

TUNEL

ČASOPIS
ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A
SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, PROJEKTOVÁNÍ, REALIZACE)



MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH AND SLOVAK TUNNELLING COMMITTEE

* Členská organizace vydavatelského systému časopisu „TUNEL“

ABP CONSULTING, a. s.

Praha
A. Staška 80
146 00 Praha 4

IKE

Plzeňská 166
150 00 Praha 5

*

INGSTAV BRNO, a. s.

Kopečná 20
675 15 Brno p. p. 115

INTERPROJEKT

Biskupský dvůr 7
110 01 Praha 1

*

METROPROJEKT Praha, a. s.

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

*

METROSTAV, a. s.

Dělnická 12
170 04 Praha 7

PRAGIS Praha, spol. s r. o.

Na Vyhlídce
190 00 Praha 9

*

S.G. GEOTECHNIKA, a. s.

Geologická 4
150 00 Praha 5

*

SUBTERRA a. s.

Bezová 1658
147.14 Praha 4-Braník

SUDOP, a. s.

Olšanská 1a
130 80 Praha 3

DIAMO, s. p.

471 27 Stráž pod
Ralskem

*

VODNÍ STAVBY Praha, a. s.

Stavební divize 05
Dobronická 635
148 27 Praha 4

*

VOJENSKÉ STAVBY, a. s.

Revoluční 3
110 15 Praha 1

ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ,

Brno, a. s., DIZ
Heršpická 1
639 00 Brno

KLOKNERŮV ÚSTAV

ČVUT

Šolínova 7
168 08 Praha 6

STAVEBNÍ

FAKULTA VUT

Veveří 95
662 37 Brno

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ

tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba

STAVEBNÍ FAKULTA

ČVUT

Thákurova 7
166 29 Praha 6

PÚDIS, a. s.

Nad vodovodem 2/169
100 00 Praha 10

GEOTEST

Šmahova 112
659 01 Brno

DOPRAVNĚ

INŽENÝRSKÁ

ORGANIZACE

Moravské nám. 19
657 39 Brno

VOKD, a. s.

ul. Českobratrská 7
701 40 Ostrava 1

ENERGIE Kladno, a. s.

Vašíčkova 3081
272 04 Kladno

INŽENÝRINK

DOPRAVNÍCH STAVEB

Na Moráni 3
128 00 Praha 2

PLYNOPROJEKT, a. s.

Sokolská 44
120 00 Praha 2

CHYTIL + RACLAVSKÝ stav.

spol. s r. o.

Mládežnická 8
690 02 Břeclav

MIKROTUNELOVÁNÍ, spol. s r. o.

Dykova 3
796 01 Prostějov

DŮLNÍ PRŮZKUM A BEZPEČ-

NOST, a. s.

739 21 Paskov

INGUTIS, spol. s r. o.

Třeboradická 1/1275
182 00 Praha 8

DOPRASTAV, š. p.

Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOCONSULT, spol. s r. o.

Drieňová 27
826 56 Bratislava

HYDROSTAV, a. s.

Miletičova 21
820 06 Bratislava

INCO, a. s.

Pri starej prachárni 14
831 05 Bratislava

MAGISTRÁT HL. MESTA SR

BRATISLAVY

Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

PRVÁ SLOVENSKÁ

TUNELÁRSKA, a. s.

Račianska 66
832 64 Bratislava

RIADITEĽSTVO DIALNÍC

Továrenská 7
813 44 Bratislava

SIMAC, a. s.

Stromová 6
811 13 Bratislava

SOLHYDRO, spol. s r. o.

Kutlíkova 171
851 01 Bratislava

AD SERVIS TERRABOR

Bělohorská 157/188
169 00 Praha 6

SATRA, spol. s r. o.

Na podhoří 2879
276 01 Mělník

ÚSTAV GEONIKY AV ČR

Studentská ul.
708 33 Ostrava

STAVEBNÁ FAKULTA STU

BRATISLAVA

Radlinského 11
813 64 Bratislava

HYDROSANING, spol. s r. o.

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

BANSKÉ STAVBY, a. s.

Košovská cesta 16
971 74 Prievidza

GEOMONTA, spol. s r. o.

Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza

STAVEBNÁ FAKULTA

VŠDS ŽILINA

Moyzesova 20
010 26 Žilina

VÁHOSTAV, a. s.

Hlínská 40
011 18 Žilina

BANÍČKA FAKULTA

TU KOŠICE

Letná 9
042 00 Košice

INŽINIERSKE STAVBY

Priemyselná 7
042 45 Košice

RUDNÝ PROJEKT, a. s.

Festivalové nám. 1
041 95 Košice

URANPRES, spol. s r. o.

F. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

Tunel

Časopis Českého tunelářského komitétu
a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES

Založen ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992

OBSAH

Úvodník - Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc, vedoucí redaktor	str. 1
Renezance tunelařiny - redakční rozhovor s prof. ing. Zdeňkem Eisensteinem, presidentem ITA/AITES	str. 3
Stavba tunelů ve věku vyspělých technologií — Prof. ing. Zdeňk Eisenstein	str. 4
Údržba, opravy a rekonstrukce podzemních staveb — A. J. Howard	str. 9
Řízení znečištění dešťových vod v kanalizaci přes retenční tunely — J. Maršálek	str. 13
Podzemní stavby a územní plánování měst — Jean-Paul Godard	str. 17
Údržba, opravy a rekonstrukce železničních tunelů — Ing. Roman Srnida, Ing. Michal Gramblička	str. 23
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES	str. 26
Zpravodajství mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES	str. 27
Informace z 2. vědeckotechnické konference „Základní směry zefektivnění výstavby a provozní bezpečnosti kanalizačních tunelů a kolektorů“ konané v Moskvě — Ing. Jaroslav Raclavský	str. 27
Informace ze 4. Mezinárodního kongresu Trubní vedení Hamburk — Ing. Jaroslav Raclavský	str. 28
Ze světa podzemních staveb - Tunelové projekty u firmy MOTT MACDONALD, UK - Ing. Ermin Stehlík	str. 29
Bibliografie článků a statí uveřejněných v Tunelu v letech 1992 — 1994 (příloha) Prof. dr. Jan Barták, Ing. B. Kumžák a Ing. L. Pazdera	

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik — METROSTAV, a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. — ČVUT
Ing. Jiří Hudek, CSc. — PŮDIS, a.s.
Ing. Miroslav Uhlík, SUBTERRA a.s.
Ing. Igor Fryč, INGSTAV, a.s.
Ing. Otakar Vrba — STAVEBNÍ GEOLOGIE, a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. — PRVÁ TUNELÁRSKA, a. s.
Ing. Milan Krejcar — VOJENSKÉ STAVBY, a. s.
Ing. Miloslav Novotný — VODNÍ STAVBY Praha, a. s.
Ing. Georgij Romancov — METROPROJEKT Praha, a. s.
PhDr. Miroslav Kadlec, Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc.,
Ing. Ladislav Pazdera, Ing. Pavel Polák — METROSTAV, a. s.

PRO SLUŽEBNÍ POTŘEBU VYDÁVÁ

Český tunelářský komitét a Slovenský tunelářský komitét ITA/AITES
prostřednictvím METROSTAV, a. s.

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČR
tel. (tuzemsko): 808 275, tel. (pro zahraničí): 809 453
telex: 12 12 21, fax: 809 818, 876 160; redakce: 872 34 15 (667 93415)
Ved. redaktor: Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc.
Grafická úprava: Petr Míšek
Odborný redaktor: Ing. Miloslav Novotný a Ing. Ladislav Pazdera
Fotografie: Josef Husák
Fotografie na obálce: Josef Husák a archiv SUBTERRA, a.s.
MK ČR 7122
ISSN 1211-0728

Sazba, tisk: GRAFTOP

Tunnel

The Magazine of the Czech and Slovak Tunnelling
Committee ITA/AITES

Established by Ing. Jaroslav Grán in the year 1992

CONTENTS

Editorial - Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc., editor-in-chief	page 1
Renaissance of tunnelling constructions, interview with the president of ITA/AITES — Prof. Ing. Zdeněk Eisenstein	page 3
The constructions of the tunnels in era of progressive technologies — Prof. Ing. Zdeněk Eisenstein	page 4
Maintenance, repair and restoration of the underground constructions — A. J. Howard	page 9
Directing of the contaminative rain-water in a sewage through retention tunnels — J. Maršálek	page 13
Underground constructions and the urban planning of the cities — Jean-Paul Godard	page 17
Maintenance, repair and restoration of the railway-tunnels — Ing. Roman Smida, Ing. Michal Gramblička	page 23
Reporting of the Czech and Slovak Tunneling Committee ITA/AITES	page 26
Reporting of the International Tunneling Association ITA/AITES	page 27
Informations from the 2. Scientific Conference „The basic ways in the better effective constructions and the operational safety sewage tunnels and collectors”, which took part in Moscow — Ing. Jaroslav Raclavský	page 27
Informations from the 4. International congress of the pipe mains in Hamburg — Ing. Jaroslav Raclavský	page 28
From the underground construction world Tunneling projects in which has been consulting firm Mott MacDonald involved — Ing. Ermin Stehlík	page 29
Bibliografy of articles and treatise which have been published in TUNNEL in the years 1992—1994 (the enclosure)	

EDITORIAL BOARD

Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a. s., Chairman,
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT
Ing. Jiří Hudek, CSc. - PÚDIS, a. s.
Ing. Miroslav Uhlík, SUBTERRA a. s.
Ing. Igor Fryč, INGSTAV, a. s.
Ing. Otakar Vrba - STAVEBNÍ GEOLOGIE, a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. - PRVÁ TUNELÁRSKA, a. s.
Ing. Milan Krejcar - VOJENSKÉ STAVBY, a. s.
Ing. Miloš Novotný - VODNÍ STAVBY Praha, a. s.
Ing. Georgij Romancov, METROPROJEKT PRAHA, a. s.
PhDr. Miroslav Kadlec, PhDr. Jan Barták, DrSc.,
Ing. Ladislav Pazdera, Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a. s.

FOR SERVICE USE PUBLISHED BY

the Czech and Slovak Tunnelling Committee ITA/AITES
through METROSTAV, a. s.

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČR
tel. (home): 808 275, tel. (international): 809 453
telex: 12 12 21, fax: 809 818, 876 160,
Editor's Office, 87 23 499
Editor-in-chief: Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc.
Graphic Design: Petr Mišek
Special editors: Ing. Miloš Novotný, Ing. Ladislav Pazdera
Photography: Josef Husák
Cover photography: Josef Husák, archive of SUBTERRA, a. s.
MK ČR 7122
ISSN 1211-0728

Printed by GRAFTOP

Should the readers require, the Editorial Board shall provide translations
into English



Vážení čtenáři,

dovolte, abych jménem redakce uvedl první číslo našeho časopisu v roce 1995 a zároveň Vám popřál v jeho průběhu úspěchy v práci i v osobním životě.

Dosavadní tři ročníky Tunelu přinášely studie a články orientované především na nejrozličnější aspekty tunelářství v někdejší ČSFR, později ČR a SR. Zkušenosti z vyspělého tunelářského světa jsme přinášeli zejména v rubrikách Zpravodajství tunelářského komitétu ITA/AITES a Ze světa podzemních staveb. To však již nestačí. Naše hlavní odborná odvětví geotechniky a dopravního stavitelství musí nyní řešit obdobné problémy, které trápí všechny civilizace vyspělé země, a to hlavně v oblasti ekologie života měst a krajinných oblastí. Růst významu podzemí si vynucuje počítat s ním už při územním plánování měst, dopravy, inženýrských sítí.

V naší nezralé demokracii se pod tlakem nejrozličnějších občanských iniciativ projevuje podbízivá myšlenka: „Nejlepší doprava je, když není potřeba“. Tenhle „zelený“ bonmot vzbuzuje úsměv — i laik ví, že se bez ní neobejdeme. Jakmile jej však obrátíme, vyvolává ve veřejnosti zlobu, vášně a nářky. Dopravu sice potřebuje každý, ale ne každý je ochoten smířit se s jejími neblahými ekologickými a dalšími důsledky. Jak tedy z toho? Trochu to připomíná chyták, který si připravili žáci čínského myslitele Konfucia kolem roku 470 před naším letopočtem na svého učitele. Jejich mluvčí vložil do dlaně ptáčátko a zeptal se Mistra: „Žije, či ne?“ Mistr se zamyslel, vědom si relativní hodnoty kladné i záporné odpovědi (vše záleželo jen na tom, zda pěst mluvčího ptáče rozmačká či osvobodí) a pravil „Odpověď leží jen a jen ve tvé dlaní.“

To platí i pro naše dilema: ekonomie kontra ekologie. Zdánlivě neřešitelné, dokud se uvažuje v zasetí tradičních, navyklých představ (doprava v jedné rovině), ale nezřídka schůdné, jakmile se využije tvůrčí řešení — jít s dopravou pod zem. Tvořivost zde slučuje imaginaci s kritickým usuzováním . . .

A poněvadž ctíme De Neversův zákon (Nikdy nebádejte nad tím, co si můžete přesně zjistit), chceme v tomto ročníku daleko více než dosud využít domácích i zahraničních poznatků a zkušeností, jak spojit prostřednictvím tunelařiny ekonomické s ekologickým a pomoci — jak doufáme — naší odborné veřejnosti sladit krok se současnou teorií a praxí tunelářství ve světě.

Skvělou příležitostí k tomu je mj. zpřístupnění myšlenkového bohatství, které shromáždila loňská mezinárodní tunelářská konference Podzemní stavby 94. Nejzajímavější příspěvky z oblasti podzemních staveb v územním plánování měst, v dopravních systémech, dále k vývoji technologií ve výstavbě podzemních staveb a k údržbě, opravám a rekonstrukcím podzemních staveb (zahraniční i domácí provenience) postupně zveřejňujeme (v tomto čísle dáváme prostor prof. Z. Eisensteinovi, Jean-Paul Godardovi, A. J. Howardovi, E. Stehlíkovi a dalším).

Dále předpokládáme rozšíření naší participace na akcích ITA/AITES, užší spolupráci s odbornými časopisy (World Tunnelling ap.) a pravidelné informování o významných veletrzích, výstavách, konferencích a symposiích z oblasti tunelářství a přidružených odvětví.

Zároveň zavádíme nové či inovované stálé a příležitostné rubriky časopisu:

Rekonstrukce — již v tomto čísle zařazujeme příspěvek od Ing. Romana Smidy a Ing. Michala Grambličky ze SUDOPu Praha zaměřený na údržbu, opravy a rekonstrukci železničních tunelů).

Ze světa podzemních staveb — inovovaná a rozšířená rubrika systematicky využívající akcí ITA/AITES, České stavební společnosti, aktivit redakce, redakční rady a jejich spolupracovníků.

Redakční rada informuje — nepravidelná rubrika ke zveřejňování významných závěrů z redakční rady, zejména z jejich výjezdních zasedání.

Bibliografie článků a statí uveřejněných v časopise Tunel v předcházejícím roce.

Uvažujeme i o příležitostné rubrice sloužící ke zveřejňování anotací ze sledovaných zahraničních odborných časopisů.

Věřím, že uvedené záměry se nám podaří naplnit. Nestačí však k tomu pouhá víra, ale především splnění následujících předpokladů:

- transformace TUNELu ze zpravodaje na řádný časopis,
- dobudování a stabilizace vydavatelského systému,
- jasná koncepce časopisu, jeho obsahové zaměření i jeho technicko-hospodářské a organizační zajištění,
- kvalita současné redakční rady, v níž pracují špičkoví tunelářští odborníci,
- spolupráce s kvalitními odbornými redaktory a lektory, fotografy, grafiky a výtvarníky a realizátory v oblasti polygrafické přípravy a tisku.

V úzké spolupráci se všemi, kteří našemu časopisu fandí a pomáhají mu na svět (a jimž i touto cestou za již vykonané upřímně děkuji) máme reálnou šanci nadále zvyšovat jeho odbornou, jazykovou i grafickou úroveň a jeho prostřednictvím posilovat i kredit Českého tunelářského komitétu a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES.



Prof. dr. Jan Barták, DrSc.
vedoucí redaktor Tunelu

RENEZANCE TUNELAŘINY

ROZHOVOR S PROF. ING. ZDEŇKEM EISENSTEINEM,
PRESIDENTEM ITA/AITES

THE EDITORS ARE PRESENTING THE PRESIDENT OF ITA/AITES ORGANISATION AND THE AUTHOR OF A FOLLOWING ARTICLE FROM ING. ZDENĚK EISENSTEIN, WHO IS AN ADVISER OF SIGNIFICANT TUNNELLING PROJECTS OVER THE WORLD AND WHO TAKES INITIATIVES IN SOME CONSTRUCTION PROJECTS IN CZECH REPUBLIC.

Dosud jsme neměli možnost slyšet Váš názor - experta na realizaci lamanšského tunelu. Ostatně, je o vás známo, že již žijete dalšími projekty, o nichž mnoho nevíme. Neznáme tedy ani Vaše stanovisko k dalším zajímavým námětům, které iniciujete, realizujete či posuzujete. I když názory na ně se leckdy různí (viz například odlišná stanoviska k tunelu pod La Manche na jedné a druhé straně kanálu, či - abych nechodil tak daleko - k dobudování Strahovského automobilového tunelu se strany různých městských částí a občanských iniciativ v Praze), avšak jedno mají společné: posilují veřejný zájem o tunelářské práce a o jejich ekologické, dopravní, případně i ekonomické efekty. Zvyšují tak prestiž tunelařiny nejen mezi stavebními odborníky, ekonomy, ekology a dopravními inženýry, ale nacházejí příznivý ohlas mezi politiky a ve veřejnosti. To je u tak specifického oboru netradiční. Jak si vysvětlujete tuhle renezanci veřejného zájmu o tunelářství?

Zmínil jste se o tunelu přes La Manche. Na něm je možné demonstrovat, že technické, tunelářské problémy nebyly při stavbě zdaleka rozhodující. Daleko horší byly nejrůznější tlaky, které vedly k přepracování projektů, například v souvislosti se změnami dopravních podmínek, požadavky osobní, nákladní a autobusové dopravy ap. Tím se ztrácel čas, energie, peníze - vznikaly zbytečné vícenáklady.

Čím se zabýváte nyní?

Snad nejzajímavější je projekt tunelu pod Gibraltarskou úžinou, spojující Španělsko s Marokem. Jde o multinárodní projekt, u něhož působím jako poradce OSN. Jde o stavbu technicky mnohem náročnější, než tunel pod La Manche. Tam jsme stavěli zhruba pod třicetimetrovou vrstvou vody dvacet metrů pod dnem, zde to bude 300 metrů pod vodou a 100 metrů pod dnem úžiny. Navíc se stavba bude realizovat v obtížných geologických podmínkách, střídají se vrstvy plastických jíílů s tvrdými pískovci a vápenci. Vzhledem k hloubce vodní hladiny a nebezpečným proudům při přílivu a odlivu nebude možné uskutečnit úplný geologický průzkum. Je totiž obtížné zakotvit vrtnou loď, proto využíváme ponorek. Právě jsem se vrátil ze Španělska, z ponorkového průzkumu, ale nejsem příliš spokojen. Možnosti ponorek jsou omezené a výsledky jen dílčí. Práce tedy budou probíhat současně s dolaďováním výzkumu. Výsledkem má být jednokolejný železniční tunel pro osobní a nákladní dopravu.

Myslím, že za zmínku stojí ještě projekt podzemní dráhy v Los Angeles. Poněvadž jde o rizikovou oblast, byl ustanoven sbor konzultantů, včetně mé osoby, který měl prověřit odolnost tunelového systému při zemětřesení. Po nezbytných měřeních jsme 15. 1. 1994 jednoznačně konstatovali, že tunel je bezpečný. Den nato, ze 16. na 7. ledna zasáhlo město obrovské zemětřesení, které si vy-

žádalo šedesát mrtvých. Tunely vydržely, podle měření byly nejbezpečnějším místem v tehdejších Los Angeles . . .

Lépe si už snad nelze upevnit odborný kredit. A co chystáte pro domovinu? Jak prognózuji realnost projektu Ekotunelu?

Jde o projekt, který mi přirostl k srdci nejen svou obtížností a technickou zajímavostí. Takových projektů je víc. Chápu ho však jako projekt, spjatý s vizí budoucí Prahy, která, chce-li naplno žít a přitom si uchovat své historické a kulturní bohatství, musí s dopravou pod zem. Jde o prestižní projekt, který chápu jako vyvrcholení své kariéry. Ve městě, ze kterého jsem vyšel, by měl přispět k vyřešení mnoha ekologických, kulturně historických a civilizačních problémů a uvolnit od dopravy světově unikátní vltavské nábreží s pohledem na Hradčany . . . Udělám všechno, aby se podařilo projekt prosadit.

Ovšem už v současné Praze dochází k „renesanci tunelařiny“ . . .

