezmenšovaly, a proto byla 32 dní po zahájení měření ve dně štoly vybetonována rozpěrná deska, která zvedla únosnost ostění z původních 120 kNm⁻² na 346,8 kNm⁻². Deformace ostění štoly se bezprostředně po vybetonování dna štoly zastavily a nevykázaly další přírůstky.

Změny v únosnosti ostění a vypočtené zatížení ostění z nárůstu deformací jsou uvedeny na obr. č. 2. Při dosažení deformace ostění štoly 5 mm, neboli desátý den od začátku měření je překročena únosnost ostění štoly bez spodní klenby zatížením odvozeným statickými výpočty ze skutečných deformací ostění. Rychlost konvergence zakreslená v obr. č. 2 tuto skutečnost potvrzuje, protože se po přetížení ostění náhle mění na trojnásobek.

Jak ukázal podrobný rozbor příčin skalního zřícení [3], [4], velmi brzy po vyražení štoly dochází k přetížení povrchové rozmáčeného jílovcového podkladu nadložním blokem z pískovců a opuk odděleným od okolního masivu otevřenými puklinami. Volná skalní kosa se zabořila do jílovců na povrchu rozmáčených a současně dosedala na ostění štoly. Přetížení středního pilíře pak mělo za následek deformace ostění štoly v délce

UMÍSTĚNÍ KONVERGENČNÍCH BODŮ



Obr. 1

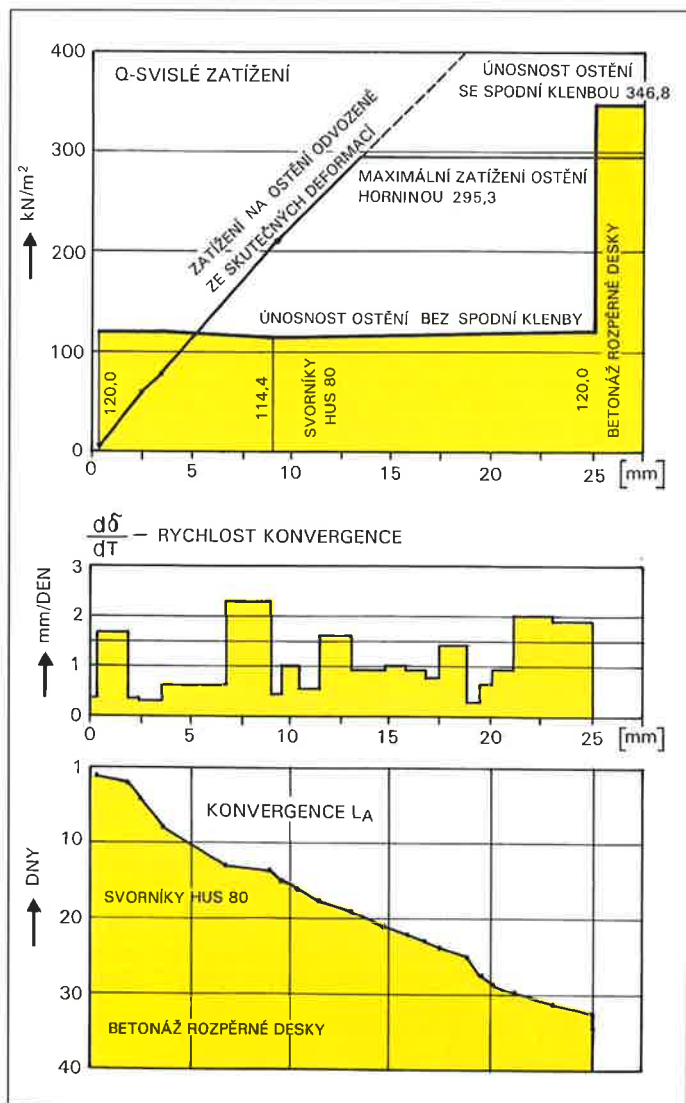
15 m s konvergencí měřených bodů desítek milimetrů a následně v levé štolé vyvrácení primárního ostění do jejího profilu. V prostoru nadměrných deformací štoly bylo opakované souvrství v nadloží hojně rozpukáno. Pukliny byly většinou sepnuté nevyplněné nebo při povrchu terénu otevřené na několik milimetrů. Kromě sepnutých puklin jsou na okraji masivu běžné křivě otevřené průběžné pukliny, částečně nebo zcela vyplněné zeminou. Vzdálenost mezi puklinami je 4 až 15 m a v prostoru portálu jsou pukliny na povrchu rozevřeny až 150 mm.

Analýza pomocí statického výpočetního modelu jednoznačně prokázala zvýšená horizontální a vertikální napětí ve středním horninovém pilíři. Jednou z hlavních příčin zvýšených horizontálních a vertikálních napětí ve středním pilíři byla kvádřová odlučnost nadložního bloku pískovců a opak a rozmáčený povrch jílovce v podloží.

TECHNOLOGICKÉ FAKTORY PRO VÝPOČETNÍ MODEL

Zatěžující funkce pro dílo členěné kombinovanými výlomy je ovlivněna mnoha faktory a jsou definovány například v analytickém řešení kontaktní úlohy „výztuž-hornina“ podle Kolosova-Muschelišviliho [1], [2], [6]. Do výpočetního modelu byly použity technologické faktory proměnné v čase tak, jak byly pro Metrostav zjištěny na zkušebních vzorcích v Kloknerově ústavu ČVUT [5]. Statické výpočty mezní únosnosti ostění štoly bez spodní betonové rozpěrné desky a se spodní rozpěrnou betonovou deskou byly provedeny pro časové intervaly 0,5; 1; 3; 7; 14; a 28 dní. Pro stříkaný beton lze podle [5] použít pro vyjádření nárůstu krychelné pevnosti betonu R_c (MPa) vztah

$$R_c = 2,964 \ln(T) + 8,419 \quad (1)$$



Obr. 2

Nárůst statického modulu E_c (Nmm^{-2}) v čase popisuje po numerické aproximaci vztah

$$E_c = 1749,4 \ln(T) + 12914,4 \quad (2)$$

Konvergenční měření z 28. dne od počátku měření bylo výchozím podkladem pro parametrickou studii, ve které bylo provedeno větší množství statických výpočtů s pozmeněnými geotechnickými a zatěžujícími parametry. Cílem této parametrické studie bylo nalézt takové geotechnické a zatěžující podmínky, které vyvodí na výpočetním modelu stejnou velikost a poměr deformací jaký byl zaměřen ve skutečnosti.

Tato parametrická studie zjistila, že zatížení primárního ostění u středního horninového pilíře bylo 3,46krát větší než zatížení vnějšího primárního ostění a vertikální zatížení bylo řádově 10krát větší než zatížení horizontální. Tyto výsledky potvrzují již předem vyslovený předpoklad o velkém přetížení středního horninového pilíře [3], [4].

Jako jeden z důležitých ukazatelů byl zjišťován poměr mezi hodnotami konvergenčních měření L_B , L_C na levé a na pravé opěře ostění (obr. č. 4). První čtyři dny se tento poměr udržoval na hodnotě 0,9 a byl víceméně konstantní. Výrazná změna nastává mezi 4. a 8. dnem, kdy se poměr mění z hodnoty 0,9 na hodnotu 1,95 a až do 33. dne od začátku měření osciluje mezi hodnotami 1,5 až 2,24. Je zřejmé, že mezi 4. a 8. dnem dochází v okolí primárního ostění štoly ke změnám v zatěžující funkci, které se projevují méně výrazně v absolutní hodnotě, ale velmi výrazně se projevují ve změně poměru deformací. Tento závěr koresponduje s rozбором zatěžující funkce a únosnosti ostění, kdy bylo definováno překročení únosnosti ostění okolo desátého dne po zahájení měření.

ZATÍŽENÍ A ÚNOSNOST OSTĚNÍ ŠTOLY

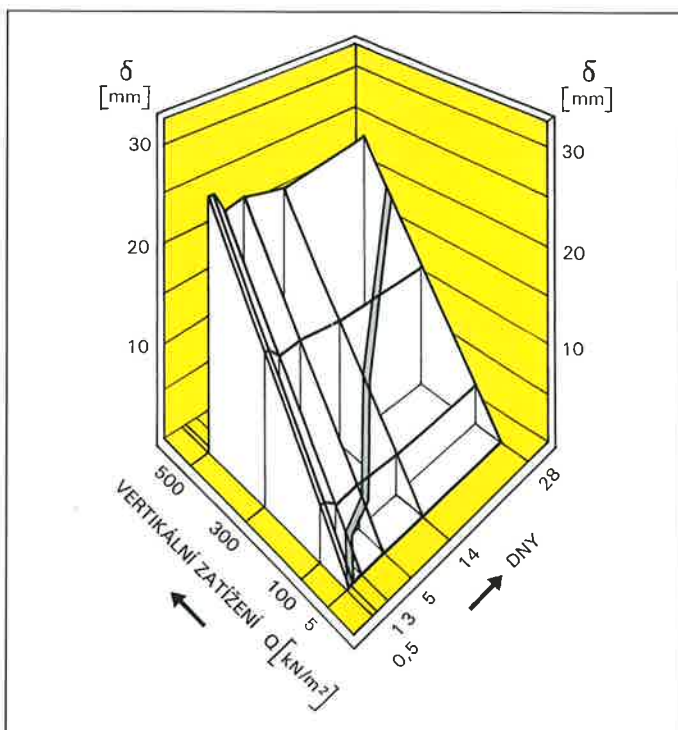
Skutečné zatížení štoly a jeho nárůst v čase je možné přibližně stanovit pomocí parametrické studie, kdy nezávisle proměnnými jsou svislé zatížení a čas a závisle proměnnou je deformace ostění.

$$\delta = f(Q, T) \quad (3)$$

kde δ – konvergence bodů osazených na ostění štoly [mm]
 Q – svislé zatížení [kNm^{-2}]
 T – čas

Podrobný statický výpočet byl proveden pro období 0,5, 1, 3, 7, 14 a 28 dní a pro zatížení 5, 100, 300 a 500 kNm^{-2} . Do výsledného tříroz-

KONVERGENCE L_A V ZÁVISLOSTI NA ČASE A VERTIKÁLNÍ ZATÍŽENÍ



Obr. 3

měrného grafu (obr. č. 3) je zakreslena křivka, která vyjadřuje skutečný nárůst deformací a zatížení v čase.

Sledovaný konvergenční profil měl nadloží o výšce 12,5 m a proto maximální vertikální zatížení ostění štoly mohlo dosáhnout hodnoty pouze $Q_{skut. max} = 295,3 \text{ kNm}^2$.

Teoretická únosnost ostění štoly byla vypočtena jak pro ostění bez spodní rozpěrné desky, tak pro ostění se spodní rozpěrnou deskou. Ostění bez rozpěrné desky má 28 dní po betonáži vertikální výpočtovou únosnost $Q_{28} = 119,9 \text{ kNm}^2$. Ostění s rozpěrnou deskou má vertikální výpočtovou únosnost řádově třikrát vyšší a je $Q_{28} = 346,8 \text{ kNm}^2$. Únosnost ostění štoly je pro oba případy posouzena podle ENV 1992-1-1 [8].

Výsledky z parametrické studie a statických výpočtů jsou zakresleny do grafu (obr. č. 2), ze kterého vyplývá, že mez únosnosti štoly bez spodní rozpěrné desky byla překročena již desátý den od začátku měření. Po desátém dni mají deformace progresivní charakter a jejich rychlost je přibližně 1 mm/den. Minimální rychlost přírůstku deformací je 0,2 mm/den a maximální rychlost je 2,3 mm/den. Po vybetonování spodní rozpěrné desky se deformace ustalují na konstantní hodnotě, rychlost deformace je 0 mm/den. První derivace deformace podle času definujeme jako rychlost deformace a můžeme psát

$$v = \frac{d\delta}{dT} \quad (4)$$

Rovnice (4) je významným hodnotícím kritériem pro stanovení stavu průběhu deformace ostění v čase. Obecný průběh funkce rychlosti deformace by měl mít klesající charakter s asymptotickým přiblížením k časové ose. Pro mezní únosnost ostění je možné stanovit mezní deformace $\delta_{mezní}$ pro každé konvergenční měření a pokud nárůst deformací má standardní charakter je obvykle možné ho popsat regresní křivkou vyjádřenou rovnicí

$$\delta_{mezní} = k \cdot \ln(T) + c \quad (5)$$

a rychlost deformace pak dostaneme první derivací rovnice (4). S použitím vztahu (5) potom platí

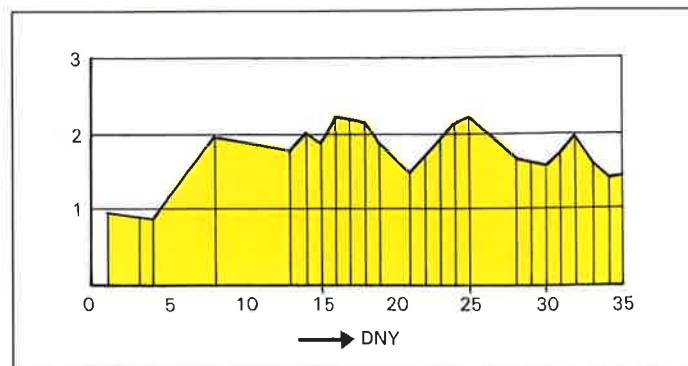
$$v = \frac{d\delta}{dT} = \frac{k}{T} \quad (6)$$

KRITÉRIA PRO ANALYTICKÉ HODNOCENÍ DEFORMACÍ PODZEMNÍHO DÍLA

Hodnotící kritéria jsou stanovena na základě podrobného monitorovacího měření na tunelu „Hřebeč“ [3] a z komentáře výsledků měření deformací traťových tunelů metra na trase IVB [7]. Před vyhodnocením nárůstu deformací ostění podzemního díla musí být proveden podrobný statický výpočet, který určí mezní únosnost ostění a současně mezní deformace pro konvergenční měření. Výpočty se osvědčují provádět pomocí parametrické studie, která popisuje řešenou úlohu pro širokou škálu vstupních geotechnických a technologických hodnot. Pokud je tato podmínka splněna, pak při monitorování deformací podzemního díla je nutné hodnotit vývoj konvergence podle následujících kritérií:

1. Regresní křivka proložená diskretním hodnotám konvergenčních měření se při standardním vývoji deformací dá pro většinu případů popsat rovnicí

POČET KONVERGENCÍ L_B A L_C



Obr. 4

$$\delta_{mezní} = k \cdot \ln(T) + c$$

2. Rychlost přírůstku deformací má mít průběžně klesající tendenci a při standardním vývoji deformací se dá pro většinu případů regresní křivka proložená diskretním hodnotám popsat rovnicí

$$v = \frac{d\delta}{dT} = \frac{k}{T}$$

3. Při naměření 70 % vypočtené mezní konvergenční hodnoty, rychlost přírůstku deformací musí mít přibližně 50 % počáteční hodnoty a doporučené absolutní rychlosti deformace ostění by měly mít hodnotu

$$v = \frac{d\delta}{dT} \leq (0,1 \sim 1,0) \text{ mm} \cdot \text{den}^{-1}$$

Absolutní velikost přírůstku deformací je zde uvedena pouze informativně na základě zkušeností, pro každý profil podzemního díla musí být tato hodnota stanovena individuálně.

4. Při standardním vývoji deformací je poměr mezi hodnotami konvergenčních měření jednoho profilu konstantní, náhlé změny této hodnoty vypočítávané průběžně z konvergenčních měření indikují změny geotechnických nebo zatěžujících podmínek a jsou signálem ke zvýšené pozornosti při sledování vývoje deformací.

K zamezení nadměrných deformací je obvykle navrhováno svorníkování primárního ostění, zesílení primárního ostění přidáním ocelové síťe s vrstvou stříkaného betonu, vložení spodní rozpěrné desky, mikropiloty, tlakové a tryskové injektáže apod. Pro zajištění stability ostění je nutné rovněž dodržet plynulost ražby, suché a nerozmáčené podloží a při ražbě dělenou čelbou symetrii rozrážek a předepsaný odstup čelb.

ZÁVĚR

Monitorování časového průběhu deformací a napjatosti v okolí primárního ostění je při používání NATM bezpodmínečně nutnou součástí technologie ražení. Monitorovací měření je jednou z operací pracovního cyklu a vyhodnocení naměřených hodnot je podkladem pro upřesnění technologie ražení. Podobná monitorovací měření jako na tunelu „Hřebeč“ byla prováděna na stavbě metra na trase IVB, na levém traťovém tunelu mezi stanicemi ČKD a Hloubětín [7]. Výsledky monitorovacích měření se dají zobecnit a shrnout do kritérií, která jsou důležitým hodnotícím prvkem při zpětné korekci technologie provádění. Na základě podrobného a velmi pečlivého konvergenčního měření a statických výpočtů prováděných pomocí parametrických studií jsou definována hodnotící kritéria a navrženy případné změny technologie. Změny v technologii výstavby a opatření ke zmenšení přírůstku deformací ostění podzemního díla, je možné efektivně použít pouze za předpokladu, že monitorovací měření je prováděno pravidelně, vzdálenost konvergenčních profilů odpovídá zjištěným geologickým podmínkám a naměřené hodnoty jsou okamžitě vyhodnocovány a správně interpretovány. Definováním hodnotících kritérií výstavby podzemních děl je umožněno zhotoviteli díla okamžitě reagovat na vzniklou nestandardní situaci, která vybočuje z okrajových podmínek hodnotících kritérií. Správným používáním hodnotících kritérií je možno včas zajistit stabilitu a bezpečnost podzemního díla a tím minimalizovat vliv podzemní stavby na přilehlé horninové prostředí a případnou zástavbu na povrchu terénu.

LITERATURA

- [1] Aldorf J., Vojtasík K., Hrušešová E.: Hodnocení vlivu variantních způsobů fázového ražení a vyztužování na zatížení výtzuže podzemního díla, *Sborník konference „Geotechnika 97“*, Vysoké Tatry-Podbánské, 1997
- [2] Aldorf J., Hrušešová E., Vojtasík K.: Možnosti využití analytických metod řešení stability tunelu při fázovém způsobu ražení a vyztužování, *Sborník konference „Tunely pre tretie tisícročie“*, Prievidza, 1996
- [3] Altman J.: Monitorovací měření a inženýrskogeologické podmínky ražby silničního tunelu Hřebeč, *Sborník konference „Podzemní stavby 1997“*, Praha 1997
- [4] Barták J.: Skalní zřícení v Hřebeči, *Tunel*, 1996, roč. 27, č. 2.
- [5] Boučka P., Klečka T., Kolísko J.: Vývoj mechanických vlastností stříkaných betonů, *Sborník konference „Geotechnika 97“*, Vysoké Tatry-Podbánské, 1997
- [6] Bulyčev N. S.: Mechanika podzemních sooruzenij, *Nedra*, Moskva, 1982
- [7] Polák P., Hrdina I.: Přetváření výrubu tunelu v pražských ordovických břidlicích, *Sborník konference „Podzemní stavby 1994“*, Praha, 1994
- [8] Zlámal J.: Statický výpočet ostění tunelu Hřebeč na silnici I/35 Hřebeč–Moravská Třebová, *Metroprojekt Praha a. s.*, Praha, 1994

GEOLOGICKÉ POMĚRY TRASY IV. C METRA

JIRÍ RŮŽIČKA, INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB,
a. s. PRAHA

GEOLOGICAL CONDITIONS OF PRAGUE SUBWAY LINE IV C

THIS ARTICLE WILL BRIEFLY DISCUSS THE GEOLOGICAL ENGINEERING INVESTIGATIONS FOR THE SECTION IV OF THE UNDERGROUND LINE C FROM 1982 UNTIL THE PRESENT FOLLOWED BY A MORE DETAILED DESCRIPTION OF RESULTS OF THE RESEARCH CARRIED OUT WITHIN 1996–1997.

ÚVODNÍ INFORMACE

IV. Provozní úsek trasy C pražského metra připojí na síť metra tzv. severní terasu, tj. pás starého a později novou panelovou výstavbou rozšířeného osídlení, tvořeného od západu k východu Bohnicemi, Čimicemi, Kobylisy, Dáblicemi a Prosekem. Návrh trasy metra IV. C je zpracován v úrovni dokumentace pro územní řízení. Územní rozhodnutí bylo vydáno v dubnu 1997. Nová trasa navazuje na provozovanou hloubenou stanici Nádraží Holešovice. Hloubenými tunelem pak podchází Vltavu a na trojském břehu ústí do hloubené stanice Troja. Dále stoupá raženým dvoukolejným tunelem severně a pak východně do raženého trojloží stanice Kobylisy a pak východně raženým dvoukolejným tunelem do koncové hloubené stanice Ládví.

Tunely pod Vltavou se provádějí postupně od trojského břehu k holešovickému ve 3 jímkách. Ražený tunel Troja–Kobylisy je prováděn od trojského portálu NRTM. Stanice Kobylisy je prováděna z těžní šachty a přístupových štol NRTM. Touto metodou se provádějí i oba eskalátorové tunely. Následný tunelový úsek Kobylisy–Ládví je opět prováděn NRTM, část povrchně od těžní šachty stanice Kobylisy, část úpadně od stanice Ládví.

TRASA IV. C METRA A INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM

Průzkumné práce prováděné za účelem geologických poměrů v území, kde je a byla navrhována trasa metra IV. C, mají 15ti letou historii. Během těchto let bylo s většími, nebo menšími časovými přestávkami provedeno několik etap těchto průzkumů a to na různých úrovních.

Prvním počinem bylo zpracování v té době dostupných archivních materiálů bez realizace nových průzkumných prací. Autorem byl Metroprojekt v roce 1982.

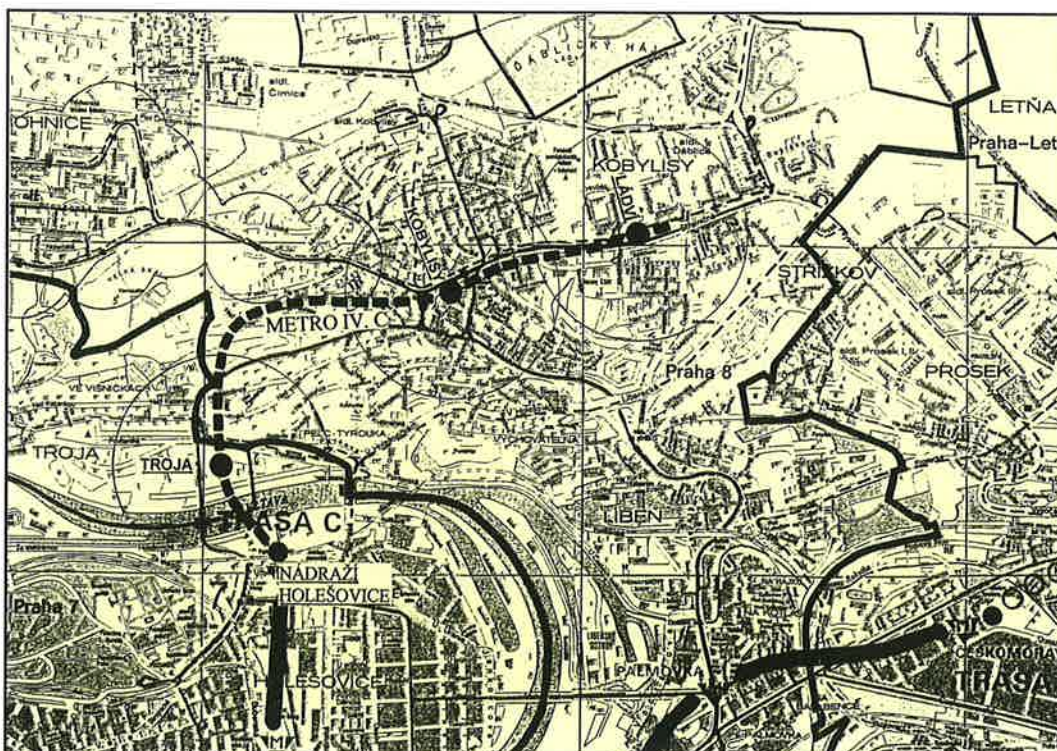
Souběžně s těmito pracemi byl zadán inženýrsko-geologický průzkum v údolí řeky Vltavy. Průzkumné práce byly realizovány na obou březích a v řečišti samém. Pro obtíže, spojené s realizací průzkumných prací v řečišti bylo rozhodnuto, že průzkum byl proveden na úrovni podrobného průzkumu. Práce prováděla firma Stavební geologie Praha a výsledky byly k dispozici v závěrečné zprávě v roce 1982.

Další etapa, kdy byly realizovány průzkumné práce, byla realizována v roce 1989. Průzkum byl realizován ve dvou lokalitách a to Bohnice a Troja. Všechny, do této doby provedené průzkumné práce, byly realizovány pro směrové vedení trasy přes sídliště Bohnice.

Po provedení změny směrového vedení trasy byly v letech 1990 a 1992 provedeny dvě etapy průzkumu pro tzv. krátkou variantu. Tyto práce byly provedeny na úrovni předběžného průzkumu.

V roce 1996 byly zahájeny průzkumné práce pro realizaci podrobného průzkumu krátké varianty směrového vedení trasy IV. C metra. Rozsah a obsah průzkumu byl navržen tak, aby vyhověl jak finančním možnostem, tak času, který byl na realizaci těchto prací k dispozici. Práce byly rozděleny na dvě dílčí etapy. První etapa měla objasnit geologickou stavbu v místech předpokládaného styku algonkia a ordoviku v severozápadní části trasy – oblouk mezi st. Troja a Kobylisy. Druhá etapa zahrnovala zbytek trasy. Průzkum zahrnoval veškeré potřebné práce k zásadnímu objasnění inženýrskogeologických poměrů zájmového území a k posouzení technické realizovatelnosti díla. Průzkumné práce byly založeny na komplexním využití vrtaných sond. Z vrtných jader byly odebrány vzorky pro laboratorní zkoušky základních fyzikálních, přetvárných, pevnostních a technologických charakteristik. Ve vybraných vrtech pak

SITUACE TRASY



byly provedeny presiometrické zkoušky. Dále byla ve vrtech sledována hladina podzemní vody a pak získány podklady pro zhodnocení hydrogeologických poměrů zájmového území. Průzkumné práce braly na zřetel též záměr realizovat tento úsek trasy IV. C metra tzv. NRTM a zajistily dostatečné podklady pro rozhodnutí o možnosti tuto progresivní metodu ražení zvážit jako vhodnou pro dané geologické podmínky. Závěrečná zpráva byla vyhotovena k 30. 4. 1997.

Provedené průzkumné práce umožnily ověřit předpoklady o geologických poměrech území, jejich upřesnění a v některých místech i nová zjištění. V následujícím textu je podán stručný přehled o těchto geologických poměrech tak, jak jsou v současné době na základě dostupných znalostí interpretovány.

Výrazným prvkem, který ovlivňuje výstavbu trasy metra IV. C je charakter zájmového území. Z tohoto pohledu lze území charakterizovat jako velmi členité. Morfologii terénu ovlivnila především výrazná erozní činnost. V průběhu trasy jsou zaznamenány značné výškové rozdíly.

Začátek trasy je situován do západní části tzv. Prosecké plošiny, které na severu dominuje výrazná terénní elevace – vrch Ládví. Kóta terénu se zde pohybuje kolem 280 až 290 m. n. m. Za stanicí Kobylisy, ve směru staničení, dochází k rozčlenění terénu. Podélné a příčné deprese modulují terén mezi km 15,8 až km 17,4. Po překonání výškového rozdílu cca 110 m se terén dostane do údolí řeky Vltavy na kótu cca 180 m. n. m.

Tak, jako ovlivňují výstavbu charakter a členitost území, ovlivňuje ji stejnou měrou i geologická stavba. Jednotlivé horninové typy výrazně spolupůsobí při navrhování technologie ražení trasy metra.

Dle geologického stáří rozlišujeme v zájmovém území tři základní typy hornin.

Nejstarším typem jsou horniny paleozoika. Převážná část trasy metra IV. C bude realizována právě v tomto geologickém útvaru. V zájmovém území jsou zastíženy dva výrazné typy ordovických hornin. Geologicky starším typem jsou horniny souvrství šareckých, vyvinuté ve dvou geologických facích – vulkanické a břidličné. Vulkanická facie však nebyla průzkumnými pracemi zastížena. Dle poznatků z blízkého i širšího okolí se jedná o šedé, laminované vrstevnaté tufitické břidlice, tufity a tufitické brekcie.

Břidličnou facii představují černošedé, slídnaté, prachovité až písčité břidlice, roubíkovitě rozpadové s lokálními polohami rozptýleného pyritu. V některých partiích jsou břidlice silně prokřemenělé a poruchové zóny jsou vyplněny žilným křemenem.

Druhý, mladší zastížený typ ordovických hornin je představen jako horniny souvrství dobrotivského. Rovněž tyto horniny jsou vyvinuté ve dvou facích, svých charakterem velmi rozdílných. Je to facie dobrotivských břidlic, charakterizována jílovitými a prachovitými břidlicemi s polohami až písčitych břidlic a facie skaleckých křemenců.

Facie dobrotivských břidlic tvoří skalní podklad údolí Vltavy a podloží křídových sedimentů u stanice Ládví. Jsou to černošedé slídnaté, jílovité břidlice.

Facie skaleckých křemenců tvoří výrazný pruh ve směru severovýchod-jihzápad na styku se souvrstvím šareckým. Tektonická činnost tento pruh členitě rozdělila v úzké, často zdvojené horninové kry. Skalecké křemence jsou charakterizovány jako bělavě šedé, tenké deskovitě až deskovitě vrstevnaté s polohami jílovitých, tenké vrstevnatých břidlic, mocných několik cm až několik desítek cm. Tento typ horniny bude výrazně ovlivňovat technologii ražení.

Geologicky mladším útvarem oproti horninám paleozoika budou hor-

niny mezozoika. V daném případě se jedná o sedimenty křídového stáří. V tomto geologickém typu bude realizována část TT mezi st. Kobylisy a Ládví, stanice Ládví a odstavné koleje. Největší podíl tvoří sedimenty cenomanu. Jsou prezentovány jako jemnozrnné až středně zrnité pískovce s kaolinickým tmelem, šedožluté, rezavé a žlutě páskované, zpevněné limonitem. V nadloží těchto cenomanských pískovců byly zastíženy reliktu spodnoturonských písčitych slinovců – opak. Jde o hnědošedé až žlutošedé písčité slinovce, často zvětralé v hnědožluté, jílovitopísčité hlíny s úlomky matečné horniny.

Nejmladším geologickým útvarem jsou sedimenty kvarteru. Jsou zde zastoupeny sedimenty údolní terasy, náplavovými sedimenty, deluviofluvialními sedimenty, deluviálními sedimenty, eolickými sedimenty a antropogenními uloženinami. Nejvýrazněji se z těchto sedimentů při realizaci výstavby trasy metra IV. C uplatní sedimenty údolní terasy Vltavy. Jsou tvořeny zvodněnými hrubozrnnými štěrky a štěrkopísky s proměnlivými obsahy písků. Ty jsou překryty náplavovými sedimenty Vltavy a pravoběžných přítoků. Jsou to jemnozrnné hlinité písky až písčité hlíny s drobným štěrkem. Horniny kvarteru se dále uplatní při výstavbě eskalátorových tunelů a vestibulů.

Z hydrogeologického hlediska lze v zájmovém území rozlišit dva základní typy podzemních vod. Prvním typem jsou podzemní vody v prostředí s průřivou propustností. Toto prostředí je především v horninách kvarteru a částečně též v tzv. zvětralém pláští hornin starších geologických typů. Vydátnost a schopnost vytvářet souvislejší horizonty podzemní vody je závislá na koeficientu propustnosti prostředí ve kterém se vyskytují. Tento typ podzemních vod také daleko více a rychleji reaguje na atmosférické srážky. V údolních terasových sedimentech řeky Vltavy je pak režim tohoto typu podzemních vod přímo závislý na stavu hladiny řeky. Významnou měrou se bude uplatňovat právě v této části trasy, dále pak při výstavbě eskalátorových tunelů a vestibulů.

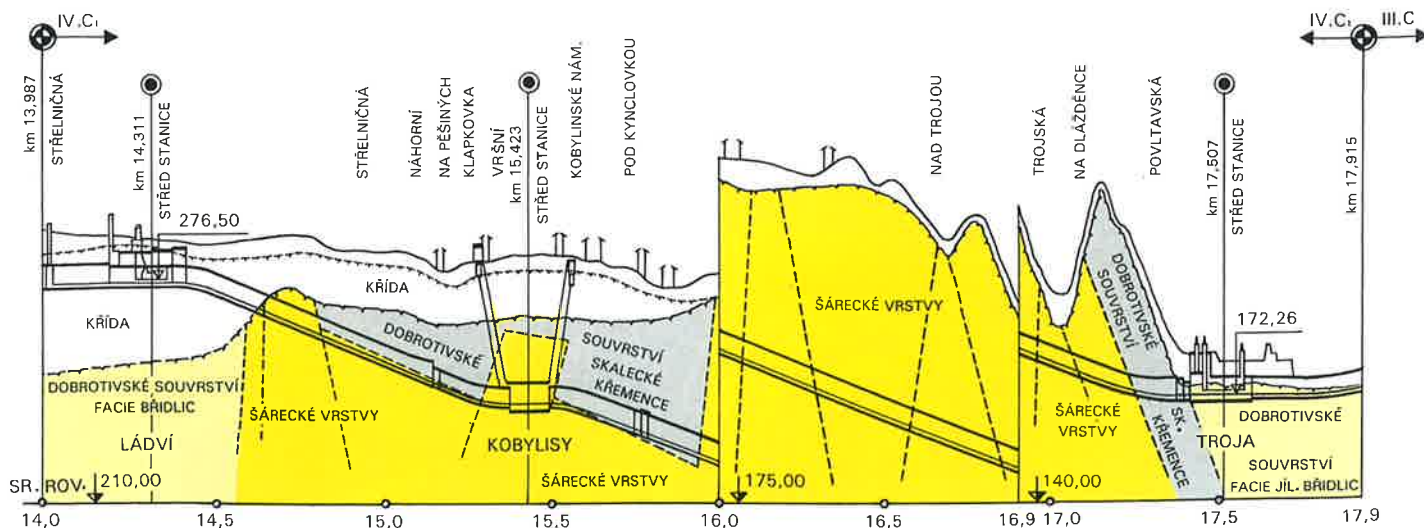
Druhým typem jsou podzemní vody v prostředí s puklinovou propustností. Toto prostředí je charakteristické především pro horniny paleozoika, z části pak též pro horniny mezozoika. Stupeň zvodnění a vydátnost těchto vod je závislá hlavně na míře tektonického porušení horninového masivu. Jak bylo v geologické části řečeno je horninový masiv touto tektonickou činností postižen a lze tedy předpokládat, že výskyt tohoto typu vod bude dosti častý. V případě, že bude ražbou zastížen otevřenější puklinový systém, lze mít za to, že i přítoky budou dosti značné. Při ražbě kabelového kolektoru způsobily průvaly podzemních vod do díla značné obtíže. Bylo by proto trestuhodné tuto okolnost opomenout. Silné výrony podzemních vod, spolu s určitým typem horniny, značně ovlivňují stabilitu výrubu.

ZÁVĚR

Úsilí, které bylo vynaloženo na získání informací o inženýrskogeologických poměrech zájmového území přineslo bezesporu své výsledky. Každá z etap, provedených v letech 1982 až 1990, odpovídala době a záměrem v té době platným.

Průzkumné práce prováděné během roku 1996 a 1997 na tyto etapy navázaly. Především doplnily vrty tak, aby bylo zájmové území co nejvíce pokryto průzkumnými pracemi. Výsledky tohoto průzkumu a výsledky předcházejících etap poskytují dostatečné podklady pro úspěšnou činnost při zpracování projektové dokumentace.

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ ŘEZ



PRŮZKUMNÁ ŠTOLA SILNIČNÍHO TUNELU MRÁZOVKA V PRAZE

Ing. JIŘÍ HUDEK, CSc. – PŮDIS, a. a. PRAHA

EXPLORATORY GALLERY OF THE MRÁZOVKA TUNNEL IN PRAGUE

THE ROAD TUNNEL MRÁZOVKA IN PRAGUE WILL CONNECT BARRANDOV BRIDGE AND STRAHOV TUNNEL. THE DRIVEN TUNNEL WILL BE CONSTRUCTED BY A NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD (NATM) IN VERY COMPLICATED GEOTECHNICAL CONDITIONS. THE PAPER PRESENTS THE RESULTS OF THE SUPPLEMENTARY ENGINEERING SURVEY AND OF ROCK TESTS COLLECTED DURING DRIVING THE EXPLORATORY GALLERY.

ÚVOD

Silniční tunel Mrázovka bude součástí pražského středního dopravního okruhu, který bude tvořit spojnicí již provozovaného Barrandovského mostu a dokončovaného Strahovského tunelu. Investorem stavby je Magistrát hl. m. Prahy – Odbor městského investora zastoupený firmou Výstavba inženýrských staveb a. s. Generálním projektantem tunelu i zpracovatelem předchozích etap průzkumu je PŮDIS a. s. Projekt průzkumné štoly a tunelových objektů zpracovává ateliér SATRA spol. s r. o.

Automobilový tunel bude tvořen dvěma třípruhovými troubami, které se dále budou větvit na dvoupruhové a jednopruhové. Výška nadloží v ražené části se bude značně měnit (v rozmezí 7 až 45 m). Technicky velmi náročné bude podcházení pod ulicemi Ostrovského, U Nikolajky a U Santošky, kde se nachází hustá zástavba třípatrových obytných domů. Při šířce výrubu tunelu 15,7 m bude v těchto místech celková výška nadloží snížena až na 16 km (z toho výška skalního nadloží pouze 8 m).

K realizaci průzkumné štoly je použita stejná technologie, jaká se předpokládá při vlastní výstavbě automobilových tunelů a sice NRTM. Tímto způsobem je tedy současně modelováno ražení, vystrojování a deformačně napjatostní projev horninového masivu s příslušnými dopady na objekty v nadloží (včetně povrchové zástavby). Rozsah přínosu informací a zkušeností je potom mimořádně velký a lze z něj uvést například:

Z OBORU PRŮZKUMU:

- Zpřesnění geologické stavby (zejména po stránce směru a sklonu vrstev zastížených ordovických sedimentárních hornin, intenzity rozpukání a stupně zvodnění).
- Výstižné zařazení jednotlivých úseků do technologických skupin a z něj vycházející optimalizaci vystrojování tunelu.
- Umožnění kontinuálního odběru vzorků pro laboratorní zkoušky a dále přístupu do charakteristických či zvláště exponovaných úseků trasy pro terénní odzkoušení přetvárných a pevnostních geotechnických charakteristik horninového masivu.

PRO ZPRACOVÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE:

- Soubor poznatků získaných ze štoly umožní zpřesnění prováděcího projektu z hlediska stabilitního, ekonomického, časového a bezpečnostního.
- Měření konvergence výrubu štoly poskytuje praktické poznatky o deformaci nosného systému ostění z hlediska jeho velikosti i časového průběhu.
- Při ražení štoly je přesnou nivelací sledován pohyb povrchu terénu i dotčené zástavby. Naměřené údaje budou využity pro kontrolu deformačního projevu a tím bude umožněno včasné kvalifikované rozhodnutí o nutnosti a způsobu sanací v ovlivněné oblasti.
- Doplnění informací o rozpojitelnosti hornin a tím upřesnění rozpočtu stavby.

PRO VLASTNÍ REALIZACI TUNELU:

- Rozhodnutí o typu technologie výstavby tunelů a včasné zajištění vhodných mechanismů.
 - Specifikování rozsahu úseků s nutností trhacích prací.
 - Vytvoření možnosti pro zabezpečení povrchové zástavby v kritických místech trasy (zejména v depresi povrchu v úseku staničení km 4,80–4,95) z podzemní v potřebném předstihu a bez narušení životního prostředí.
 - Zvýšení bezpečnosti ochrany nadloží zástavby a pracovníků tunelu.
 - Zpřesněné podklady sníží výskyt nepředvídaných geotechnicky komplikovaných úseků a tím uspoří čas a náklady na výstavbu.
- Průzkumná štola (šířky 3,5 a výšky 3,1 m) se razí technologií NRTM v ose západní tunelové trouby ze severního portálu. Zde je situována uprostřed výšky profilu budoucího silničního tunelu a postupně přechází do vrcholu jeho klenby. Dodavatelem je Metrostav Praha a. s. (divize 5). Ražba se provádí pomocí frézy ALPINA AM 50. Trhací práce byly použity v úseku řevnických křemenců.

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY V TRASE TUNELU

Inženýrskogeologické poměry v ose západní tunelové trouby jsou schematicky vyznačeny v podélném řezu na obr. 1.

Tunel bude ražen v horninách severovýchodní části ordovické barrandienské synklinály. Tyto vznikly ukládáním psefitického, aleuritického a pelitického materiálu v sedimentační pánvi se značně mobilním dnem i pobřežní čarou. Tyto změny se odrazily ve strukturním složení sedimentů, které představují pestrou škálu střídajících se pelitických až psamitických hornin.

V trase tunelu se uplatní **horniny souvrství letenského a libeňského**.

Letenské souvrství se zde skládá z monotónního a flyšového vývoje. U monotónního vývoje, vyskytujícího se na severním začátku trasy, převládají prachovité až písčité břidlice s podřadnými vložkami (do 5 %) křemítky pískovců až křemenců. Flyšový vývoj se bude vyskytovat v jižní části trasy a je charakterizován střídáním jemně písčitých, prachovitých a drobových břidlic s vložkami křemenných pískovců a jemnozrnných křemenců. Obdobně i libeňské souvrství je zde vyvinuto ve dvou faciích – převládajících libeňských břidlicích a podružných řevnických křemencích. Libeňské břidlice jsou nejčastěji jílovito-prachovité s barvou šedočernou. Řevnické (starším názvem drabovské) křemence jsou tvořeny deskovitými až lavcovitými vrstvami světle šedých a žlutošedých masivních křemenců až křemítky pískovců, které se střídají s tenčí vrstevnatými polohami (mocnosti nejčastěji od 2 do 8 cm) šedých jílovitých břidlic, jílovců až jílu. Křemence mají mírně zvlněné plochy vrstevnatosti. Mocnost jejich jednotlivých vrstev je od 7 cm do 1 m. V důsledku tektonické činnosti (především variské ortogeneze) je komplex ordovických hornin jednak zvrátněn a jednak porušen podél systémů různých dislokací. Pozoruhodné je, že došlo i k vyvrátnění tak pevných členů souvrství, jakým jsou řevnické křemence a flyšový vývoj letenského souvrství.

Zvětralínový plášť hornin na trase tunelu se tvořil v pleistocénu a holocénu působením jednak periglaciálního klimatu v chladných stadiálních obdobích a jednak v teplých interglaciálních periodách. Účinkem značných teplotních změn docházelo k rozpadu převážně na kamenité sutě, které byly ve svrchních partiích přemísťovány soliflukčními pohyby. Takto vzniklé deluviální sedimenty jsou hlavním zastiženým typem **zemín pokryvných útvarů**. K těmto samozřejmě dále náležejí navážky proměnlivé mocnosti (do cca 4 m).

Podzemní voda se vyskytuje jednak v pokryvných útvarech v prostředí s průlinovou propustností a jednak v horninách skalního podloží s puklinovou propustností. Tyto obzory navzájem částečně komunikují.

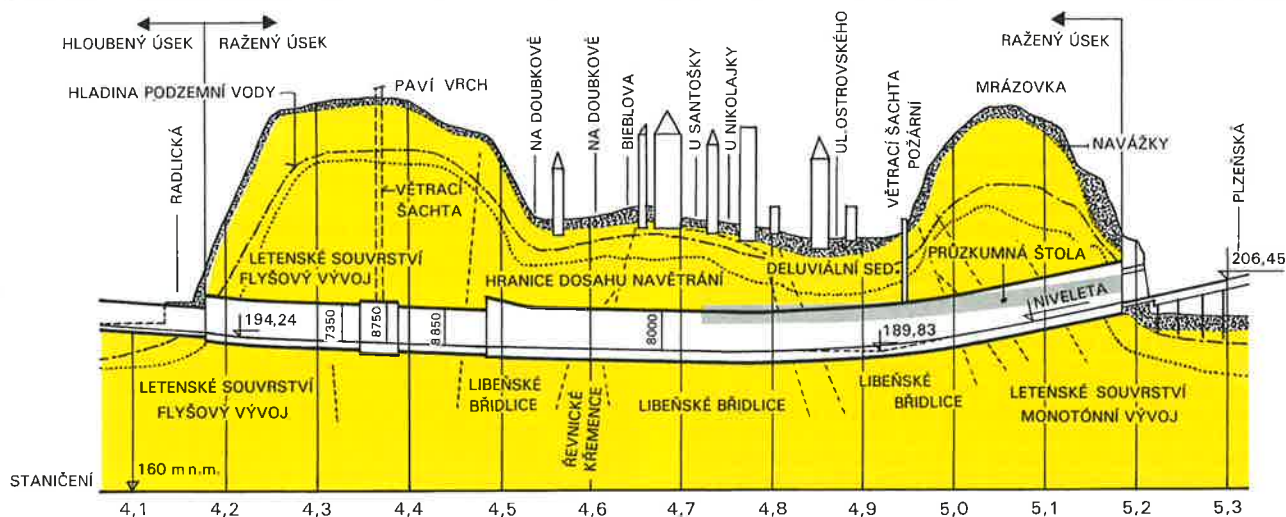
Zastižené ordovické horniny jsou v neporušeném a nezvětralém stavu pro vodu velmi málo propustné. Horizont podzemní vody zde vzniká především v pásmu povrchového rozvolnění diskontinuit – ve zvětralém a navětralém horizontu.

tematické vzorkování (zejména v místech terénních zkoušek) poskytuje podklady pro **kolerační vztahy** mezi vlastnostmi hornina–horninový blok. Ilustrující **průběh výsledků zkoušek pevnosti v prostém tlaku** je sestaven do **obr. 2**. Pro jednotlivé geotechnické úseky (kvazihomogenní celky) vyplývá z průměrných pevností následující hodnocení:

U **monotónního vývoje letenského souvrství** byla v **zdravých písčitých až drobových břidlicích** průměrná pevnost 28,9 MPa a tedy z hlediska ČSN 72 1001 a ČSN 73 1001 se jedná převážně o **horninu třídy R 3** – t.j. **se střední pevností** (σ_c v intervalu 15 až 50 MPa). U měkčích poloh **prachovitých břidlic** byla příslušná hodnota 15,1 MPa (opět ještě **třída R 3**). Naopak u vložek (mocnosti nejčastěji do 10 cm) podstatně pevnějších **křemíkových pískovců** byl průměr 75,7 MPa se zařazením do **třídy R 2** – t.j. **hornina s vysokou pevností** (σ_c v intervalu 50 až 150 MPa) a u **jemnozrnných křemenců** (vločky nejčastěji do 8 cm) dokonce 122,9 MPa (R 2).

PODÉLNÝ ŘEZ ZÁPADNÍM TUNELEM S VYZNAČENÝM UMÍSTĚNÍM PRŮZKUMNÉ ŠTOLY

PŘEVÝŠENÍ 1:5



Obr. 1

V pokryvných útvarech u deluviálních sedimentů a navážek vznikají především lokální zvodnění v oblastech erozních rýh (například v oblasti přilehlé k ulici Ostrovského). Jedná se o sycené přítoky ze skalního podloží nebo přímo dotované atmosferickými srážkami.

GEOTECHNICKÉ TERÉNNÍ A LABORATORNÍ ZKOUŠKY

Geotechnické řešení napjatostního a přetvárného projevu horninového prostředí je zaměřeno v celém komplexu průzkumných prací na rozlišovací úrovni:

- základního materiálu horniny (horninové substance)
- prvků horninového masivu (horninových bloků či rozdělovacích ploch)
- horninového masivu

VLASTNOSTI ZÁKLADNÍHO MATERIÁLU HORNINY

Pro **laboratorní zkoušky mechaniky hornin** jsou odebrány vzorky z průzkumné štoly, zkušebních rozrážek a vrtných vějířů. Toto sys-

Na začátku trasy byla v **navětralých jílovitoprachovitých břidlicích** stanovena průměrná pevnost 3,9 MPa a jedné se tedy o **horninu třídy R 5** – t.j. **s velmi nízkou pevností** (σ_c v intervalu 1,5 až 5,0 MPa). I zde se však vyskytovaly vložky **slabě navětralých jemnozrnných křemenců** s průměrnou pevností 101,4 MPa se zařazením do **třídy R 2** – t.j. **hornina s vysokou pevností**.

U **libeňských břidlic** byla v **horizontu zdravých jílovitoprachovitých až prachovitých jílovitých břidlicích** zjištěna průměrná pevnost 12,6 MPa a jedná se tedy o **horninu třídy R 4** – t.j. s **nízkou pevností**.

U **řevnických křemenců** byla stanovena průměrná pevnost v tlaku 130,8 MPa (maximální až 206,2 MPa) a zařazení je **převážně do třídy R 2** – t.j. **hornina s vysokou pevností**. U křemenců s vyhojenými puklinami pevnost podstatně klesá.

Výsledky laboratorních zkoušek zejména charakterizují obtížnost rozpojování a umožňují posouzení vhodnosti nasazení jednotlivých typů mechanismů pro ražení automobilového tunelu. Dále informují o možnostech využití rubaniny (např. jako sypaniny z měkkých či tvrdých hornin).

VLASTNOSTI PRVKŮ HORNINOVÉHO MASIVU

Terénní zkoušky zjišťující vlastnosti **horninových bloků a rozdělovacích ploch** byly dosud realizovány v 9 vrtných vějířích a 3 zkušebních rozrážkách.

Ve vrtných vějířích byly situovány **terénní presiometrické zkoušky** (přístrojem francouzské firmy Ménard – typ GA). Nejdůležitějším výsledkem těchto měření je presiometrický modul přetvárnosti E_{op} . Příklad průběhu modulů ve vybraných charakteristických vějířích je zachycen na **obr. 3** (v kritickém oslabeném úseku pod erozní rýhou) a **obr. 4** (pod ulicí Ostrovského).