Ano, v rozhlasu jsem zaslechl, že starostové Prahy 6 a 7 chtějí budovat tunel pod Dejvicemi do Holešovic, pokračovat ve výstavbě severního portálu. Odborníci vědí, že doprava v Praze, vzhledem k unikátnosti města, musí pod zem. Cenné však je, že už si to pod vlivem veřejného mínění začínají uvědomovat i politici. Dokažuje to Strahovský automobilový tunel, Mrázovka, dojde i na EKO-TUNEL . . .

Jakou roli při oné „renesanci tunelařiny“ sehraje, podle vašeho názoru, Metrostav?

Metrostav musel v přechodném období po roce 1990 načas utlučit tunelářskou aktivitu, chyběly významnější a rozsáhlejší objednávky. Ale tvorbu velké infrastruktury v Praze nelze odkládat donekonečna. Dnes už dochází k oživení infrastruktury, do projektů podzemních děl se začíná investovat. Metrostav je podle mého názoru připraven zvládnout objednávky tunelářských prací na vynikající úrovni, s využitím špičkové světové technologie. Například na metru se již tvořivě využívá Nové rakouské tunelovací metody. Věřím, že postupně se vyvine i její specifická česká verze, jakási Nová česká tunelovací metoda. U EKOTUNELU bychom rádi nasadili nejmodernější techniku - hydroštit a na tunelu Mrázovka se uplatní, zejména v tvrdších úsecích, velkokapacitní fréza. Metrostav má schopné lidi, kteří si s novou technikou dovedou poradit.

Děkuji za rozhovor.

Jan Barták

STAVBA TUNELŮ VE VĚKU VYSPĚLÝCH TECHNOLOGIÍ

Z. EISENSTEIN,
PROFESOR PODZEMNÍHO STAVITELSTVÍ, UNIVERSITA V ALBERTĚ, EDMONTON, KANADA,
PRESIDENT MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE

KEYNOTE ADDRESS TO SESSION 3
"TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF UNDERGROUND CONSTRUCTION"
OF INTERNATIONAL CONFERENCE
"UNDERGROUND CONSTRUCTIONS 1994"
PRAGUE, CZECH REPUBLIC
NOVEMBER 3. – 5. 1994

ÚVOD

Stavba tunelů byla po dlouhou dobu spíše empirickým uměním než exaktní technickou vědou. Hlavní příčinou této okolnosti je sama povaha prostředí, kterým se tunely razily a stále ještě razí: často zcela nepředvídatelná geologie a stav hmoty, kterou se razí cesta tunelu. Reakce tunelářů na podmínky pod zemí tak, jak se na ně při stavbě naráželo byla tradičně ad hoc reakcí a závisela do značné míry na zkušenosti a šikovnosti toho kterého inženýra.

Je tomu tak pouze posledních třicet či čtyřicet let, co tunelářství pokročilo od stadia umění a řemesla ke stadiu technické vědecké disciplíny. Tento přechod se odehrál hlavně díky aplikaci mechaniky hornin a zeminy na řešení otázky chování se tunelové struktury a také díky vývoji velmi pokročilých razicích strojů (TBM).

Aplikace principů mechaniky hornin a zeminy na řešení působení okolní hmoty na strukturu samotného tunelu umožnily rozvinout konstrukční principy, které jsou platné a použitelné za zcela obecných podmínek. Vývoj velmi složitých TBM strojů, v těsné návaznosti na pokroky v oborech mechaniky, hydrauliky a výpočetní techniky, otevřel možnost ekonomicky razit tunely tak nepříznivým geologickým prostředím, že by se dříve taková možnost zcela vylučovala.

Účelem tohoto exposé je podat přehled o současných trendech technologie stavby tunelů a kriticky zhodnotit jejich výhody a jejich inherentní omezení. Pro tento účel bude přehled rozdělen na dvě části: ražení tunelů skalním prostředím a ražení tunelů v měkké zemině. K tomu ještě bude připojena diskuse o metodě konstrukčního řešení s pomocí pozorování a o ekonomičnosti jednotlivých tunelářských metod.

Hlavní aspekty tunelářského inženýrství zahrnují obvykle následující body:

1. Kompatibilita systému ražení s geologickým prostředím ražby.
2. Ekonomická stránka systému ražení.
3. Konstrukční kritéria, a to v ohledu na
 - a) zatížení ostění,
 - b) pohyby zeminy.

Na rozdíl od většiny ostatních stavebních technických struktur, konstrukce tunelu se nezbytně musí zabývat úvahami o volbě razicí metody a o její kompatibilitě s podzemním prostředím ražby. Logickým vyústěním těchto úvah je pak vysledování ekonomičnosti

razicí metody, která závisí do značné míry na správných rozhodnutích ohledně razicí metody samotné. Konstrukční kritéria jsou také zcela závislá na zvoleném systému ražby.

1. Systém ražby je vybrán tak, aby odpovídal místním geotechnickým podmínkám nebo
2. Místní geotechnické podmínky jsou pozměněny tak, aby vyhovovaly dané technologii práce v podzemí.

Protože stálá, a dokonce i pouze dočasná změna geotechnických podmínek (například tmelením, zmrznutím, odvodněním) je často pokládána za akci rizikovou z hlediska zachování neporušenosti životního prostředí, je dnešní trend orientován směrem k vývoji razicích metod, které v podstatě ponechají okolní masu materiálu v klidu a beze změny. To je mimořádně důležitý důvod pro nedávný rychlý vývoj metod pro obtížné prostředí, které patří do první metodické skupiny.

Avšak tyto nové stroje s vysokou úrovní moderní technologie spolu přináší nový stupeň složitosti v oblasti interakce stroj-hornina (zemina). Ke konvenčnímu namáhání a deformačním změnám, které se vyskytují u všech tunelářských metod, tyto nové stroje TBM často reagují v raženém prostředí způsobem, který je z hlediska dosavadních zkušeností bez jakékoliv analogie a je tudíž nutno těmto reakcím věnovat při konstrukci speciálně pozornost. Některé aspekty těchto skutečností budou v tomto přehledu ještě diskutovány.

RAZICÍ METODY PRO PROSTŘEDÍ HORNIN

Tři razicí metody, které dnes převládají při práci v tvrdých horninách, jsou tyto: Metoda vrtání a odstřelu, Nová rakouská metoda a metoda použití stroje na vrtání tunelů (TBM), jak je schematicky ukázáno na obrázku 1.

Technika vrtání a následného odstřelu, která ještě před nedávnem dominovala na poli ražby tunelů ve skalním prostředí je v nynější době, hlavně z důvodů ekonomických, nahrazována metodou použití TBM.

Nová rakouská technologie ražby, zavedená v šedesátých letech, se stala se svými četnými modifikacemi dominantní metodou stavby tunelů nekruhového průřezu a pravidelných tunelů, vyžadujících si zvláštní postupy.

Metoda, která v současné době zaznamenává nejrychlejší rozvoj a pokroky v tvrdých skalách je použití tunelového vrtacího stroje (TBM). Důvody pro tento trend jsou zřejmé: rychlý postup díla, nepřerušovaný cyklus práce, minimální narušení okolních skalních struktur

a možnost budování ostění pod ochranou štítu samotného vrtacího stroje.

Jak bude dále ukázáno v tomto přehledu, rychlost postupu ražby je jako taková sama o sobě nejdůležitějším faktorem při snaze ovlivnit cenu výstavby tunelu, zejména pak dlouhého tunelu. Nejvýznamnějšího zlepšení v tomto smyslu bylo dosaženo zavedením TBM s dvojitým štítem. Na rozdíl od konvenčního stroje s jednoduchým štítem, kde je rychlost postupu ovlivněna povahou postupu typu „stůj a popojdi“, střídající fázi vrtání s fází budování ostění, stroj se dvojitým štítem postupuje vpřed téměř plynule, bez přerušování. To je umožněno oddělením čelní části stroje (vrtací) od jeho zadní části (stavba výztuhy). Opěra, potřebná pro vyvolání síly do vrtu, se získává použitím systému jakýchsi „rozpírácích opěr“, instalovaných mezi přední a zadní sekci TBM. Rozpírací opěry jsou tvořeny párem symetrických plošek, hydraulicky vzepřených proti boční stěně vrtu. Některá možná uspořádání jsou vidět na obrázku 1. Tak se docílí toho, že postup přední vrtací části je nezávislý na instalaci ostění v zadní části štítu a postup díla se tím téměř zdvojnásobí.

Aby se docílilo potřebné podélné opěrné síly, rozpěrky (rozpírací opěry) musí být tlačeny do boční stěny vrtu pod velmi vysokým normálovým tlakem. Z toho celkem snadno plyne, že rozpěrky způsobí ve stěně významné místní napětí, které může vést k přepětí a poškození stěny, čímž dojde také k narušení stavu hmoty bezprostředně obklopující tunel a zvýšení její propustnosti. Tento jev je obzvláště výrazný v případě nepřilíhající únosné horniny nebo v případě horniny silně narušené trhlinami. Konstrukce systému ražby tunelu by měla vždy vzít tyto faktory v úvahu a počínat si v rozhodovací fázi spíše opatrně (Eisenstein, Rossler, 1995).

RAZÍCÍ METODY PRO PROSTŘEDÍ MĚKKÝCH ZEMIN

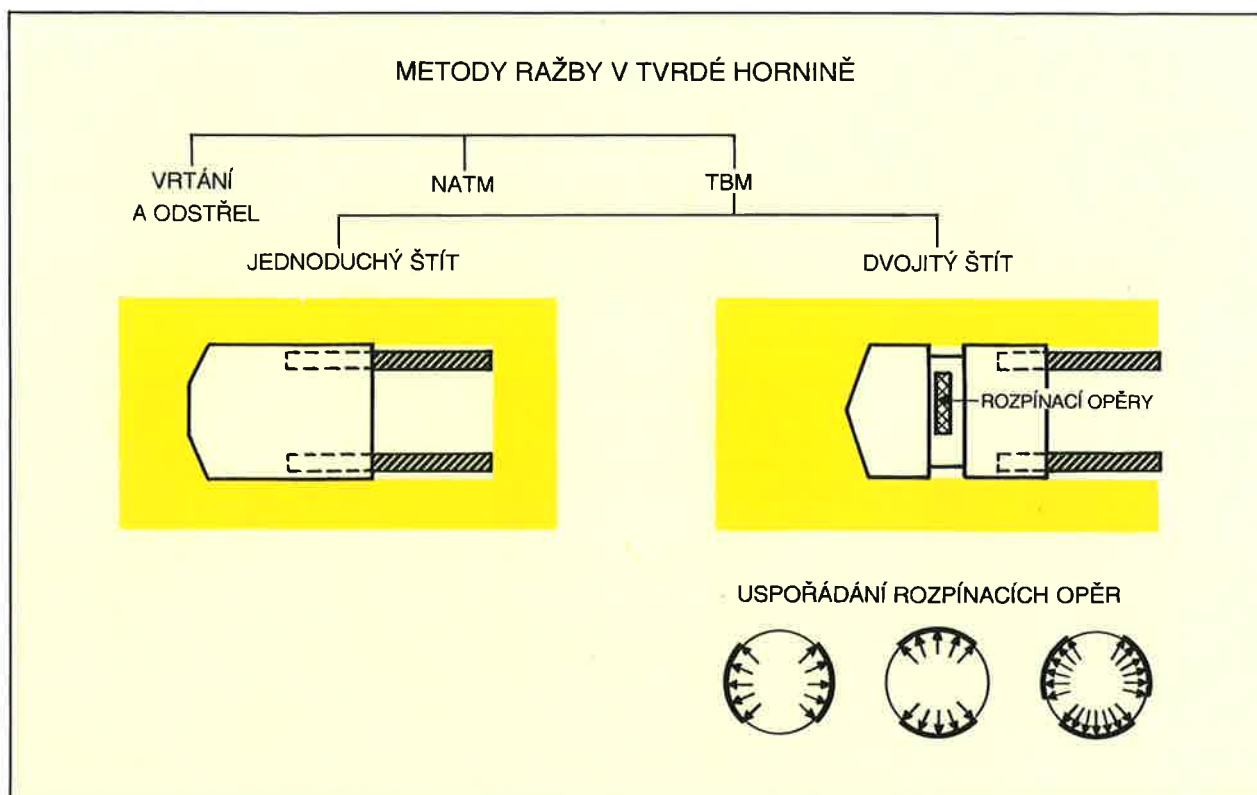
Současná scéna na poli ražby v měkkých zeminách je téměř úplně ovládnuta dvěma základními přístupy: Novou rakouskou

metodou ražby a aplikací moderních TBM (viz schéma na obrázku 2).

Principy Nové rakouské metody ražby, které byly původně vyvinuty pro prostředí tvrdých hornin, byly přeneseny a modifikovány tak, aby vyhověly prostředí ražby zeminou. První známá aplikace byla při stavbě tunelů pro podzemní dráhu ve Frankfurtu v roce 1969. Od té doby byla metoda mnohokrát nejrůznějšími způsoby modifikována, avšak její základní principy zůstávají nezměněny. Na rozdíl od klasické metody, kdy se současně razí a vyztučuje celý průřez tunelu, NRTM (Nová Rakouská tunelovací metoda) spočívá na ražbě postupně v malých sekcích, které jsou okamžitě po odtěžení podepřeny ostěním. Hlavní výhodou NRTM je okolnost, že při průchodu obtížnější zónou je možno počet postupných sekcí zvětšit, popřípadě aplikovat ještě nějaká dodatečná opatření na zpevnění zeminy (tmelení, injektáže, atd.), aniž by se tím nějak významně narušil postup samotné ražby. Metoda také ulehčuje techniku přípravy konstrukčních plánů, neboť se při její aplikaci snadno pořizují průběžná data, na jejichž základě lze modifikovat posloupnost a počet provedených dílčích sekcí a stavění podpěr. Další velkou výhodou NRTM, a podle mého názoru je tato výhoda rozhodující, je její použitelnost při stavbě krátkých tunelů a podzemních dutin neobvyklého nebo nekruhového průřezu (Phelps, Brandt a Eisenstein, 1988). Rakouská metoda je díky svému poněkud pomalejšímu postupu obvykle poněkud nákladnější, než použití TBM v případě, že se jedná o kruhový tunel větší délky.

Stroje na vrtání tunelů (TBM) pro prostředí měkkých zemin lze rozdělit do tří kategorií, jak je schematicky ukázáno na obrázku 2. Jsou to po řadě OF TBM s otevřeným čelem, EPB TBM s vyrovnávacím tlakem zeminy a BS TBM s bentonitovou emulsií.

TBM s otevřeným čelem nemají na čelbě žádnou podporu. Některé modely jsou vybaveny oddělovací přepážkou bezprostředně za vrtacím kolem. Účelem této přepážky, kterou lze velmi rychle uzavřít, je zabránit zaplavení stroje v případě, že se neočekávaně narazí na vodonosnou nestabilní zónu. Avšak tato uzavírací přepážka neposkytuje žádnou pozitivní podporu vlastního vrtaného čela ražby. Proto jsou TBM s otevřeným čelem vhodné pouze pro



OBR. 1

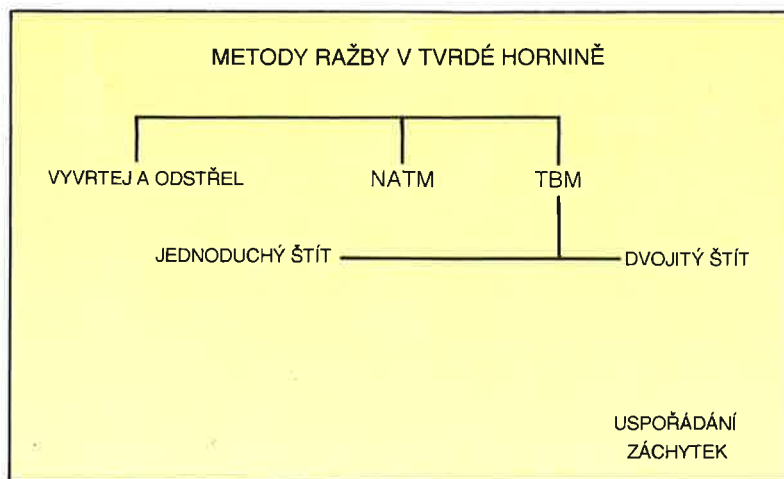
použití v prostředích tuhých a kompaktních zemin s výskytem pouze ojedinělých pískových čoček. Díky převaze příznivých geologických podmínek většina mělkých městských tunelů v Severní Americe byla ražena touto metodou (Eisenstein, Thompson, 1978). V méně stabilních zeminách, nebo při ražbě pod hladinou spodních vod byly TBM s otevřeným čelem doplněny velmi často stlačeným vzduchem, avšak tato technika je v poslední době nahrazována stroji TBM s aktivní podpěrou čela ražby, jako jsou například EPB TBM a BS TBM.

Stroj BS TBM s bentonitovou emulzí podpírá nestabilní čelo ražby hydraulicky pomocí bentonitové emulze, která je udržována pod řízeným tlakem. Komora, která také obsahuje vlastní vrtací kolo, je hydraulicky spojena se separačním zařízením na povrchu. Bentonitová emulze neustále cirkuluje mezi tunelem a separačním zařízením. Odcházející bentonitová emulze je nasycena odvrtnou zeminou, která je odstraněna v separačním zařízení. Stabilita čelby je udržována nastavením tlaku v komoře tak, aby se kompenzoval vnější tlak zeminy a vody. Bentonitová emulze proniká do vrtu před rezným nástrojem a vytváří tak vodotěsnou membránu, proti které působí tlak z komory stroje. Tento tlak nejen že zabraňuje provalení čela vrtu, ale také ovládá posunutí zeminy na čele vrtu a pomáhá tak předcházet povrchovým propadlinám, které jsou jinak při mělkém tunelování běžné. BS TBM byly velmi úspěšně použity na mnoha obtížných tunelářských projektech na celém světě (Babendererde, 1987). Jejich nevýhodou je poněkud složitý systém zajišťující cirkulaci a separaci bentonitové emulze.

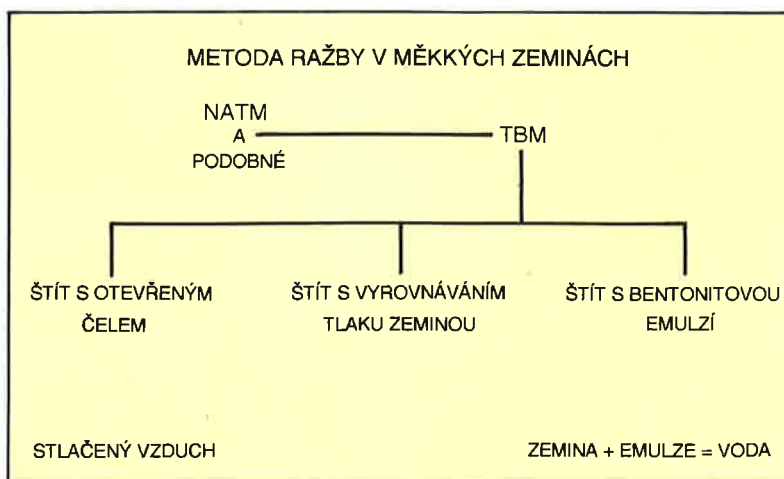
Tento problém je do značné míry vyřešen stroji typu EPB TBM (Babendererde, 1991). Stroj EPB TBM má na svém čele rovněž oddělenou, utěsněnou a natlakovanou komoru, která je naplněna

odvrtnou zeminou. Pozitivní tlak na čelo vrtu je vyvoláván tím, že tato odvrtná „drť“ je tlačena proti čelu vrtu oddělovací stěnou (ucpávkou), separující čelo stroje od jeho ostatních částí. Odvrtné zbytky zeminy (kterých by při vrtání stále přibývalo) jsou odstraňovány z prostoru komory šroubovým transportérem, podél jehož délky se také tlak vyrovná na tlak atmosférický. Na rozdíl od BS TBM, kde je vyrovnávací tlak na čelo generován hydraulicky, je v případě EPB TBM tlak generován mechanicky, prostřednictvím odvrtných zemních částic. Proto jsou v tomto případě platné zákony tlaku v zeminách, s jejich závislostí tlaku na posunu částic. To může vést k problémům s řízením chování čela vrtu v těch případech, kdy se prochází smíšeným materiálem, kde jedna vrstva je podstatně pevnější, než jiná. Protože posun částic v čelní tlakové komoře, odvozený od pohybu stroje vpřed je stejný pro obě vrstvy, měkčí vrstva vytváří menší protitlak, než tvrdší. Nižší z obou tlaků může být nedostatečný pro udržení stability čela a v případě písku může dokonce dojít k nekontrolované ztrátě zeminy. Nicméně, při tunelování s uniformním čelem se EPB TBM ukázaly jako velmi úspěšné i ve velmi obtížných podmínkách a protože se relativně snadno vypořádávají s problémem odvádění odvrtného materiálu, nahrazují v poslední době stále častěji BS TBM.