Z uvedených diagramů je patrné, že moduly přetvárnosti ilustrující tuhost horninového prostředí se mění nejen v závislosti na lokální petrografii, hustotě rozpuštění a vztahu k litologickým prvkům (především anizotropii vzhledem k vrstevnatosti) ale i na poloze vůči výrubu štoly (v zóně odlehčení, přitížení či blížící se již původní napjatosti). Toto je třeba mít na zřeteli při interpretaci jednotlivých výsledků a zásadně rozlišovat hodnoty charakterizující horninový masív:

– v přirozeném uložení (za stavu původní tříosé geostatické napjatosti)

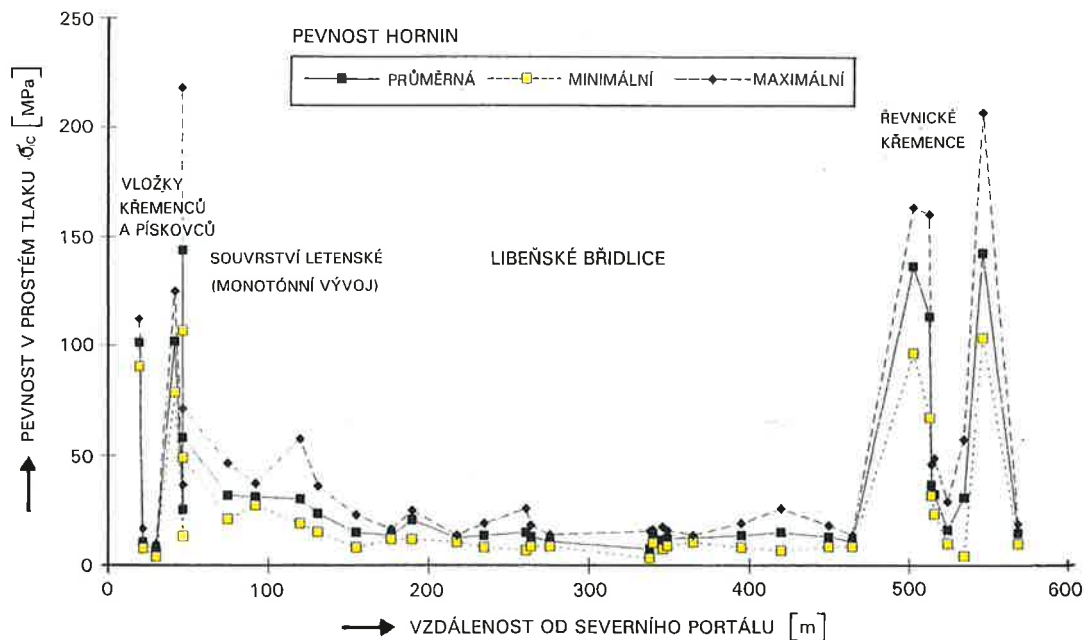
noveny **moduly přetvárnosti E_{def}** v intervalu 11 až 30 MPa (průměr 21 MPa) a **moduly pružnosti E** v rozpětí 79 až 269 MPa (průměr 141 MPa).

V druhé rozrážce situované v úseku **tektonicky porušené horniny monotónního vývoje letenského souvrství** s převahou zdravých písčito-prachovitých břidlic (o průměrné pevnosti horniny v jednoosém tlaku $\sigma_c = 15,0$ MPa) s velmi velkou hustotou diskontinuit (t.j. 2 až 6 cm) byla prostřednictvím **orientovaných zkoušek smykových a v jednoosém a tříosém tlaku** zjištěna vrcholová pevnost:

- podél vrstevnatosti a puklinatosti $\tau_f = 30 + \sigma \cdot \text{tg } 27^\circ$ [kPa]
- obecně k systémům diskontinuit $\tau_f = 80 + \sigma \cdot \text{tg } 40^\circ$ [kPa]

Serií 6 **zatěžovacích zkoušek deskou** byly (v odlehčené zóně) stanoveny **moduly přetvárnosti E_{def}** v intervalu 31 až 115 MPa (průměr

PRŮBĚH PEVNOSTI ZÁKLADNÍHO MATERIÁLU HORNINY
V PROSTÉM TLAKU PODÉL TRASY PRŮZKUMNÉ ŠTOLY



Obr. 2

– již ovlivněný ražbou štoly (zejména odlehčený s rozevřenými diskontinuitami)

Relativně **nejnižší presiometrické moduly přetvárnosti** byly zjištěny ve vějíři **V 6** v **km 4,897** – staničení štoly 289 m (viz obr. 3). Tyto lokálně nejnepříznivější poměry (úseky délky do cca 5 m) vystihují zde výsledky z vrtu **J 2**, ve kterých v nadloží štoly (a tedy i automobilového tunelu) modul přetvárnosti není vyšší než $E_{def} = 30$ MPa.

Terénní zkoušky na horninových blocích (v jednoosém a tříosém tlaku, smykové s předurčenou plochou porušení a zatěžovací deskou) byly umístěny do 3 krátkých rozrážek.

V první rozrážce situované v úseku přilehlém k severnímu portálu (ve staničení 20 m štoly) v prostředí **monotónního vývoje letenského souvrství** s převahou **navětralých prachovitých břidlic** (o průměrné pevnosti horniny v jednoosém tlaku $\sigma_c = 3,9$ MPa) s velmi velkou hustotou diskontinuit (t.j. 2 až 6 cm) byla prostřednictvím **orientovaných zkoušek smykových a v jednoosém a tříosém tlaku** zjištěna vrcholová pevnost:

- podél vrstevnatosti a puklinatosti $\tau_f = 25 + \sigma \cdot \text{tg } 26^\circ$ [kPa]
- obecně k systémům diskontinuit $\tau_f = 60 + \sigma \cdot \text{tg } 32^\circ$ [kPa]

Serií 6 **zatěžovacích zkoušek deskou** byly (v odlehčené zóně) sta-

noveny **moduly přetvárnosti E_{def}** v intervalu 192 až 863 MPa (průměr 449 MPa).

Ve třetí rozrážce situované v úseku **libeňských břidlic** s převahou **zdravých jílovitoprachovitých břidlic** (o průměrné pevnosti horniny v jednoosém tlaku $\sigma_c = 15,2$ MPa) s velkou hustotou diskontinuit (t.j. 6 až 20 cm) byla prostřednictvím **orientovaných zkoušek smykových a v jednoosém a tříosém tlaku** zjištěna vrcholová pevnost:

- obecně k systémům diskontinuit $\tau_f = 100 + \sigma \cdot \text{tg } 38^\circ$ [kPa]

Serií 6 **zatěžovacích zkoušek deskou** byly (v odlehčené zóně) stanoveny **moduly přetvárnosti E_{def}** v intervalu 110 až 638 MPa (průměr 273 MPa) a **moduly pružnosti E** v rozpětí 489 až 1 210 MPa (průměr 788 MPa).

VLASTNOSTI HORNINOVÉHO MASÍVU A MONITOROVÁNÍ RAŽENÍ PRŮZKUMNÉ ŠTOLY

Vlastnosti **horninového masívu** byly odvozovány z přetvárného projevu při ražení průzkumné štoly (sledovaného měřením při NRTM) v kombinaci s matematickým modelováním.

Monitorování při NRTM provádí firma IKE s. r. o. Soubor měření je zaměřen především na sledování:

- konvergence výrubu
- napětí na kontaktu mezi horninou a výstrojí
- napětí ve stříkaném betonu
- pevnosti stříkaného betonu
- únosnosti svorníků
- přetváření horniny v nadloží (extenzometrie)
- přetváření povrchu území a zástavby

Pětibodovou konvergencí bylo dosud měřeno 37 profilů. Maximální horizontální konvergence dosáhla 37 mm a svislý pokles v klenbě průzkumné štoly 17 mm. Relativně vysoká hodnota horizontální konvergence je způsobena tím, že není splněn předpoklad uzavřeného prstence, neboť dno štoly se betonuje s větším odstupem od čela (vzhledem k nasazení frézy ALPINA AM 50). V místech velkých horizontálních konvergencí byly v bocích štoly přidány kotvy. Po vybetonování dna štoly se konvergence prakticky zastavily.

Měření povrchu terénu a zástavby prokázalo v nejnáročnějším úseku přilehlém k ulici Ostrovského maximální hodnoty poklesů 22 mm (zahrnuje i složku způsobenou snížením hladiny podzemní vody) a šířku poklesové zóny 60 m (vzdálenost mezi inflexními body 40 m).

Zpětnou analýzou napjatostního a deformačního projevu ražení průzkumné štoly jsou pro statické posouzení vlastního automobilové-

ho tunelu prostřednictvím matematického modelování upřesňovány přetvárné a pevnostní charakteristiky horninového masivu.

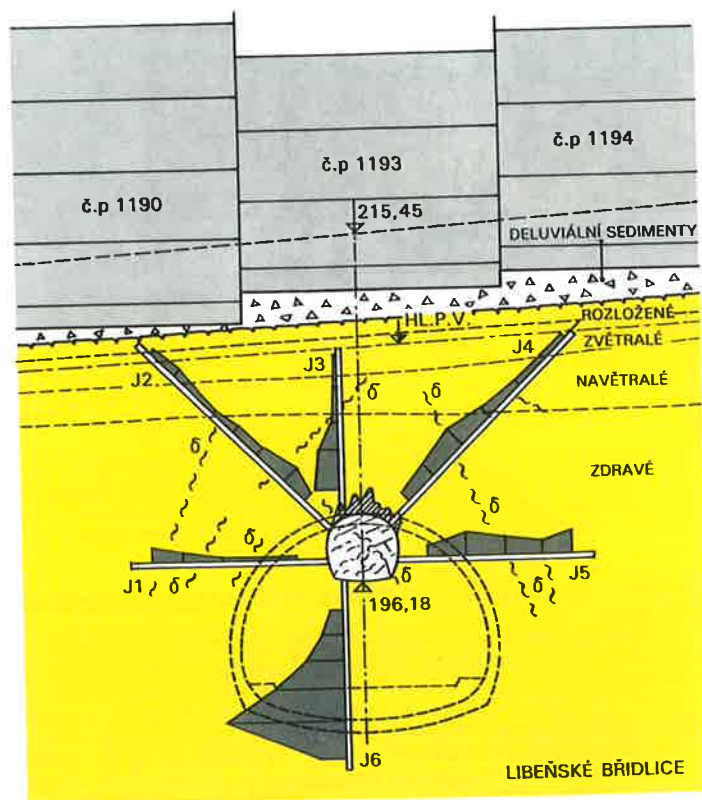
ZÁVĚR

V červnu 1997 ražení průzkumné štoly Mrázovka dosáhlo staničení cca 600 m a dále pokračuje. Soubor poznatků získaných ze štoly umožňuje zpřesnění prováděcího projektu z hlediska stabilitního, ekonomického, časového a bezpečnostního. Výstižnější podklady sniží výskyt nepředvídaných geotechnicky komplikovaných úseků a tím uspoří čas a náklady na výstavbu. Z tohoto hlediska je důležité i společlivé rozhodnutí o typu razicího mechanismu a jeho včasné zajištění (se specifikováním rozsahu úseků s nutností trhacích prací). Dále informace ze štoly budou využity pro řešení problematiky zabezpečení povrchové zástavby v kritických místech trasy v potřebném předstihu a s minimalizací narušení životního prostředí.

Nejobtížnějším úsekem trasy automobilového tunelu bude průchod pod střední částí erozní rýhy přilehlé k ulici Ostrovského (staničení západního tunelu cca km 4,819–4,918). Zde bude nutná speciální technologie výstavby (například zpevňovací injekce nadloží tunelu) se sahačnými opatřeními na zástavbě.

PRŮBĚH PRESIOMETRICKÝCH MODULŮ PŘETVÁRNOSTI

VE VRTNÉM VĚJÍŘI V 7 (km 4,849-STANIČENÍ PRŮZKUMNÉ ŠTOLY 337 m) SITUOVANÉM V NÁROČNÉM ÚSEKU POD ZÁSTAVBOU V ULICI OSTROVSKÉHO



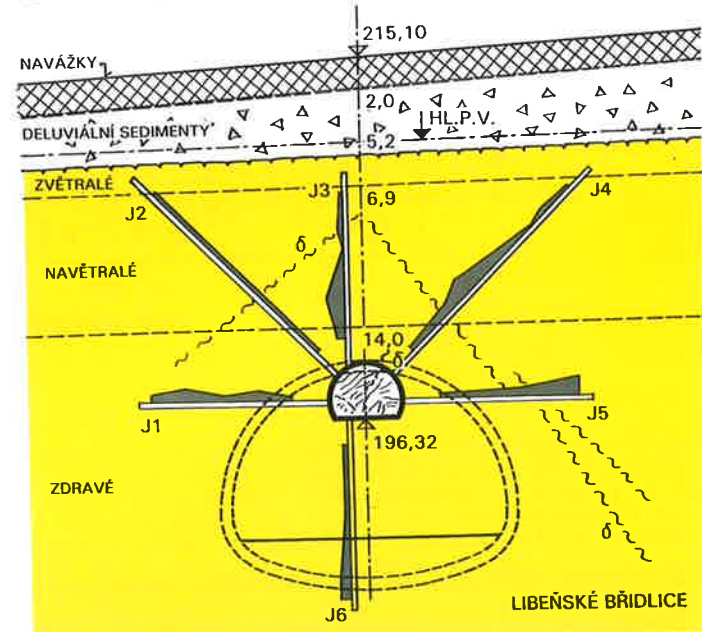
0 1000 2000 3000

MĚŘÍTKO MODULŮ PŘETVÁRNOSTI E_{def} [MPa]

Obr. 4

PRŮBĚH PRESIOMETRICKÝCH MODULŮ PŘETVÁRNOSTI

VE VRTNÉM VĚJÍŘI V 6 (km 4,897-STANIČENÍ PRŮZKUMNÉ ŠTOLY 289 m) SITUOVANÉM V OBTÍŽNÉM ÚSEKU POD EROZNÍ RÝHOU (PŘES ULICI OSTROVSKÉHO) V HORNINOVÉM PROSTŘEDÍ TEKTONICKY PORUŠENÝCH LIBEŇSKÝCH BŘIDLIC



0 1000 2000 3000

MĚŘÍTKO MODULŮ PŘETVÁRNOSTI E_{def} [MPa]

Obr. 3

PRIESKUMNÉ ŠTÔLNE PRE SLOVENSKÉ DIAĽNIČNÉ TUNELY

Ing. JOZEF FRANKOVSKÝ, BANSKÉ STAVBY A.S.,
PRIEVIZDA

Ing. MILOSLAV FRANKOVSKÝ, TERRAPROJEKT A. S., BRATISLAVA
RNDr. RUDOLF RENTKA, INGENIO A. S., ŽILINA

EXPLORATORY DRIFTS FOR MOTORWAY TUNNELS IN SLOVAKIA

THE DRIVING OF AN EXPLORATORY DRIFT AS A METHOD OF THE GROUND INVESTIGATION MAKES POSSIBLE THE DIRECT KNOWLEDGE OF THE ROCK CONDITIONS ALONG WHOLE LENGTH OF THE TUNNEL. IT ENABLES THE REALIZATION OF THE NECESSARY TESTS AND MEASUREMENTS FOR THE DESIGN OF THE STRUCTURE IN THE QUANTITY AND QUALITY NOT COMPARABLE WITH BORE DRILLING METHOD. FROM THIS POINT OF VIEW IS THE ADVANTAGE OF THE EXPLORATORY DRIFT INDUBITABLE. THE DECISING CRITERION WOULD BE THE TOTAL BALANCE OF POSITIVE AND NEGATIVE EFFECTS WITH REGARD TO THE TIME AND MONEY CONSUMPTION.

ÚVOD

Rozhodnutie o razení prieskumnej štôlne ako metóde podrobného geologického prieskumu pre výstavbu tunela je rovnako ľahko zdôvodniteľné ako spochybniteľné. Často sa totiž prínosy i zápory pohybujú na hranici rovnováhy. Čím viac sa tejto rovnováhe blížia, tým dlhšia a úpornejšia bude diskusia a o to ťažšie je dokázať, či bol konečný verdikt správny.

Pre potreby výstavby prvých diaľničných tunelov na Slovensku sa v súčasnosti budujú dve prieskumné štôlne. Na jar roku 1996 sa začalo razenie štôlne pre tunel Branisko, ktoré v súčasnosti prebieha zároveň s razením vlastného tunela, v tomto roku sa začala raziť štôľňa pre tunel Ovičarsko, ktorého výstavba by mala začať v roku 1998. V oboch prípadoch bolo rozhodnuté o razení štôlne paralelne s trasou pripravovaného tunela, v celej jeho dĺžke, t.j. 4,8, resp. 2,3 km v profile druhého, neskôr budovaného tunela.

Umiestnenie štôlne v profile ľavej, severnej rúry tunela Branisko je znázornené na obr. 1. Takéto situovanie umožňuje využitie štôlne počas prevádzky pravého tunela ako únikovej chodby, do ktorej je možný prístup priečnymi chodbami, vedenými približne horizontálne. Tieto spojenia môžu slúžiť rovnakému účelu aj keď sa vybuduje a uvedie do prevádzky druhá tunelová rúra.

V prípade tunela Ovičarsko je štôľňa situovaná do dna kaloty druhej, neskôr budovanej rúry (obr. 2). Takéto umiestnenie prináša počas výstavby tunela výhody, spočívajúce v uľahčení vetrania a odvodnenia. Funkcia únikovej chodby je v takom prípade problematickejšia, nakoľko je viazaná len na dobu pred začiatkom výstavby druhej rúry a navyše je podmienená nerovnakým výškovým vedením oboch tunelových rúr.

Ďalším veľmi dôležitým tunelovým dielom na diaľnici D1 je tunel Višňové, ktorý by mal byť najdlhším tunelom budovaným v rámci diaľničného programu. Horninové prostredie, v ktorom bude situovaný a dĺžka 7,7 km ho predurčujú k čoraz konkrétnejším úvahám odborníkov o použití plnoprofilového raziaceho stroja (TBM) pre jeho razenie. Pokiaľ v takom prípade platí ešte väčšia potreba detailnej znalosti horninového prostredia v celej dĺžke tunela, šlo by o ďalšie rozhodnutie o prieskume štôľňou.

Aktuálny stav poznávacích a rozhodovacích procesov sa teda prikláňa k potvrdeniu potreby prieskumných štôľní. Na základe dvoch spomenutých už realizovaných rozhodnutí sa vytvára istý precedens a tak trochu i tendencia k zjednodušeniu rozhodovania.

Sme presvedčení, že podobne ako v prípade úspešnej redukcie prejazdnej prierezu, ktorej dôsledkom je zmenšenie tunelového profilu a nezanedbateľné zníženie celkových nákladov na výstavbu tunelov, je i teraz potrebné, aby odborníci upozornili na možnosti úspor. Dajú sa identifikovať tam, kde je možné zefektívnenie procesu prieskumu, napr. razením štôlne len v časti dĺžky tunela. Musí nám byť všetkým jasné, že prílišné nadvýšenie stavebných nákladov môže skôr či neskôr spôsobiť zabrzdzenie sľubne sa rozvíjajúcej tunelárskej časti diaľničného programu.

EKONOMICKÉ HLADISKO

Rozsah nákladov a tiež doba výstavby (ktorá samozrejme náklady priamo ovplyvňuje) sú položky, ktoré v maximálnej miere zaujímajú „majiteľov diela – investorov“. Pokiaľ je tunel súčasťou komerčnej investičnej aktivity (ako napr. Eurotunel), majú obe položky priamy a veľmi výrazný vplyv na výslednú efektívnosť diela, čo sa bezprostredne dotýka investorov zámeru, resp. ich peňažníkov.

Ak je však tunel súčasťou verejno-prospešnej investície, výsledkom inves-

tie nebude zisk ako ekonomická kategória, ale prínosy realizovaného dopravného spojenia by mali pozitívne pocívať daňoví poplatníci (v tomto prípade skutoční „majitelia diela“, financujúci jeho výstavbu). Ináč povedané, pokiaľ sa výstavba nadmerne predraží, negatívne účinky na daňových poplatníkoch môžu prevážiť nad pozitívnymi.

Môžeme konštatovať, že problematika inžiniersko-geologického prieskumu má priamu nadväznosť na časovú i nákladovú stránku výstavby podzemného diela. Je známe z európskych výskumov a ich štatistických vyhodnotení, že nižšia miera nákladov na geologický prieskum pre veľký dopravný tunel vedie k vyššiemu prekračovaniu celkových stavebných nákladov.

Optimalizácia nákladov na prieskum je úlohou investora, ktorý by pri rozhodovaní mal úzko spolupracovať s projektantom ako s tým, ktorý bude výsledky prieskumu spracovávať, resp. zapracovávať do projektového riešenia diela.

INŽINIERSKO-GEOLOGICKÉ HLADISKO

Z inžiniersko-geologického hľadiska predstavuje prieskumná štôľňa, na rozdiel od vrtného prieskumu, najvhodnejšie, priame prieskumné dielo, ktoré umožňuje priamy kontakt geológa s horninovým prostredím. Je to rozdiel oproti napr. vrtným prieskumným dielam, kde geológ na hodnotenie musí využívať vrátaním porušené vrtné jadro s možnosťou využiť vrt na použitie nepriamych geofyzikálnych a iných metód.

Výsledkom prieskumu geologickej stavby je definovanie homogénnych litologických i inžiniersko-geologických typov v horninovom masíve. V tejto fáze prieskumu význam prieskumnej štôlne spočíva v tom, že umožňuje geotechnicky priamo preskúmať vyčlenené kvazihomogénne typy horninového prostredia a na základe priamych skúšok a meraní priradiť im charakteristické hodnoty, ktoré požaduje projektant. Sú to prevažne skúšky, ktoré sa bez prieskumnej štôlne nebudú realizovať.

Výhody štôlne, pre prieskum geologickej stavby, v ktorom bude razený tunel, je možné zhrnúť nasledovne:

- štôľňa umožňuje priamy kontakt hodnotiteľa s horninovým prostredím v celej dĺžke trasy líniového diela, ktorého výsledkom je podrobný geologický profil,
- štôľňa vytvára možnosť realizácie cieľných geotechnických a hydrogeologických skúšok v charakteristickom horninovom prostredí,
- štôľňa umožňuje skúšať technológiu razenia a zabezpečovania výrubu v časových závislostiach.

Prieskumná štôľňa okrem nepopierateľných výhod pre preskúvanie geologickej stavby prináša i isté nevýhody. Tie spočívajú najmä v zmene pôvodného, zvyčajne nedotknutého horninového prostredia, ktorá môže do istej miery zhoršiť podmienky pre razenie samotného tunela.

Zdôrazňujeme, že prieskumné štôlne je opodstatnené raziť len v územiach, v ktorých sa predpokladá alebo predchádzajúcim prieskumom bola zistená komplikovaná geologická stavba územia.

Je preto dôležité podľa komplikovanosti geologickej stavby, stupňa jej preskúmania v predchádzajúcich prieskumoch zvažovať potrebu štôlne v spolupráci s kompetentným inžinierskym geológom. Keďže aj samotná prieskumná štôľňa je náročné podzemné dielo, jeho bezpečný návrh si vyžaduje určitý stupeň preskúmania prostredia. Je preto správne, ak sa prieskumná štôľňa navrhuje až po takom štádiu prieskumu, ktoré definuje riziká a zároveň stanovuje priority, ktoré sa ňou majú preskúmať.

Dovolené si naznačiť aspoň niektoré možnosti optimalizovania rozsahu prieskumných štôľní ako súčasti prieskumov pre diaľničné tunely na Slovensku.

Ide nám o to, aby na jednej strane bolo umožnené kvalitne inžiniersko-geologicky zhodnotiť horninové prostredie a na druhej strane ho čo najmenej narušiť. Nie nepodstatné je pritom aj časové hladisko.

Vidíme najmä nasledovné možnosti optimalizácie:

- pri návrhu dĺžky štólne je potrebné orientovať sa na priortálové úseky a minimalizovať potrebu priebežných štólí,
- poskytnúť možnosť dodávateľovi prieskumu, aby sa podieľal na rozhodovaní o situovaní a návrhu rozmerov štólne,
- umožniť od začiatku prieskumných prác intenzívnu spoluprácu projektanta s dodávateľom prieskumu, aby spoločne stanovili priority, ktoré je potrebné prieskumom vyriešiť.

PROJEKČNÉ HLADISKO

Pre efektívny návrh prieskumu by mal projektant špecifikovať presný rozsah parametrov, ktoré pre projektovanie tunela potrebuje, a ktorý môže ovplyvniť rozsah terénnych i laboratorných skúšok vykonávaných v rámci prieskumu. K tomu by mal mať v spolupráci s investorm vyjasnený názor na predpokladanú technológiu výstavby tunela.

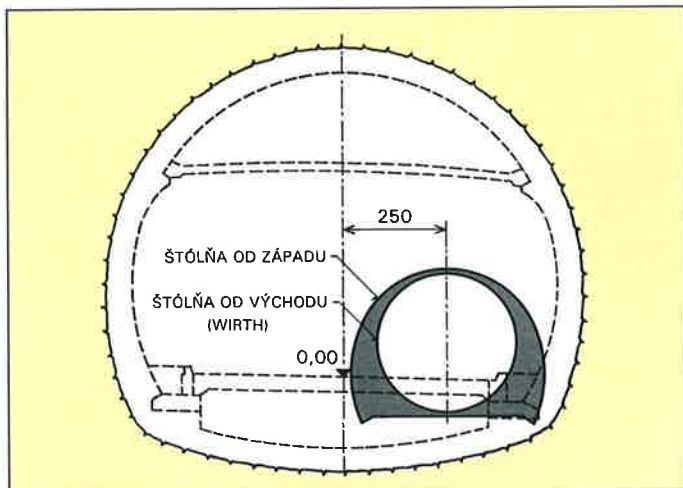
Nakoľko je horninové prostredie súčasťou nosnej konštrukcie podzemnej stavby, stupeň jeho poznania ovplyvňuje kvalitu vstupných údajov pre statický výpočet konštrukcie. Keďže otázka vierohodnosti statického výpočtu podzemnej konštrukcie nestojí na kvalite numerickej metódy, ale na vierohodnosti vstupných parametrov, väčšie množstvo údajov o horninovom masíve jednoznačne priblíži numerický model konštrukcie reality.

Razenie prieskumného diela poskytne zároveň projektantovi množstvo informácií a poznatkov využiteľných pre návrh postupov a procedúr pre razenie a vystrojenie vlastného tunela.

Okrem uvedených pozitív je potrebné uviesť i ostatné aspekty, ktoré nemusia byť priamo negatívnymi.