K tomu, aby bylo možné správně navrhnout a provozovat razicí systém s aktivním řízením chování čela ražby, je nutné se dobře vyznat v otázkách složité interakce zeminy a tlakového média. Zatímco u tunelů ražených nějakou jednoduchou konvenční metodou je možné aplikovat známé principy mechaniky zemin, u těchto moderních strojů a metod tomu tak zdaleka není. Křivka reakce zeminy je mnohem složitější a to má významné důsledky pro odhad pohybů zeminy a tlaků na ostění tunelu (Eisenstein, Ezzeldine, 1994).



LEGENDA K OBR. 1



LEGENDA K OBR. 2

Avšak není pochyb o tom, že TBM s aktivním řízením chování čela ražby jsou ze všech dosavadních metod ražby nejvýkonnější a jsou použitelné i v nejobtížnějších zeminách.

RAŽBA VE SMÍŠENÝCH ZEMINÁCH

Určitý typ stroje TBM může být velmi účinný v podmínkách pro které byl navržen, avšak jeho užitečnost se drasticky snižuje, když narazí na odlišný typ zeminy. Proto byly činěny pokusy zkonstruovat takové TBM, které by byly schopny se vypořádat alespoň s určitou varietou typů zemin. Časté příklady smíšených geologických podmínek mohou být nalezeny v ledovcových usazeninách, pokrývajících obrovská území Severní Ameriky a Severní Evropy, kde často bývají izolované kamenné balvany zakotveny v hlinité nebo pískové matrici. Ani BS TBM ani EPB TBM nedokáží odvést takové balvany svým systémem na odvádění odvrtného materiálu ven z tlakové komory a tak vzniká nutnost komoru odtlakovat, otevřít a balvany rozbít ručně. Poněkud lepší řešení bylo nalezeno v podobě vývoje dvoufázového vrtacího kola. Takové kolo je vybaveno diskovými řezači balvanů, které jsou poněkud předsunuty před škrabadla zeminy. Disky rozmělní balvany, které jsou pak dopraveny ven z komory stejně, jako zemina. Tato technika dvoufázového vrtacího nástroje postupně nahrazuje starší techniku, spočívající v tom, že na dně tlakové komory byl umístěn drtič kamene.

METODA KONSTRUKCE S POMOCÍ POZOROVÁNÍ

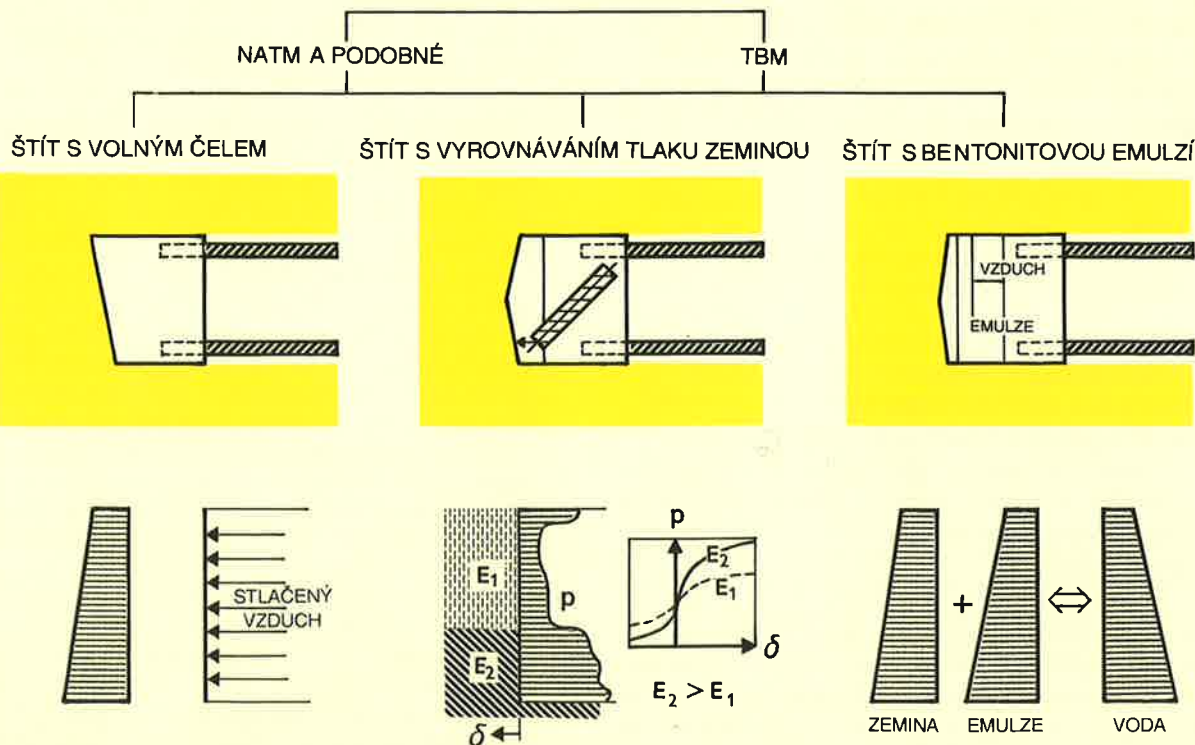
Metoda konstrukce s pomocí pozorování (OM) je metoda, kde

dem pro aplikaci pozorovací metody je existence důkladného monitorovacího zařízení a také speciální smluvní podmínky, které dovolují provádět změny v konstrukci stavby v průběhu její realizace. Výsledkem správně aplikované pozorovací metody konstrukce je bezpečnější a ekonomičtější výsledná stavba.

Protože tunely jsou liniové stavby, jsou velmi vhodné pro aplikaci této metody a také z její aplikace mohou vytěžit takřka maximum toho dobrého, co v sobě skrývají. To je zřetelné zejména u dlouhých tunelů, ražených v poměrně homogenním prostředí. Pozorování, učiněná na začátku ražby tunelu mohou být vyhodnocena a využita pro vylepšení později budovaných úseků.

Přístroje, které se při pozorovacích metodách používají, jsou dvojího druhu: pozemní přístroje a přístroje na ostění tunelu. Pozemní přístroje obvykle zahrnují mělké usazovací body, hluboké usazovací body, mnohobodové extensometry a inklinometry. Se skupením těchto přístrojů do sekcí kolmých na osu budovaného tunelu je možno získat kompletní obraz toho, jak stavba tunelu změnila horninu a zeminu ve svém okolí (Eisenstein, El-Nahas a Thompson, 1979 a 1981). Přístroje umístěné na tunelovém ostění se zaměřují především na zjišťování míry jeho namáhání. Přímá měření z míst kontaktu ostění a okolní zeminy je nesmírně obtížné získat. Místo toho je často mnohem praktičtější měřit, jak je ostění namáháno a z těchto údajů potom tlak vnějších vrstev na ostění vypočítat. Toho lze docílit pomocí tzv. snímačů zátěže, umístěných do spojů mezi jednotlivými segmenty ostění a pomocí měrek deformace [tensometrické cely], zabudovaných přímo do materiálu ostění. Jako doplněk k zjišťování zatížení ostění se doporučuje též měřit konvergenci ostění. Měření konvergence slouží jako ukazatel velikosti a směru vnějších sil, působících na ostění.

METODA RAŽBY V MĚKKÝCH ZEMINÁCH



pozorováním chování budované struktury přímo na místě v terénu užíváme jako zpětnou vazbu k neustálému „dolaďování“ konstrukčních aspektů zbývajících díla, nebo jako materiál pro konstrukci podobné struktury v budoucnosti. Nezbytným předpokla-

Doporučuje se sestavit celý měřicí program do dvou typů pozorovatelských úseků:

Vyhodnocovací sekce (varování) — je umístěna v blízkosti počátku ražby tunelu nebo kdekoli v těch místech, kde dochází ke

změně geologie. Vyhodnocovací sekce má být bohatě vybavena přístroji a výsledky měření mají sloužit k přímému hodnocení toho, jak se potvrzují konstrukční předpoklady a posléze k modifikacím v konstrukci samé. Takové modifikace mohou být například změna vzdálenosti mezi žebry, změna tloušťky finálního ostění, změna tlaku v komoře EPB nebo BS TBM, atd.

Kontrolní sekce — tyto sekce, které nejsou již tak bohatě vybaveny přístroji, jsou obvykle umístěny na strategicky důležitých bodech stavby (např. v blízkosti důležitých budov v okolí stavby nebo při křížování inženýrských sítí apod.) podél celého tunelu, aby se získal přehled o tom, jak se celý tunel chová.

Tyto dvě měřicí sekce jsou ještě často doplněny souvislou řadou přístrojů v podélném směru, obvykle to jsou mělké a hluboké usazovací body. Tyto měřicí body, zejména hluboké, jsou schopny zaregistrovat reakci zeminy až do vzdálenosti rovné jednomu průměru průřezu tunelu za čelo ražby. Jejich role je tak poskytnout nejen informace o celkovém chování struktury, ale též signalizovat jakékoli anomálie předem, dříve, než ražba dosáhne fyzicky kritického bodu. Příklad tohoto typu pozorování a jeho interpretace je uveden v publikaci Tweedie a spol., 1991.

CENA TUNELU

Cena tunelu je určena třemi faktory:

1. Cenou za počáteční přípravu staveniště, za opatření razicího zařízení, za provedení vstupních portálů, přístupových šachet, atd.
2. Cenou odvozenou od doby trvání potřebné pro vyražení a vyztužení tunelu a dále pak cenou za udržování staveniště v plně provozním stavu.
3. Cenou odvozenou od fyzické délky tunelu, zrcadlící objem vyhlávaného a odvezeného materiálu a celkový rozsah ostění.

Na základě jednoduché rozvahy o vzájemné souvislosti mezi těmito faktory je možné sestavit jednoduchou rovnici

$$c = a + m \cdot t + n \cdot l$$

kde

c	je celková cena tunelu
a	je cena zahajovacích prací
m	je provozní cena za jednotku času
t	je doba potřebná k vyražení a vyztužení tunelu
n	je cena za vyražení a odvoz materiálu, cena ostění, injektáže a ostatní objemové náklady vztažené na jednotku délky tunelu
l	je délka tunelu

Nedávné studie velkých podmořských tunelů (SETEC; Eisenstein, 1994) ukazují, že v relativním pohledu dominantní komponentou v rovnici uvedené shora je cena vztažená k času, představující přibližně 50 % celkové ceny. Druhý faktor, který je v přímém vztahu k době, potřebné pro postavení tunelu, je cena za financování. Kirkland (1986) ukázal, že v případě tunelu pod kanálem La Manche, který byl ražen po dobu necelých tří let (1988 — 1991) byla cena financování (úroky) 18,5 % celkových nákladů. Naproti tomu u tunelu Seikan v Japonsku, který byl rozpracováván po dobu 15 let (1969 — 1984) byla cena financování 100 %, to jest stejná jako za veškeré ostatní práce (Matsuo, 1986). Jak tunel mezi Anglií a Fran-

cií, tak i tunel v Japonsku, byly raženy metodou postupných vrtů a odstřelů, avšak evropský tunel rovněž využíval 11 vysoce výkonných strojů TBM s dvojitým štítem. Toto srovnání je krásnou ukázkou vlivu rychlosti postupu ražby na cenu tunelu a také vlivu pokročilé techniky na postup ražby.

Dokonce i u kratších tunelů, jako jsou tunely podzemní dráhy nebo různé sanitární projekty, nejzávažnější rozhodnutí, které musí být učiněno na samém začátku, je volba razicí metody. Primární faktor v těchto úvahách je technická kompatibilita vybrané metody s danými zemními podmínkami. Pokud jsou rozumně přijatelné více jak jedna metoda, pak jediným dalším kritériem je konečná cena tunelu. K nalezení odpovědi na tuto otázku se doporučuje pracovat s uvedenou rovnicí a prezentovat výsledky pro všechny (technicky) přijatelné metody v grafické formě dát do souvislosti cenu tunelu a jeho délku. Jestliže jsou porovnávány dvě různé metody ražby, řekněme NRTM a TBM, ukáže se, že dvě čáry se protínají v bodě, který představuje určitou délku tunelu. Typicky, porovnáním metod NRTM a TBM v přijatelně pevné zemině (tuhé až tvrdé hlíny) pro jednoduchý tunel pro podzemní dráhu (průměr 6 metrů), je kritická délka někde mezi 500 a 1000 metry, v závislosti na místních podmínkách. To znamená, že tunel kratší než 500 metrů by stál méně při použití metody NRTM, zatímco tunel delší než 1000 metrů by měl být ražen pomocí TBM. Pro délky ležící mezi těmito hodnotami je třeba provést detailnější porovnání. Podobné porovnání může být vypracováno i pro jiné metody ražby, jak je například uvedeno pro metodu BS TBM (Kavanagh, Eisenstein, 1991).

ZÁVĚR

Současný stav vývoje technologie pro podzemní stavitelství může být shrnut do následujících bodů:

1. Při ražení tunelů tvrdou horninou stále častěji nahrazují vysokovýkonné stroje TBM konvenční techniku vrtání a odstřelů. Stroje TBM s dvojitým štítem díky svému rychlému postupu horninou snížily cenu tunelů a tak učinily mnohé projekty, dříve pokládané za příliš nákladné, ekonomicky přijatelné.
2. Metody spočívající v úpravách zeminy před ražením jsou postupně opouštěny. Při ražbě měkkou zeminou se dává přednost strojům TBM s aktivní podporou čela ražby, jako například metodě bentonitové emulze (BS) nebo metodě vyvážení čela tlakem zeminy (EPB) při práci v obtížných zeminách (měkké hlíny, písek). Aplikace těchto preferovaných metod je méně riskantní, tyto metody jsou přijatelnější z hlediska ochrany životního prostředí a často jsou i levnější.
3. Nová rakouská technika ražení (NRTM) je pevně etablovaná jakožto technika pro ražení a vyztužování tunelů kratších délek a nekruhového průřezu.
4. Detailní konstrukční rozbor a návrhy jak vyztužujícího ostění, tak i posunu zemin a jeho kontrola vykazují rostoucí tendenci využívání metody založené na průběžném pozorování. Poměr nákladů na potřebné přístrojové vybavení k ušetřeným nákladům na stavbu hovoří jednoznačně ve prospěch těchto metod, založených na experimentálním sledování chování rozestavěného díla.
5. Cena tunelu je dominantně určována délkou trvání výstavby. Z toho plyne, že rychlost postupu ražby je velmi důležitým faktorem. To vede k vývoji strojů TBM s vysokými výkony. Tento trend snižuje všeobecně cenu tunelů a činí mnohé projekty původně příliš náročné ekonomicky nejen přijatelné ale i atraktivní.

ÚDRŽBA, OPRAVY A REKONSTRUKCE PODZEMNÍCH STAVEB

A. J. HOWARD,

ŘEDITEL TUNELÁŘSKÉ DIVIZE, MOTT MACDONALD, VELKÁ BRITÁNIE
ANIMATEUR, MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÁ ASOCIACE, PRACOVNÍ SKUPINA PRO ÚDRŽBU A OPRAVY

IF WE ARE TO MAINTAIN A STRUCTURE PROPERLY WE WILL NEED TO KNOW WHAT THE STRUCTURE IS AND HOW IT INTERACTS WITHIN THE SURROUNDING GROUND. FOR MANY OLDERS TUNNELS THIS INFORMATION IS NOT READILY AVAILABLE. THIS MAKES MAINTENANCE AND REPAIR MORE DIFFICULT, AND IN SOME CIRCUMSTANCES INTRODUCES UNNECESSARY RISK AND DANGER INTO REPAIR OPERATIONS.

TO ASSIST IN THE AVOIDANCE OF THIS FOR FUTURE GENERATION OF TUNNEL ENGINEERING AND OWNERS, THE ITA WORKING GROUP ON MAINTENANCE AND REPAIR OF UNDERGROUND STRUCTURES PUBLISHED RECOMMENDATIONS (REFERENCE) FOR CIVIL ENGINEERING RECORDS OF UNDERGROUND STRUCTURES.

PŘÍPRAVY PRO ÚDRŽBU

Pokud máme nějakou podzemní konstrukci řádně udržovat, je nutno, abychom byli dobře obeznámeni s tím, o jakou konstrukci se jedná a jakým způsobem probíhá její interakce s obklopující masou horniny či zeminy. V případě mnoha starších tunelů takové informace nejsou snadno k získání nebo prostě neexistují. To činí problém jejich údržby a oprav obtížnější a v některých případech za určitých okolností zavádí do opravárenské činnosti zbytečné riziko a jistá nebezpečí.

S cílem napomoci budoucím generacím tunelářů a provozovatelů podzemních zařízení vyhnout se podobným problémům, Pracovní skupina pro údržbu a opravy podzemních struktur ITA, publikovala svá doporučení [1] pro vedení stavebních záznamů podzemních stavebních děl. Poskytnout takové informace a uchovávat je pro snadný pozdější přístup bude stát peníze; avšak tyto náklady budou daleko překonány hodnotou těchto informací pro budoucí údržbu a opravy. My, jakožto inženýři-tuneláři musíme přesvědčit naše klienty, že dělat pečlivé záznamy stojí za námahu; a současně s tím musíme také ukázat sami sebe a poskytovat potřebné informace od stadia příprav, návrhu až po samotnou stavbu a údržbu. Pracovní skupina vždy věřila, že tento její publikovaný dokument pomůže tunelářský engineering přesvědčit o správnosti věci. A v tomto duchu vám publikaci doporučuji také já sám.

PROHLÍDKA OBJEKTU A STRATEGIE ÚDRŽBY

Strategie pravidelných prohlídek tunelů a jejich údržby musí být rozvážena pro každý objekt zvlášť, musí být jasně formulována a také skutečně realizována. To se může zdát jako samozřejmost, ale ve velmi mnoha případech je tato činnost zanedbávána buď pro nedostatek času, nebo pro obtížnost přístupu k objektu. Projektanti a konstruktéři se přemístí na další projekt; vlastník objektu ho převezme v naději (často později zklamán), že nebude potřeba dělat žádnou údržbu po mnoho let.

Univerzální strategii inspekcí a údržby tunelů není možné for-

mulovat, protože jak okolnosti, tak i jejich typy a užití se navzájem velice liší. Existují však určité, velmi důležité, společné aspekty:

- inspekce musí být vykonávány v určených intervalech technickou organizací, která je dobře obeznámena s podzemním stavitelstvím a nejlépe by bylo, pokud by inspekci vykonávala instituce, která měla něco do činění s konstrukcí nebo stavbou příslušného objektu.

Intervaly mezi inspekcemi budou určeny na základě rozvahy následujících okolností:

- fyzikální povaha příslušné struktury, terén, v němž je zasazena a k jakému účelu slouží,
- stáří konstrukce,
- předchozí historie inspekcí a údržbářských prací,
- otázka proveditelnosti inspekce (snadno?, obtížně?) včetně vlivu inspekce a uzavírky z titulu údržby na funkčnost příslušného zařízení,
- potřeba pokračujícího monitorování instalovaných přístrojů všude tam, kde jsou nainstalovány jako součást projektu nebo jako důsledek předchozích inspekcí a údržby a všude tam, kde je to relevantní z hlediska konstrukce struktury; nutno zdůraznit, že toto monitorování musí být pravidelně prováděno a hodnoceno kvalifikovanými technickými silami.

V některých případech, například u tunelů hydroelektrických, tunelů pro zásobování vodou a kanalizačních tunelů, je třeba učinit speciální a někdy velmi komplikovaná opatření proto, aby mohla proběhnout inspekce a také mnoho různých údržbářských prací je nutno provádět najednou. To si vyžaduje zcela specifickou strategii přístupu k provozu takového zařízení i k jeho údržbě, možná založenou na statistické analýze velkého počtu tunelů s podobným posláním [2].

Ve většině případů však jsou možné pravidelnější prohlídky. Interval mezi inspekcemi v průběhu životnosti tunelu může být různý. Například, ačkoli se zpočátku prováděly časté prohlídky nového objektu, může být později rozhodnuto, že je možné interval mezi prohlídkami prodloužit, neboť je zřejmé, že změny probíhají velmi pomalu.

Inspekční zpráva musí obsahovat nákladově ohodnocený program údržby a opravárenských prací, musí zdůraznit věci, které si

vyžadují urgentní pozornost a musí též detailně popsat jakékoli dodatečné speciální zkoumání, které se ukázalo být nezbytným. Program se bude snažit postihnout budoucnost pokud možno co nejdále, aby vlastník objektu mohl zahrnout náklady na údržbu do svého celkového rozpočtu nákladů.

Rozsah takovéto strategie se může majiteli i pozorovateli objektu, který nemá žádné velké technické zázemí, zdát přehnaný. Je tudíž důležité, abychom již v počátečním koncepčním stadiu nových projektů zcela jasně zahrnuli strategii údržby do průběžných provozních plánů objektu, aby bylo možno ve finanční analýze s těmito náklady počítat.

Výhody řádně prováděných inspekcí a údržby jsou následující:

- výdaje na tyto činnosti jsou předvídané a plánovány několik let předem,
- lze z nich vyčíst včasné varování o vznikajících defektech, které umožní přijímání adekvátních opatření přiměřených momentální situaci spíše než pozdější reakci na skutečnou krizi,
- umožní vyhnout se uzavírce zařízení v důsledku hrozícího nebo skutečného strukturálního selhání.

Nebezpečí, která plynou ze zanedbání inspekcí a pravidelné údržby jsou opakem právě uvedených bodů: v souhrnu to znamená, že majitel může náhle zjistit, že stojí tvář v tvář rozhodnutí, zda provést náhlou, neplánovanou a podstatnou opravu (tudíž velmi nákladnou) anebo se smířit se ztrátou užitnosti celého objektu.

Samozřejmě by nebylo z naší strany seriózní tvrdit, že pravidelné prohlídky zabrání všem neplánovaným výdajům. Neočekávané okolnosti mohou nastat a mít svůj vliv na tunely a se všemi těmito vlivy je pak nutno se vypořádat s takovou mírou urgencye, jakou si vyžaduje jejich závažnost. Mnozí si v této souvislosti možná vybaví případ tunelů v San Francisku, které byly poškozeny prací na stavbě pilířů. Nabídka na opravu poškozené sekce tunelu překročila majitelův odhad na opravu. Rozhodnutí o provedení práce se díky tomu pozdrželo o dva měsíce. V průběhu tohoto období však pronikající spodní voda způsobila zhoršení podmínek okolo tunelu, který se posléze propadl, což vedlo k zaplavení sklepů v mnoha budovách v okolí tunelu a následným ztrátám, které mnohonásobně překročily náklady na samotnou opravu.

INSPEKCE A DEFEKTY

Při přehledce defektů, které je možno pozorovat v průběhu pracovního života určité podzemní stavby není žádným překvapením zjistit, že většina z nich je způsobena buď přímo anebo nepřímo vodou. Vzhledem k této skutečnosti provedla pracovní skupina ITA studii škodlivých vlivů vody na tunely v průběhu jejich provozního života a publikovala svou zprávu v roce 1991 [3]. Tato zpráva obsahuje 48 případů dokumentovaných událostí vedoucích ke škodám a také o nápravných akcích, které byly v tom kterém případě podniknuty. Díky tomu je možno pokládat tuto publikaci za velmi užitečnou příručku. Jsou v ní rovněž obsaženy některé návody, jak si počínat při opravách. Pracovní skupina pokračuje ve sledování této problematiky studií zabývající se metodami utěšňování průsakových míst, používaných materiálů a podobně, která má být publikována v roce 1995.

Byl jsem nucen omezit rozsah tohoto mého článku, a proto jsem se rozhodl soustředit pozornost na tunely s betonovým ostěním, ať již provedeným přímo na místě v tunelu, nebo zhotoveným ve formě prefabrikátů. Ostatně většina moderních tunelů patří k tomuto druhu. Tunely bez ostění jsou speciální případ. Mnoho tunelů, vyzděných cihlami nebo zděvem, které byly většinou postaveny v průběhu minulého, nanejvýše pak na začátku tohoto století, jsou kapitolou samou pro sebe, ačkoliv některé všeobecné poznámky jsou pro ně rovněž platné. „Vyzdívký“ z ocelové litiny se ukázaly být jako velmi trvanlivé, avšak některé problémy, spojené se speciálními zemními podmínkami (které by byly agresivní vůči libovolnému druhu vyzdívký) jsou uvedeny v práci [3].

Prohlídky tunelů by se měly zejména soustředit na následující body:

- zvýšené množství prosakující vody,
- selhání drenážního systému zeminy,
- deformace ostění,
- elektrolytická koroze ocelových komponent předpjatého betonu,
- degradace matrice betonu,
- zhoršení betonových konstrukcí v tunelu, omítek a servisního vybavení.

Prosakování vody nemá vždy nezbytně vážné důsledky. Avšak vždy by mělo být považováno za potenciálně závažné a tudíž také odpovídajícím způsobem sledováno. Každý tunel má tendenci chovat se jako odvodňovací drén a voda se k němu může dostávat ze širokého okolí. To může vést ke změnám ve vlastnostech zeminy a následným změnám zatížení ostění. Ze země mohou být vyluhovány určité chemikálie, které způsobí, že je voda agresivní. V některých případech dochází k tomu, že poté, co určité chemikálie prosáky spolu s vodou do nitra tunelu přicházejí do styku se vzdušným kyslíkem a oxidují, což vede k vážným důsledkům. Například tvorba kyseliny sírové ze sírníku železitého, vody a vzduchu je dobrým příkladem toho, o čem mluvíme.

Solemi nasycená voda se může vypařovat na vnitřním povrchu tunelového ostění, čímž se zde zvyšuje koncentrace solí a urychluje se tak rozkladná chemická činnost. Pokud je cokoliv takového zjištěno, musí se zastavit prosakování vody, povrch ostění pečlivě očistit a zajistit dlouhodobější pozorování, jehož smyslem je se ujistit, že nedošlo k žádné vážnější škodě.

Voda také dokáže do tunelu přivést jemně zrnité pevné látky, jejichž úbytek v zemině okolo tunelu může vést ke katastrofickým následkům jak pro tunel samotný, tak i pro jeho okolí. S výjimkou případu solidní pevné skály kolem tunelu, je vždy nutné testovat prosakující vodu na přítomnost jemně rozptýlených tuhých částic; pokud je nález pozitivní, prosakování musí být zastaveno.

Množství prosakující vody by mělo být pravidelně měřeno a zaznamenáváno takovým způsobem, aby bylo možné provádět porovnání různých měření. Sezónní změny v míře prosakování jsou normálním jevem, neboť trhliny a spoje se otevírají a zavírají díky tepelné roztažnosti ostění. Také není neobvyklé pozorovat postupné zvyšování průsaku v průběhu mnoha let. V závislosti na konkrétních okolnostech, tento jev může být až do určitého limitu přijatelný, avšak mělo by se provést opatření v rozpočtu na krytí výdajů s omezováním průsaků utěšňováním trhlín, tmelením a podobně, podle toho, jak si to konkrétní situace vyžaduje.

U některých konstrukcí tunelů je za ostěním drenáž, která svádí vodu pod těleso tunelu, odkud je pak dalším drenážním systémem odváděna mimo tunel. Tyto drenáže se mohou ucpat; je proto velmi důležité sledovat množství vody, které z nich vytéká, zejména v případech, že konstrukce ostění nezahrnuje možnost měřit tlak vody pro přítomnost pevných částic.

Měření deformace ostění je někdy prováděno jako pokračující proces ověřování správnosti technické konstrukce tunelu. V jiných případech se ostění deformuje pomalu v důsledku změn zátěže zeminou, jak již bylo zmíněno dříve. V cihlových tunelech nebývá deformace vždy nápadná a profily zděných železničních tunelů jsou často a pravidelně proměřovány pomocí fotografických nebo jiných metod, přičemž výsledky se uschovávají v takové formě, která umožní provádět porovnávání pomocí výpočetní techniky.

Tunely, jejichž ostění je vyrobeno z betonové směsi přímo na místě v podzemí je inherentně méně pružné, než ostatní typy tunelů a snadno prasknou při deformaci. V případě tohoto typu ostění je však zpravidla dosti obtížné si všimnout prasklin do té doby, než se díky deformacím, které je způsobily, dostatečně vyvinou. Tunely vyztužované po jednotlivých sekcích jsou v tomto smyslu poněkud odolnější, ale při větších deformacích popraskají také.

Jakmile nastane podezření, že dochází k deformaci tunelu, je nutno zahájit přesná měření průměrů tunelu a začít s průzkumem stavu horniny v okolí struktury. Také je ovšem možné, že ke změnám v zatížení horniny na tunel došlo v důsledku výkopových prací

v blízkosti tunelu nebo stavby nových budov nad ním, působících změnu zatížení.

- Elektrolytická koroze ocelové armatury betonu je způsobována – depasivací betonu díky vytváření slabých kyselin reakcí vody s kyslíčnými uhlíky (obvykle dopravní exhalace), které pronikly do betonu,
- elektrochemickými reakcemi, obvykle způsobenými proniknutím chloridu sodného k armatuře.

Druhá z těchto příčin se v tunelech vyskytuje nejčastěji; sůl pochází buď z opatření proti vzniku náledí (solný posyp sněhu na ulicích) nebo ze slané průsakové vody. Počátečními příznaky jsou rezavé skvrny a olupování betonu na vnitřním povrchu vyzdívky, avšak tyto první příznaky mohou být místně velmi omezené. Proto je potřeba provést spolehlivější testy, například potenciometrická měření, určení obsahu vlhkosti a chloridu sodného, atd., aby se určil skutečný rozsah problému. Koroze, pokud jednou započala, se neustále zrychluje, pokud se jí nepodaří nějak odstranit.

V ostěních ze železového betonu, obvykle prefabrikovaného, je nejobtížnější zaregistrovat nástup korozního procesu na vnější straně ostění. Lze celkem spolehlivě předpokládat, že tato koroze obecně nebude produkovat rozpínavé produkty vzhledem k nedostatku kyslíku na této straně vyzdívky. Ztráty na průřezu armatury oceli nemusí být kritické v tělesech jednotlivých segmentů samotných, ale v místech radiálních spojů je situace zcela jiná. Jakýkoli anomální příznak v těchto místech nebo v jejich blízkosti musí být co nejdříve důkladně prozkoumán a vyšetřen.

K poškození betonu ostění může dojít díky chemickému napadení, například sulfátem. Tento jev nebývá v tunelářské praxi příliš častý, neboť díky tomu, že přítomnost sulfátu je zpravidla odhalena již ve stadiu přípravných konstrukčních a projektových prací, je na stavbu použit odpovídající druh betonu, který je proti tomuto nepříznivému působení sulfátu imunní. Jiný proces degradace betonu byl zaznamenán u silničních tunelů v Egyptě, kde byl beton rozrušen krystalizací solí uvnitř ostění. Vodní průsak v tomto případě nebyl velký, avšak koncentrace solí byla výjimečně vysoká. To však byla možná zcela jedinečná shoda okolností. Já sám si nevybavuji žádný případ ostění, které by trpělo škodlivými důsledky agregátových alkalických reakcí. Těm lze vždy zabránit pečlivým výběrem správného druhu betonu.

Jakékoli zpozorované defekty nesmějí být nikdy ignorovány, a musí být vždy pořádně vyšetřeny, tak, jak je předepsáno a pokud nejde o triviální záležitost, je nutno provést všechna náležitá opatření. Jakékoli odkládání nápravných akcí se zpravidla vymstí ve formě mnohem větších nákladů za pozdní opravy.

To, co zde bylo řečeno o betonové struktuře tunelu jako takového, platí ovšem také pro betonové struktury do tunelu uložené. Pokud tyto vložené struktury vykazují nějaké změny, mělo by to být signálem k tomu, aby se provedla důkladná inspekce ostění tunelu, pokud není zcela jasné, že změny ve vložených strukturách nemají se stavem tělesa tunelu jako takového nic společného.

SPECIÁLNÍ VYŠETŘOVACÍ TECHNIKA

Kromě vizuální inspekce a zaznamenávání případných změn profilu tunelu, o kterých byla již zmínka, je občas nutno ostění tunelu v těch jeho částech, kde se objevily defekty, vyšetřit podrobněji. Destruktivní metody, jako například vrtání otvorů skrz ostění nebo vylamování jejich částí jsou sice důležité, avšak zcela zřejmě nemohou být použity kdykoliv a kdekoliv. Pracovní skupina ITA zkomponovala údaje o nedestruktivních metodách inspekce tunelových ostění. Zpráva je připravována k publikaci. Obsahuje výsledky prací, provedených Německým výzkumným ústavem tunelářským, STUVA, které se dotýkají široké škály možných technických postupů, z nichž některé jsou velmi složité.

Jednou z nejslibnějších průzkumných technik je použití radaru, který proniká zemí. Tato technika ve spolupráci s konstrukční dokumentací a průzkumnými vrty dokáže zaznamenat prázdné dutiny na vnější straně ostění a anomálie v její tloušťce. Další metody, o kterých lze tvrdit, že mají své potenciální využití v oboru tunelářství, jsou termografie a multispektrální analýza, ale byly testovány i mnohé jiné metody, které slibují, že je bude v některých případech možno využít. Přípravovaná zpráva bude identifikovat, jaké procedury se budou pravděpodobně používat nejčastěji za určitých daných okol-

ností. Všechny tyto metody si vyžadují práci specialistů, a to jak při jejich aplikaci, tak i při interpretaci výsledků.

Ať již je detailní průzkum stavu ostění prováděn jakkoli, pečlivě naplánování celé akce předem je naprosto nezbytné. Cíle průzkumu by měly být jasné a jednoznačně formulovány a průzkumné práce by měly být aranžovány takovým způsobem, aby se získala pokud možno veškerá informace, potřebná pro dosažení plánovaných cílů. Opakované návštěvy objektu za účelem získání nějaké chybějící informace nejsou vždy možné a pokud se uskuteční, jsou téměř vždy nákladnou záležitostí. Omezování rozsahu průzkumu není dobrá ekonomická politika, ale bohužel se s ní velmi často setkáváme i v dnešní době.

OPRAVY A REKONSTRUKCE

Jakmile je identifikován defekt, prvním krokem k jeho odstranění musí být stanovení jeho příčin. Tato diagnostická fáze zahrnuje:

- detailní prostudování konstrukční a opravárenské dokumentace,
- studium záznamů, popisujících vývoj defektu a jakýchkoli ostatních údajů, které s defektem souvisejí,
- návrh a provedení speciálního průzkumu,
- analýza závěrů, příčiny a následky.

Teprve potom je možno přistoupit k návrhu rekonstrukční procedury. Tento návrh by se měl týkat:

- problému odstranění příčin příslušného defektu (pokud je to možné),
- volby materiálů pro opravy a metody jejich aplikace,
- speciální ochrany objektu, pokud nelze eliminovat příčinu defektu,
- rozsahu opravy nebo rekonstrukce na strukturách bezprostředně sousedících s defektními,
- dočasných podpěr, potřebných v průběhu opravy,
- pracovních hodin, odstavek, přístupu k objektu, vybavení, atd.,
- rizika a nebezpečí.

A opět se setkáváme s faktem, že tento opatrný a časově náročný postup bývá často zanedbáván a podceňován. Důsledkem takového počínání je, že samotné opravy jsou pouze polovičaté a dlouho nevydrží. V některých případech dokonce mohou nepříznivě ovlivnit i sousedící části celé konstrukce.

Nejběžnějším příkladem takového přístupu jsou „záplatové“ opravy, které se často provádějí na odlupujícím se betonem. Jestliže je odlupování způsobeno korozí armatury díky zanesení soli do struktury, záplaty na betonem mohou dokonce proces koroze urychlit v sousedních strukturách, protože záplaty mohou poskytovat čerstvé alkalické prostředí a tudíž zvýraznit kontrast mezi záplatou a okolními oblastmi, které se pak jeví jako méně chráněné. Výsledkem je, že se olupující plocha zvětšuje a je posléze nutné pustit se do mnohem nákladnějších oprav.

Správná procedura je odstranit veškerý beton, ve kterém přesahuje kontaminace solí hodnotu 0.4% váhy cementu. To si vyžaduje rozsáhlý program vzorkování a analýz. Po odstranění kontaminovaného betonu se oprava provede s použitím materiálu (obvykle na bázi cementu), který splňuje následující požadavky:

- musí být strukturálně kompatibilní s betonem, který tvoří povrch zaplňovaného volného prostoru; to znamená musí být shodný co do pevnosti v tlaku a při pružném namáhání, v modulu pružnosti, charakteristiky „tečení“ (creep), velikosti srážení a termálních vlastností,
- musí sloužit jako efektivní ochrana armatury, včetně aspektu propustnosti vody,
- musí být snadno a účinně aplikovatelný, musí být schopen zaplňovat všechny skulinky a musí na substrátu držet,
- musí mít přijatelný vzhled.

Použití malty dosud neproniklo do standardních procedur, avšak komise EEC připravuje normu, kterou by malty na tyto opravy měly splňovat. S ohledem na tuto skutečnost, tiskoviny vydávané výrobcí nemusí nezbytně obsahovat veškeré potřebné informace, které by umožnily si vybrat ten nevhodnější materiál pro daný účel. Další speciální testování materiálů na opravy je tudíž vždy zapotřebí.

Vlastní způsob aplikace materiálu je záležitostí zásadní důležitosti. Opravářské materiály jsou vyrobeny pro nejrozličnější způsoby jejich aplikace: ručně, zaléváním (nikoli kapalné), stříkáním, vysoce kapalnou formou, atd. Většina kapalných směsí je vhodná pouze pro utěsňování podlažních částí struktury tunelu. Malty pro manuální nanášení jsou vhodné jak pro podlahy, tak i vertikální stěny, avšak mnohonásobně nanášení vrstev, které je někdy nutné ve vertikálních situa-

cích, může vést ke vzniku diskontinuit. Tekuté malty mohou být používány na podlažní práce a také na stěnách, pokud se použije bednění. Při práci nad hlavou se všeobecně doporučuje metoda stříkání, avšak tato metoda může být použita s úspěchem i v jiných situacích.

Ve všech případech velmi záleží na profesionální zručnosti, se kterou jsou práce provedeny a také jsou velmi důležité pracovní podmínky. V tomto ohledu se vyplatí raději utratit více peněz, aby jak lidé, tak i podmínky byly co nejlepší, neboť v opačném případě hrozí, že později bude nutno zaplatit daleko vyšší cenu za novou (a rozsáhlejší) opravu. Kvalita práce by měla být vždy pečlivě přezkoumána, aby byla jistota, že nové materiály jsou celistvé a že dobře drží na svém místě.

V situacích, kdy není možné provést odstranění veškerého betonu kontaminovaného chloridem sodným, je možno využít tzv. katodické ochrany, avšak tato metoda je aplikovatelná pouze v případech, kdy se jedná o poměrně malé rozměry chráněného pole, neboť je to metoda velmi nákladná. Obvykle se v případě betonu používá metoda vynuceného proudu; v nedávné době se začala s úspěchem aplikovat metoda síťovité titanové anody pro elektrokatalytické pokovení.

Utěsnění průsaků je důležitou součástí údržby tunelu. Tmelení kolem ostění je často první opatření, které se v této věci podniká. Tmely na bázi cementu jsou všeobecně známé. Také různé hydrofilní tmely (většinou na bázi polyuretanu) se nyní používají velmi často. Jsou to materiály, které při kontaktu s vodou začínou pění a vytvoří posléze nepropustnou bariéru; mohou být použity za mnoha různých okolností a v různých podmínkách. Jedinou nevýhodou těchto materiálů je jejich toxicita.


Tam kde je průsak značný, tmel se může nakonec vyplavit a tak dojde opět k selhání. Nyní je k dostání speciální tmel na bázi latexové suspenze. Latex vypadává ze suspenze, je-li tmel promíchán, nebo je-li přidán katalyzátor, aby vytvořil gumovou ucpávku. Taková ucpávka je schopna zastavit i velmi vážný průsak, ale k tomu, aby se to podařilo, je třeba značné šikovnosti a zkušenosti s prací s tímto tmelem. Tento tmel je velmi nákladný, avšak já sám jsem ho již několikrát s úspěchem použil v situacích, kdy ostatní typy tmelů selhaly.

ZÁVĚREČNÉ POZNÁMKY

V tomto článku jsem se zmínil o všeobecných principech a o několika detailech velice širokého oboru. Bývaly doby, kdy Pracovní skupina ITA, zabývající se problematikou oprav a údržby byla ve srovnání s jinými pracovními skupinami skutečnou „popelkou“. V nedávné době však se dostavil značně zvýšený zájem o problematiku ze strany členských zemí z celého světa. To je známkou toho, že jak ve světě roste počet tunelů postavených pro nejrůznější účely, majitelé i inženýři si uvědomili důležitost řádné údržby.

Některé tunely nepotřebují téměř žádnou údržbu, jiné ji naopak potřebují až příliš. V obou případech však systematický, plánovaný a kompetentní přístup k inspekcím a k údržbě zajistí, že podzemní zařízení budou dlouho sloužit svému účelu při minimálních provozních nákladech.

SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA



PRAMENY A LITERATURA

1. Civil Engineering Records of Underground Structures. Tunneling and Underground Space Technology, Vol 2, No 3, pp 307–304, 1987.
2. Development of inspection system for headrace tunnels. Sasaki, Koyama & Jo. Proc. Int. Congress 'Towards new worlds in tunnelling', Akapulko, May 1992, p. 969.
3. Report on the Damaging Effects of Water on Tunnels During Their Working Life. Tunnelling and Underground Space Technology. Vol 6, No 1, pp 11–76, 1991.

ŘÍZENÍ ZNEČIŠTĚNÍ DEŠŤOVÝCH VOD V KANALIZACI PŘES RETENČNÍ TUNELY

J. MARŠÁLEK, NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE
BURLINGTON, ONTARIO, CANADA

THE ARTICLE IS A TRANSLATION WHICH WAS PUBLISHED IN PROCEEDINGS "PODZEMNÍ STAVBY 1994" (UNDERGROUND CONSTRUCTION '94). IT IS AN EXAMPLE HOW THE TUNNELS MAY BE PROFITABLE IN A CASE LIKE RETENTION SPACE FOR DRIVING CONTAMINATING RAIN DOWNPOUR WATER IN URBAN ENVIRONMENT. MORE WIDER ADVANTAGE OF THE TUNNELS IN OUR CASE IS SLOW FOR THE PRESENT BECAUSE OF A SHORTAGE OF FINANCIAL MEANS FOR FATHER INVESTMEN AND AN OPERATION.

1. ÚVOD

Postupující zlepšení v řízení městských a průmyslových zdrojů znečištění vod přivádí pozornost k dopadům městského znečištění za deště, způsobeném městským odtokem, který je vypouštěn do recipientů buď jako povrchové dešťové vody z dešťových stok anebo jako přítoky z jednotných stok. Nepříznivé dopady takových výtoků na recipienty jsou dobře dokumentovány a vedly k vyhlášení přísnějších opatření pro řízení městského znečištění v deštivém počasí a obzvláště přítoků z jednotných sítí [1]. Taková opatření vyžadují snížení objemů a četnosti přítoků zavedením asanačních opatření. V tomto článku jsou taková opatření rozebrána a detailně diskutována se soustředěním na retenční tunely a jejich aplikace ve třech studiích.

2. ŘÍZENÍ PŘÍTOKŮ

Plánování řízení přítoků je založeno na čtyřech základních úvahách - podmínky životního prostředí, předpisy, infrastruktura a sociálně-politické faktory. Podmínky životního prostředí zahrnují charakteristiky recipientů (typ, velikost, fyzikální faktory a využití vod), akvatickou faunu (typ a rozmanitost organismů, sezonní vlivy, přechodné variace v rozpuštěném kyslíku a toxických látkách), lokální klima (srážky a tání sněhu), a omezení na zlepšení podmínek (např. jiné zdroje znečištění). Předpisy mohou zahrnovat celou škálu různých opatření počínaje jednoduchými povoleními četnosti přítoků a konče lokálně definovanými cíli nebo normami jakosti životního prostředí [1]. Plány asanace přítoků musí uvážit všechny složky existujících infrastruktur, včetně sběrové stokové soustavy, její průtočné kapacity a strukturální integrity (zachovalosti), čištění odpadních vod a jiných městských rekonstrukcí v podobě zlepšení stavu vozovek nebo čištění odpadních vod. Sociálně politické faktory, které jsou obzvláště důležité při plánování řízení přepadů, zahrnují informovanost a účast veřejnosti, a názory regionálních politiků.

Jednotlivá technická opatření pro řízení přítoků mohou být klasifikována do čtyř kategorií, včetně předpisových a plánovacích strategií, řízení zdrojů, řízení stokových soustav, a zařízení na čištění vod. Vzhledem k tomu, že řízení přítoků se provádí v městských

regionech s existující zástavbou, předpisové a plánovací strategie využívající řízení městské zástavby jsou v takovýchto případech zřídka aplikovatelné.

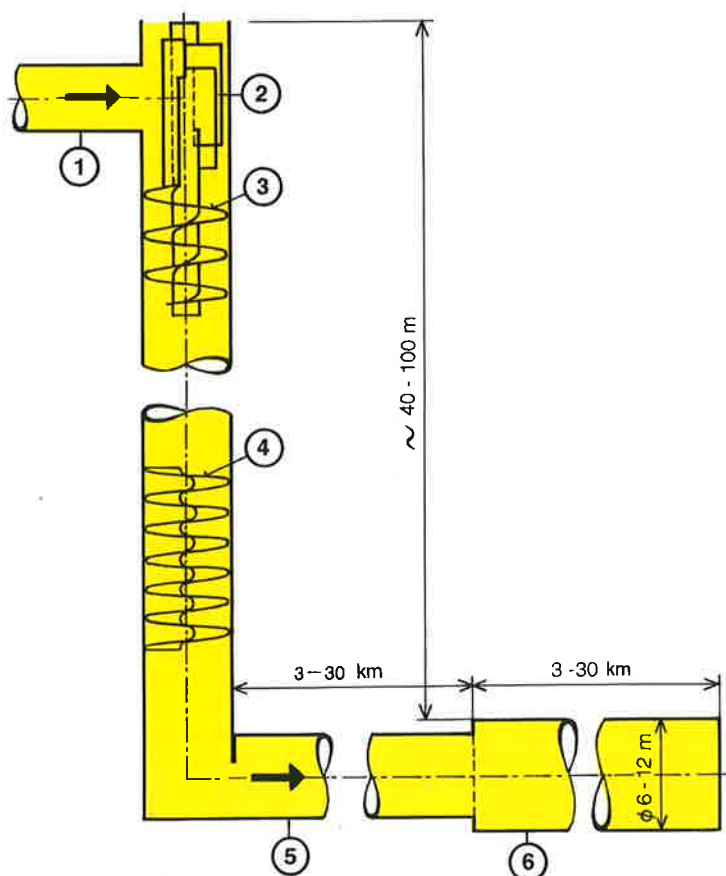
Řízení zdrojů odtoku a znečištění, zvláště v nekonstrukčních formách, je vysoce nákladově efektivní. Příklady takového řízení zahrnují územní a plánovací předpisy minimalizující objem odtoku, zamezení eroze, zákaz odhazování odpadků a papíru, čištění ulic a vpustí, proplachování stok, zamezení přítoku a infiltrace čistých vod do stok, a přestavba jednotných stokových sítí na sítě oddílné.

Řízení sběrných stokových soustav zahrnuje přepadové regulátory, retence v síti a mimo síť a řízení v reálném čase. V případě regulátorů, dává se přednost moderním návrhům, které zlepšují jakost přítoků dynamickou separací dispergovaných látek (kalů) a adsorbovaných polutantů a jejich zadržením ve sběrném systému. Retence v systému (na lince) může být zlepšena vhodnou operací dynamických regulátorů a předimenzováním stok.

Retence mimo linku je jednou z nejběžnějších metod řízení přítoků a její efektivnost je dobře dokumentována [1, 2]. Tato opatření přispívají k maximálnímu využití existující kapacity čistírny odpadních vod, a tím přispívají k celkové efektivnosti systému. Retence mimo síť vyžaduje stavbu retenčních zařízení, v podobě nádrží nebo tunelů, a čerpacích stanic na čerpání přítoků do retence anebo do čistírny odpadních vod. Retenční zařízení jsou plněna gravitací, ale po průtřích jsou vyprázdněna přečerpáním. Řízení stokových sítí v reálném čase se snaží docílit optimální provoz stokové sítě maximalizací jejich průtokových a retenčních kapacit, a s tím související minimalizací četnosti a objemu přítoků a způsobeného znečištění recipientů. Systémy řízení vyžadují sběr srážkových a průtokových dat v síti v reálném čase, simulaci toků ve stokové síti a implementaci nejlepší řídicí strategie zahrnující manipulaci regulace toků v stokové síti.

Během řady let mnohé čistírenské procesy byly navrženy a vyzkoušeny včetně cezení sítě (bubnová síť, mikrosíta, rotační síť, disková síť a statická síť) a usazování v nádržích bez či s využitím nakloněných lamel. V deštivém počasí, splašky zředěné dešťovou vodou v jednotné soustavě jsou dopravovány do existující čistírny odpadních vod za účelem čištění takovými procesy, jako je biologické čištění, uhlíková absorpce, dělení průtoku s obtokem sekundární fáze čištění, chemické čištění s přidavkem koagulantů, filtrace, vzduchová flotace a dezinfekce [2].

Nejlepší metody řízení jsou nalezeny coby nejméně nákladné kombinace jednotlivých metod diskutovaných v tomto článku.



Obr. 1. Virový spadištní objekt

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 = Přítoková stoka | 2 = Vtok |
| 3 = Horní spirálová dráha | 4 = Dolní spirálová dráha |
| 5 = Transportní tunel | 6 = Retenční tunel |

V hustě zastavěných městských oblastech je výběr řídicích metod silně ovlivněn nedostatkem prostoru potřebného k implementaci těchto patření a vysokými cenami pozemků. Z těchto důvodů výběr nejlevnějších variant pro řízení přítoků v hustě zastavěných oblastech často vede k volbě variant využívajících podzemní objekty [2].

3. ŘÍZENÍ PŘÍTOKŮ TUNELY

Hluboké tunely slouží několika účelům, včetně retence přítoků, transportu a částečného čištění. Přítoky přitékají do tunelů gravitací a vyplní retenční objem, který je k dispozici. Po skončení průtrže retenční prostor musí být vyprázdněn v krátkém čase dvou až tří dní, aby tyto objekty byly připraveny pro příští průtrž. Zadržené přítoky jsou obvykle přečerpány do čistírny odpadních vod, jejíž kapacita musí být rozšířena, aby čištění zvýšených průtoků narušilo účinnost čištění. Podzemní retence může být doplněna méně nákladnými otevřenými nádržemi.

Tunely, které slouží jako transport do čistírny odpadních vod, mohou být dosti dlouhé (až 30 km). Během retence a transportu dochází k usazování a usazené kaly musí být odstraněny, hydraulicky či mechanicky v zařízení na likvidaci kalů.

Speciální úvahy potřebné v návrhu retenčních tunelů obsahují retenční a průtokové kapacity, trasu a hloubku tunelu, metodu ra-

žení a zvláštní objekty. Retenční a průtokové kapacity jsou vypočteny z požadavků řízení znečištění a určují základní rozměry tunelu, které se pohybují v průměru od 6 do 12 m, délky od 3 do 30 km a objemy retence od 100 000 do 3 mil. m³. Trasy tunelů jsou dány vlastními přepady a polohami čistíren odpadních vod a často sledují břeh recipientu. Tunely ražené v menších hloubkách jsou prováděny pod veřejnými prostory, jako jsou parky a ulice. Hloubka těchto tunelů závisí na geotechnických podmínkách a přítomnosti jiných podzemních objektů (např. podzemní dráhy) a vesměs se pohybují mezi 40 m a 100 m. Čím větší je hloubka tunelu, tím dražší je přečerpávání zadržovaných dešťových vod na povrch.

Metoda ražení tunelu je volena v závislosti na lokálních geotechnických podmínkách. Použití razících mechanismů u štítů s přetlakem na čelbě v měkkých materiálech s vysokým tlakem podzemní vody je běžné [3].

Zvláštní objekty zasluhující zvýšenou pozornost při návrhu retenčních tunelů zahrnují vtokové spadištní objekty, ventilační šachty, přístupové šachty, zařízení na odstraňování kalu a čerpací stanice.

Podle hloubky tunelu, přitékající dešťové vody, mohou padat až do hloubky 100 m. Proto je nutné utlumit kinetickou energii přitékajícího proudu a zabránit přebytečnému provzdušnění. Dává se přednost vírovým spadištním. V takových objektech proud přitéká tangenciálně a zůstává v kontaktu s vnější stěnou a vytváří vnitřní vzduchové jádro. V některých případech, jak je uvedeno na obr. 1, spolehlivá funkce spadištních šachet je zaručena vložením spirálních vodičů.

Ventilační šachty o vnitřním průměru 3 až 5 m, slouží k odstranění toxických plynů. Podobné objekty jsou třeba pro přístup, provoz stavidel a vyrovnání tlakových vln. Usazování pevných částic v přístupových a retenčních tunelech je nevyhnutelné, zvláště během prodloužené retence. Z tohoto důvodu je nutno zajistit odstraňování hrubých látek a kalů. Shromážděné hrubé materiály a kaly jsou dopraveny na povrch.

Retenční tunely vyžadují čerpací stanice, aby bylo možné vyprázdnit retenční prostor v tunelu po přivalových deštích, obvykle během 2–3 dní. K tomu se používá vícenásobný počet čerpadel, umístěných ve dvou oddělených komorách, proto, aby se snížilo riziko úplné ztráty čerpací kapacity. Čerpací výšky čerpadel do 100 m jsou běžně požadovány. Ochrana proti vodnímu rázu pomocí vyrovnávacích komor je obsazena v projektu.

Hlavními zábrany rozšířenějšího využití retenčních tunelů jsou vysoké investiční náklady na m³ retence a potřeba přečerpávat dešťové vody po skončení přivalů. Obtíže s likvidací kalů, jejich usazováním a odstraňováním byly rovněž popsány v literatuře [2].

4. PŘÍKLADY RETENČNÍCH TUNELŮ

4.1 CHICAGO, USA

Metropolitní okrsek na asanaci vod Většího Chicaga dokončil hlavní částí Tunelového a nádržního systému (TARP) v období mezi r. 1980 a 1986. Úplný systém TARP se bude skládat z 211 km hlubokých tunelů ražených ve skále, 157 mil. m³ retence ve třech otevřených nádržích a tří čerpacích stanic s celkovou kapacitou 118 m³/s. Tunelová část TARP se skládá ze čtyř systémů s průměry tunelů v rozmezí od 2,7 do 10 m a umístěných 46 až 107 m pod povrchem. Přítoky přitékají do systému TARP ze sběrných objektů přes spadištní šachty. Čerpací stanice na dolním konci systému mají kapacitu dostačující k vyprázdnění plného tunelu během 2–3 dní. Popisy tří TARP tunelů následují [2].

Upper Des Plaines tunel obsluhuje území o ploše 230 km² a odvádí jak odpadní vody v suchém tak přivalovém období a je využíván k retenci uvnitř systému. Tento systém se skládá

z 10,6 km tunelů o průměrech 2,7–6 m) s celkovou retenční kapacitou 260 000 m³. Systém zahrnuje 8 spadištních šachet a 18 vtokových objektů. Čerpací stanice přečerpává odpadní a dešťové vody do O'Hare čistírny odpadních vod.

Mainstream tunelový systém obsluhuje území o ploše 530 km² a je tvořen z 50 km tunelů s průměry od 4 do 10 m a s celkovou retenční kapacitou 3 200 000 m³. Systém zahrnuje 113 spadištních šachet a 245 objektů. Mainstream čerpací stanice, uvedená na obr. 2, je umístěna ve dvou oddělených komorách proto, aby se minimalizovalo riziko úplné ztráty čerpací kapacity z důvodů nepředvídaných poruch. Čtyři čerpadla mají celkovou kapacitu 31,1 m³/s při výšce přečerpávání 46 m. Mechanické česle se šířkou štěrbin 89 mm odstraňují hrubě dispergované látky před čerpadly. Shrabky jsou dopraveny na povrch mechanickým zařízením.

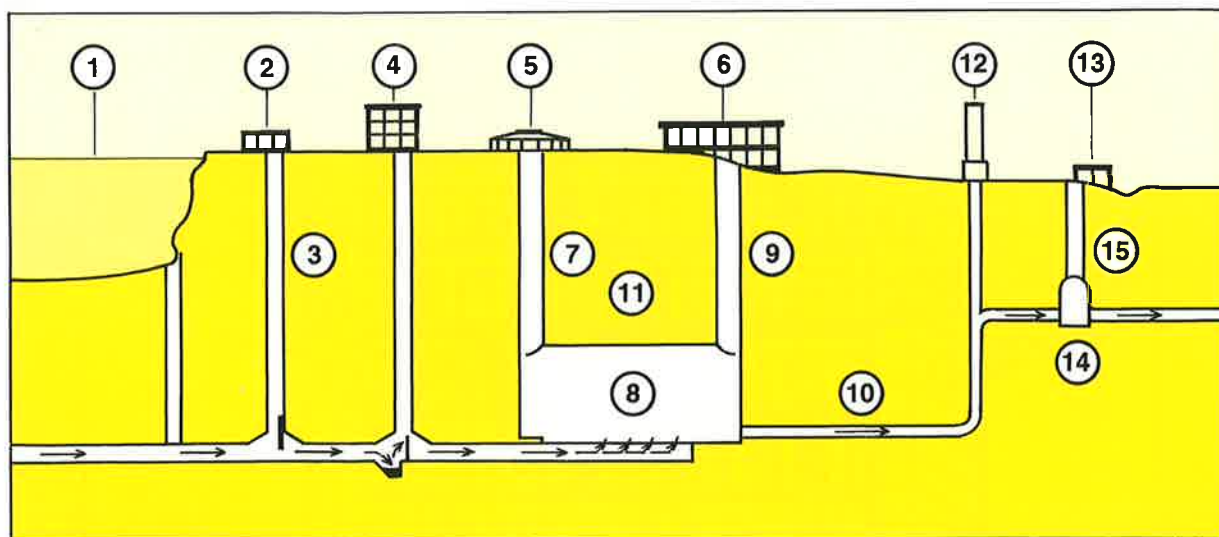
Calumet tunelový systém obsluhuje území o rozloze 110 km² a skládá se z 15 km tunelů s průměry od 2,7 do 6,4 m a s celkovou retenční kapacitou 440 000 m³. Systém zahrnuje 17 spadištních šachet a 30 vtokových objektů. Calumet čerpací stanice, umístěná 111 m pod povrchem, vyprázdní 1. fázi Calumet tunelového systému za 40 hodin. Stanice je tvořena šesti čerpadly s celkovou kapacitou 15,2 m³/s. Pouze jeden objekt této sta-

byla vyhodnocena v nedávné době a demonstrovala, že TARP významně zlepšil kvalitu vod v Chicagu [2].

4. 2. TOKIO (WADA-YAYOI) RETENČNÍ TUNEL

Wada-Yayoi tunel v Tokiu, Japonsku (viz obr. 3) obsluhuje území s plochou 5,8 km² a slouží pro transport a retenci z jednotné stokové sítě, ke kterému dochází když intenzita deště překročí 30 mm/hod. [3]. Průměr tunelu je 8 m, délka 2,4 km a nadloží je 45 m. Celková retenční kapacita je 120 000 m³. Stavba tunelu byla schválena v roce 1990 a bylo použito štítového ražení s přetlakem tak, aby byl překonán vysoký tlak podzemní vody na čelbě.

Návrh spadištních šachet byl vypracován pomocí zkoušek na hydraulických modelech. Důležité otázky zkoušené v modelu zahrnovaly tvar spirálových svodidel a uspořádání vtoku a výtoku. Navržené šachty jsou stavěny jako spadiště s vertikálními víry a jsou vybaveny spirálovými svodidly. Období mezi dvěma přívaly s vysokou intenzitou je dva dny, a proto byla kapacita čerpací stanice navržena tak, aby retenční prostor byl vyprázdněn během dvou dní po skončení přívalu. Kaly usazené během retence přepadů jsou odstraněny zvláštním čistícím zařízením [3].



Obr. 2. Čerpací stanice Mainstream retenčního tunelu (Chicago)

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 = Plánovaná retenční nádrž | 2 = Ovládání stavidla |
| 3 = Stavidlo | 4 = Česle |
| 5 = Ventilace | 6 = Provozní budova |
| 7 = Ventiláčnická šachta | 8 = Čerpací stanice |
| 9 = Přístupová šachta | 10 = Výtokový tunel |
| 11 = Lapák hrubě dispergovaných látek | 12 = Vyrovnávací komora |
| 13 = Ovládání uzávěru | 14 = Do čistírny odpadních vod |

nice je na povrchu, jednopatrová budova s počítačovým velínem a přidruženými systémy.

Zlepšení v jakosti povrchových vod docílené operací TARP-u

4. 3. RETENČNÍ TUNEL NAVRŽENÝ PRO TORONTO

Rozsáhlá analýza alternativ pro asanaci přítoků z jednotné sí-

tě v Torontu vedla k návrhu generálního plánu, který zahrnuje řízení dešťových stok a systém čtyř tunelů. Tento plán by měl zajistit vyžadovanou ochranu recipientů, v důsledku snížení objemu přítoku o 93 % a snížení četnosti přítoku v blízkém okolí pláží na Ontářijském jezeře, využívaných ke koupání, na jeden až dva za rok [4].

Základní tunel, situovaný podél pobřeží jezera, bude 13 km dlouhý a 6–8 m v průměru. Laterální tunel, kolmý na pobřeží jezera, je nazýván podle řeky Don a bude 3,4 km dlouhý a 8 m v průměru. Tyto rozměry tunelu byly určeny jako nákladově nejefektivnější.