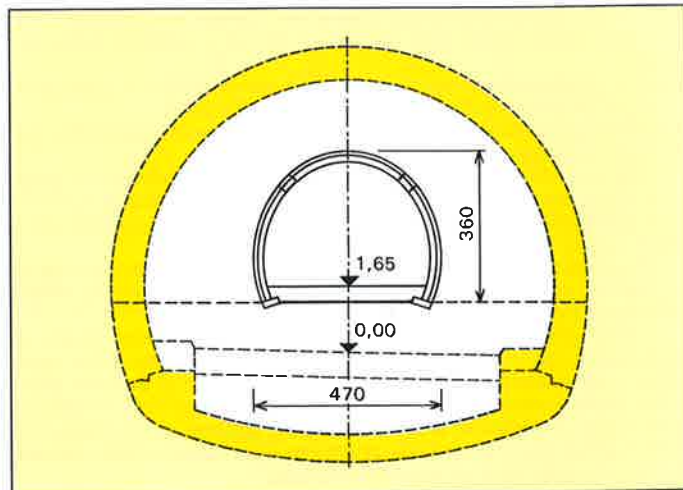
Keďže je prieskumná štólňa razená mimo trasy samotného tunela (pokiaľ

TUNEL BRANISKO – SITUOVANIE ŠTÔLNE NESKÔR BUDOVAanej TUNELOVEJ RÚRY



Obr. 1

TUNEL OVČIARSKO – SITUOVANIE ŠTÔLNE NESKÔR BUDOVAanej TUNELOVEJ RÚRY



Obr. 2

nejde priamo o pilotnú štólňu) a vyznačuje sa rádovo odlišnou plochou, nemôžeme tvrdiť, že je možná presná extrapolácia zaznamenaných charakteristík masívu do trasy tunela.

Nová rakúska tunelovacia metóda, ktorá je plánovaná, resp. používaná pri razení tunelov Branisko a Ovčiarско sa vyznačuje výraznou flexibilitou, s ktorou reaguje na konkrétne horninové podmienky, vyskytujúce sa v trase tunela. Dalo by sa s istou mierou zjednodušenia povedať, že pružnosť NRTM, pokiaľ sú dodávateľsky zabezpečené všetky jej atribúty a možnosti, umožňuje reagovať na akékoľvek podmienky, ktoré sa prejavujú pri razení.

Dôležitosť dostatočného poznania horninového prostredia spočíva v tom, že zúčastnené strany, najmä dodávateľ a inžinier – projektant, sú pripravení prispôsobiť použitie technických prostriedkov a postupov konkrétnym podmienkam každého záberu.

Okrem využitia poznatkov z prieskumu v prvej fáze výstavby, razení a vystrojovaní, význam paralelného prieskumného diela v celej dĺžke môže narastať, ak sa štólňa priradia ďalšie funkcie, napr. počas prevádzky samotného tunela.

Prikladom je následné využitie štólne pre potreby úniku osôb z tunela. K efektívnosti tejto funkcie je ale potrebná dostatočná doba medzi uvedením prvého tunela do prevádzky a začiatkom výstavby druhého tunela. Napríklad v prípade tunela Branisko sa nepredpokladá začatie výstavby druhého tunela skôr než v horizonte 15 rokov, keď by malo dôjsť podľa dopravnoinžinierskych prognóz k naplneniu kapacity tunela.

TECHNOLOGICKÉ HLADISKO

Spomedzi množstva základných informácií, ktoré by mali byť k dispozícii pri navrhovaní technológie razenia diela, prioritnú úlohu zohráva informácia o:

- rozpojiteľnosti hornín,
 - hydrogeologických pomeroch na trase razeného diela,
 - stabilných vlastnostiach horninového prostredia počas razenia.
- Rozpojiteľnosť podmieňujú fyzikálno-mechanické vlastnosti horninovej substance (pevnosť, krehkosť, húževnatosť, abrazivita, zrnitosť, bridličnatosť, anizotropia a iné).

Hydrogeologické pomery nadobúdajú na význame najmä pod hladinou vodných tokov, v krásových pomeroch, v pásmach geologických porúch, v priepustných horninových súvrstviach.

Stabilita vyrúbaného priestoru, ktorú vyjadrujeme časom a geometrickými veličinami (rozpätie klenby, dĺžka záberu) je výsledkom mnohých ďalších faktorov, ktoré dokážeme zisťovať ako analytické údaje s relatívne vysokou presnosťou, ale solva ich dokážeme s potrebnou vierohodnosťou interpretovať. Do tejto syntetickej veličiny sa premieta značné množstvo vplyvov, medzi ktoré patria najmä základná geologická stavba územia, geotechnické vlastnosti horninového masívu, hydrogeologické pomery, niektoré špecifické javy (seizmická, krasové javy, rádioaktivita, prítomnosť plynov a iné), technické parametre razeného diela a jeho situovanie pod povrchom.

Jedna zo syntetických, popisných charakteristík sa označuje ako chovanie horninového prostredia počas razenia. A tu sme pri koreni veci. Úplnú informáciu o správaní sa horninového prostredia nevieme získať inak, ako pri samotnom razení.

Predikcie založené na iných metódach majú nižšiu vierohodnosť. To je základný argument zdôvodňujúci potrebu razenia prieskumných štólí. Vypovedacia schopnosť štólne o vlastnostiach zložitého horninového prostredia sa nedá nahradiť nijakou inou metódou.

ZÁVER

Pri rozhodovaní o potrebe a dimenziách štólne pre výstavbu diaľničných tunelov je v budúcnosti potrebné zvažovať najmä nasledovné otázky:

- Aký je stav poznania horninového prostredia v trase tunela v súčasnosti?
 - Je komplikovanosť pomeroch v trase tunela takého stupňa, že vyžaduje veľký rozsah prieskumných prác?
 - Je priemerná výška nadložia a dostupnosť terénu nad tunelom taká, že príliš komplikuje a združuje možnosť vykonania vrtného prieskumu?
 - Aká je predpokladaná technológia výstavby tunela?
 - Aký je predpoklad etapovitosti výstavby dvojice tunelových rúr?
 - Bude plniť štólňa i iné funkcie počas výstavby a prevádzky tunela?
 - Je nevyhnutná prieskumná štólňa v celej dĺžke tunela?
 - Je potrebné pri súťažnom zadávaní diela pevne určovať rozmery priečného rezu prieskumného diela?
 - Aké situovanie štólne v profile budúceho tunela je najvýhodnejšie?
- Sme presvedčení, že rozhodnutie o prieskumnej štólne by malo padnúť po starostlivom zodpovedaní uvedených otázok a ekonomickom vyhodnotení predpokladaných kladov a záporov, ktoré by štólňa mala priniesť. Tieto je možné definovať nasledovne:

- Aká je cena neoptimálnej voľby technológie razenia a prostriedkov na zabezpečenie stability výrubu tunela?
- Aká je cena dodatočných zmien uvedeného?
- Aká je cena a dôsledky havarijných situácií pri výstavbe tunela?
- Aký má negatívny účinok prieskumná štólňa pre razenie tunela?
- Aký je pozitívny prínos prieskumnej štólne pre razenie tunela?
- Aké sú náklady na razenie prieskumnej štólne v porovnaní s nákladmi na inú formu prieskumu?

Z týchto faktorov môžeme zostaviť jednoduchú rovnicu a pokiaľ dokážeme kvantifikovať v prognóze odpovede na jednotlivé otázky, dostaneme výsledok, na základe ktorého je možné urobiť racionálne rozhodnutie.

TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ TUNELŮ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

Ing. PAVEL PŘIBYL, CSc., ELTODO A. S.

TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF TRANSPORTATION TUNNELS

THERE ARE SEVERAL IMPORTANT ROAD TUNNEL PROJECTS UNDER CONSTRUCTION AND IN THE STAGE OF PREPARATION IN THE CZECH REPUBLIC. FOR THE ERECTIONS TO BE EXECUTED BY THE SAME TECHNICAL CONDITIONS MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATION OF THE CZECH REPUBLIC PREPARES AND WILL PUBLISH TECHNICAL REGULATIONS FOR TUNNEL TECHNOLOGY WHICH WILL INCLUDE CONSTITUTION FOR TRAFFIC CONTROL, VENTILATION SYSTEM, LIGHTING FRAMEWORK ETC. COMPANY ELTODO IS WORKING UP THE REGULATIONS. THE ARTICLE DEALS WITH THE CONTENT OF THIS TECHNICAL REGULATION WHICH WILL BE PUBLISHED WITHIN SEPTEMBER THIS YEAR.

ÚVOD

V minulém čísle časopisu Tunel byl prezentován článek „Kam kráčí technologické vybavení tunelů“. Tento článek definoval základní pojmy technologického vybavení tunelů s tím, že technologické vybavení dělí na vlastní dopravní systém zahrnující řízení dopravy se všemi funkčními vazbami a na technická zařízení zabezpečující funkčnost tunelu, jako je např. ventilace, osvětlení apod.

Dále zde bylo vysvětleno, jak lze jednotlivé technologické celky navrhovat. Zde existují dvě základní možnosti. Jisté vybrané technologické soubory, jako je např. osvětlení a větrání, lze vypočítat nebo modelovat, dle předem dané metodiky, s využitím předpisů a norem. Další skupinu technologických souborů tvoří soubory související s bezpečností účastníků silničního provozu. Zde se jedná např. o SOS nouzové kabiny, televizní dohled a celou řadu dalších souborů, které nelze navrhovat s využitím matematických metod, ale je nutné využít znalostí experta a doporučení, které je v předkládaných technických podmínkách, přičemž je nutno zachovat individuální přístup k návrhu.

Podnět ke vzniku technických podmínek „Technologické vybavení tunelů na pozemních komunikacích“ dalo Ministerstvo dopravy a spojů v roce 1996, které také celý projekt koordinuje. Zpracovatelem je společnost ELTODO a. s. Jedním z důvodů vzniku tohoto projektu je to, že se v současné době realizuje několik tunelů na pozemních komunikacích (Strahovský tunel, Pražská radiála, tunel Kohoutova a tunel Hřebeč) a další tunely se projektově připravují. Jediným dokumentem, který bylo možné dosud použít pro návrh technologického vybavení tunelů byla norma ČSN 73 5707. Ta však vznikla před několika lety a navíc je v této normě technologickému vybavení věnována poměrně malá část.

V nově připravované normě ČSN 73 5707 „Projektování tunelů na pozemních komunikacích“ je v kapitole 11 základní přehled o technologickém vybavení tunelů na pozemních komunikacích s odkazem, že podrobné zásady obsahují technické podmínky pro technologické vybavení tunelů. Podrobně jsou v normě komentovány stavební bezpečnostní úpravy, které nejsou naopak v technických podmínkách. Technické podmínky shrnují nejenom zkušenosti z výstavby tunelů v České republice, ale i zahraniční zkušenosti z Evropy a USA. K dispozici byla německá směrnice RABT, rakouské a švýcarské standardy a přehledy technologického vybavení všech tunelů v Rakousku a Německu [1] – [3]. Velkým přínosem jsou také sborníky vydávané v rámci mezinárodních konferencí Světové silniční asociace AIPCR/PIARC.

Cílem tohoto projektu je vytvořit doporučení pro takové technologické vybavení tunelů na pozemních komunikacích, aby tunel byl ekologickou a ekonomickou stavbou zajišťující vysoký stupeň bezpečnosti pro dopravní veřejnost. V neposlední řadě je důvodem vytvoření tohoto dokumentu snaha o sjednocení a unifikaci technického vybavení tunelů, což bude mít ve svém důsledku pozitivní dopady z hlediska investičních a provozních nákladů.

V tomto článku je odborná veřejnost seznámena s obsahem technických podmínek. Jedná se pouze o základní přehled, neboť vlastní podmínky mají téměř sto stran. Jejich vydání se předpokládá v září tohoto roku.

STRUKTURA TECHNICKÝCH PODMÍNEK

Základní myšlenkou, která se odvíjí v celých technických podmínkách je to, že technologické vybavení tunelů tvoří integrovaný systém provádě-

zaný vzájemnými funkčními vazbami. Zásadně se nedoporučuje využívat různé oddělené subsystemy, které nelze integrovat do jednoho celku. Poprvé jsou zde také uvedeny vzájemné vazby mezi jednotlivými provozními soubory a je zde definována vazba na nadřazené systémy řízení a dohledu.

Obsah technických podmínek je následující:

- I. Technologické vybavení tunelů
- II. Kategorizace tunelů a jejich vybavení
- III. Řídicí systém dopravy
- IV. Osvětlení tunelů
- V. Větrání tunelů
- VI. Bezpečnost zařízení
- VII. Spojovací a dorozumivací zařízení
- VIII. Požární zabezpečení
- IX. Systém videodohledu
- X. Centrální řídicí systém
- XI. Zásobování elektrickou energií

Z výše uvedených technologických celků lze exaktními metodami navrhovat osvětlení a větrání tunelů, centrální řídicí systém a zásobování elektrickou energií. Ostatní provozní soubory, dle výše uvedeného obsahu, se navrhují expertním přístupem. V následujícím textu budou krátce jednotlivé kapitoly technických podmínek komentovány.

TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ TUNELU

V této kapitole je definován pojem technologického vybavení tunelů a jsou zde uvedeny funkční vazby mezi jednotlivými provozními soubory. Velmi důležité je si uvědomit, že tunelová stavba je stavba provedená na pozemních komunikacích a tunel je vždy součástí dopravního systému. Dopravní systém je pro účely technických podmínek hierarchicky členěn do tří vrstev, dle obr. 1:

- ✓ úroveň uzlu
- ✓ úroveň oblasti
- ✓ úroveň útvaru

Na nejvyšší hierarchické úrovni je dopravní systém charakterizován **dopravními uzly** tvořenými relativně uzavřenými topologickými nebo technologickými celky. V nejjednodušším případě je uzlem světelné signální zařízení na křižovatce, ale je jím i uzavřený parkovací systém, lokální varovná zařízení regulující charakteristiky jízdního proudu, **systém řízení tunelů** apod. Tunel je řízen na úrovni uzlu z lokálního velínu. Je však nezbytné, aby byly vybrané informace přenášeny do vyšší vrstvy.

Vyšším nadřazeným celkem integrujícím řadu uzlů je oblast. Tu navrhuje dopravní expert heuristickými i matematickými metodami. Snahou je najít relativně uzavřené celky, s minimálními vazbami na okolí, přičemž v těchto oblastech musí být doprava charakterizována způsobem, který lze jednoznačně matematicky popsat. Z hlediska topologie se oblast dělí na:

- plošně uspořádanou
- líniově (arteriálně) uspořádanou

Na úrovni oblasti pracuje řídicí systém tunelů, který zahrnuje řízení dopravy ve více tunelech. Oblastní velín řízení dopravy v tunelech je obvykle začleněn do systému dopravního řízení oblasti. Tak lze řešit například mimořádné situace v tunelu a jejich dopady na komunikační síť v ob-

lasti, vytváření objízdnych tras, přeprava nebezpečných nákladů apod. Na stejné úrovni oblastí pracuje velín řízení technologie tunelů. Zde je soustředěn dohled nad technickým zařízením v tunelu a velín zabezpečuje i bezchybnou funkci všech technologických souborů, včetně dopravních zařízení.

Dopravní útvar je nejvyšším stupněm hierarchie řízení. Obecně obsahuje několik oblastí. Útvarem nemusí být jenom soubor oblastí v městské aglomeraci, ale i systém řízení dálnic na území státu nebo např. systém přepravy nebezpečných nákladů (RISC management) na úrovni nadnárodní. Údaje z rozhodujících tunelů dálniční sítě by měly být přenášeny do centra řízení dálnic, městské tunely musí být součástí integrovaného systému řízení dopravy ve městě.

Příkladem tohoto hierarchického přístupu k řízení tunelů je připravovaná koncepce řízení tunelů v Praze, kde se předpokládá, že velín na Strahově bude velínem pro řízení technologie všech tunelů v Praze, tedy nejenom tunelu Strahov, ale i Těšnov, Letná, budoucí Mrázovky a snad i tunelu z Letné do Holešovic. Stejným způsobem je řešen dopravní systém v tunelech, kdy veškeré informace sloužící k řízení dopravy budou soustředěny v dopravním velínu tunelů v ulici Na bojišti. Vybrané informace jsou přenášeny do nejvyšší vrstvy řízení, která je také umístěna v ulici Na bojišti.

TUNELŮ A JEJICH VYBAVENÍ

V normě ČSN 73 7507 se tunely dělí dle stavební délky a charakteru silničního provozu. Toto dělení ale nemá přímou souvislost s jeho technologickým vybavením. Bezpečnostní standard, kterému musí tunel vyhovovat se určí na základě rozdělení tunelů do kategorií. Tyto kategorie jsou dány přibližně stejnou mírou bezpečnosti danou podílem počtu nehod na počet vozidel a ujetou vzdálenost, což je ověřováno dlouhodobými statistickými měřeními. Za tohoto předpokladu mají tunely všech tří, níže uvedených, kategorií přibližně shodný stupeň bezpečnosti. Typ použitého technologického bezpečnostního vybavení je dán délkou tunelu a intenzitou dopravy. Tunely jsou rozděleny do tří kategorií – TA, TB a TC, podle obr. 2.

Intenzita dopravy je dána ročním průměrem denní intenzity jednotlivých vozidel. Při separovaných dopravních prouděch v oddělených tunelových troubách se počítá intenzita pro každou troubu zvlášť. Pro obousměrné tunelové trouby, případně pro trouby s kombinovaným režimem, se intenzity dopravy všech dopravních proudů sčítají. Hodnoty předpokládané intenzity respektující skladbu dopravního proudu se uvádějí v jednotkových vozidlech. Vzhledem k nárvhovému období pro technologické vybavení tunelů, které je 15 let, je hodnota intenzity přepočítávána pomocí predikčních koeficientů růstu automobilové dopravy na toto období. Na základě přidělení tunelu do určité kategorie se tunel vybavuje povinně technickými prostředky nebo jsou tyto prostředky doporučeny. Příslušné rozdělení je v kap. VI.

Graf na obr. 2 je nový z hlediska dosavadní praxe v České republice. Při jeho tvorbě se vyšlo z přehledu bezpečnostních zařízení v jednotlivých „tunelových“ zemích a bylo přihlédnuto k našim specifickým podmínkám.

ŘÍDÍCÍ SYSTÉM DOPRAVY

Zde jsou charakterizovány dopravní režimy v tunelu a jsou doporučena zařízení zabezpečující dopravní režim. V zásadě platí, že řidič je povinen zachovávat při jízdě v tunelu pravidla silničního provozu.

Již samotný vjezd do tunelu však vyvolává u některých řidičů specifické problémy dané pocitem uvěznění a klaustrofobie, zhoršeným odha-

dováním vzdáleností a rychlosti, monotónností vjemu okolí a ztráty představy, kde se nachází. Kromě toho je zvýšena psychická zátěž představou možného požáru nebo následku nehody. Pomocí dopravně technických zařízení je proto nutné jak v normálních případech, tak i při dopravním excessu zajistit bezpečnou jízdu.

Při návrhu dopravního systému je nutno brát v úvahu následující požadavky:

1. V normálním průběhu provozu má být bezpečnost a plynlost dopravy udržována stabilizací dopravního toku
2. Při plánovaném omezení, např. při údržbářských pracích, je nutno předem zajistit organizaci dopravy pomocí zařízení instalovaných v tunelu nebo i s pomocí přenosných a mobilních dopravních značení
3. S případy mimořádných stavů, např. při nehodě, poruše, je nutno počítat již při projektování tunelu a všechny stavy musí být zpracovány do dopravního řešení. Pokud nelze zajistit provoz dopravními opatřeními je nutno řešit odvedení dopravy náhradní trasou a zajistit co nejdříve odstranění poruchy.

Proto je požadováno zpracování detailních dopravních řešení, která řeší nejenom standardní dopravní režimy, ale i mimořádné situace typu:

- ✓ výpadek větrání, osvětlení, dopravního značení nebo jiných technologických souborů
- ✓ dopravní nehoda, zastavení vozidla nebo ztráta nákladu
- ✓ požár
- ✓ dopravní kongesce
- ✓ zhoršení fyzikálních podmínek nad dovolené meze
- ✓ údržba, čištění
- ✓ zaplavení vozovky nebo jiné přírodní vlivy
- ✓ přeprava nebezpečných nákladů apod.

Pro exaktní popis činnosti dopravního systému ve všech režimech (stavěch) se doporučuje zpracovat ve formě grafu ve stavové rovině jednotlivé přípustné stavové přechody. Příklad je na obr. 3. Velký význam mají i časové diagramy popisující časovou závislost vykonávaných stavových přechodů v rámci přechodu tunelu do jiného režimu. Na obr. 4 je doporučený tvar časového diagramu znázorňující hypotetické uzavírání jednoho jízdního pruhu.

Druh a rozsah zařízení pro ovlivňování provozu se řídí nejenom stavebními a dopravně technickými podmínkami, ale i zvoleným stupněm automatizace řídicího dopravního systému. Do úvahy je nutno brát následující parametry:

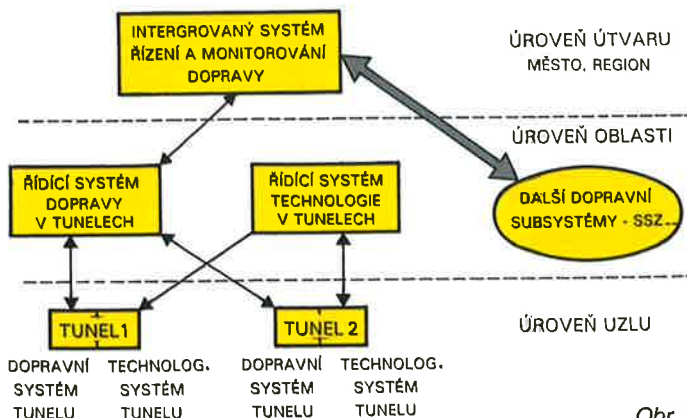
- ✓ délku tunelu a jeho kategorii
- ✓ příčné uspořádání uvnitř i vně tunelu
- ✓ návrhovou rychlost
- ✓ možnosti nouzových pruhů nebo zálivů
- ✓ druh provozu (jednosměrný nebo obousměrný)
- ✓ dopravní zatížení a jeho složení (podíl nákladních vozidel)
- ✓ dopravní struktura (dálkový provoz, regionální, místní provoz)

V technických podmínkách je poměrně obsáhle komentováno i vlastní dopravní zařízení, kdy jsou kromě statických dopravních značek využívána další dopravní zařízení:

- světelná návěstidla
- světelné signály pro jízdu v pružích
- proměnné dopravní značky
- proměnné dopravní značení ve vozovce
- další dopravní značky (informační, orientační apod.)
- zařízení pro měření výšky vozidel
- otočné závory
- proměnné informační tabule

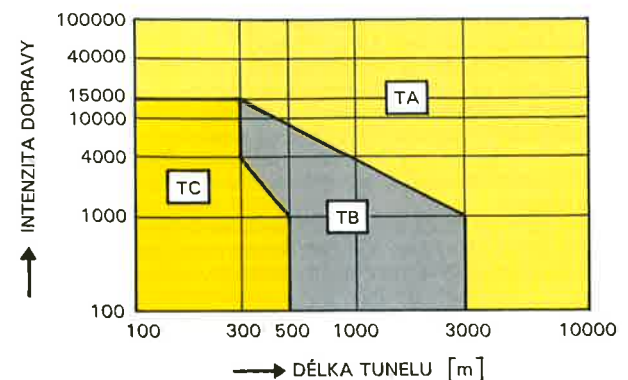
Některá dopravní zařízení nejsou zcela běžná, a proto je jim věnována větší pozornost. Jedná se zejména o proměnné informační tabule, které informují řidiče pomocí textových zpráv o mimořádných situacích v tunelu nápisy typu „LEVÝ PRUH UZAVŘEN PO 500 m“ apod. Tento způsob informování řidičů je zcela běžný např. v USA a je snaha ho zavést i u nás.

ZAČLENĚNÍ TUNELU DO TŘÍ ÚROVNÍ ŘÍZENÍ DOPRAVY NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH



Obr. 1

KATEGORIZACE TUNELŮ Z HLEDISKA BEZPEČNOSTNÍHO VYBAVENÍ



Obr. 2

Dalším moderním zařízením, které významně zvyšuje bezpečnost účastníků provozu jsou dopravní značky využívající světlovodů pro vytvoření příslušného symbolu. Jejich zásadní předností je, že vytváří světelně intenzivní obraz viditelný ze vzdálenosti stovek metrů, který lze ve velmi krátkém časovém okamžiku přepínat na jiný. Principální provedení značky je na obr. 5.

Součástí dopravního systému v tunelu je i identifikace nehody. V tunelech vzniká obecně méně nehod, než na volné komunikaci, což je dáno opatrnější jízdou řidičů. Pokud však nehoda vznikne má obvykle závažnější následky, než nehoda mimo tunel. Nejrozšířenější prostředky pro zjišťování nehod v tunelu je systém založený na dispečerovi, sledujícím dopravu na obrazovkách video monitorů nebo systém vycházející z toho, že účastník nehody použije telefon v SOS kabině. Obojí takovéto zjišťování poruch má nevýhodu v tom, že je založené na subjektu dispečera, resp. na účastníku nehody a k identifikaci nehody dochází s větším či menším zpožděním.

Při vytváření současných řídicích tunelových systémů s integrovaným prvkem bezpečnosti je doporučeno objektivizovat identifikace nehod a jejich zjištění v reálném čase a následně připravit dopravní opatření zabraňující, např. řetězovým srážkám v tunelu. V technických podmínkách je uvedeno několik metod identifikace nehody. Zvláště významnou metodou je využití videodetekce. její nespornou předností je, že využívá standardně rozmístěných stacionárních kamer, které jsou součástí standardního videodohledu. Příklad snímku s videodetektoru je na obr. 6.

OSVĚTLENÍ TUNELU

Cílem osvětlení tunelů je zajistit v průběhu dne i noci bezpečnost, plynulost a zrakovou pohodu účastníků provozu obdobnou, jako na přilehlých úsecích otevřené komunikace, při respektování dané návrhové rychlosti. K dosažení tohoto cíle je potřeba podmínky pro to, aby:

a) Řidiči vjíždějící do tunelu, projíždějící jím nebo vyjíždějící z tunelu měli dostatek zrakových informací o pokračování komunikace před sebou, zahrnující informace o případném výskytu překážek, včetně ostatních vozidel a jejich pohybu,

b) pocity sebedůvěry řidičů byly stejné jako na přilehlých otevřených úsecích komunikace.