Čerpací stanice bude potřeba k přečerpávání přepadů při konstantním průtoku z tunelu do čistící stanice. Navržená čerpací kapacita je 1 m³/s při celkové výšce 60 m. Zvláštní čistírna dešťových vod bude postavena vedle stávající čistírny a bude využita k čištění přečerpávaných dešťových vod primárním čištěním s dezinfekcí. Další nádrže v generálním plánu zahrnují dvě retenční nádrže (kapacity 8000 m³ a 600 m³). S využitím tohoto tunelu bude možno eliminovat 44 přeпадových objektů a pouze čtyři stávající přeпадové objekty budou ponechány pro případ přívalů převyšujících kapacitu tunelu.

Tento projekt na řízení přítoku bude vybudován v pěti fázích během 20 let s celkovými náklady 346 milionů kanadských dolarů (cena v roce 1991); bude-li vyžadováno sekundární čištění, náklady by se zvýšily o dalších 64 milionů dolarů. Další zařízení byla navržena pro řízení dešťových vod z povrchového odtoku [4].

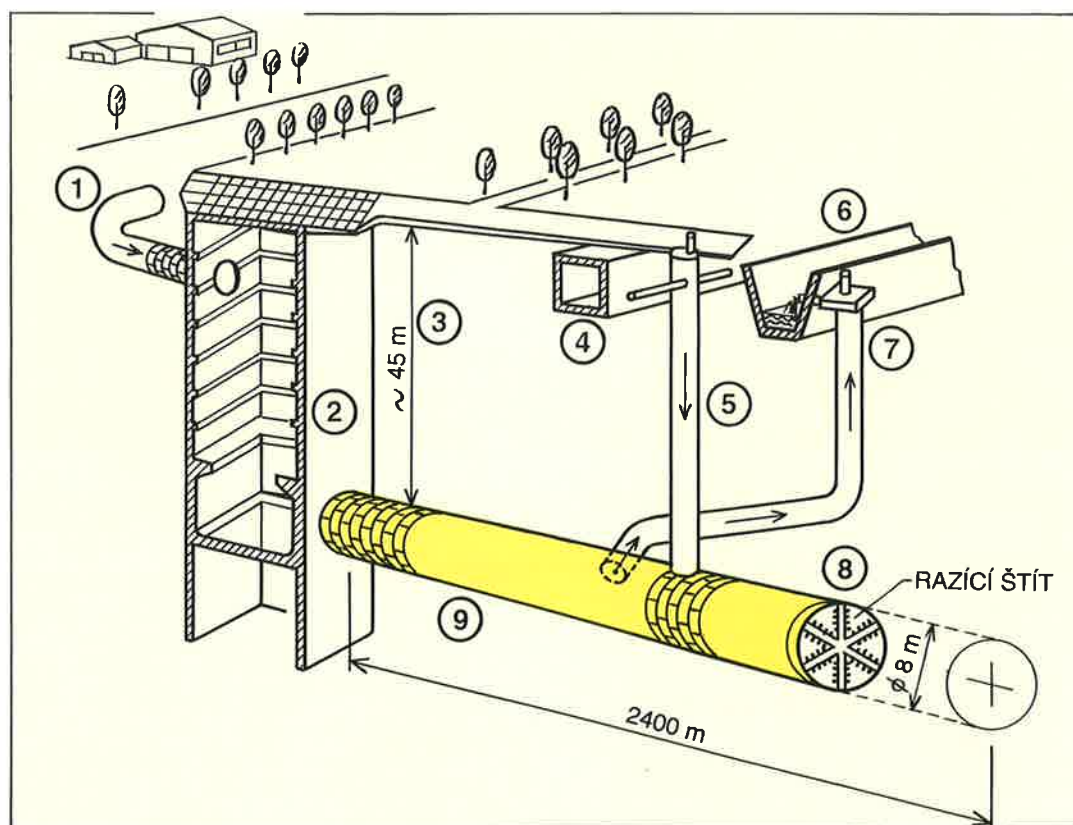
5. ZÁVĚRY

Všestranná řešení problémů dešťových vod a přítoku z jed-

notných sítí v hustě zastavěných městských oblastech často vyžadují použití retenčních tunelů ražených ve velkých hloubkách pod městy. Zkušenosti z řady měst ukazují, že takové tunely nabízejí spolehlivá řešení problémů znečištění vod, ale jejich širšímu použití brání poměrně vysoké náklady na jejich stavbu i provoz. Celá řada takových tunelů je v současnosti v provozu a další se plánují. S postupem přísnějších požadavků na řízení přítoků z jednotných sítí lze očekávat celou řadu nových tunelových projektů.

6. BIBLIOGRAFIE

- [1]. Marsalek, J., Barnwell, T. O., Geiger, W. F., Grottker, M., Huber, W. C., Saul, A. J., Schilling, W. and Torno, H. C. 1993. Urban drainage systems: design and operation. Water Science and Technology, Vol. 27, No. 12, 31–70.
- [2]. Water Pollution Control Federation, 1989. Combined sewers overflow pollution abatement. Manual of practice FD-17, Water Pollution Control Federation, Alexandria, VA, USA.
- [3]. Higuchi, K., Maeda, M. and Shintanui, Y. 1994. Sewer system for improving food control in Tokyo: A step towards a return period of 70 years. Water Science and Technology, Vol. 28 (in press).
- [4]. Gore & Storrie Ltd. and MacViro Inc. 1992. City of Toronto: sewer system master plan phase IV. Engineering report to the City of Toronto, Ontario.



Obr. 3. Retenční tunel Wada-Yayoi v Tokiu

1, 5 = Sběrná stoka
3 = Hloubka = 45 m
6 = Řeka Kandagawa
8 = Razičí štít \varnothing 8 m

2 = Šachta
4 = Podzemní dráha
7 = Čerpací stanice
9 = Retenční tunel \varnothing 8 m dl. 2400 m

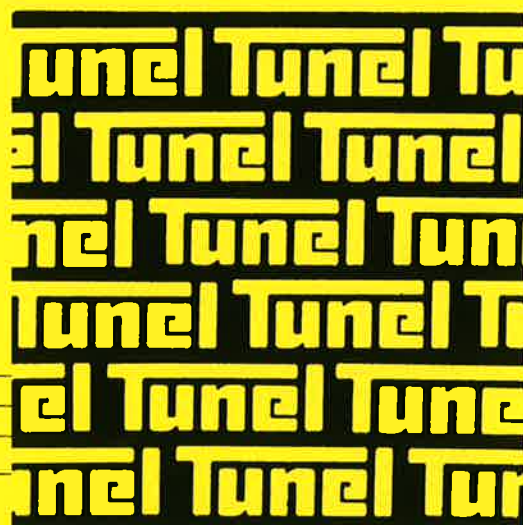
**BIBLIOGRAFIE
ČLÁNKŮ A STATÍ
UVEŘEJNĚNÝCH
V TUNELU**

**ČASOPISU ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU**

ITA / AITES

V LETECH 1992–1994

Zpracoval Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc. ve spolupráci s Ing. B. Kumžákem
a Ing. L. Pazderou



ÚVODNÍK

ing. Jindřich Hess	1/92 1	ing. Jaroslav Grán	1/93 1	ing. Alexandr Rozsypal, CSc.	1/94 1
ing. Pavel Mařík	2/92 1	ing. Miroslav Uhlík	2/93 1	ing. Petr Kuchár	2/94 1
ing. Petr Vozarik	3/92 1	ing. Augustin Adámek	3/93 1	ing. Jindřich Hess	3/94 1
PhDr. Miroslav Kadlec	4/92 1	ing. Jiří Urbanec	4/93 1	ing. Juraj Keleši	4/94 1

PODZEMNÍ URBANISMUS VÝHLEDOVÉ STAVBY

Předpoklady výstavby podzemních garáží v Praze

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Mařík
1/92 16

Automobilové tunely v Praze a navrhované technologie

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Mařík
1/92 18

Perspektivy metra v Praze

ing. Jindřich Hess
1/92 25

Cez Gibraltar mostom, alebo tunelom?

doc. ing. František Klepsatel, CSc.
1/92 31

Využití zmrazování při ražbě kmenové stoky „C“ v Brně

ing. Karel Stryk
2/92 9

Eurotunel — Podmožská komora křížení na francouzské straně tunelu

ing. Karel Borovský, ing. Miroslav Uhlík
2/92 30

Stanice Venezia — podzemní železnice v Miláně

ing. Karel Borovský, ing. Miroslav Uhlík
2/92 30

Nové aktivity v řešení cestných a dálničních tunelů v ČSFR, tunel Branisko,

ing. Ladislav Tóth
3/92 8

Podzemní garáže na náměstí J. Palacha v Praze 1

ing. Miroslav Novotný, ing. Pavel Lebr
3/92 18

Podzemní stavby ve Finsku

RNDr. Josef Mühldorf
3/92 21

Mezikontinentální tunel

ing. Richard Šňupárek, CSc.
3/92 28

Ražené garáže Letná

ing. Miloš Homolka
4/92 10

Metro Bratislava

ing. Luboš Čizmár
4/92 12

Koncept projektu železničního tunelu pod Beringovou úžinou

4/92 31

České a slovenské tunelové stavby

prof. ing. Jiří Mencl
1/93 3

Tunel Mrázovka

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Krásný, ing. Pavel Mařík
1/93 16

Uplynulý rok

ing. Georgij Romancov, CSc.
2/93 3

Příprava výstavby podzemních garáží v Bratislavě

ing. Peter Pokrivčák
2/93 13

K problematice využití tunelů v dálniční výstavbě v ČR

RNDr. Jaroslav Kaňka, ing. Karel Nechmač
3/93 24

Norské podmožské tunelování

ing. Miroslav Novotný
3/93 32

Podzemní prostory a odpady

prof. ing. Ivan Vaníček, DrSc.
4/93 7

Nové podzemní stavby na Slovensku

prof. ing. Jiří Mencl, doc. ing. František Klepsatel, CSc.
4/93 11

Předběhne Slovenská republika Českou republiku v realizaci prvního dálničního tunelu?

ing. Miroslav Kupka, ing. Georgij Romancov, CSc., RNDr. Otakar Tesář, DrSc.
4/93 19

Podzemní stavby v územním plánování měst

ing. Jiří Smolík
1/94 8

Pražská doprava a dopravní infrastruktura

ing. Jiří Landa
1/94 16

Podzemní stavby v dopravních systémech měst a městských podzemních sítí

ing. Vladimír Cigánek, ing. Miroslav Novotný, ing. Georgij Romancov, ing. Jan Sochůrek
2/94 3

Výstavba podpovrchového kolektoru Josefská — Masarykova v Brně

prof. ing. Jiří Barták DrSc., ing. František Dvořák
2/94 19

Budou se stavět v Praze další podzemní garáže?

ing. Ladislav Štefan
2/94 28

Perspektivy podzemních dopravních staveb v pražské aglomeraci

ing. František Polák
3/94 8

Podzemní stavby v dopravních systémech měst a městských podzemních sítí

prof. ing. Ivan Trávníček, CSc.
4/94 2

Podzemní stavby v územním plánování měst

prof. ing. Jiří Mencl
4/94 2

Pátý provozní úsek trasy metra B

ing. Jiří Pokorný, František Plašil
4/94 7

Bratislava potrebuje akupunktúru

ing. Peter Rakšányi
4/94 12

Pražská doprava a dopravní infrastruktura

ing. Jiří Landa
4/94 19

TECHNOLOGIE

Podzemní halové objekty

ing. Miroslav Uhlík
1/92 9

Předpoklady výstavby podzemních garáží v Praze

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Mařík
1/92 16

Automobilové tunely v Praze a navrhované technologie

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Mařík
1/92 18

Současný stav a vývoj železničních tunelů v ČSFR

ing. Milan Krejcar
1/92 22

První projekt traťového tunelu pražského metra raženého novou rakouskou tunelovací metodou

ing. Kateřina Bursová, ing. Libor Mařík
2/92 3

Ražba štoly pro kanalizační sběrač v Mladé Boleslavi

ing. Pavel Červený
2/92 13

Metrostav staví v Turecku

ing. Miloslav Salač
3/92 3

Dvoukolejné tunely pro pražské metro

ing. Jaromír Zlámal
3/92 6

Nové aktivity v řešení cestných a dálničních tunelů v ČSFR, tunel Branisko

ing. Ladislav Tóth
3/92 8

Železniční tunel č. 8a — Novohradský na trati Brno-Ceská Třebová

ing. Milan Krejcar
3/92 10

Podzemní stavby ve Finsku

RNDr. Josef Mühlendorf
3/92 21

Spojka Nantenbach

ing. Jiří Břejcha
3/92 23

Ražení traťového tunelu metra trasy IV. B oddílu 05

ing. Pavel Polák
4/92 3

Těsnost tunelů z montovaného železobetonu

ing. Ladislav Pazdera
4/92 6

Stoka F jako součást pražského kanalizačního systému

ing. Pavel Lebr, ing. Jaroslav Chabr
4/92 21

Železniční tunel

Krumnussbaum-Säusenstein (Rakousko)
ing. Karel Borovský
4/92 25

Stav geologického výzkumu bezpečného uložení vysoce radioaktivních odpadů v ČSFR

RNDr. Jiří Kříž, CSc.
1/93 11

Tunel Mrázovka

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Krásný,
ing. Pavel Mařík
1/93 16

„Nová rakouská“ na stanici Vysočanská

ing. Václav Soukup
1/93 25

Ještě k výstavbě stoky F na 1. stavbě NČOV Praha

ing. Miloslav Novotný
1/93 26

Výhled a příprava výstavby dálničních tunelů na území SR

ing. František Brtáň
2/93 9

Perspektiva výstavby cestných tunelů na Slovensku

ing. Alojz Vodanský
2/93 11

Výhody ražených kanalizačních sběračů v Hradci Králové

ing. Otakar Vrba
2/93 16

NRTM u a.s. Metrostav

ing. Ladislav Pazdera
2/93 19

Cenová problematika při zavádění NRTM v České republice

ing. Jaroslav Červinka,
ing. Milan Krejcar
2/93 28

Aplikace NRTM při výstavbě „STOKY F“

prof. ing. Jiří Barták, DrSc.
3/93 3

Použití NRTM na stanici Hloubětín

ing. Jiří Růžička, ing. Roman Fuksa,
ing. Jiří Valeš, Petr Škubánek
3/93 8

Silniční tunel Löwenherz

ing. Ladislav Štefan
3/93 14

Moderní technologie mikrotuneláže systém Dr. Softau

ing. Libor Kubiček
3/93 19

Vybrané poznatky z aplikací stříkaného betonu

ing. Pavel Polák
4/93 2

Podzemní prostory a odpady

prof. ing. Ivan Vaniček, DrSc.
4/93 7

Nové podzemní stavby na Slovensku

prof. ing. Jiří Mencl,
doc. ing. František Klepsatel, CSc.
4/93 11

Malý začátek velké stavby ? (1)

ing. Miloslav Novotný
4/93 17

Malý začátek velké stavby ? (2)

ing. Miloslav Novotný,
ing. Jaroslav Chabr
1/94 14

Technologické předvrtky větrných jam silničních tunelů v SRN realizované DPB Paskov, a.s.

ing. Stanislav Kučik
1/94 23

Vývoj technologie ve výstavbě podzemních staveb

prof. ing. Ivan Trávníček, CSc.
2/94 6

Použití NRTM při ražbě traťového tunelu metra

ing. Ivan Hrdina
2/94 7

Hloubení větrací šachty pro silniční tunel Saukopf

ing. Vladimír Šimon, ing. František Mácha
2/94 15

Výstavba podpovrchového kolektoru Josefská-Masarykova v Brně

prof. ing. Jiří Barták, DrSc.,
ing. František Dvořák
2/94 19

Poznámky k použití monolitického betonu pro ostění kanalizací

ing. Pavel Lebr
2/94 29

Perspektivy podzemních dopravních staveb v pražské aglomeraci

ing. František Polák
3/94 8

Možnosti aplikací NRTM v České republice

ing. Pavel Polák
3/94 11

Norská tunelovací metoda a stříkaný drátkobeton

prof. ing. Jiří Barták, DrSc.
3/94 17

Štíry stavby — čtyři různé technologie

doc. ing. František Klepsatel, CSc.,
ing. Juraj Rybanský
3/94 23

Provádění vodotěsných izolací na stavbě traťového tunelu pražského metra

ing. František Řehoř
3/94 26

Sanace a opravy podzemních staveb
ing. Pavel Lebr

3/94 27

Problematika průsaků do podzemních staveb pražského metra
ing. Jaroslav Šubert

3/94 31

Vývoj technologií ve výstavbě podzemních staveb
prof. ing. Jiří Barták, DrSc.

4/94 4

Údržba, opravy a rekonstrukce podzemních staveb

prof. ing. Josef Aldorf, DrSc.

4/94 5

První ražený dvoukolejný tunel na pražském metru

ing. Otakar Formánek,
ing. Georgij Romancov, CSc.

4/94 10

Hloubení větrací šachty pro silniční tunel Sommerberg

ing. Vladimír Šimon, ing. František Mácha

4/94 15

Obchvat silnice Rinnthal-Annweiler
ing. Ladislav Štefan

4/94 24

Nasazení nožového štítu na stavbě kolektoru C I. A v Praze
ing. Jan Vintera

4/94 26

EKONOMIKA, RIZIKA

Rizika v kontraktech podzemních staveb

1/93 28

Cenová problematika při zavádění NRTM v České republice

ing. Jaroslav Červinka, ing. Milan Krejcar

2/93 28

TEORIE, VÝZKUM, SLEDOVÁNÍ

Geologicko-průzkumné práce pro podzemní kavernový zásobník zemního plynu

RNDr. Miloš Horáček

1/92 14

Přetváření horninového masivu v okolí kaverny PVE Dlouhé Stráně
ing. Václav Kuneš

2/92 20

Stabilita kavernového zásobníku
ing. Karel Kloss

3/92 13

Napjatost v horninovém masivu před započítáním dobývacích prací
ing. Jaroslav Vacek, DrSc.

4/92 16

Stav geologického výzkumu bezpečného uložení vysoce radioaktivních odpadů v ČSFR

RNDr. Jiří Kříž, CSc.

1/93 11

Integrovaný výpočtový systém pro navrhování a posuzování stability výlomu a výztuže tunelů ražených novou rakouskou tunelovací metodou u nečleněného výrubu

prof. ing. Josef Aldorf, DrSc.

1/93 20

„Nová rakouská“ na stanici Vysočanská
ing. Václav Soukup

1/93 25

Fenner-Pacherova křivka

prof. Ing. Jiří Menci

2/93 5

NRTM u a. s. Metrostav

ing. Ladislav Pazdera

2/93 19

Deformácie zeminového masivu v trase štítovaných štôlní v geologických podmienkach Bratislavy

ing. Martin Bakoš,
doc. ing. František Klepsatel, CSc.

3/93 11

Vybrané poznatky z aplikací stříkaného betonu

ing. Pavel Polák

4/93 2

Presiometrická kontrola injekčního zpevnění libeňských břidlic v oblasti III. vinohradského železničního tunelu

ing. Jiří Hudek, CSc.

4/93 8

SG Geotechnika, Simecsol a podzemní stavitelství

ing. Alexandr Rozsypal, CSc.

1/94 2

Komplexní monitoring geotechnických a podzemních staveb v zastavěném území
ing. Otakar Vrba

1/94 10

Změna převrtných charakteristik libeňských břidlic způsobená stavbami vinohradských železničních tunelů
ing. Jiří Hudek, CSc.

1/94 20

Vývoj technologie ve výstavbě podzemních staveb

prof. ing. Ivan Trávníček, CSc.

2/94 6

Použití NRTM při ražbě traťového tunelu metra

ing. Ivan Hrdina

2/94 7

Súčasný stav normalizácie technických noriem v tunelovom staviteľstve

ing. Alojz Vodanský

2/94 10

Realizácia tunelov v napúčavom (bobtnavom) horninovom prostredí
ing. Vladimír Gróf

2/94 11

Možnosti aplikací NRTM v České republice

ing. Pavel Polák

3/94 11

PROVÁDĚNÉ STAVBY

Geologicko-průzkumné práce pro podzemní kavernový zásobník zemního plynu

RNDr. Miloš Horáček

1/92 14

Využití zmrazování při ražbě kmenové stoky „C“ v Brně

ing. Karel Stryk

2/92 9

Protlačování železobetonových trub na stavbě stoky v Lounech

Petr Znamenáček

2/92 16

Přetváření horninového masivu v okolí kaverny PVE Dlouhé Stráně

ing. Václav Kuneš

2/92 20

Eurotunel — Podmořská komora křížení na francouzské straně tunelu

ing. Karel Borovský, ing. Miroslav Uhlík

2/92 30

Stanice Venezia — podzemní železnice v Miláně

ing. Karel Borovský, ing. Miroslav Uhlík

2/92 30

Metrostav staví v Turecku

ing. Miloslav Salač

3/92 3

Železniční tunel č. 8a — Novohradský na trati Brno—Česká Třebová

ing. Milan Krejcar

3/92 10

Stabilita kavernového zásobníku

ing. Karel Kloss

3/92 13

Spojka Nantenbach

ing. Jiří Brejcha

3/92 23

Pitná voda pro Vídeň

3/92 29

Ražení traťového tunelu metra trasy IV. B oddílu 05

ing. Pavel Polák

4/92 3

Stoka F jako součást pražského kanalizačního systému

ing. Pavel Lebr, ing. Jaroslav Chabr

4/92 21

Ještě k výstavbě stoky F na 1. stavbě NČOV Praha

ing. Miloslav Novotný

1/93 26

Brněnský oblastní vodovod

ing. Jiří Tesař

2/93 14

Metro v Newcastlu

2/93 31

Watkopftunnel v Ettlingenu

2/93 32

Aplikace NRTM při výstavbě „STOKY F“

prof. ing. Jiří Barták, DrSc.