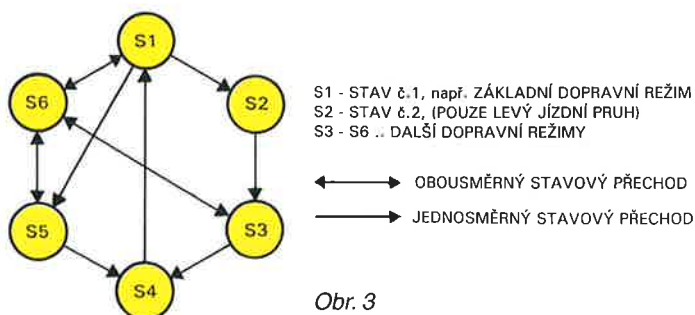
Vzhledem k zrakové adaptaci řidiče je osvětlení tunelů nejkritičtější v denních hodinách, kdy řidič vjíždí z prostředí s vysokou úrovní jasu do prostředí, kde je jeho úroveň nízká. Čím větší je rozdíl těchto jasových úrovní, tím déle trvá proces adaptace zraku a tím větší dráhu vozidlo ujeđe za danou adaptační dobu. Tato vzdálenost nesmí být vzhledem k bezpečnosti větší, než celková brzdná dráha vozidla. Z výše uvedených důvodů se v podélném směru tunelů rozlišuje pět pásem osvětlení. Tato pásma jsou schématicky znázorněna na obr. 7. Návrh osvětlovací soustavy je řešen v technických podmínkách velmi detailně, přičemž se vychází z doporučení směrnice CIE 88/1990 „Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses“

ČASOVÝ DIAGRAM PŘECHODU DOPRAVNÍHO REŽIMU ZE STATICKÉHO REŽIMU S1 DO S2



Obr. 4

DIAGRAM STAVOVÝCH PŘECHODŮ MEZI DOPRAVNÍMI REŽIMY



Obr. 3

VĚTRÁNÍ TUNELU

Hlavními škodlivými látkami v tunelovém vzduchu je oxid uhelnatý CO a snížená viditelnost (opacita), kterou ovlivňuje hlavně dým diesellových motorů. Větrání má zajišťovat následující hlavní funkce:

- zásobování řidičů vozidel (a personálu při údržbařských pracích v tunelu) dostatečně čerstvým dýchacelným vzduchem
- zajištění dobré viditelnosti v tunelu, při znečištění tunelového vzduchu způsobeného výfukovými plyny a prachem
- snížení působení účinku kouře a tepla při požáru vozidla
- zabránění průniku nepřípustných emisí škodlivých látek způsobených exhalacemi vozidel do okolí tunelu

V technických podmínkách jsou uvedeny vztahy pro výpočet množství přiváděného vzduchu při daných hodnotách oxidu uhelnatého a opacit, přičemž jsou uvedeny vlivy rychlosti, stoupání komunikace a nadmořské výšky na produkování škodlivin.

Jednou z nejsložitějších situací v tunelu je vznik požáru, který klade mimořádné nároky na regulaci vzduchotechniky. Jeho nebezpečnost vyplývá z obr. 8, kde je skutečný průběh teplot zaznamenaný při hoření těžkého nákladního automobilu. Na horizontální ose je zaznamenan čas od vzniku požáru a na vertikální ose jsou dosahované teploty. Teploty jsou zaznamenávány v různých vzdálenostech od ohniska požáru (0 m až do 100 m).

BEZPEČNOST ŘÍZENÍ

Dle kap. II jsou tunely rozděleny do kategorií, na základě kterých se volí bezpečnostní technická zařízení, kterými má být tunel vybaven. Vybavení závisí na jeho délce a intenzitě dopravy. Volba zařízení je povinná nebo jsou technické prostředky doporučeny. Konečné rozhodnutí, je dáno analýzou místních podmínek a je specifické pro každý tunel. Příslušné rozdělení je v tab. 1.

Základním prvkem bezpečnostního systému jsou SOS kabiny, které slouží k telefonickému spojení mezi uživatelem tunelu a dispečerem dopravy a zároveň umožní spojení s dispečerem prostřednictvím tlačítek „Nebezpečí“. Oproti systémům využívajícím různá tlačítka pro signalizaci různých mimořádných situací je doporučeno používat jedno tlačítko. Navržené označení skříně je na obr. 9.

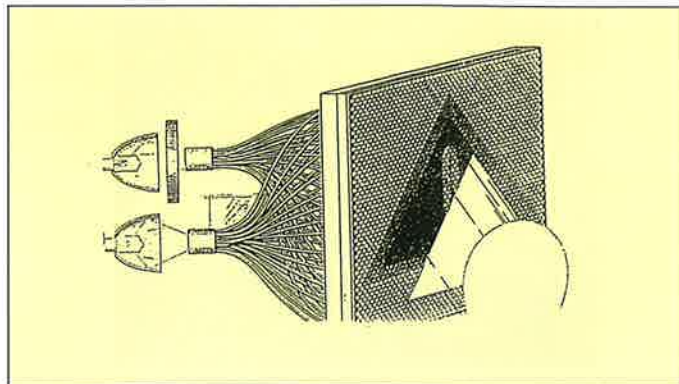
SPOJOVACÍ A DOROZUMÍVACÍ ZAŘÍZENÍ

Poslech rozhlasových stanic oživí monotónní cestu tunelem, zprostředkuje řidiči styk s okolím, což má psychologický význam a umožní přenášet dopravní informace řidiči, to je navíc významným bezpečnostním prvkem. Radiová komunikace umožňuje komunikaci bezpečnostním složkám v případě zásahu při likvidaci mimořádné situace v tunelu. Zároveň zjednodušuje práci servisních organizací při údržbě tunelu. Instalace radiového zařízení by měla také umožňovat kromě jednosměrného spojení s řidiči i duplexní spojení pro:

- hasiče
- záchranou službu
- policii
- provozní službu
- mobilní telefonní síť

V technických podmínkách jsou uvedeny zásady pro instalaci spojovacího a dorozumivacího zařízení. To by mělo být povinně instalováno v tunelech kategorie TA.

PROMĚNNÁ ZNAČKA SE SVĚTLOVODY



Obr. 5

Tabulka 1

Bezpečnostní stavební úpravy(1)	TC	TB	TA
• Nouzové a otáčecí závlavy pro vozidla	viz ČSN 73 7507		
• Vnitřní vstupy pro záchranné týmy			
• Únikové chodby pro osoby			
• Nouzové prostory pro osoby			
• Nouzové chodníky			
• Prostor pro otáčení vozidel			
• Průjezdné propojení tunelových rour			
Bezpečnostní vybavení			
Bezpečnostní systém			
• Bezpečnostní kabiny	◇	◇	◇
• Poplachová tlačítka	◇	◇	◇
Systém videodohledu			
• Televizní systém	◆	◇	◇
Dopravní systém			
• Měření dopravního proudu	◆	◆	◇
• Proměnné informační tabule	◆	◆	◇
• Řízení dopravy v pruzích	◆	◇	◇
• Řízení na vjezdu	◇	◇	◇
• Měření výšky vozidel	◆	◇	◇
• Horizontální a vertikální dopravní značení	◇	◇	◇
Spojovací a dorozumivací zařízení			
• Rádiové spojení	◆	◆	◇
• Telefonní vybavení	◆	◆	◆
• Ozvučovací zařízení	◆	◆	◆
Evakuační opatření			
• Nouzové osvětlení	◆	◆	◇
• Požární osvětlení	◆	◆	◆
Protipožární vybavení			
• Automatické hlásiče požáru	◆	◇	◇
• Manuální požární hlásice	◆	◇	◇
• Požární hydranty	◆	◆	◆
• Ruční hasicí přístroje	◇	◇	◇
Další vybavení			
• Hlavní osvětlení	◇	◇	◇
• Nouzový zdroj energie	◆	◆	◇

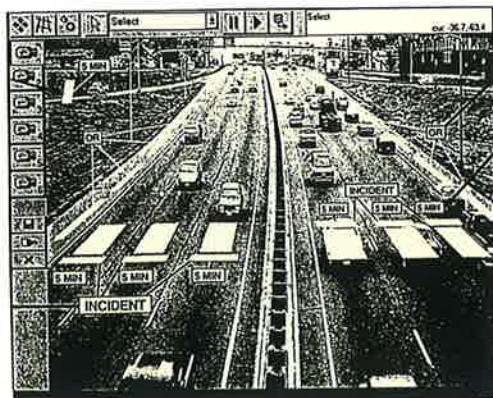
◇ – bezpodmínečné požadavky

◆ – požadovaná analýza potřeby a/nebo alternativního řešení

POŽÁRNÍ ZABEZPEČENÍ

Pravděpodobnost vzniku požáru způsobeného mechanickou nebo elektrickou závadou na vozidle (brzdy, pneumatiky, přívod paliva, zkrat, atd.) je v tunelu stejná jako na otevřené komunikaci. Většina požárů, které vzniknou v tunelech, má tuto příčinu. K tomu dále přibývá možnost

PRÍKLAD DOPRAVNÍCH SENZORŮ MODELOVANÝCH SYSTÉMEM VIDEODETEKCE



Obr. 6

vzniku požáru při nárazu vozidel. K požárům v tunelech dochází velmi zřídka, když k nim však dojde, **situace je velmi vážná**, především vzhledem k omezenému, uzavřenému prostoru s možnou koncentrací jedovatých plynů. Teplota snadno vzroste nad 1 000 °C a stejně snadno vznikne i panika mezi uživateli tunelu.

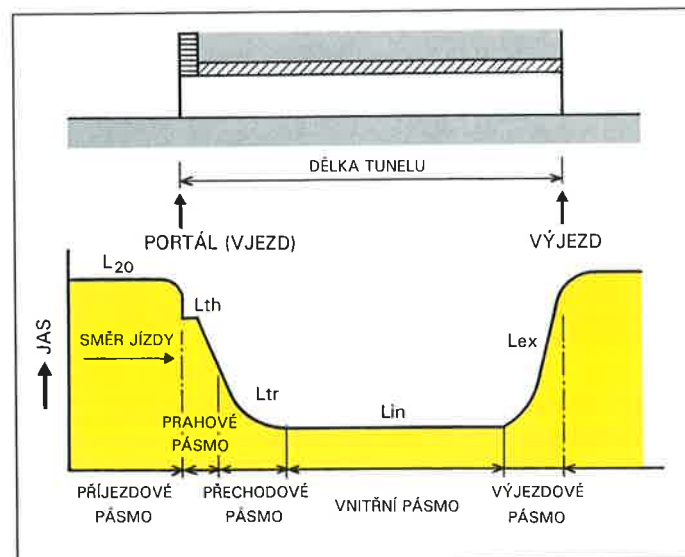
Základem pro boj s požárem je jeho bezchybná a včasná likvidace. V tunelu jsou používána spolehlivá liniová teplotní čidla, která reagují buď na vzestup teploty v závislosti na čase nebo na absolutní stoupaní teploty, resp. na obě příčiny. Čidlo je umístěno nad průjezdným průřezem pod stropem tunelu. Dnes se používá několik typů čidel, která jsou vhodná pro identifikaci požáru. Požární systém je integrován do řídicího systému takže po identifikaci požáru jsou ihned činěna nezbytná dopravní opatření. Kromě hlásičů požáru jsou v této kapitole rozebrána i hasicí zařízení tvořená hasicími přístroji a hydranty.

SYSTÉM VIDEODOHLEDU

Televizní dohled je nezbytný v městských tunelech, a je doporučen pro sledování dopravní situace i v extravilánu v tunelech kategorie TB a TC. Umožňuje operátorovi v reálném čase pozorovat situaci v tunelu a v případě nehody, požáru, zpomalení proudu vozidel nebo jejich zastavení odstartovat předem připravenou akci a přesvědčit se, že tato akce splnila svůj účel. Pomocí videodohledu lze i nedestruktivně dálkově měřit dopravní parametry.

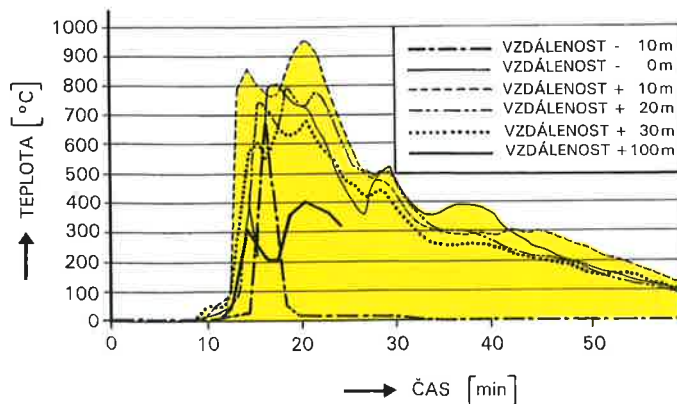
Televizní systém je propojen i s vybranými bezpečnostními zařízeními (telefony, poplachovými tlačítky, hasicími přístroji, požárními detektory,

TYPICKÝ PRŮBĚH KŘIVEK OSVĚTLENÍ V JEDNOSMĚRNÉM TUNELU



Obr. 7

ČASOPROSTOROVÝ ZÁZNAM TEPLOT HOŘENÍ NÁKLADNÍHO VOZIDLA



Obr. 8

detekcí vozidel), prostřednictvím řídicího systému. Poplachový monitor pak rovnou nabízí pohled do místa, odkud přišlo hlášení o poplachu, případně poplachový signál. Jeden nebo více poplachových monitorů jsou neměnné a tím je mimořádný stav zobrazován vždy na stejné monitory.

CENTRÁLNÍ ŘÍDICÍ SYSTÉM

Řídicí systém tunelu musí zajistit jako primární úkol kontinuitu dopravy v tunelu při

- ◆ dodržení daných bezpečnostních pravidel
- ◆ zajištění ekologických požadavků
- ◆ přičemž je nutno
- ◆ minimalizovat provozní náklady
- ◆ maximalizovat spolehlivost systému

Základní myšlenkou této kapitoly technických podmínek je definovat pojem integrovaný management a stanovit funkce, které vykonávají zařízení na různých úrovních. Filosofie návrhu tohoto systému integruje sestavu různých zařízení, která řídí jednotlivé specifické procesy (napájení, ventilace, osvětlení atd.) do jednoho celku s jednotným přístupem.

Velmi důležité je definování rozhraní „člověk–technologie“. Pro dohled nad tunelem je činnost operátora nezastupitelná. Ve většině případů probíhá řízení tunelu zcela autonomně, bez jeho zásahu. Operátor má nezastupitelné místo hlavně při řešení mimořádných situací. Všechny statické a většina dynamických stavů je řízena autonomně řídicím systémem a operátor má pouze globální přehled o stavu řízené technologie. Jeho rozhodování je založeno na jednoznačné komunikaci s řídicím systémem, kterou zprostředkují obrazovky vizualizující jednotlivé funkční celky. Na obr. 10 je příklad obrazovky dopravního systému. Operátor může ovládat z této obrazovky nejenom dopravní režimy, ale i jednotlivá dopravní zařízení, pokud mu to řídicí systém dovolí. Ten totiž dohlíží na vznik možných kolizních situací v dopravě. Na stejné obrazovce jsou vidět průměrné hodnoty koncentrací škodlivin a průběžné dopravní parametry – rychlost, skladba dopravního proudu a intenzita vozidel. Jednoduše lze

přejít na obrazovky znázorňující jednotlivé technologické celky, jako například osvětlení, ventilaci apod.

ZÁSOBOVÁNÍ ELEKTRICKOU ENERGIÍ

Zásobování elektrickou energií pro provozní technická zařízení tunelu musí zajišťovat bezporuchový a pro požadavky provozu odsouhlasený provoz s vysokou mírou bezpečnosti. V technických podmínkách jsou v této kapitole uvedeny pouze zásady napájení tunelu, neboť pro tuto problematiku existují specializované normy.

ZÁVĚR

Technologické vybavení tunelu je velmi důležitou součástí výstavby a následného využívání tunelu. Snaha po standardizaci tohoto vybavení vedla k tvorbě technických podmínek „Technologické vybavení tunelů na pozemních komunikacích“. Zde nejsou samozřejmě detailně určována jednotlivá technická zařízení, ale jsou zde zásady pro jejich používání. Technické podmínky jsou nyní opakovány v druhém kole a všechny zúčastněné vede snaha po jejich vydání v druhé polovině tohoto roku tak, aby byly k dispozici na konferenci Podzemní stavby 97.

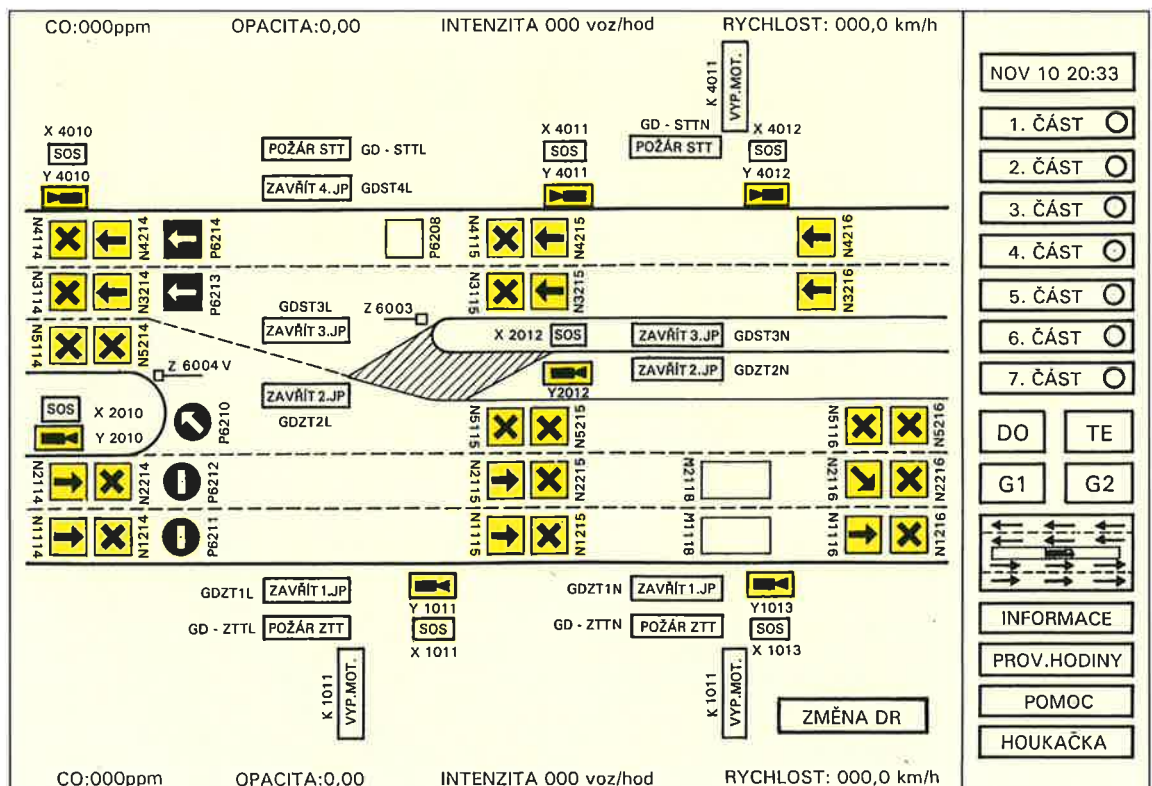
LITERATURA:

- [1] „Dokumentation österreichischer Strassentunnelbauten“, Bundesministerium für Bauten und Technik, Heft 161, Wien 1981
- [2] „Dokumentation von Strassentunneln in Deutschland“, Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen, Ausgabe 1996
- [3] „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln“, Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen, Ausgabe 1996

OZNAČENÍ SKŘÍNĚ SOS PŘÍKLAD ŘEŠENÍ OBRAZOVKY DOPRAVNÍHO SYSTÉMU



Obr. 9



Obr. 10

VÝSTAVBA SEKUNDÁRNÍCH KOLEKTORŮ V HISTORICKÉM JÁDRU MĚSTA BRNO PO 5 LETECH

Ing. BŘETISLAV SEDLÁČEK, AQUATIS A. S.

SECONDARY UTILITY TUNNELS COSTRUCTION IN THE HISTORICAL CENTRE OF BRNO WITHIN PAST 5 YEARS.

THE ARTICLE SUMMARIZES GENERAL DATA ON PRESENT-DAY STATE OF SECONDARY COLLECTORS CONSTRUCTION. THESE ARE SITUATED UNDER SURFACE IN THE HISTORICAL CENTRE OF BRNO. 0.6 KM FROM THE TOTAL PROJECTED LENGTH OF 5.7 KM IS IN OPERATION, 1.2 KM UNDER CONSTRUCTION. THE MINIMUM COVER IS ONLY SOME 2.5 M, THEREFORE MONITORING OF SELECTED PROFILES IS PROVIDED (MEASURING OF EXCAVATION CONVERGENCE, HORIZONTAL AND VERTICAL LINING DEFORMATION IN THE UNDERGROUND AND DETAILED GEODESIC SURVEYING ON THE SURFACE). EXPERIENCE WITH MUNICIPAL ENGINEERING ESTABLISHING IS MENTIONED.

ÚVOD

Článkem bych rád připomněl skutečnost, že od zahájení výstavby sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brna letos v srpnu uplynulo 5 let.

Pro ty, kteří nejsou informováni uvádíme, že jde o akci, v jejímž rámci postupně dochází k obnově technických sítí v centrální části Brna.

Kolektory jsou určeny pro ukládání následujících technických sítí: vodovodu, kanalizace, horkovodu nebo parovodu, elektrických silových kabelů 22 kV a 0,4 kV, sdělovacích kabelů, trakčních kabelů pouliční dráhy, kabelů veřejného osvětlení, kabelové televize a kabelů vlastního vybavení kolektoru. V rámci výstavby kolektorů jsou do kolektoru ukládány rozvody vody a kanalizace, pro ostatní technické sítě jsou připraveny podmínky pro jejich následnou obnovu.

Zájmový prostor zahrnuje jádro města Brna, vymezené ulicemi Husova, Nádražní, Benešova, Divadelní, Rooseveltova, Moravské náměstí, Joštova. V uvedeném území je Generelem sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brna, zpracovaném v letech 1990–1991 v AQUATIS a. s. uvažováno vybudování 5,7 km kolektorů. Trasy kolektorů sledují uliční síť a při jejich realizaci se využívá tunelování v podzemním horizontu.

Kolektory jsou prováděny ražením s využitím NRTM při použití příhradových výtěžných žebířek nebo TH výtěžku s okamžitou aplikací stříkaného betonu. Dosavadní výstavbu provádí SUBTERRA a. s., divize 04–Tišnov. Příčný řez kolektoru je závislý na požadavcích na obsazení konkrétního úseku technickými sítěmi (obr. 2).

Bližší informace o historii výstavby, geologických poměrech, technickém řešení a vlastním provádění byly uveřejněny v časopisu TUNEL 2/94 v článku Prof. ing. Jiřího Bartáka a ing. Františka Dvořáka, který byl věnován výstavbě první trasy kolektoru v historickém jádru města Brna – kolektoru Josefská–Masarykova.

INFORMACE O SOUČASNÉM ROZSAHU VÝSTAVBY

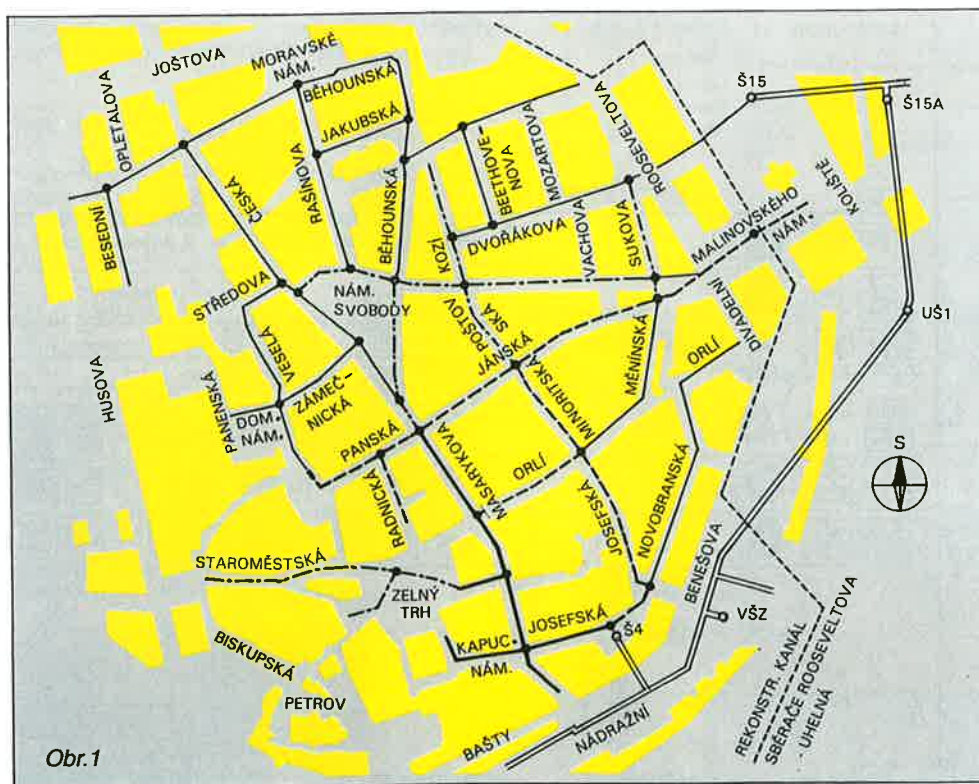
Koncem loňského roku byla ukončena výstavba kolektoru Josefská–Masarykova (1. stavba) a kolektoru na Kapucinském náměstí a v ulici Květinářské (3. stavba), po jejichž předání správci je v provozu prvních 585 m z plánovaných 5,7 km kolektorové sítě v jádru Brna.

Současně probíhá výstavba dalších tras a to:

2. stavba – Kolektor Josefská–Minoritská–Orlí
4. stavba – Kolektor Panská–Radnická

500 m
210 m

SITUACE SEKUNDÁRNÍCH KOLEKTORŮ



Obr. 1

———— SEKUNDÁRNÍ KOLEKTOR V PROVOZU
 - - - - - SEKUNDÁRNÍ KOLEKTOR VE VÝSTAVBĚ
 ······ SEKUNDÁRNÍ KOLEKTOR V PŘÍPRAVĚ

———— PRIMÁRNÍ KOLEKTOR
 - - - - - KANALIZACE ROOSEVELTOVA - UHELNÁ

5. stavba – Kolektor Jánská 190 m
6. stavba – Kolektor Jánská–Malinovského náměstí 305 m
Celkově je ve výstavbě 1 205 m kolektorů.

Z uvedených staveb je ve stadiu dokončení 4. a 5. stavba s předpokládaným termínem uvedení do zkušebního provozu na podzim 1997. Po jejich předání správci se systém sekundárních kolektorů v historickém jádru Brna rozroste o dalších 400 m (obr. 1).

ZAJIŠTĚNÍ OBJEKTŮ V DOSAHU VLIVU RAŽBY

Mimo problémy související s vlastním ražením kolektorů, které jsou vyčerpávajícím způsobem popsány v již zmíněném článku v časopisu TUNEL 2/94, považují za vhodné se zmínit o způsobu zajištění objektů v dosahu výstavby kolektorů.

Ze zkušeností vyplývá, že je nezbytné v předstihu před zahájením prací v podzemí provést dostatečně podrobnou a kvalitní pasportizaci stavu objektů přilehlé zástavby doplněnou fotodokumentací nebo videozáznamem a odsouhlasenou vlastním.

V průběhu výstavby se standardně provádí v předepsaných profilech monitoring. V podzemí se v realizovaném kolektoru provádí konvergenční měření deformací a kontrolní měření sedání obezdívky a na povrchu v nadloží kolektoru nivelační měření bodů osazených na stavebních objektech a terénu v rozsahu předpokládaného poklesového pásma.

V případech, kdy některé objekty v nadloží kolektoru zasahují do poklesového pásma, ve kterém mohou vzniknout deformace přesahující přípustnou hodnotu nerovnoměrného sednutí základů stávající zástavby, jsou navržena odpovídající technická opatření. Účelem těchto opatření je takto ohrožené objekty před vlivem ražby ochránit.

Jedním z takových případů byl Minoritský klášter v ulici Jánské, který vykazoval podle pasportizace před zahájením ražby řadu poruch a kopanými sondami byla potvrzena základová spára obvodových zdí objektu pouze 2 m pod přilehlým terénem.

Zajištění objektu v délce cca 50 m včetně věže kostela sv. Jana bylo provedeno pomocí tuhé stěny ze sloupů provedených tryskovou injektáží, která odclonila podzákladní objektu od poklesového pásma kolektoru. Průměr sloupů byl navržen 0,75 m, délka 5,5 m a vzdálenost mezi sloupy 1,5 m. Injektážní stěna byla vybudována s odsazením asi 1 m od základové konstrukce objektu, takže jeho základy nebyly zabezpečující konstrukcí dotčeny. Práce byly prováděny v prostoru chodníku, ve kterém bylo nutno respektovat uložená kabelová vedení. Umístění vrtů pro tryskovou injektáž v zóně inženýrských sítí vyžadovalo provedení zajištění průchodu vrtu chráničkou osazenou předem do dna rýhy s obnaženými kabelovými vedeními (obr. 3). Práce byly provedeny firmou KELLER s. r. o. Praha. Chování stěny při a po průchodu ražby kolem objektu bylo sledováno inklinometrickým měřením prováděným v měřících výpačnicích osazených ve vybraných 2 sloupech. Měřeními byly zjištěny vodorovné deformace o hodnotách

do 3 mm, které společně s nivelačním měřením pevných bodů osazených v obvodové zdi objektu prokázaly, že nedošlo k pohybům, které by způsobily deformace, přesahující přípustné meze nerovnoměrného sedání.

Kromě objektů v nadloží je věnována pozornost i podzemí, neboť v profilu ulic historického centra Brna se vyskytují kromě inženýrských sítí v hojně míře i sklepní prostory a již známé nebo ty, které jsou objeveny až při ražbě kolektoru. Jejich porušení ražbou by mohlo způsobit poruchy ostění kolektoru, inženýrských sítí v nadloží a poklesy komunikací nebo i přilehlých objektů. Z uvedených důvodů se veškeré podzemní prostory v dosahu ražby staticky zajišťují (obr. 4).

U objevených sklepů následuje jejich vyklizení, neboť obvykle bývají vyplněny zeminou. Po zhodnocení historické hodnoty a technického stavu následuje vhodné zajištění stability. Statické zabezpečení spočívá buď pouze ve vyspárování cihelného zdiva nebo v provedení vrstvy stříkaného betonu vyztuženého ocelovými sítěmi v tloušce určené statickým výpočtem. Za zvláště nepříznivých okolností jsou sklepní prostory vyplněny hubeným betonem.

ZVÝSLEDKŮ MONITORINGU

Ze souboru měřených hodnot stojí za pozornost dva profily v trase kolektoru v Jánské ulici, které byly před zahájením ražby považovány za kritické.

První profil se nachází u věže kostela sv. Jana, kde se trasa kolektoru nachází 3,5 m od základů objektu s hloubkou 2 m. Kolektor má raženou počvu v hloubce 7 m pod terénem, nadloží 4 m a plochu výrubu 8,9 m² při světlem profilu 3,1×3,2 m. Ražba byla prováděna plným profilem. O zajištění objektu v nadloží kolektoru se zmiňuje předchozí odstavce.

Druhý profil je v křižovatce ulic Jánská–Poštovská–Minoritská v místě technické komory TK 108. Ražená počva technické komory je v hloubce 8,5 m pod terénem, nadloží má mocnost 2,5 m a plocha výrubu je 31 m². Ražba byla provedena členěným porubem. Světlé rozměry komory jsou 5,4×4,7 m a délka 9,0 m.

Hodnoty provedených měření v uvedených profilech jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Profil u věže kostela sv. Jana

Konvergenční měření deformací a měření sedání obezdívky. První měření bylo provedeno po realizaci primárního ostění v profilu a dalších 5 měření v průběhu

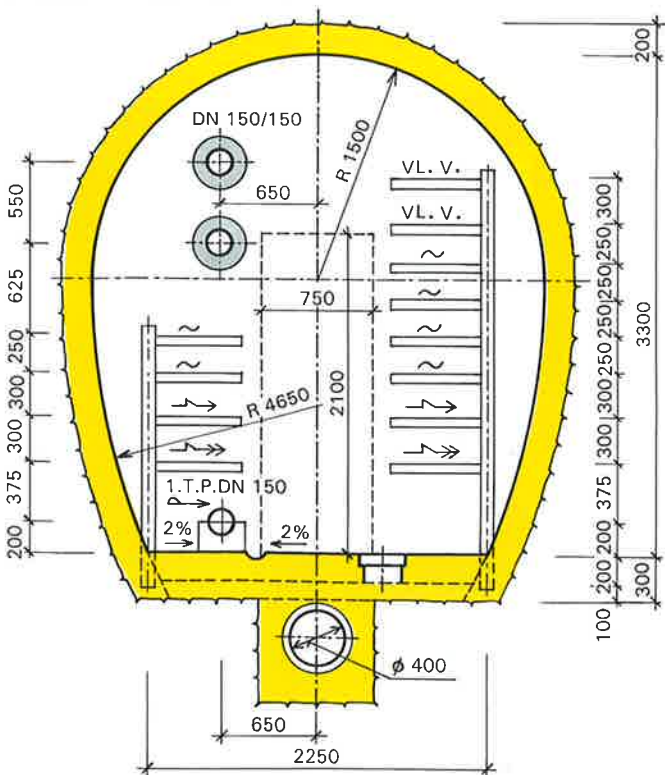
Typ měření	Označení profilu	Označení bodů	Hodnoty v mm
Konvergenční měření deformací obezdívky v patě opěr	KJ-1	1-2	4,00 ²⁾
Kontrolní měření sedání obezdívky v patě opěr	KJ-1	1, 2	3,50 a 2,90 ¹⁾
Inklinometrické měření		IP1	3,0 ²⁾
Nivelační měření pevných bodů na stavebních objektech		NI 501, NI 522	0,1 a 2,8 ¹⁾
Nivelační měření pevných bodů na terénu		HR 2, HR 4, HR 5	0,8 a 2,0 ¹⁾

hu následujících 18 dní v případě prvním a ve druhém až 27 dní v závislosti na tom, zda se jednalo o body v klenbě nebo v opěři.

Inklinometrické měření. První měření týden před průchodem čelby profilem a dalších 5 měření v průběhu následujících 7 měsíců.

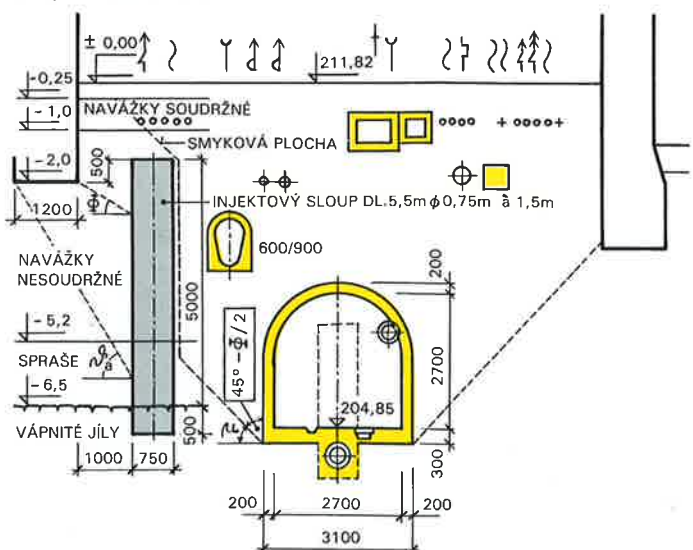
Nivelační měření pevných bodů na povrchu. První měření bylo provedeno v prvním případě 4 v druhém 6 měsíců před provedením ražby v profilu. Poslední měření, které jsou uvedeny v tabulkách, byly provedeny 1 rok po provedení ražeb.

PŘÍČNÝ ŘEZ KOLEKTOREM



Obr. 2

PŘÍČNÝ ŘEZ ULICÍ



Obr. 3

Profil v křižovatce ulic Jánská–Poštovská–Minoritská

Typ měření	Označení profilu	Označení bodů	Hodnoty v mm
Konvergenční měření deformací obezdívky v patě klenby	TK8-I	1–2	14,90 ²⁾
Konvergenční měření deformací obezdívky v patě opěr	TK8-I	1s–2s	12,45 ²⁾
Konvergenční měření deformací obezdívky	TK8-I	2s–1	20,55
Kontrolní měření sedání obezdívky	TK8-I	1s, 2s	7,95 a 12,95 ¹⁾
Nivelační měření pevných bodů na stavebních objektech		NI 504, NI 517	1,0 a 1,3 ¹⁾
Nivelační měření pevných bodů na terénu		NS 2, NS 3, NS 4	12,9, 16,2 a 18,0 ¹⁾

¹⁾ Svislé deformace

²⁾ Vodorovné deformace

Všechny naměřené hodnoty jsou menší než maximální přípustné hodnoty udané statickým výpočtem.

ZKUŠENOSTI S UKLÁDÁNÍM INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ

Při vybavování kolektoru technickými sítěmi byly použity jak běžné materiály a způsoby provedení tak i v našich podmínkách řešení nová.

Za zmínku stojí technické řešení vodovodních a kanalizačních rozvodů v kolektoru.

Vodovod

Již ve fázi projektové přípravy byla věnována velká pozornost výběru nejvhodnějšího materiálu pro vodovodní potrubí a armatury. Pro konečný návrh potrubí bylo provedeno technické a finanční zhodnocení následujících trubních materiálů:

Hlavní vodovodní řady – ocel s vnitřní cementací, nerezová ocel, tvárná litina, sklolaminát – HOBAS, SARPLAST, VERA, KOVONA

Vodovodní přípojky – polyetylén – PIPELIFE, PLASTIKA, DANCO

Po zvážení všech skutečností byly vybrány jako nejvhodnější pro vodovodní potrubí v kolektoru pro hlavní řady trouby sklolaminátové SARPLAST a to především z důvodu velké variability profilů a proto, že potrubí a tvarovky lze vyrábět a upravovat přímo na stavbě podle skutečnosti a odpadá protikorozní ochrana. Pro přípojky byly jako nejvhodnější vybrány polyetylénné trouby PIPELIFE s tvarovkami PLASSON a pro armatury výrobky firmy HAWLE, z nichž především T-kusy s integrovanými šoupátky umožňují úsporné řešení odbočení v omezeném prostoru kolektoru (obr. 5). Prostorové nároky na osazení tvarovek a šoupátek je však nutno znát již ve fázi řešení prostorového uspořádání kolektoru. Potrubí hlavních řadů je ukládáno na betonové bloky s třmeny na podlahu kolektoru, vodovodní přípojky na ocelové konzoly osazené do ostění nebo na betonové bločky na podlahu kolektorové přípojky.

Kanalizace

Uliční stoky – pro potrubí DN 400–800 jsou využívány kameninové trouby tu-

zemské výroby, nad DN 800 je použito potrubí HOBAS. Kanalizace je uložena v podlaze kolektoru s revizními šachtami krytými těsnými poklopy. Nad každou revizní šachtou je proveden prostup DN 300 na terén, krytý poklopem na uzavření prostupů v úrovni terénu, který umožňuje čištění kanalizace. Po nepříznivých zkušenostech s použitím hydrantových poklopů z důvodu průniků srážkové vody do kolektoru, jsou nyní používány těsné poklopy PASSAVANT.

Kanalizační přípojky – materiálem pro přípojky je v případě uložení ve štolě kamenina, v případě ukládání do vrtu potrubí HOBAS, u uličních vpustí sklolaminátové potrubí KOVONA. Spádíště na kanalizačních přípojkách jsou obložena kameninovými deskami.

Z hlediska použití při realizaci prokázaly uvedené materiály vhodnost. Zkušenosti z provozu zatím nelze pro krátké časové období provozu jednoznačně zhodnotit.

POKRAČOVÁNÍ VÝSTAVBY

Investor, Magistrát města Brna – odbor technických sítí, se snaží zajistit kontinuitu ve výstavbě sekundárních kolektorů a připravuje proto výstavbu další části kolektorové sítě. V současné době probíhá územní řízení na tzv. 2. soubor sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brna, 7., 8. a 10. stavba, který zahrnuje stavby kolektorů v ulicích Koblížná, Poštovská, Kozí, Sukova a v části Náměstí Svobody o celkové délce 935 m. Ve fázi zajišťování potřebných podkladů je příprava 18. stavby – Kolektor Zelný trh–Starobrněnská, s kolektorem o délce 360 m.

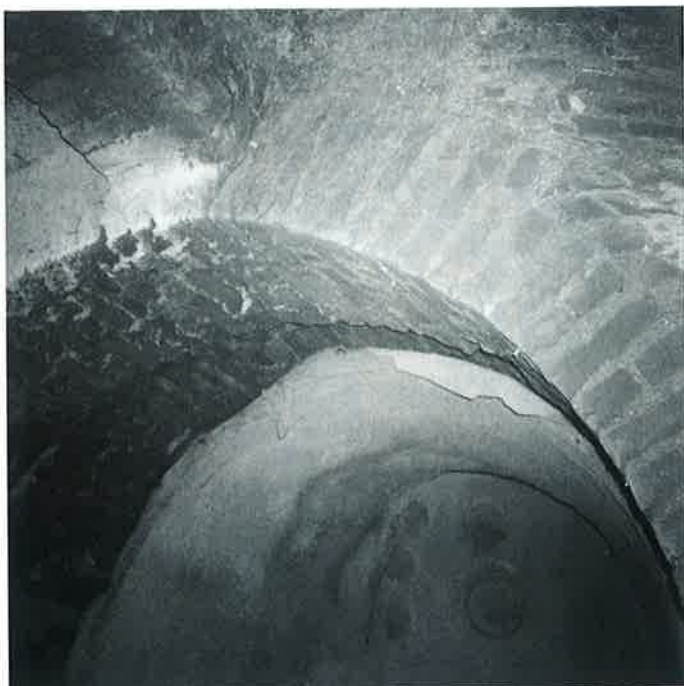
ZÁVĚR

Řešení komplexní obnovy technických sítí pomocí kolektorů plně prokazuje v podmínkách historického centra Brna svoji oprávněnost. Jednoznačně se osvědčila i zvolená technologie – klasická ražba, při které výstavba kolektoru má minimální dopady na povrch území, neboť nedochází k přerušení provozu komunikací pro zásobování ani pro pěší. Přitom je dostatečně přizpůsobivá proměnlivým podmínkám v prostoru dotčeném stavební činností mnoha minulých staletí.

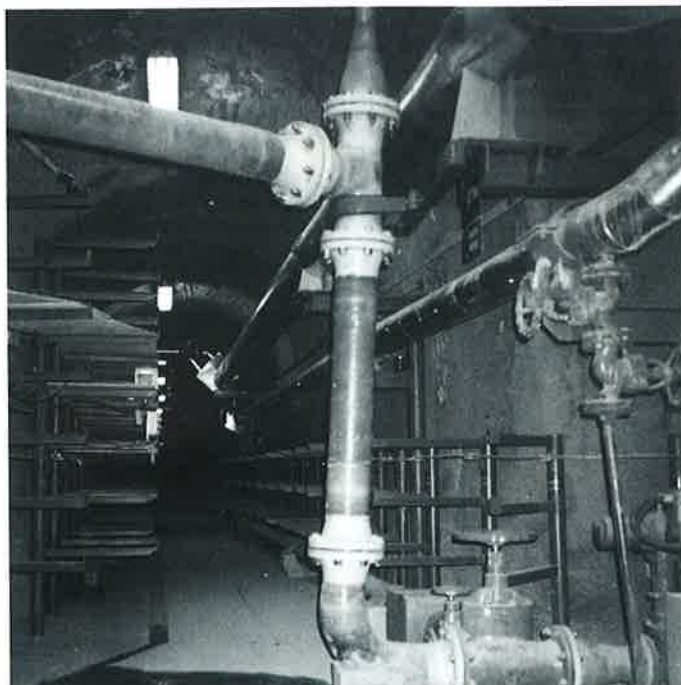
Závěrem děkuji ing. Františku Dvořákovi za konzultace při zpracování tohoto článku.

LITERATURA:

- Tunel 2/94
 Barták, J.: 5. stavba – Kolektor Jánská. SO 5150 – Zabezpečení objektů v nadožl, prováděcí projekt. Praha 1995.
 Barták, J., Chamra, S.: kolektor Masarykova–Josefská. Brno. Statický výpočet ostění. Praha 1992.
 Barták, J., Chamra, S.: 5. stavba – Kolektor Jánská. Technická komora TK 108. Statický výpočet. Praha 1994.
 Židek, V.: 5. stavba – Kolektor Jánská. Konvergenční měření deformací, projekt. Brno 1994.
 Židek, V.: Zpráva o průběhu měření deformací v kolektoru Jánská – 5. stavba. Brno 1995, 1996.
 Mišovec, P.: Správa. Kontrolné inklinometrické merania pri zabezpečení stability objektu kostola sv. Jána v Brne. Bratislava 1996.
 Šumbera, L.: 5. stavba – Kolektor Jánská. Sledování účinků ražby na pozemní objekty. Brno 1997.



Obr. 4 Zajištění sklepa v Panské ulici



Obr. 5 Rozvod vody v kolektoru

TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

KAM SMĚŘUJE STŘÍKANÝ BETON?

Ing. PAVEL POLÁK, METROSTAV A. S. – DIVIZE 5

ÚVOD

Aplikace stříkaného betonu jsou známy zejména v podzemním stavitelství jako součást technologie nové rakouské tunelovací metody. Operativnost použití a rychlý náběh pevnosti stříkaného betonu při ražbách podzemních liniových děl představuje základní přednost vzhledem na možné brzké převzetí zatížení od horninového masivu. Nezanedbatelný je také jeho bezprostřední kontakt s lícem výrobního profilu, který umožňuje přesné zjišťování deformačních projevů nosného spolupůsobícího systému ostění – hornina.

ROZŠÍŘENÍ APLIKACÍ, KONFERENCE

Stříkaný beton však v současné době vykazuje podstatně širší záběr, který je charakterizován extensivním rozvojem též v oblasti sanací betonových konstrukcí, vytvářením skořepinových nepravidelných železobetonových konstrukcí (střechy, bazény ap.), zdokonalením systému pažení stavebních jam a zářezů ale také ku příkladu vytvářením romantických přírodních kulís s umělými kamennými bloky v parcích a zoologických zahradách. Svoji nezaměnitelnost s tradičním monolitickým betonem stvrzuje stříkaný beton kromě svých charakteristických znaků rovněž specializací značného počtu odborných pracovníků a výzkumníků. Kromě prezentování konkrétních výsledků v odborných časopisech jsou pravidelně pořádána symposia a konference se speciálním zaměřením na problematiku stříkaného betonu. Příkladem mohou být pravidelně pořádané konference v Rakousku (zpravidla v Iglu), ve Skandinávii, Švýcarsku a Severní Americe. Závažnost dalšího rozvoje stříkaného betonu je stvrzována trvalou aktivitou pracovní skupiny pro stříkaný beton č. 12 při mezinárodní tunelářské asociaci (ITA – AITES). Kromě toho pracuje také skupina v rámci CEN na formulaci ustanovení nové evropské normy pro stříkaný beton.

MOKRÝ NEBO SUCHÝ ZPŮSOB

Zdánlivě trvalý konflikt mezi výběrem suchého nebo mokrého způsobu nanášení stříkaného betonu nenašel do dnešních dnů žádnou jednoznačnou koncovku. Zdá se také, že obě modifikace obhájí svoje výhody v konkrétních podmínkách provádění i v budoucnu. Zejména s ohledem na stabilitu horninového masivu bude na příklad ve skandinávských zemích převládat mokrý způsob, naopak své místo neztratí zpracování suchou cestou v tunelářských velmocích jako jsou Rakousko, Švýcarsko, Německo či Itálie.

Pro naše geologické poměry se zdá nejvýhodnější uplatňování suchého způsobu při malých jednorázově zpracovávaných množstvích u ražeb štol a malých profilů tunelů (např. kolektory). U větších příčných průřezů tunelů (automobilé, železniční ap.), kde v našich podmínkách mohou být většinou zastíženy horniny s krátkodobou stabilitou výrubu (mnohdy navíc se zvodněnými polohami a poruchovými pásmy) musí být k dispozici pro zřízení primárního ostění suchý způsob nástřiku. Po prvotní stabilizaci a po nástřiku nejmenší možné staticky zdůvodněné vrstvy zabezpečující spolupůsobení může být výhodné další vrstvy primárního ostění nástřikat mokrým způsobem. Při stříkání betonu smíchaného předem s vodou se jeví vhodné používat manipulátory právě vzhledem k váze protékajícího betonu a jeho množství při jednorázovém vystřikání. Minimální množství pro zdůvodnitelné „mokrý umazání“ čerpadla či stříkacího stroje lze rámcově odhadovat minimálně na 15 m³ „mokrýho“ betonu.

TRENDY VE VYSPĚLÝCH ZEMÍCH

Vývoj v oblasti stříkaného betonu jednoznačně směřuje ke komplexnímu zmapování jeho vlastností a k legislativnímu podložení všech základních variant jeho provádění. Cílem je zařadit stříkaný beton na rovnocennou úroveň k tradičnímu monolitickému betonu při dosažení všech předem požadovaných a srovnatelných kvalitativních parametrů.

Značnou překážkou se jeví velké množství vlivů, které vstupují do řetězce realizace včetně individuálních schopností operátora při zacházení se stříkací tryskou. Pomineme-li proces namíchání směsi, který může být kvalitativně na stejné úrovni jako u monolitického betonu, pak možnosti negativního ovlivnění stříkaného betonu přímo na staveništi je velké množství (viz obr. č. 1).

Proto k popsání vlastností stříkaného betonu se přistupuje ve stále širším záběru, který je charakterizován nejen vyšetřováním např. pevnosti v tlaku, v tahu za ohybu ale rovněž se začínají stanovovat i vyšetřovat jeho vlastnosti mající vliv na jeho životnost jako trvalé konstrukce.

Z hlediska zkoušených aplikací stříkaného betonu jsou v zahraničí patrné především tyto modifikace používání betonových směsí:

- suchých prefabrikovaných směsí
- směsí z kameniva s přirozenou vlhkostí se speciálními torkretovacími cementy
- suchá či mokrá směs na trysce s přidáním urychlující či stabilizační přísady zabezpečující řízený průběh tuhnutí

Výhoda použití suché prefabrikované směsi je zejména v garantování předem poměrně přesně daných vlastností nastříkaného betonu. To je možné dosáhnout právě s ohledem na jednoznačnost dodržování receptury a maximální přípustné vlhkosti kameniva. Směs obsahuje již speciální rychlozavazné cementy se sekundovými náběhy tuhnutí. Při použití stačí přidat v trysce vodu. Nevýhodou je zpravidla velká prašnost znesnadňující orientaci operátora v případě dálkového ovládání a požadavek na dobře fungující, výkonné větrání. Také ekonomicky lze tuto variantu provádění jen těžko obhájit oproti dalším zmiňovaným možnostem především při velkých objemech v rámci ražby liniových děl. Výhoda vysoce prefabrikované směsi zůstane u malých objemů stříkaného betonu na příklad při zesilování stávajících železobetonových konstrukcí a také jako nejnepříjemnější havarijní zásoba směsi pro rychlé operativní využití.