3/93 3

Použití NRTM na stanici Hloubětín

ing. Jiří Růžička, ing. Roman Fuksa, ing. Jiří

Valeš, Petr Škubánek

3/93 8

Silniční tunel Löwenherz

ing. Ladislav Štefan

3/93 14

Norské podmořské tunelování

ing. Miloslav Novotný

3/93 32

Presiometrická kontrola injekčního zpevnění libeňských břidlic v oblasti III. vinohradského železničního tunelu

ing. Jiří Hudek, CSc.

4/93 8

Technologické předvrty větrných jam silničních tunelů v SRN realizované DPB Paskov, a.s.

ing. Stanislav Kučik,

1/94 23

Lesotho Highlands Water Projekt (LHWP)

1/94 29

Hloubení větrací šachty pro silniční tunel Saukopf

ing. Vladimír Šimon, ing. František Mácha

2/94 15

Možnosti aplikací NRTM v České republice

ing. Pavel Polák

3/94 11

Norská tunelovací metoda a stříkaný drátkobeton

prof. ing. Jiří Barták, DrSc.

3/94 17

Hloubení větrací šachty pro silniční tunel Sommerberg

ing. Vladimír Šimon, ing. František Mácha

4/94 15

Obchvat silnice Rinnthal-Annweiler

ing. Ladislav Štefan

4/94 24

Nasazení nožového štítu na stavbě kolektoru C I. A v Praze

ing. Jan Vintera

4/94 26

DOPRAVNÍ STAVBY

Podzemní halové objekty

ing. Miroslav Uhlík

1/92 9

Předpoklady výstavby podzemních garáží v Praze

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Mařík

1/92 16

Automobilové tunely v Praze a navrhované technologie

ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Mařík

1/92 18

Současný stav a vývoj železničních tunelů v ČSFR

ing. Milan Krejcar

1/92 22

Historie a prognóza výstavby tunelů

ing. Ladislav Pazdera

2/92 24

Metrostav staví v Turecku

ing. Miloslav Salač

3/92 3

Nové aktivity v řešení cestných a dalničních tunelů v ČSFR, tunel Branisko

ing. Ladislav Tóth

3/92 8

Železniční tunel č. 8a — Novohradský na trati Brno—Česká Třebová

ing. Milan Krejcar

3/92 10

Podzemní garáže na náměstí J. Palacha v Praze 1

ing. Miloslav Novotný, ing. Pavel Lebr

3/92 18

Ražené garáže Letná
ing. Miloš Homolka

4/92 10

**Železniční tunel
Krumnussbaum—Säusenstein
(Rakousko)**
ing. Karel Borovský

4/92 25

Spojka Nantenbach
ing. Jiří Brejcha

1/93 6

Tunel Mrázovka
ing. Jaromír Čížek, ing. Pavel Krásný,
ing. Pavel Mařík

1/93 16

**Výhled a příprava výstavby dálničních
tunelů na území SR**
ing. František Brtň

2/93 9

**Perspektiva výstavby cestných tunelů na
Slovensku**
ing. Alojz Vodanský

2/93 11

**Příprava výstavby podzemních garáží
v Bratislavě**
ing. Peter Pokrivčák

2/93 13

Watkoptunnel v Ettlingenu

2/93 32

Silniční tunel Löwenherz
ing. Ladislav Štefan

3/93 14

**K problematice využití tunelů v dálniční
výstavbě v ČR**
RNDr. Jaroslav Kaňka, ing. Karel Nechmač

3/93 24

Nové podzemní stavby na Slovensku
prof. ing. Jiří Mencl, doc. ing. František
Klepsatel, CSc.

4/93 11

**Předběhne Slovenská republika Českou
republiku v realizaci prvního dálničního
tunelu?**
ing. Miroslav Kupka, ing. Georgij Romancov,
CSc., RNDr. Otakar Tesař, DrSc.

4/93 19

Pražská doprava a dopravní infrastruktura
ing. Jiří Landa

1/94 16

**Podzemní stavby v dopravních systémech
měst a městských podzemních sítí**
ing. Vladimír Cigánek, ing. Miloslav Novotný,
ing. Georgij Romancov, ing. Jan Sochůrek

2/94 3

**Budou se stavět v Praze další podzemní
garáže?**
ing. Ladislav Štefan

2/94 28

**Perspektivy podzemních dopravních
staveb v pražské aglomeraci**
ing. František Polák

3/94 8

**Podzemní stavby v dopravních systémech
měst a městských podzemních sítí**
prof. ing. Ivan Trávníček, CSc.

4/94 2

**Podzemní stavby v územním plánování
měst**
prof. ing. Jiří Mencl

4/94 2

Bratislava potřebuje akupunkturu
ing. Peter Rakšányi

4/94 12

Pražská doprava a dopravní infrastruktura
ing. Jiří Landa

4/94 19

Obchvat silnice Rinnthal—Annweiler
ing. Ladislav Štefan

4/94 24

METRO

Perspektivy metra v Praze
ing. Jindřich Hess

1/92 25

**První projekt traťového tunelu pražského
metra raženého novou rakouskou
tunelovací metodou**
ing. Kateřina Bursová, ing. Libor Mařík

2/92 3

Dvoukolejné tunely pro pražské metro
ing. Jaromír Zlámal

3/92 6

**Ražení traťového tunelu metra trasy IV. B
oddílu 05**
ing. Pavel Polák

4/92 3

Metro Bratislava
ing. Luboš Čížmár

4/92 12

„Nová rakouská“ na stanici Vysočanská
ing. Václav Soukup

1/93 25

Metro v Newcastleu

2/93 31

Použití NRTM na stanici Hloubětín
ing. Jiří Růžička, ing. Roman Fuksa,
ing. Jiří Valeš, Petr Skubánek

3/93 8

**Použití NRTM při ražbě traťového tunelu
metra**
ing. Ivan Hrdina

2/94 7

**Problematika průsaků do podzemních
staveb pražského metra**
ing. Jaroslav Šubert

3/94 31

Pátý provozní úsek trasy metra B
ing. Jiří Pokorný, František Plašil

4/94 7

**První ražený dvoukolejný tunel na
pražském metru**
ing. Otakar Formánek,
ing. Georgij Romancov, CSc.

4/94 10

KANALIZACE, KOLEKTORY PROTLAČOVÁNÍ, MALÉ PROFILY

Štoly a protlaky pro ekologii
ing. Miloslav Novotný

1/92 3

**Využití zmrazování při ražbě kmenové
stoky „C“ v Brně**
ing. Karel Stryk

2/92 9

**Ražba štoly pro kanalizační sběrač
v Mladé Boleslavi**
ing. Pavel Červený

2/92 13

Protlačování železobetonových trub na stavbě stoky v Lounech
Petr Znamenáček

2/92 16

Mezinárodní konference a výstava o bezvýkopových technologiích
ing. Miloslav Novotný

2/92 31

Stoka F jako součást pražského kanalizačního systému
ing. Pavel Lebr, ing. Jaroslav Chabr

4/92 21

Brněnský oblastní vodovod
ing. Jiří Tesář

2/93 14

Výhody ražených kanalizačních sběračů v Hradci Králové
ing. Otakar Vrba

2/93 16

Aplikace NRTM při výstavbě „STOKY F“
prof. ing. Jiří Barták, DrSc.

3/93 3

Moderní technologie mikrotuneláže systém Dr. Soltau
ing. Libor Kubiček

3/93 19

Malý začátek velké stavby? (1)
ing. Miloslav Novotný

4/93 17

Perspektivy mikrotunelování v SRN

4/93 32

Malý začátek velké stavby? (2)

ing. Miloslav Novotný, ing. Jaroslav Chabr
1/94 14

Výstavba podpovrchového kolektoru Josefská—Masarykova v Brně

prof. ing. Jiří Barták, DrSc.,
ing. František Dvořák

2/94 19

Nasazení nožového štítu na stavbě kolektoru C I. A v Praze

ing. Jan Vintera

4/94 26

IZOLACE, PRŮSAKY

Těsnost tunelů z montovaného železobetonu

ing. Ladislav Pazdera

4/92 6

Nové možnosti použití izolačních materiálů v podzemním stavitelství
Veronika Fesslová

1/93 21

Pružné těsnění tunelů fólií z PVC
ing. Heinrich Fenner

1/93 23

Vodotěsnost podzemních děl

1/93 30

Použití izolačních desek (fólií) při ochraně kanalizačních stok

ing. Lubomír Sedlár, ing. Pavel Štěpán

4/93 15

Provádění vodotěsných izolací na stavbě traťového tunelu pražského metra

ing. František Řehoř

3/94 26

Problematika průsaků do podzemních staveb pražského metra

ing. Jaroslav Šubert

3/94 31

SANACE, REKONSTRUKCE

Současný stav a vývoj železničních tunelů v ČSFR

ing. Milan Krejcar

1/92 22

Rekonstrukce přečerpávací vodní elektrárny Štěchovice

Ivan Božek

4/92 14

Sanace a opravy podzemních staveb

ing. Pavel Lebr

3/94 27

Údržba, opravy a rekonstrukce podzemních staveb

prof. ing. Josef Aldorf, DrSc.

4/94 5

STAVEBNÍ MATERIÁLY

Těsnost tunelů z montovaného železobetonu

ing. Ladislav Pazdera

4/92 6

Nové možnosti použití izolačních materiálů v podzemním stavitelství

Veronika Fesslová

1/93 21

Pružné těsnění tunelů fólií z PVC

ing. Heinrich Fenner

1/93 23

Vybrané poznatky z aplikací stříkaného betonu

ing. Pavel Polák

4/93 2

Použití izolačních desek (fólií) při ochraně kanalizačních stok

ing. Lumír Sedlář, ing. Pavel Štěpán

4/93 15

Poznámky k použití monolitického betonu pro ostění kanalizací

ing. Pavel Lebr

2/94 29

Norská tunelovací metoda a stříkaný drátkobeton

prof. ing. Jiří Barták, DrSc.

3/94 17

Provádění vodotěsných izolací na stavbě traťového tunelu pražského metra

ing. František Řehoř

3/94 26

HISTORIE

Historie a prognóza výstavby tunelů

ing. Ladislav Pazdera

2/92 24

České a slovenské tunelové stavby

prof. ing. Jiří Mencl

1/93 3

Přivaděč pitné vody Želivka-Praha — 20 let v provozu

ing. Miroslav Uhlík

1/93 13

Historie stavby tunelů — Masarykův tunel na železniční trati

Prievidza—Handlová—Horná Štubňa

ing. Karel Borovský

1/93 14

Minulost a současnost pražské kanalizace

ing. Jiří Šejnoha

2/93 23

Tunel generála M. R. Štefánika na železniční trati Veselí nad Moravou—Nové Město nad Váhom

ing. Karel Borovský

2/93 26

Podzemní hydrocentrála LIPNO — pozoruhodná tunelářská stavba prvních poválečných let — I. část

ing. Josef Zajíc, CSc., RNDr. Karel Růžička

3/93 25

Tunel Dr. Milana Hodži na trati Banská Bystrica—Diviaky

ing. Karel Borovský

3/93 28

Víohradské tunely v Praze

ing. Karel Borovský

4/93 22

Podzemní elektrárna LIPNO — pozoruhodná tunelářská stavba prvních poválečných let — (2. část)

ing. Josef Zajíc, CSc., RNDr. Karel Růžička

4/93 26

Třebovický tunel na trati Olomouc—Praha

ing. Karel Borovský

1/94 25

KONFERENCE

Mezinárodní konference a výstava o bezvýkopových technologiích

ing. Milošlav Novotný

2/92 31

Mikrotuneláž na kongresu Wasser—Berlin

doc. ing. Miloš Broušek

1/94 4

Konference „Podzemní stavby 1994“

ing. Petr Vožarík, ing. Milošlav Novotný, prof. ing. Jiří Barták, DrSc., ing. Jiří Smolík, ing. Georgij Romancov, CSc., ing. Josef Kutil, ing. Milan Krejcar

3/94 3

Podzemní stavby 94

prof. ing. Jiří Mencl, prof. ing. Ivan Trávníček CSc., prof. ing. Jiří Barták, DrSc., prof. ing. Josef Aldorf, DrSc.

4/94 2

ČESKÝ A SLOVENSKÝ TUNELÁŘSKÝ KOMITÉT ITA/AITES

Zpravodajství čs. tunelářského komitétu ITA/AITES

1/92 28

Zpravodajství čs. tunelářského komitétu ITA/AITES

2/92 27

Zpravodajství čs. tunelářského komitétu ITA/AITES

3/92 27

Zpravodajství čs. tunelářského komitétu ITA/AITES

4/92 30

Zpravodajství Českého a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES

1/93 28

Zpravodajství Českého a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES

2/93 29

Zpravodajství Českého a Slovenského
tunelářského komitétu ITA/AITES

3/93 29

Zpravodajství Českého tunelářského
komitétu ITA/AITES

4/93 28

Zpravodajství Českého a Slovenského
tunelářského komitétu ITA/AITES

1/94 28

Zpravodajství Českého a Slovenského
tunelářského komitétu ITA/AITES

2/94 30

Zpravodajství Českého a Slovenského
tunelářského komitétu ITA/AITES

3/94 32

Zpravodajství Českého a Slovenského
tunelářského komitétu ITA/AITES

4/94 29

MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÁ ASOCIACE ITA/AITES

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

1/92 29

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

2/92 28

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

3/92 26

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

4/92 28

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

1/93 27

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

2/93 30

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

3/93 30

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

4/93 29

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

2/94 31

Zpravodajství Mezinárodní tunelářské
asociace ITA/AITES

4/94 29

RŮZNÉ

Podzemní stavby ve Finsku

RNDr. Josef Mühlendorf

3/92 21

Kymácející se věž — věž hrozící pádem

ing. J. Ratajová

4/92 31

Uplynulý rok

ing. Georgij Romancov, CSc.

2/93 3

Využití podzemí pro bankovní trezory

ing. Pavel Lebr

3/93 22

*Bibliografie statí a článků uveřejněných
v Tunelu*

v letech 1992—1993

1/94 31

Jednala redakční rada

2/94 32

Nová koncepce vydavatelského systému

2/94 32

Jak na to jdou Norové

Petr Podloucký

4/94 31

JMENNÝ REJSTŘÍK AUTORŮ STATÍ ČASOPISU TUNEL ZA LÉTA 1992—1994

Jméno: Ročník: Str.:

A

ADÁMEK AUGUSTIN ING.	3/93	1
ALDORF JOSEF PROF. ING., DrSc.	1/93	20
	4/94	2
	4/94	5

B

BAKOŠ MARTIN ING.	3/93	11
BARTÁK JIŘÍ PROF. ING., DrSc.	3/93	3
	2/94	19
	3/94	3
	3/94	17
	4/94	2
	4/94	4
BOROVSKÝ KAREL ING.	2/92	30
	2/92	30
	2/92	30
	2/92	30
	4/92	25
	1/93	14
	2/93	26
	3/93	28
	4/93	22
	1/94	25
	4/92	14
BOŽEK IVAN	3/92	23
BREJCHA JIŘÍ ING.	1/93	6
BRTÁŇ FRANTIŠEK ING.	2/93	9
BŘOUŠEK MILOŠ DOC. ING.	1/94	4
BURSOVÁ KATEŘINA ING.	2/92	3

C

CIGÁNEK VLADIMÍR ING.	2/94	3
-----------------------	------	---

Č

ČERVENÝ PAVEL ING.	2/92	13
ČERVINKA JAROSLAV ING.	2/93	28
ČÍZEK JAROMÍR ING.	1/92	16
	1/92	18
	1/93	16
ČIŽMÁR LUBOŠ ING.	4/92	12

D

DVOŘÁK FRANTIŠEK ING.	2/94	19
-----------------------	------	----

F

FENNER HEINRICH ING.	1/93	23
FESSLOVÁ VERONIKA	1/93	21
FORMÁNEK OTAKAR ING.	4/94	10
FUKSA ROMAN ING.	3/93	8

G

GRÁN JAROSLAV ING.	1/93	1
GRÓF VLADIMÍR ING.	2/94	11

H

HESS JINDŘICH ING.	1/92	1
	1/92	25
	3/94	1
HOMOLKA MILOŠ ING.	4/92	10
HORÁČEK MILOŠ RNDr.	1/92	14
HRDINA IVAN ING.	2/94	7
HUDEK JIŘÍ ING., CSc.	4/93	8
	1/94	20

CH

CHABR JAROSLAV ING.	4/92	21
	1/94	14

K

KADLEC MIROSLAV PhDr.	4/92	1
KAŇKA JAROSLAV RNDr.	3/93	24
KLEPSATEL FRANTIŠEK DOC. ING., CSc.	1/92	31
	3/93	11
	4/93	11
	3/94	23
	4/94	1
KELEŠI JURAJ ING.	3/92	13
KLOSS KAREL ING.	1/93	16
KRÁSNÝ PAVEL ING.	1/92	22
KREJCAR MILAN ING.	3/92	10
	2/93	28
	3/94	3
	1/93	11
KŘÍŽ JIŘÍ RNDr., CSc.	3/93	19
KUBÍČEK LIBOR ING.	1/94	23
KUČÍK STANISLAV ING.	2/94	1
KUCHÁR PETR ING.	2/92	20
KUNEŠ VÁCLAV ING.	4/93	19
KUPKA MIROSLAV ING.	3/94	3
KUTIL JOSEF ING.		

L

LANDA JIŘÍ ING.	1/94	16
	4/94	19
LEBR PAVEL ING.	3/92	18
	4/92	21
	3/93	22
	2/94	29
	3/94	27

M

MÁCHA FRANTIŠEK ING.	2/94	15
	4/94	15

MAŘÍK LIBOR ING.	2/92	3
MAŘÍK PAVEL ING.	1/92	16
	1/92	18
	2/92	1
	1/93	16
MENCL JIŘÍ PROF. ING.	1/93	3
	2/93	5
	4/93	11
	4/94	2
MÜHLDORF JOSEF ING.	3/92	21

N

NECHMAČ KAREL ING.	3/93	24
NOVOTNÝ MILOSLAV ING.	1/92	3
	2/92	31
	3/92	18
	1/93	26
	3/93	32
	4/93	17
	1/94	14
	2/94	3
	3/94	3

P

PAZDERA LADISLAV ING.	2/92	24
	4/92	6
	2/93	19
PLAŠIL FRANTIŠEK	4/94	7
PODLOUCKÝ PETR	4/94	31
POKORNÝ JIŘÍ ING.	4/94	7
POKRIVČÁK PETER ING.	2/93	13
POLÁK FRANTIŠEK ING.	3/94	8
POLÁK PAVEL ING.	4/92	3
	4/93	2
	3/94	11

R

RATAJOVÁ J. ING.	4/92	31
RAKŠÁNYI PETER ING.	4/94	12
ROMANCOV GEORGIJ ING.	2/93	3
	4/93	19
	2/94	3
	3/94	3
	4/94	10
ROZSYPAL ALEXANDR ING., CSc.	1/94	1
	1/94	2
RŮŽIČKA JIŘÍ ING.	3/93	8
RŮŽIČKA KAREL RNDr.	3/93	25
	4/93	26
RYBANSKÝ JURAJ ING.	3/94	23

Ř

ŘEHOŘ FRANTIŠEK ING.	3/94	26
----------------------	------	----

S

SALAČ MILOSLAV ING.	3/92	3
SEDLÁŘ LUBOMÍR ING.	4/93	15
SMOLÍK JIŘÍ ING.	1/94	8
	3/94	3
SOCHŮREK JAN ING.	2/94	3
SOUKUP VÁCLAV ING.	1/93	25
STRYK KAREL ING.	2/92	9

Š

ŠEJNOHA JIŘÍ ING.	2/93	23
ŠIMON VLADIMÍR ING.	2/94	15
	4/94	15
ŠKUBÁNEK PETR	3/93	8
ŠNUPÁREK RICHARD ING., CSc.	3/92	28
ŠTEFAN LADISLAV ING.	3/93	14
	2/94	28
	4/94	24
	4/93	15
ŠTĚPÁN PAVEL ING.	3/94	31
ŠUBERT JAROSLAV ING.		