Druhý charakteristický příklad namíchání stříkaného betonu představuje používání kameniva s přirozenou vlhkostí a speciálního jemného torkretového cementu (viz článek prof. Klepsatěla „Výstavba železničních tunelů Melk a Wachberg v Rakousku“ v čísle 2/97 časopisu Tunel. Míchání probíhá kontinuálně nad násypkou stříkacích strojů (2 a 3 pro jednu celbu). Vyžaduje relativně složité a objemné zařízení se zásobníky, které lze umístit jen v prostoru kaloty či tunelu velkých rozměrů. Dle osobní zkušenosti mne na tomto pracovišti překvapila velká prašnost při nástřiku, nedostatečně likvidovaná namontovaným větracím systémem. Problémem pro tyto postupy zůstává nutnost namíchání směsi bezprostředně před vystřikáním, požadavek na relativně velký prostor pro míchací zařízení se zásobníky, jeho zřejmě vysoká pořizovací cena, pravděpodobně nemalá poruchovost a zřejmě i značné udržovací náklady. K tomu se mohou přidružit možné problémy při potahování velmi hmotného zařízení po pově při průsaku podzemní či nahromadění technologické vody a při zacpání hadice vedoucí k trysce ap. Také rozdílné jednotkové ceny stříkaného betonu se speciálním cementem oproti standardně vyráběné receptuře přináší pravděpodobně nemalé zvýšení nákladů.

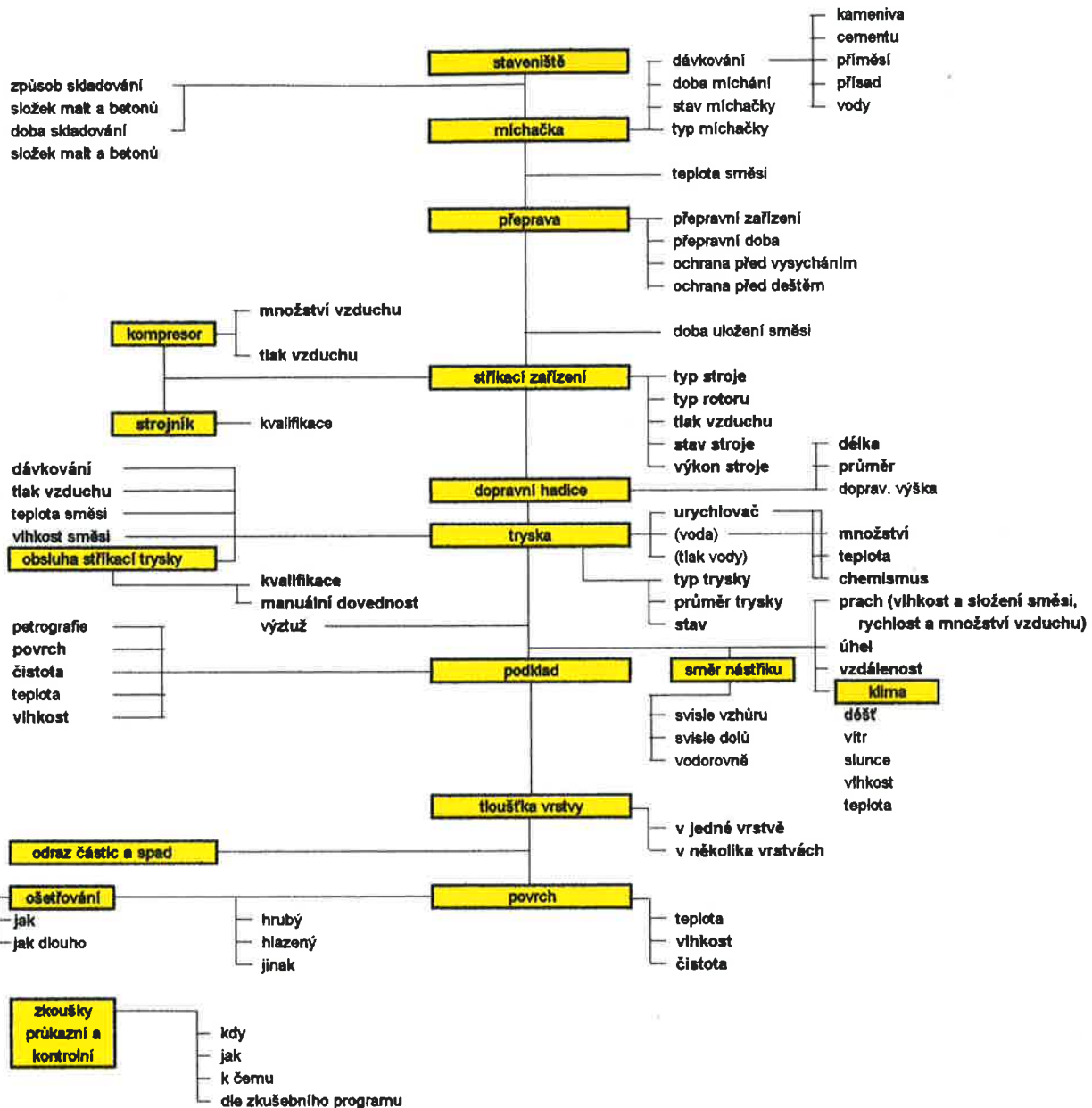
Třetí příklad představuje tradiční přístup se standardními zařízeními dominující v zahraničí i v našich podmínkách. V zahraničí je patrný odklon od používání vysoce alkalických urychlovačů tuhnutí a tvrdnutí, které ještě zvyšují alkalitu betonové směsi a představují hygienicky i ekologicky problém navíc s negativním dopadem na konečnou pevnost stříkaného betonu i zanášení systému drenů vedených v souběhu s podzemním dílem. Nealkalické či mírně alkalické urychlovače nevykazují rychlé minutové nárůsty tuhnutí. Vyvolávají zpravidla slepení částic směsi s okamžitým tixotropním efektem i pro silně nastříkané vrstvy betonu. Oproti vysoce alkalickým přísadám lze dosáhnout také snížení odrazu a spadu jednotlivých částic směsi. Velkou výhodou je, že nemají negativní vliv na 28denní pevnost oproti nulovému betonu a především nejsou hygienicky a ekologicky závadné. K nevýhodám patří zřízení jejich uplatnění při ražbách s velmi krátkou stabilitou výrubu nebo ve zvodněném horninovém prostředí.

ZVÝŠENÉ NÁROKY NA KVALITU

Rozšíření netradičních aplikací i širší uplatnění v rámci výstavby dopravních bezkolizních silničních či železničních tras v průmyslově vyspělých zemích s sebou zákonitě přináší zvýšené nároky na dodržení celé řady přesně daných kvalitativních parametrů v souhrnu garantujících trvanlivost stříkaného betonu po celou dobu životnosti podzemního díla. V této souvislosti byly v rámci rakouské zprávy sestavené universitním Prof. Dipl.-Ing. Dr. Techn. H. G. Jodlem vytypovány znaky či požadavky pro stříkaný beton vysoké životnosti:

- dosáhnout co nejvyšší hutnosti stříkaného betonu
- úplná vodotěsnost není reálná
- je třeba počítat s lokálními vadami
- nelze se vyhnout určitým stínům ve struktuře stříkaného betonu
- používat speciální cementy do chemicky se projevujícího prostředí
- nepoužívat hlinitanové urychlovače tuhnutí
- pro suchý způsob využívat přednostně speciální torkretový cement
- po provedení nástřiku je nutné další ošetření
- základem úspěchu při realizaci jsou moderní strojní sestavy, zruční operátoři a zkušená osádka.

Obr. 1 Vlivy na kvality stříkaných malt a betonů od úrovně stavenišť



ČINNOST PRACOVNÍCH SKUPIN

Při mezinárodní tunelářské asociaci vyvíjí činnost řada pracovních skupin, z nichž číslo 12 bylo přiřazeno skupině zabývající se problematikou stříkaného betonu. Pro uplynulé období do poslední mezinárodní tunelářské konference ve Vídni v dubnu tohoto roku bylo téma vyhrazeno výše zmíněné problematice trvanlivosti stříkaného betonu pro definitivní oštění podzemních děl a definování stávajícího oštění a moderních technologií pro provádění oštění s vysokou životností. Řešení sestávalo ve shrnutí, kompilaci a vydefinování názorů a zkušenosti z příspěvků ze zastoupených zemí. Byly shledány závažnými pro existující i budoucí konstrukce ze stříkaného betonu z hlediska jejich životnosti a maximální trvanlivosti tyto aspekty:

1. Kompletní informace o účincích, kterým bude objekt vystaven
2. Shromáždění všech nutných informací o složení stříkaného betonu, aby bylo možné kvantifikovat parametry odolnosti konstrukce
3. Informace o trvání účinků a pokud je to nutné rozdělení na fáze tohoto procesu
4. Základní návrh a předpoklad životnosti se zahrnutím konkrétních podmínek a provedení konstrukce

Po vlastní identifikaci problému trvanlivosti se jeví jako podstatné definovat parametry odolnosti stříkaného betonu a jejich exaktní otestování současně s popsáním pořadí jejich důležitosti pro konkrétní účinky působení na konstrukci.

Výsledkům činnosti pracovní skupiny pro stříkaný beton bude věnován samostatný článek v některém z příštích čísel tohoto časopisu.

LEGISLATIVNÍ ZÁZEMÍ

Legislativa stříkaného betonu zaznamenala v poslední době největší posun v sousedním Rakousku, kde byly v únoru 1997 nově vydány Rakouským betonářským spolkem Směrnice pro stříkaný beton. Oproti předchozím dvěma dílům těchto směrnic jsou novelizované poznatky shrnuty do 13 přehledně uspořádaných kapitol. Pro větší mezinárodní dosah byly operativně vydány rovněž v anglickém znění. Z hlediska praktického využití lze některé pasáže směrnic rozhodně doporučit pozornosti našich technologů a stavbyvedoucích zabývajících se problematikou stříkaného betonu i v našich mnohdy značně odlišných podmínkách.

STŘÍKANÝ BETON V TUZEMSKU

Stříkaný beton v tuzemsku nezaznamenal v uplynulých letech výrazný rozvoj. Jedním z důvodů je útlum tunelářských prací v hlavním městě nerozvinutím dlouhodobě plánovaných prací na další trase metra. Také investice do tunelů na stále přetíženějších dopravních liniích v České republice nemají z obecně známých důvodů potřebnou dynamiku. Dvoukolejný tunel na trase IVB, tunel na pražské radiále v Brně i tunel Hřebeč reprezentují primárním oštěním ze stříkaného betonu převážný objem prací této operace razícího cyklu. Z aplikací mokrého způsobu většího rozsahu lze jmenovat rekonstrukci oštění železničního tunelu u Blanska.

RECEPTURA PRO STŘÍKANÝ BETON

Právě z důvodů operativního nástřiku, nižší náročnosti na dobu zpracování a v neposlední řadě menší náročnosti na strojní zařízení dominovala v uplynulém období metoda stříkaného betonu prováděná suchým způsobem. Receptura pro stříkaný beton nevybočila ve většině případů ze schématu cement, kamenivo, voda a urychlovač tuhnutí. S ohledem na cenu a snadnost uplatnění převažovalo používání vysoce alkalického tekutého urychlovače Torganit L-02 se všemi negativními technickými i zdravotními dopady. Možnou alternativou při těchto nejlacinějších variantách receptur je výhledově uplatňování tekutých nealkalických urychlovačů. Příkladem může být tuzemský urychlovač CDX 44 (průběh vyvoje pevnosti na obr. 2).

STROJNÍ SESTAVY

Rozvoj strojních sestav a zařízení sestával z velké části z nákupu osvědčených výrobků zahraničních firem jako jsou Aliva, Putzmeister či MBT. Potěšitelné je, že byly nakoupeny i první stroje na mokré stříkání s manipulatory, které v konkrétních podmínkách využívání přinesly snížení pracovní a výrazné zvýšení produktivity a hygieny při práci.

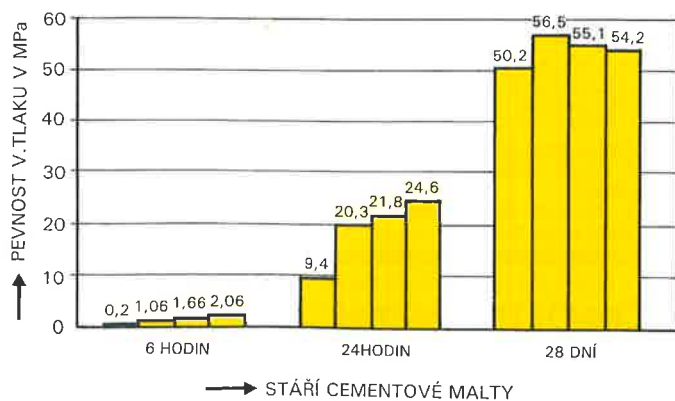
PŘIPRAVOVANÉ TUNELOVANÉ STAVBY A STŘÍKANÝ BETON

Z připravovaných větších staveb se zdá, že největší prioritu má tunelované pokračování od strahovského tunelu tunelem Mrázovka. Je velmi pravděpodobné, že nezávisle na vybraném dodavateli bude ražba probíhat při uplatnění nové rakouské tunelovací metody se stříkaným betonem jako materiálem tvořícím spolu s ocelovou výztuží konstrukci jednotlivých fází primárního ostění. Z hlediska výběru suchého či mokrého způsobu provádění by bylo vhodné směřovat rozhodování na variantní využívání obou možností dle jednotlivých fází nástřiku a zesilování primární skořepiny dílčích výrubů. Lze si jen přát, aby kromě pravděpodobného posunu ve strojním vybavení aplikátora stříkaného betonu, došlo k odladění receptury včetně využití technicky obhajitelných a hygienicky i ekologicky neškodných přísad.

ZÁVĚR

Stříkaný beton je a zůstane i v budoucnu jednou z důležitých položek moderního ražení štol a tunelů. Jeho další rozvoj zaznamenal v posledních letech zrychlené tempo, podpořené nebývalou aktivitou v tunelářsky aktivních a vyspělých zemích světa. Zdá se, že odpovídající rychlost k zahraničnímu vývoji se zatím nepodařilo zařadit v naší republice. Zamýšlení nad vybranou problematikou současného stavu v oblasti stříkaného betonu je nesystemovým příspěvkem ke zvýšení základní informovanosti odborné veřejnosti.

VÝVOJ PEVNOSTI V TLAKU NORMOVÉ CEMENTOVÉ MALTY S URYCHLUJÍCÍ PŘÍSAĐOU CDX44



1. SLOUPEC - 0% VÁHY CDX44 K VÁZE CEMENTU
2. SLOUPEC - 6% VÁHY CDX44 K VÁZE CEMENTU
3. SLOUPEC - 8% VÁHY CDX44 K VÁZE CEMENTU
4. SLOUPEC - 10% VÁHY CDX44 K VÁZE CEMENTU

Obr. 2

Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ ZAJINTERESOVANÝCH DO PODZEMNÍCH STAVEB

CO JE NOVÉHO V OBLASTI NO-DIG TECHNOLOGIÍ

Doc. ing. IVO VÁVRA, CSc., PŘEDSEDA ČESKÉ SPOLEČNOSTI PRO BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE

Současný světový vývoj v oblasti bezvýkopových technologií (BT) lze nejlépe sledovat na mezinárodních NO-DIG konferencích, pořádaných mezinárodní společností pro bezvýkopové technologie – ISTT. Letošní NO-DIG 97 se konala v italském Janově ve dnech 21.–24. dubna 1997.

První den bylo otevřeno jednání konference zahajovacími projevy. Úvodní přednáška prvního bloku A „Utility Management“ poukázala na to, že znalosti moderního simulačního a hydraulického modelování jsou nezbytným předpokladem pro určování priorit při rekonstrukcích sítí bezvýkopovými metodami. Přednášející uvedl simulační model fy. Saster, který umí vybrat vhodný matematický model pro výběr optimální metody rekonstrukce podzemních sítí. V druhé přednášce byla popsána rekonstrukce hlavního kanalizačního sběrače, odvodňujícího emerskou oblast. Při ní se použila metoda protlačování dlouhých úseků trub s několika oblouky v trase. Rekonstrukce vodovodního a kanalizačního systému estonského města Talin byla předmětem další přednášky. Zkušenosti fy. Telcom Italia s použitím NO-DIG technologií při instalaci telekomunikačních sítí přednesl pan F. Roscini. Uvedl cenové porovnání jednotlivých bezvýkopových technologií s ukládáním kabelů do otevřených výkopů, které prokazuje výhodnost použití BT pro pokládku kabelů menších profilů. Telcom Italia vykazuje velký nárůst v používání BT zejména v posledních dvou letech.

V odpoledních hodinách bylo zahájeno zasedání v sekci B Microtunnelling / Pipe Jacking. V úvodu byla uvedena analýza provádění mikrotunelování v nesoudržných zeminách. Porovnání dat získaných při polních měřeních pro mikrotunelování velkého profilu uvedl další přednášející. Zejména se jednalo o určení stupně obtížnosti těchto prací v závislosti na typu zeminy. Autoři uvedli pojem specifické energie potřebné k vrtání jako měřítka vhodného k rozřídění hornin pro tyto účely. Současný vývoj protlačování v oblouku popsal kolektiv přednášejících z Japonska. Nejprve poukázali na to, že minimální dosažitelný poloměr oblouku při protlačování t.j. padesátinásobek jmenovité světlosti potrubí již dnes patří minulosti. Díky nové metodě „J Curve“ lze dnes jít na 12,5 násobek jmenovité světlosti. O použití mikrotunelování ve složitých geologických podmínkách v oblasti Monte Castello d'Orlando promluvil přednášející z Itálie. V pozdních odpoledních hodinách pak následoval Workshop na téma mikrotunelování v oblouku, který byl čistě japonskou záležitostí.

Ve středu 23. dubna začalo zasedání v sekci C „Directional Drilling“ přednáškou o pokládání dlouhého plynovodního polyetylenového potrubí pomocí řízeného vrtání. Použití řízeného vodorovného vrtání pro instalaci kabelových sběračů pod hladinou moře věnovali pozornost další přednášející ze Singapuru. Popsali postup při pokládce celkem šesti chrániček DN 315 mm a čtyř chrániček pro kabely DN 110 mm. Provedení podchodu kanálu Candido dvěma plynovody profilů 16 a 24 palců technologií horizontálního řízeného vrtání bylo obsahem další přednášky. Pro vyloučení chyb při vrtání byl využit počítač. Další přednáška byla zaměřena na to, jak předběžný geologický a geofyzikální průzkum umožňuje upřesnit dvourozměrný model terénu v místě vrtání.

Následující blok D „Rehabilitation“ byl zahájen přednáškou o příspěvkem radarového průzkumu k aplikacím NO-DIG technologií. V roce 1987 zřídil Telcom Italia tým, který měl zpracovat návrhy na využití bezvýkopových technologií v oblasti pokládky kabelů. Byl vyvinut radarový systém RIS, který kromě mapování stavu v podzemí umožňuje i klasifikovat zeminy z hlediska vrtatelnosti. V další přednášce byly popsány zkušenosti ze zatahování nebo zatlačování ocelových a PVC trub při zmenšení původního průměru potrubí v hustě obydlené oblasti Milána. Poslední přednáška tohoto bloku byla věnována vysvětlení zásad používání zcela nové a velmi úsporné metody při které se pro rekonstrukce potrubím vkládáním trub nových používají konvenční slabostěnné PE trouby, které se přímo na stavbě zdeformují speciálními zařízeními. Postup odzkoušený pro renovaci tlakových potrubí by mohl v budoucnu značně zlevnit tuto technologii, takže by se stala konkurenceschopnou s jinými postupy určenými pro opravy potrubí.

Odpoledne následovalo jednání v sekci E „Rehabilitation“, která obsahem navazovala na sekci D. První přednáška se týkala zkušeností s využitím No-DIG technologií v italských historických městech. Jednalo se o rekonstrukce plynovodu a vodovodů v Římě, Sieně, Veroně, Padově, Arezzo a Janově. Další příspěvek se zabýval aspekty, které je nutno uvážit při výběru optimální metody pro pokládku podzemního vedení v městských podmínkách. Do úvahy byly vzaty nejen technické a ekonomické aspekty, ale i otázky ochrany životního prostředí. Rekonstrukci velkého vodovodního přívadče zásobujícího město NICE na francouzské Riviéře popsal další přednášející. Použilo se vkládání nových sklolaminátových trub spojených přesuvkami DN 1800 do staré zděné galerie. V poslední přednášce bylo uvedeno použití zatahování slabostěnného polyetylenového potrubí k rekonstrukci vodovodu o malém DN. K zmenšení profilu zatahovaného potrubí se používá protahování vyšší zatahovací silou přes mechanické redukční zařízení.

Čtvrtek 24. dubna byl věnován praktickým ukázkám bezvýkopových technologií na stavbách v okolí Janova. Před polednem pak započala jednání v sekci F kte-

rou jsem řídil já. Jako první byla zařazena přednáška věnovaná vývoji metody geofyzikálního průzkumu pomocí šíření seizmických vln a aplikaci této metody v zastavěném území. Televizní inspekci potrubí se zabývala další přednáška. V roce 1994 byl vyvinut nový inspekční systém IIBAK, který byl použit již pro více než 20 000 prohlídek domovních přípojek. Televizní systém je podle přednášejícího schopen operovat v uličních rozvodech profilu 200–1 000 mm a odtud proniknout do domovních přípojek profilu 100–200 mm na vzdálenost až 33 m. Následující přednáška byla věnována vylepšení vizuální inspekce potrubí pomocí televizní kamery. Byly uvedeny algoritmy pro převod obrazu potrubí snímaného kamerou mimo jeho osu. Další přednášející vysvětlil postup monitoringu potrubí pomocí měřeného elektrického odporu a protahováním inteligentní sondy potrubím. Tímto postupem byla získána rozsáhlá sada dat o závadách na ocelovém plynárenském potrubí, které tak bylo možno statisticky zpracovat.

V odpoledních hodinách bylo zahájeno závěrečné jednání v sekci G „Research“. Nejprve zazněl referát o zkoumání vazko-elastických vlastností polyetylenových trub při vysokých teplotách. Vazko-elastický model chování materiálu byl diskutován s výsledky, získanými při laboratorních pokusech. V dalším příspěvku bylo uvedeno využití přenosu ultrasonického signálu vodním prostředím pro potřeby mikrotunelování. Tento postup byl použit pro mikrotunelovací systém Uncemole. Ve třetí přednášce byly zřehledněny možnosti vylepšení mechanizmu bentonitového štítu pro různorodé geologické podmínky za účelem rozšíření okruhu jeho aplikací. Popsanými opatřeními se podařilo zvýšit životnost štítu a jeho opravitelnost. V poslední přednášce přednášející popsal vlastnosti polyetylénu nové generace PE 100 použitelného pro relining. Tento materiál má zvýšenou dlouhodobou odolnost proti vnitřnímu přetlaku a lomu. Tím přináší nové možnosti při použití pro NO-DIG technologie. Po tomto bloku následovalo slavnostní uzavření jednání konference.



ITALIAN ASSOCIATION FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY



INTERNATIONAL SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY



14th international

NO-DIG '97

STUDIJNÍ CESTA TUNELOVÉ SEKCE SILNIČNÍ SPOLEČNOSTI DO ŠVÝCARSKA

V souladu s ročním plánem činnosti, s významným podílem pomoci společnosti Amberg Engineering a. s., organizovala tunelová sekce Silniční společnosti ve dnech 16.–18. 5. 1997 studijní cestu do Švýcarska. Studijní cesty se zúčastnilo celkem 10 členů tunelové sekce, pracovníků ŘSaD, TSK Praha a inženýrských a dodavatelských společností včetně předsedy tunelové sekce prof. ing. Jiřího Bartáka, DrSc.

Základním posláním studijní cesty bylo v průběhu prvního dne seznámení účastníků se stavbou tunelového úseku Pomy dálnice N1 úseku Bern–Geneva a v průběhu druhého dne návštěva, předvedení a diskuse o činnosti řídicího střediska silniční dopravy kantonu Zürich. Podrobné informace z návštěvy obou pracovišť jsou publikovány v č. 9 časopisu Silniční obzor.

Na lokalitě tunelu Pomy byla účastníkům studijní cesty umožněna návštěva stavby v okamžiku dokončení ražby druhé tunelové trouby dl. 2 623 m prováděné razicími stroji průměru 11,71 m za období necelých 9 měsíců včetně možné konstrukce panelové obezdrívky tunelu a konstrukce vozovky tunelu zřizované na pracovišti uvnitř závěsu razicího stroje ve vzdálenosti 50 m od hlavy razicího stroje. V první tunelové troubě, jejíž ražba byla dokončena v roce 1996, byli účastníci seznámeni s technickým řešením a prováděním definitivních konstrukcí tunelu v okamžiku jeho provedení v rozsahu zhruba dvou třetin délky tunelové trouby.

Činnost regionálního střediska integrovaného monitorování a řízení silniční dopravy dopravní policií na hlavní silniční síti kantonu Zürich se zvláštním zaměřením na monitorování a řízení dopravního proudu v pěti tunelových úsecích aglomerace města Zürich přinesla účastníkům zájmu, kromě podrobných odborných informací, zejména podněty k rozvahám o event. úpravách dosavadních koncepcí zaměření a vybavování obdobných středisek řízení silničního provozu na našem území.

Event. další informace získané v obou částech studijní cesty, doplňující odkazované publikování informací ze studijní cesty je možno získat také prostřednictvím účastníků cesty, členů ČTuK prof. J. Bartáka, DrSc., ing. P. Přibyla, CSc., ing. J. Smolíka.

Jiří Smolík, sekretář tunelové sekce.

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ ITA/AITES

XXIII. VÝROČNÍ SHROMÁŽDĚNÍ ITA/AITES – VÍDEŇ '97

Valné Shromáždění Mezinárodní tunelářské asociace se konalo v rámci Vídeňského kongresu za účasti 38 z 45 národních členských organizací. Chyběli Alžírsko, Saudská Arábie, Indie, Island, Lesotho, Nový Zéland a Venezuela.

Asociace přijala na svém zasedání dva nové členské státy – Bulharsko a Slovinsko a 50 nových přidružených členů (7 kolektivních a 43 individuálních). Celkový počet členů je dnes následující:

– 45 členských států:

JAR, SRN, Austrálie, Rakousko, Belgie, Brazílie, Bulharsko, Kanada, Čína, Kolumbie, Korea, Chorvatsko, Dánsko, Egypt, Španělsko, USA, Finsko, Francie, Řecko, Maďarsko, Itálie, Japonsko, Maroko, Mexiko, Norsko, Holandsko, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, VB, Rusko, Slovensko, Slovinsko, Švédsko, Švýcarsko, ČR, Thajsko, Turecko, Alžírsko, Saudská Arábie, Indie, Island, Lesotho, Nový Zéland, Venezuela.

– 250 přidružených členů (86 kolektivních a 164 individuálních)

Do Výkonného výboru byl zvolen na uvolněné místo zástupce Brazílie pan A. Assis.

Nový Výkonný výbor (Executive Council) má tyto členy:

		pro funkční období do	
		1998	
S. Pelizza	Itálie	prezident	1998
A. M. Muir Wood	VB	čestný prezident	
Z. Eisenstein	Kanada	minulý prezident	1998
S. Kuwahara	Japonsko	vice-prezident	1998
W. De Lathauwer	Belgie	vice-prezident	1998
R. Robbins	USA	minulý vice-prezident	1998
M. Serrano	Španělsko	minulý vice-prezident	1998
J. P. Godard	Francie		1998
A. Haack	SRN		1998
J. Hess	ČR		1999
K. Sorbråten	Norsko		2000
A. Assis	Brazílie		2000
J. McKelvey	JAR		2000
C. Berenguier		generální sekretář	1999

Seznam členů Výkonného výboru, členských států a přidružených členů je pravidelně publikován v časopisu „Tunnelling and Underground Space Technology“, který vychází již dvanáctý rok. Zabývá se tunelářskou problematikou z celého světa, v tomto roce se zvláštním zaměřením na projekty jižní polokoule a na ponořené a plovcové tunely.

Valné Shromáždění potvrdilo vznik dalšího časopisu TRIBUNE s podtitulkem „ITA Newsletter“. Je určen členům a členským organizacím ITA, jakož i všem odborníkům zainteresovaným v podzemním stavitelství. TRIBUNE bude publikovat zejména zprávy o činnosti členských subjektů ITA. Pro začátek bude vycházet 4x ročně.

V rámci Vídeňského kongresu se uskutečnilo jednání otevřené sekce ITA, která byla letos zasvěcena výběru tunelářských metod. Bylo předneseno 11 výtečných příspěvků z 8 zemí (vč. ČR – ing. Zelenka: Volba varianty pro ražení dvojkolejného tunelu na trase IV.B metra – red.). Rozpravu vedli tři experti ITA, Z. Eisenstein, R. J. Robbins a A. Ravlo.

ITA aktivně spolupracuje se Spojenými národy. Účastnila se nebo podílela na organizaci světových akcí jako konference Habitat II v Istanbulu, dvou odborných rozprav o problematice nákladů a kritérií výběru TBM spolu s organizací ECOSOC a s UNESCO zkoumala další možnosti kooperace. Také rozvíjí vztahy s Evropskou unií, zejména v rámci jejího výzkumného programu a Evropskou bankou pro výzkum a rozvoj (BERD).

ITA dále upevňuje dobré vztahy se „sesterskými organizacemi“, zvláště se Světovou silniční asociací (PIARC) a Mezinárodní společností pro mechaniku hornin (ISTT), s níž má vytvořit společnou pracovní skupinu (Joint WG) při konferenci GEO ENG 2000 v Austrálii. ITA bude spolusponzorem této mezinárodní konference spolu s ISRM, ISSMFE, IAEG a dalšími.

Příští valná shromáždění ITA se konají:

1998, 25.–30. duben, Sao Paulo – Brazílie (v rámci kongresu „Tunnels and Metropolitanities“)

1999, 29. 5.–3. červen, Oslo – Norsko (v rámci kongresu „Underground Construction for the Future“)

2000, duben, Durban, Johannesburg nebo Sun City (Jižní Afrika)

Z ČINNOSTI PRACOVNÍCH SKUPIN WG ITA/AITES

WG2: VÝZKUM

Animátor: Y. Leblais (Francie), zást. Y. Takano (Jap.), za ČTuK ing. Pavel Přibyl, CSc. Skupina pracuje převážně na dvou studiích: sedání vlivem tunelování a segmentové ostění ze železobetonu.

Protože poslední diskuze o sedání proběhly na minulých dvou schůzkách, dokončení týkající se této problematiky budou moci být publikována až na podzim a koncepní zásady ukončeny v Sao Paulo.

Pokračují další tři studie:

- průzkum geologických metod
- aseismická koncepce projektu tunelů
- uplatnění teorie „fuzzy logus“ při ražení tunelů

WG3: ZAKÁZKOVÁ PRAXE

Animátor: A. Huse (Francie), zást. W. Maarteens (JAR), za ČTuK ing. Ermín Stehlík

Byly ukončeny dva dokumenty:

- soubor zvláštních podmínek před zahrnutím do Red Book FIDIC
- text udávající stanovisko WG ve sporných rozhodnutích, který bude brzy publikován

Výchozí materiály k oběma tématům byly zpracovány a první návrhy se diskutují (z oblasti nabídek TBM)

WG4: PODZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ

Animátor: A. Nordmark (Švédsko), zást. D. Peila (Itálie), za ČTuK ing. Václav Valeš

Skupina se soustřeďuje na projekty přinázející další využití podzemních prostor. V současnosti jsou na pořadu následující oblasti:

- ukončování závěrů studie o protipožární bezpečnosti
- zpráva o plánování a mapování podzemních prostor
- podzemní vodárny a vodojemy
- přístupové cesty k podzemním zařízením – koncepční aspekty snadného přístupu

Po přijetí dvou nových zástupců z Rakouska a Koree má skupina 26 národních členů.

WG5: ZDRAVÍ A BEZPEČNOST

Animátor: D. Lachel (USA), zást. M. Bandmann (SRN)

Tématem tohoto roku bylo „Výcvik v oblasti bezpečnosti pro podzemní projekty“. Členové diskutovali požadavky na výcvik v jejich zemích a návrh programu, který by mohla ITA doporučovat.

WG6: ÚDRŽBA A OPRAVY

Animátor: J. Richards (JAR), zást. R. Machon (SRN)

Skupina dokončila práci významnou pro přípravu studijní zprávy o průsacích vody tunelovým ostěním a účinnosti materiálů na opravy.

Skupina se soustřeďuje na ukončení této zprávy.

WG11: PONOŘENÉ A PLOVOUCÍ TUNELY

Animátor: A. Gursoy (USA), zást. J. Saveur (Holandsko)

Skupina úspěšně publikovala již druhé vydání zprávy o 278 str. zachycující současnost stavu oboru. Jako zvláštní výtisk bude vydána novelizovaná verze z r. 1993 rozšířená o 4 nové kapitoly (rozbory vlivu prostředí, rizik, seismiky a doprava dílů ponořených tunelů)

WG12: UŽITÍ STŘÍKANÉHO BETONU V TUNELÁŘSTVÍ

Animátor: T. Franzen (Švédsko), zást. K. Ono (Japonsko), za ČTuK ing. Pavel Polák

Delegáti diskutovali současně a budoucí aktivity skupiny, které se budou soustřeďovat na využití stříkaného betonu pro definitivní ostění, na zkušenosti z provádění a na tvorbu databáze všech informací získaných z dosud provedených ostění ze stříkaného betonu.

WG13: PŘÍMÉ A NEPŘÍMÉ VÝHODY PODZEMNÍCH STAVEB

Animátor: R. Sterling (USA), zást. C. Dochy (Belgie), za ČTuK ing. František Polák

Současná práce skupiny spočívá v rozboru odpovědi z dotazníku, týkajících se volby podzemních či povrchových městských dopravních systémů.

V této souvislosti skupina navázala spojení s Mezinárodní unií pro veřejnou dopravu (UIPT). Očekává, že předběžnou zprávu vypracuje v příštím roce. Skupina dále připravila první verzi slovníku termínů vztahujících se k její činnosti.

WG14: MECHANIZOVANÉ TUNELOVÁNÍ

Animátor: N. Mitsuta (Japonsko), zást. W. Dietz (SRN), za ČTuK ing. Jiří Mosler

Skupina připravuje v současnosti „Doporučení pro výběr razících mechanismů“. K urychlení tohoto dokumentu účastníci rozhodli, aby hlavním tématem byl rozbor funkcí razících mechanismů doplněný jen základním popisem řezné hlavy a systému výstroje.

WG15: TUNELY A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Animátor: J. Perez Cerezo Flores (Španělsko), za ČTuK ing. Richard Šňupárek, CSc.

V prvním roce existence se skupina soustředila na analýzu state-of-the-art vztahu podzemních děl a životního prostředí, založenou na anketě rozeslané členům ITA. Význam tohoto rozboru spočívá v tom, že poprvé shrne praktické závěry z této tematiky. Tyto závěry vyjadřují názory z různých hledisek těch, kteří pracují v oblasti podzemních staveb.

První rok byl také zasvěcen výběru rámcových studií, které vytvoří základ rozborům pro činnost skupiny v dalším roce.

WG16: KVALITA

Animátor: L. Casati (Itálie), za ČTuK ing. Jiří Bělohav

Ve snaze o dosažení vyšší kvality podzemních staveb tato nová skupina připravuje zprávy o normách, standardech, předpisech (sběr informací), rozboru a doporučení (po projednání ve skupině).

Skupina předpokládá dospět k závěrům do tří let.

Podle tiskového komuniké zpracoval ing. Karel Matzner

PODZEMNÍ STAVBY V MODERNÍ INFRASTRUKTUŘE

Pod tímto názvem se koná v termínu 7.–9. června 1998 ve Stockholmu mezinárodní kongres sponzorovaný ITA/AITES a ISRM.

Příhlášku příspěvku ve formě krátkého abstraktu (1/2 – 1 str.) v angličtině je nutno zaslat nejpozději do 1. září t. r. prostřednictvím sekretariátu ČTuK, kde obdržíte i další informace.

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

ZE ZASEDÁNÍ PŘEDSEDNICTVA

Předsednictvo na jednání 14. 5. 1997 vzalo na vědomí zprávy

- o stavu přípravy konference PS '97
- o statusu a propagaci Inženýrské kanceláře ČTuK
- o výsledku hospodaření za rok 1996
- o změnách v členské základně a placení příspěvků
- o úpravách rozpočtu na rok 1997
- o rozvoji styků s ostatními odborně příbuznými společnostmi
- o jednání výkonného výboru ITA/AITES ve Vídni

Dále odsouhlasilo úhradu pobytu čestného hosta konference paní Flores ze Španělska, přijalo nabídku firmy Pohl na uspořádání příštího VS ČTuK v Roztokách a pověřilo pana prof. ing. Trávníčka, CSc., aby zastupoval ČTuK ve výběrové komisi Světového kongresu ITA/AITES 1998 v Oslo.

ZÁPIS Z JEDNÁNÍ VALNÉHO SHROMÁŽDĚNÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES, KTERÉ SE KONALO DNE 21. 5. 1997 V BLANSKU

Přítomni: dle prezenční listiny: 42 delegátů z 26 členských organizací a 5 individ. členů

Omluveni: 3 členské organizace a 3 individ. členi

Program: rozeslán spolu s pozvánkou

Účastníci obdrželi písemné materiály k jednání:

- statut inženýrské kanceláře ČTuK
- stav úhrady poplatků a příspěvků 1996 k 16. 5. 1997
- zpřesněný rozpočet na rok 1997
- zápis z 1. koordinační schůzky zástupců profesních společností zabývajících se problematikou zemního a horninového prostředí a jeho využíváním
- kalendář akcí ITA/AITES 1997/98

1. PŘIVÍTÁNÍ DELEGÁTŮ

Delegáty přivítal předseda Komitétu ing. Jindřich Hess, za hostitelskou organizaci ŽS Brno ing. František Ledabyl, obchodní ředitel a ing. Jan Klíma, ředitel divize I. S.

2. ZPRÁVA PŘEDSEDY KOMITÉTU

21. Informace z jednání předsednictva.

V mezidobí od minulého valného shromáždění zasedalo předsednictvo 20. 2. a 14. 5. 1997. Vydalo Programové prohlášení pro příští funkční období do roku 2000, které bylo všem členům rozesláno. Oblasti činnosti Komitétu byly rozděleny mezi členy předsednictva (viz. příloha).

Předsednictvo projednalo účetní závěrku roku 1996, rozpočet na rok 1997 a stav úhrady členských poplatků a příspěvků. Rozhodlo o uspořádání koordinační schůzky odborných společností, zabývajících se problematikou podzemního stavitelství. Podrobně se zabývalo stavem přípravy Konference PS '97 a projednalo koncepci a Statut inženýrské kanceláře. Příští zasedání plánuje společně s přípravným výborem Konference PS '97.

22. Světový kongres ITA/AITES 1997 ve Vídni.

Ing. Hess referoval o průběhu zasedání Výkonného výboru a Valného shromáždění ITA/AITES. Vysoká účast delegátů z ČR a SR měla příznivý ohlas. Do ITA byli přijati dva noví členové – Slovinsko a Bulharsko, celkový počet je 45 členských národů.

Dále vyzval přítomné delegáty k větší aktivitě v uplatňování příspěvků na kongresy a konference ITA/AITES (aktuální je Sao Paulo a Stockholm) a v zaslání vhodných příspěvků do časopisu TRIBUNE a TuST.

Příspěvky se zasílají cestou sekretariátu ČTK.

3. ZPRÁVU O PŘÍPRAVĚ KONFERENCE PS '97

přednesl ing. Romancov. Informoval, že proběhla uzávěrka příspěvků, předaných do tisku Sborníku v celkovém počtu 64, z toho 31 témat bylo vybráno k přednesu. V současné době se dává do tisku i brožura s podrobným programem konference a s konečnou přihláškou. Konferenci zajišťuje Přípravný výběr ČTuK a organizaci odborná agentura.

4. STATUT INŽENÝRSKÉ KANCELÁŘE ČTuK ITA/AITES

O zřízení statutu IK referoval sekretář ČTuK a zdůraznil význam všestranné propagace jejího ustavení. Valné shromáždění vzalo Statut bez připomínek na vědomí.

5. ZMĚNY V ČLENSKÉ ZÁKLADNĚ

Sekretář podal informaci o žádostech o změnu v zařazení organizací, o ukončení či vzniku členství a návrh na zrušení členství organizací, které nevyhovovaly své finanční závazky za rok 1996 s tím, že dlužné částky budou dále vymáhány.

Závěr:

Valné shromáždění bere na vědomí:

- zrušení členství organizací: Brněnské komunikace a. s., Pragis holding s. r. o.,

- Mikrotunelování s. r. o., Kloknerův ústav ČVUT
- změnu skupiny členských organizací Interprojekt a Carbotech Bohemia
- přijetí za individuální členy
- ing. Tomáš Krzák
- ing. Martin Srb

Závěr: stav kolektivních členů 37, stav individuálních 21.

6. ZPRÁVU O HOSPODÁŘSKÉM VÝSLEDKU ZA ROK 1996 A SCHVÁLENÍ AKTUALIZACE ROZPOČTU NA ROK 1997

přednesl ing. Doubek. Po vyrovnání závazků vůči Metrostavu byl stav účtu ČTuK 309 150,34 a pokladni hotovost 19 396,40 Kč.

Rozpočet na rok 1997 byl aktualizován po výsledku roku 1996 jako vyrovnání s příjmy a výdaji ve výši 3 100 000 Kč.

Valné shromáždění vzalo zprávu o hospodářském výsledku na vědomí a návrh rozpočtu schválilo bez připomínek.

7. ROZVOJ STYKŮ S OSTATNÍMI ODBORNĚ PŘÍBUZNÝMI SPOLEČNOSTMI

Prof. Aldorf stýkal o iniciativě ČTuK a SG-Geotechnika v oblasti koordinace a vzájemné informovanosti odborných společností. První jednání proběhlo ve smyslu zápisu, který přítomní delegáti obdrželi. Další jednání je plánováno v závěru roku.

8. RŮZNÉ

Ing. Romancov: Slovenský tunelářský komitét nabízí spolupráci při cestě na konferenci ve Stockholmu. VS ocenilo iniciativu STK při kongresu ve Vídni a sekretariát ČTuK odešle poděkování.

Ing. Pohl: nabízí uspořádání příštího VS v Roztokách, což ČTuK s díky přijímá. Dále zve členské organizace k účasti ve fotbalovém turnaji tunelářů, který pořádá 5. 6. 1997.

Na příštím VS, které se bude konat po Konferenci PS '97 (vhodný termín bude stanoven později), se doporučuje obohatit program o aktuální informace, např. o zásobníku plynu Příbram.

Ing. Přibyl, ing. Sochůrek: doporučují využít k propagaci Inženýrské kanceláře ČTuK internetu. Záležitost za předsednictvo dojedná a bude dále sledovat ing. Novotný.

Ing. Klíma, ing. Mottl: podali informace o tunelech Koridoru a pozvali účastníky VS na exkurzi.

Byl přijat návrh z pléna, aby pro zkratku Českého tunelářského komitétu se neužívalo ČTK, ale např. ČTuK.

Rozdělení oblasti činnosti ČTuK ITA/AITES mezi členy předsednictva (schváleno na zasedání 20. 2. 1997):

Hess	koncepce a koordinace ČTuK, styk se sekretariátem ITA/AITES a přenos informací do ČTuK
Barták	činnost Inženýrské kanceláře a předseda přípravného výboru PS '97
Aldorf	styk se společnostmi zainteresovanými v problematice podzemního stavitelství, podmiňujících a navazujících vědních oborů a s vysokoskolovými pracovišti
Doubek	problematika členství v ČTuK a ekonomika ČTuK
Novotný	zástupce předsednictva v RR „Tunel“ a propagace ČTuK
Trávníček	vědeckotechnické otázky, vývoj ve světě, výběr a přenos informací do ČTuK
Valeš	práce WG a jejich publicita v ČTuK

Zapsal: ing. Karel Matzner
Ověřil: ing. Jindřich Hess

ZPRAVODAJSTVO ZO SLOVENSKEHO TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU

Z ČINNOSTI SLOVENSKEHO TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU

Aktuální činnost v STK v súčasnom období (2–3 štvrtroka 1997) je usmernená 3 dominantnými témami.

Prvou bolo rozhodne uskutočnenie Svetového tunelárskeho kongresu v neďalekej Viedni. Naším cieľom bolo umožniť čo najširšiemu počtu odborníkov zo Slovenska a Čiech, zaistiť v prijateľných podmienkach účasť na tomto vrcholovom odbornom a spoločenskom stretnutí tunelárov z celého sveta.

Túto úlohu sa nám vďaka neúnavnému organizačnému úsilu viacerých našich členov na čele s doc. Ratkovským podarilo uskutočniť, keď naša spoločná delegácia s českými kolegami bola trefou najväčšou delegáciou po domácich Rakúšanoch a kolegov z Nemecka.

Druhou témou, ktorá formovala našu činnosť v uvedenom období, boli viaceré špecializované odborné akcie, ktoré rozvíjali alebo podporovali získané poznatky na stavbách prvých dvoch našich diaľničných tunelov na Branisku a Ovčiarisku.

Išlo o semináre s praktickými ukážkami o aplikácii striekaného betónu pri primárnom zabezpečovaní prieskumných štôlní, tunelových a iných podzemných priestorov, ďalej to boli obdobné semináre o použití pláštových izolácií pri tunelových stavbách. Organizátormi týchto podujatí boli spravidla špičkové svetové firmy v tejto oblasti. Geotechnickým problémom podzemných stavieb bola venovaná konferencia koncom mája 1997 uskutočnená v Podbanskom vo Vysokých Tatrách.

Ďalšou veľmi významnou akciou bolo uskutočnenie dvoj etapového odborného kurzu pre tunelárov, poriadaného Slovenskou správou ciest Bratislava pre svojich odborných pracovníkov a dodávateľské firmy uchádzajúce sa o tunelové stavby. Prvá prednášková časť sa uskutočnila v Senci pri Bratislave a druhá s prehliadkou podzemných stavieb vo Švajčiarsku. O vysokú odbornú úroveň tohto kurzu sa pričínila firma AMBERG, pracovisko Brno a materská firma v SARGANSE.

Tretou témou ovplyvňujúcou našu činnosť je príprava ďalších tunelových stavieb v oblasti Žiliny a pod Vysokými Tatrami. Prebiehajú súťaže a realizácia konkurzov na inžiniersko-geologický prieskum, dokumentáciu pre územné rozhodnutia a dokumentácia pre stavebné povolenia, týkajúce sa tunelov Višňové 7,7 km, Žilina 730 m, Korbelka 5,381 km, Havran 2,367 km, Lučivná 300 m, Bôrik 910 m a Sitiny 1,285 km.

U časove vzdialenejších ako Ondrejová 1,600 km, Cebrat 2,071 km, Prešov 2,520 km, Dargov 3,250 km a tunely na D 18 Hričovské Podhradie-Skalité, prebieha environmentálne posúdenie stavieb a pripravujú sa záverečné stanoviská pre vedenie trasy.

To všetko aktivizuje potencionálnych aktérov budúcich stavieb, ktorí sú prevažne aj členmi nášho komitétu, na všestrannú prípravu a zúčastnenie doterajších prvých poznatkov z vlastnej výstavby tunelov.

Ing. Juraj Keleši
predseda STK

FOTBALOVÝ TURNAJ TUNELÁŘŮ

První červnový čtvrtek, t.j. 5. 6. 1997, jak se již stalo tradicí, se konal 4. ročník fotbalového turnaje v malé kopané tunelářské rodiny a jejich příznivců v Roztokách u Prahy.

Organizátorem turnaje byla opět firma POHL.

Turnaje se zúčastnilo 5 mužstev:

- Metrostav, a. s. Praha
- PRE, a. s. Praha
- Subterra, a. s. Praha
- Revírní báňská záchranná stanice Kladno
- POHL, a. s. Roztoky u Prahy

Vítěz turnaje získal putovní cenu věnovanou Revírní báňskou záchrannou stanicí Kladno – štít s historickou maskou důlního záchránáře a neputovní cenu – pečené sele.

Stalo se jím bez jediné porážky mužstvo Metrostavu, reprezentované hráči z divize 5 (na obrázku). Počasí přálo a sluníčko hrálo. Takže na shledanou za rok, na jubilejním 5. ročníku.

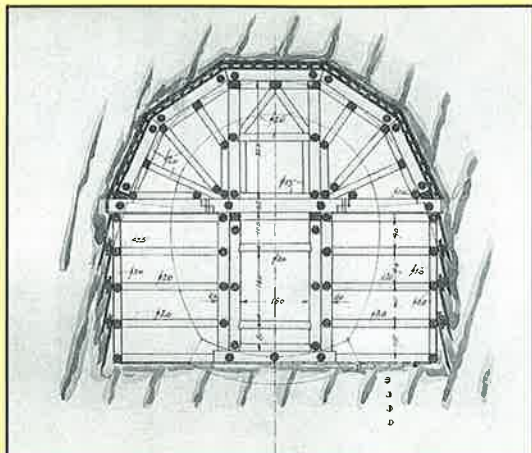
JUDr. ing. Jiří Černý
náměstek ředitele a. s. Pohl



VODNÍ STAVBY PRAHA

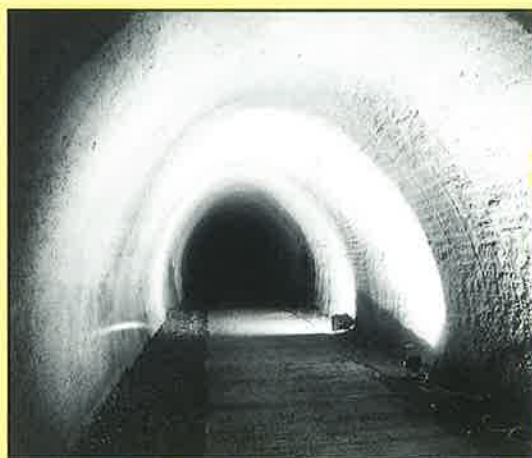
AKCIOVÁ SPOLEČNOST
STAVEBNÍ DIVIZE 05 PRAHA

PODZEMNÍ STAVBY



TRADICE

A



SOUČASNOST

ŠTOLY – TUNELY – PROTLAKY – PRŮPICHY



Dobronická 635, 148 27 Praha 4 – Libuš
Tel.: 02/6111 1111, Fax: 471 32 54



Akciová společnost **METROSTAV** je víc než stavba metra. Představuje českou, dynamickou stavební společnost s proslulou tradicí, spolehlivou přítomností a jasnou budoucností.

Tunely, kolejové svršky, depa, dopravní a vodohospodářské stavby, průmyslové haly, hotely, rekonstrukce paláců, rodinné domky, pozemní a podzemní stavby – to je kompletní program firmy **METROSTAV**.

METRO **STAV**

VÁŠ PARTNER NA CESTĚ VZHŮRU!

Kontaktní adresa: Centrála akciové společnosti Metrostav, Dělnická 12, Praha 7, Česká republika
tel. Česká republika 02-66793 331, tel. zahraničí: 02-80 94 53, fax 02 - 80 82 75