T

TESAŘ JIŘÍ ING.	2/93	14
TESAŘ OTAKAR RNDr., DrSc.	4/93	19
TÓTH LADISLAV ING.	3/92	8
TRÁVNÍČEK IVAN PROF. ING., CSc.	2/94	6
	4/94	2

U

UHLÍK MIROSLAV ING.	1/92	9
	2/92	28, 30
	1/93	13
	2/93	1
URBANEC JIŘÍ ING.	4/93	1

V

VACEK JAROSLAV ING.	4/92	16
VALEŠ JIŘÍ ING.	3/93	8
VANIČEK IVAN PROF. ING., DrSc.	4/93	7
VINTERA JAN ING.	4/94	26
VODANSKÝ ALOJZ ING.	2/93	11
	2/94	10
VOZARIK PETR ING.	3/92	1
	3/94	3
VRBA OTAKAR ING.	2/93	16
	1/94	10

Z

ZAJÍC JOSEF ING., CSc.	3/93	25
	4/93	26
ZLÁMAL JAROMÍR ING.	3/92	6
ZNAMENÁČEK PETR	2/92	16

Pro služební potřebu
vydal Český tunelářský komitét
a Slovenský tunelářský komitét ITA / AITES
prostřednictvím a. s. Metrostav
Praha
1995

PODZEMNÍ STAVBY A ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ MĚST

JEAN-PAUL GODARD

RÉGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS - PAŘÍŽ, FRANCIE
KOORDINÁTOR PRACOVNÍ SKUPINY ITA PRO PROBLEMATIKU „PŘÍMÝCH
A NEPŘÍMÝCH VÝHOD PODZEMNÍCH STRUKTUR“.

THE HISTORY OF CIVILISATION CONTINUES TO REGISTER A STEADY THE URBAN LIFE AS THE BASIS OF ITS SOCIAL ORGANIZATION. THE MANIFESTATION OF THIS MOVEMENT IS A CONTINUOUS GROWTH AND INCREASING DENSITY OF POPULATION IN OUR TOWNS AND CITIES, AS THE FAVOURITE SPACE FOR THE DEVELOPMENT OF HUMANITY. NATURALLY, THIS TREND BRINGS ABOUT A CERTAIN NUMBER OF PROBLEMS WHICH GROW PROPORTIONALLY WITH THE SIZE OF THE CITY. WE SHOULD TAKE A LOOK AT THESE PROBLEMS BEFORE PROCEEDINGS WITH AN ANALYSIS OF THE SOLUTIONS WHICH UNDERGROUND STRUCTURES MAY PROVIDE AND TO NOTE THE PRECAUTIONS WHICH WE SHOULD NEVERTHELESS TAKE BEFORE WE CAN PUT INTO OPERATION.

Historie lidské civilizace zaznamenává neustálý růst urbanizace jakožto základu své společenské organizace. Tento historický trend se projevuje ve stálém růstu počtu a hustoty obyvatelstva v našich městech a velkoměstech, která jsou ústředním prostorem rozvoje současného lidstva. Je jenom přirozené, že takovýto vývoj přináší sebou také nejrůznější problémy, které rostou úměrně s velikostí našich měst. Dříve, než přikročíme k rozboru, jakým způsobem může k rozvoji měst přispět podzemní stavitelství, bude dobře se na tyto problémy nejprve s odstupem podívat a také si ujasnit některá opatření a předpoklady, které je nutno splnit dříve, než se podzemními strukturami pokusíme problémy urbanizace řešit.

1. KLÍČOVÉ OTÁZKY, KTERÉ SUŽUJÍ VELKÁ MĚSTA

1.1. RŮST MĚSTSKÉHO OBYVATELSTVA

Celosvětový růst počtu obyvatelstva je doprovázen také prudkým nárůstem podílu obyvatelstva, žijícího v městských oblastech. V globálním měřítku se tento podíl na městském životě zvýšil faktorem 1.64 ve srovnání s padesátými lety. Tento proces probíhá nejrychleji v rozvojových zemích. Vedoucí postavení v tomto „závodě“ mají Afrika a Jižní Asie. Tento trend je potvrzován nedávným rozvojem nejdůležitějších a největších městských oblastí světa. V letech padesátých pouze tři z nejlidnatějších oblastí světa byly v rozvojových zemích a nyní lze očekávat, že v roce 2000 tomu bude právě naopak. Kromě toho některá města dosáhnou značně ohromujících rozměrů.

Tlak vyvolaný růstem populace je důležitým faktorem při zhoršování životního prostředí, zejména z hlediska přílišného čerpání přírodních zdrojů a z hlediska kvality života ve městech.

1.2. MOŽNÉ ZPŮSOBY PŘIDĚLOVÁNÍ „MĚSTSKÉHO PROSTORU“ RŮZNÝM FUNKCÍM MĚSTSKÉHO ORGANISMU

Města byla a jsou zakládána, protože uspokojují lidskou potřebu vzájemné směny zboží. V rámci relativně omezeného prostoru města žije pohromadě velké množství lidí, kteří využívají výhod malé vzájemné vzdálenosti ke svým nejrůznějším ekonomickým cílům. Tímto svým aspektem se města stávají atraktivním místem k životu, neboť poskytují značný výběr příležitostí k obživě, nabízí se zde nejrůznější zboží ke koupi a v neposlední řadě

poskytují města mnoho příležitostí ke trávení volného času a k zábavě.

Teoreticky vzato, čím větší je město, tím větší výhody by mělo v tomto smyslu nabízet a tím atraktivnější by mělo být. Avšak lidé ke svému životu také potřebují nějaký prostor k bydlení, prostor pro zřízení svých pracovišť, kanceláří a společenských institucí a rovněž prostor pro občanskou vybavenost, služby a podobně. A tak dochází k tomu, že čím více se město rozrůstá, tím dražší a vzácnější je také jakýkoli městský prostor, ať již se používá k čemukoli. Růst města se tudíž odehrává cestou zvyšování hustoty obyvatelstva v jeho středu a současně s tím se neustále osidluje okrajové oblasti města.

V důsledku tržních sil zcela přirozeně dochází ke koncentraci terciární ekonomické sféry v samém srdci velkoměst a zároveň tak vzniká klasická městská nerovnováha mezi lokalizací rezidenčních a pracovních oblastí města. Tato nerovnováha je pak hnací silou na pozadí neustále rostoucí poptávky po dopravě. V důsledku toho všechny příležitosti, které města nabízejí jsou skutečnými a hodnotnými příležitostmi pouze za předpokladu, že ve městě funguje efektivní dopravní systém, který dokáže kompenzovat neustále se zvětšující vzdálenosti mezi bydlištěm a pracovištěm většiny městských obyvatel.

Za těchto podmínek se jedním z klíčových problémů městského plánování stává problém, jak rozdělit priority „spotřeby městského prostoru“ mezi různé aktivity. Tento problém je nejmarkantnější při rozhodování, jak rozdělit prostor mezi „statický“ aspekt, tj. bydlení, úřední a kancelářské prostory, občanská vybavenost a služby, atd. na straně jedné a „dynamický“ aspekt, tj. dopravní systém, který umožňuje, aby se uskutečňovala vzájemná směna mezi statickými městskými prvky a tudíž podporuje ekonomický, společenský a kulturní život na straně druhé.

1.3. NEZBYTNOST UPŘEDNOSTNĚNÍ EKONOMICKÉHO ROZVOJE

Města odjakživa hrála a v budoucnu nepochybně budou také hrát velmi důležitou roli v rozvoji oblastní, národní a mezinárodní ekonomie. Ztělesňují totiž všechny ekonomické výhody malých vzdáleností a současně velkého měřítka a rozsáhlé aglomerace a hrají tak hlavní roli v povzbuzování technologických změn. Města představují vysokou koncentraci investic do infrastruktury, budov a společenských, kulturních a pedagogických zařízení. Z toho snadno vyplývá, že efektivnost, se kterou města budou podporo-

vat ekonomickou aktivitu, ovlivní efektivnost ekonomiky jako celku.

1.4. TLAK PŮSOBÍCÍ NA MĚSTSKÉ PROSTŘEDÍ

Kvalita a atraktivnost žití ve městech není určována pouze plněním materiálních ekonomických potřeb, ale také tím, jaké v nich převládají společenské podmínky a jaké životní prostředí poskytují svým obyvatelům. Podmínky životního prostředí v městských oblastech jsou zdrojem kritických starostí, neboť obyvatelé měst jsou obzvláště výrazně vystaveni kombinovanému účinku znečištěného ovzduší a vody, problémům s odpadem a poničenou půdou, hluku a dopravních problémů. Všechny tyto problémy, které se v mnoha městech stále zvětšují, jsou ještě navíc doprovázeny nedostatkem volného prostoru a zeleně a v některých případech také rozkladem zastavěného prostoru. Všechny tyto otázky se netýkají pouze měst nějaké určité velikosti, stáří nebo typu a také nejsou příznačné pro města nějaké určité země. Městské problémy s životním prostředím a podmínkami existují ve všech zemích, avšak jsou zdrojem různého stupně starostí společnosti od akutních a bezprostředních až po malé a zcela lokální.

1.5. OMEZOVÁNÍ VLIVU MĚST NA GLOBÁLNÍ ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Velká města na celém světě mohou být považována za hrozbu životnímu prostředí, protože vytvářejí veliké zásobovací toky zboží a materiálu. Města také mohou být považována za hrozbu únosnému globálnímu rozvoji, protože produkují ohromné množství špíny a odpadu, který nelze recyklovat, který se ale přesto musí nějak absorbovat v ekosystému, čímž vznikají problémy, které svým dopadem mají jak lokální, tak i globální charakter. Problémy pro životní prostředí, které jsou generovány městy, jsou tudíž velmi vážné a neustále se zvětšují.

2. VZTAH MĚSTA A JEHO PODZEMNÍHO PROSTORU

Ne všechna města mají stejný využitelný potenciál svého podzemí. Je zcela očividné, že libovolné město je vybaveno určitým využitelným podzemním prostorem stejně jako každá jiná privátní parcela. Avšak ze zkušenosti je známo, že existují faktory, které povzbuzují využití podzemních prostor a také faktory, které naopak od využívání podzemních prostor odrazují. Tyto faktory jsou ve hře bez ohledu na schopnost či neschopnost městské komunity případně využití podzemních prostor financovat.

Obvykle se rozlišují tři zóny městského podzemního prostoru:

- **bezprostřední podpovrchová vrstva**, jejíž využití je přímo ovlivňováno požadavky města. O této vrstvě budeme hovořit jako o podzemní zóně pro mnohoúčelové využití. Ve většině případů je tato vrstva tvořena nepřilíš kompaktní zeminou nebo aluviálními usazeninami nebo starými navážkami, avšak povaha zeminy nebývá rozhodujícím faktorem při úvahách, jak tento prostor v podzemí využít. Rozhodující je v podstatě diktát povrchových omezení a požadavků, vyplývajících z konkrétní městské situace, která určuje, co má být postaveno v podzemí v těsné souvislosti s tím, co je již vybudováno na povrchu.
- **hluboká vrstva neboli „skutečné podzemí“**, jejíž využití je diktováno vlastnostmi této vrstvy a její vhodností k jejímu využití k tomu či jinému účelu. Je zřejmé, že tyto vlastnosti jsou převážně geologické a hydrogeologické povahy a že geologické a hydrogeologické podmínky rozhodující měrou určují stupeň obtížnosti a následně i cenu staveb podzemních struktur v této vrstvě.
- **skalnatý povrchový relief**, který poskytuje prostor, mající zcela jasné výhody, protože všeobecně vzato, horniny, které tvoří tyto útvary jsou zpravidla velmi vysoké kvality a ve většině případů jsou mimo dosah podzemních vod. Avšak především jsou vý-

hodné tím, že se nacházejí v přístupných hloubkách, zatímco přístup do hlubokého podzemí je možný pouze pomocí galerií a štol.

Existují ještě další faktory, které hrají roli při volbě způsobu využití podzemních prostor ve městech. Je nutno se zejména zmínit o následujících faktorech:

- případ nových měst nebo nových městských okrsků, které poskytují jedinečnou příležitost plánovat racionální využití podzemních prostor a také připravit dočasná nebo provizorní opatření, která usnadní pozdější stavby pozemních struktur a sníží jejich nákladnost.
- existence širokých tříd a nezastavěných prostor, které mohou odstranit některá stavební omezení (práce v otevřených jámách, nepřerušování dopravy v průběhu stavby apod.).

3. JAK MOHOU PODZEMNÍ STRUKTURY POMOCI PŘI ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PLÁNOVÁNÍ MĚSTSKÉHO ROZVOJE?

Urbanista a bývalý římský prefekt Giulio Carlo Argan prohlašoval: „Cílem urbanismu není navrhnout město budoucnosti (ideální město, postavené pro ideální společnost, tvořené ideálními občany této společnosti), ale starat se o odkaz minulosti ve jménu společného zájmu a to nikoli jen z hlediska hodnot v úzce ekonomickém smyslu slova, ale také s ohledem na řádně uznávané historické, estetické, morální, kulturní a individuální hodnoty, které jsou uloženy v našem podvědomí“.

Z tohoto pojetí by pak vyplývalo, že jedním z primárních cílů urbanismu je uspořádat, pokud možno co nejharmoničtěji, rozmístění nejrůznějších účelových městských staveb a občanské vybavenosti, které společně uspokojují nejrozmanitější požadavky na funkčnost města, a zajistit k nim snadný přístup při zachování udržitelné kvality městského životního prostředí.

V tomto ohledu mohou sehrát důležitou roli podzemní struktury, ať již s ohledem na jejich schopnost snižovat míru znečišťování a hluchosti, efektivněji využít daný prostor pro ekonomický rozvoj a zajišťovat všeobecně bezpečnější prostředí. Toto tvrzení je možno pokládat za platné zejména s ohledem na okolnost, že jedna z hlavních motivací pro využití podzemního prostoru pro budování infrastruktury spočívá nejčastěji v „odmítnutí“ povrchových řešení.

Řešení problémů plánování městského rozvoje, která se nabízí cestou budování podzemních struktur se zakládají na určité kvalitě podzemních prostor. V prvé řadě, podzemí představuje „prostor“, či „místo“ schopné akceptovat aktivity, které je buď obtížné nebo nemožné nebo nepřijatelné provozovat na povrchu. Tento prostor nabízí přirozenou ochranu všemu, co se umístí pod zem. Takovéto podzemní uvěznění, umožněné vybudováním podzemních struktur má výhodu v tom, že ochrání povrchové prostředí před riziky a rušivými vlivy, které nezbytně některé aktivity provázejí. V neposlední řadě pak, díky přírodní vizuální cloně, vytvořené geologickým médiem, vše, co je instalováno pod zemí, je velmi nenápadné. Tato schopnost ukrývat může být tudíž využita zejména při ukrývání některých nehezkých technických zařízení a tak vyřešit nejen estetický urbanistický problém.

V dalším textu se podrobněji zmíníme o některých oblastech, kde podzemní struktury mohou poskytnout velmi kvalitní řešení problémů urbanistického plánování. Provedeme po řadě rozbor hlavních oblastí, kde podzemní prostor může být v městském prostředí účelně využit, a to zejména s odkazy na francouzské zkušenosti a příklady.

3.1. SILNIČNÍ DOPRAVA

Problémy se silniční dopravou jsou do značné míry zodpovědné za zhoršující se životní podmínky v městských oblastech a zejména pak ve velkých městech. Vzniká tak mnoho známých nevýhod, jako např. znečišťování prostředí a značné množství ztraceného času. Byly již provedeny mnohé studie, které objektivně ukazují, že

takto nelze již dále rozumně pokračovat, aniž by přitom nedošlo k vážným důsledkům v oblasti obyvatelnosti našich měst. Sama podstata měst, totiž poskytovat velkému počtu lidí najednou přístup k co největšímu počtu nejrůznějších služeb, se tak stává problematickou v důsledku obtíží při pohybu ve městě. Není tudíž příliš překvapivé zjištění, že organizování různých způsobů městské dopravy a s nimi spojených otázek je v centru neustále rostoucí pozornosti plánovačů, urbanistů a posléze i veřejné správy tak, jak se tento dopravní problém šplhá stále výše na žebříčku námětů přetřásaných na politických debatách.

Všechna velká francouzská města stojí tváří v tvář problému nárůstu silničního provozu. Žádná společná politika francouzských měst pro řešení tohoto problému neexistuje; spíše se jedná o velkou a různorodou množinu lokálních iniciativ, které uvažují využití podzemních prostor ve značně rozdílné míře. Avšak všechny tyto rozdílné přístupy se shodují v následujících bodech: (1) Důležitost existence komplementárního dopravního prostředku je všeobecně uznávána. (2) Snaha odradit uživatele soukromých motorových vozidel od jízdy do centra města - v tomto ohledu je nutno konstatovat, že opatření k omezení přístupu soukromých vozidel do středu města, přijatá v mnoha městech v celém světě, nebyla nikdy úplně aplikována ve městech ve Francii, kde se nanejvýše uplatňuje zákaz vjezdu do některých ulic v centru. (3) Snaha povzbudit městské obyvatelstvo k častějšímu používání veřejných dopravních prostředků.

A tak kromě tradičních opatření, která se pokoušejí odlehčit dopravní hustotě a jejichž efekt je nezbytně pouze omezeného významu, jako je například rozšiřování ulic a stavba mimoúrovňových křižovatek na hlavních dopravních tazích, většina programů ve velkých městech se věnuje výstavbě servisních a obchvatných cest. Avšak struktura francouzských měst je většinou taková, že tyto stavby nemohou být provedeny bez použití podzemních struktur, zejména kvůli nedostatku místa a s ohledem na nutnost zachování původního vzhledu prostředí. Navíc, nedostatečné fondy z veřejných rozpočtů nestačí na financování stále nákladnějších projektů a nutí místní správy obracet se o pomoc na privátní financování cestou poskytování různých koncesí. V důsledku toho se jedním z důležitých účelů takovýchto staveb stává služba komerční dopravě, neboť zde se otevírá nejsnadnější cesta k vybírání různých poplatků za jejich použití.

V pařížské oblasti se mnoho mluvilo o projektech městských podzemních cest pod centrem města, za jejichž použití by se vybíral poplatek, avšak práce na těchto projektech byly přerušeny. Na druhé straně však nedostatek okružních cest na pokraji města nakonec vyprovokoval vznik několika dalších projektů. Nejdůležitější z nich jsou:

- Dálnice A86, vnitřní předměstský okruh dlouhý 80 km; jeho poslední úsek v délce 13 km má být vybudován v podzemí, aby se ochránil historický okrsek západní Paříže.
- Předměstská podzemní okružní cesta (Rocade Souterraine Pheripherique - RSP), 14.5 km dlouhá okružní cesta vedená tunelem o vnitřním průměru 9.75 metrů, umožňujícím obousměrný provoz dvakrát po třech pruzích pro auta ve dvou úrovních nad sebou.
- Expresní podzemní městská síť E3, (Maille Urbaine Souterraine Express - MUSE), což je ambiciózní projekt pocházející od Haut-de-Seine, který předpokládá stavbu tunelu v délce 48 km o průměru mezi 10.5 až 12 metry, který by byl schopen sloužit jak soukromým automobilům, tak i systému veřejných dopravních prostředků.

Avšak Paříž není jediným městem ve Francii, které by se zabývalo podobnými projekty. Například první francouzská podzemní placená silnice, která byla uvedena do provozu v roce 1993 je v Marseille: tunel „Prado - Carenage“, dlouhý 2.5 km, by měl značně ulehčit průjezd městem.

3.2. PROBLÉM PARKOVÁNÍ

Je všeobecně uznáváno, že všechna řešení dopravních problémů musí zahrnovat opatření týkající se „pouličního parkování“, které je v současné době vnímáno stále častěji jako „nepříjemnost“, přestože parkování na ulici je ve Francii „normální“ zvyklost. Všechna velká francouzská města kombinují svou dopravní politiku s politikou vůči pouličnímu parkování, která je obecně založena na omezování jeho možností a pokud je povolováno, pak za nepřiměřeně vysokou cenu poplatků. Nicméně tento restriktivní trend zpravidla šetří sféru ekonomické prosperity a tak současně s restrikcí parkování se místní městské úřady angažují při zřizování parkovišť vyhrazeným určitým soukromým kruhům cestou poskytování různých koncesí. Tato zařízení jsou většinou v podzemí, jednak s ohledem na nedostatek volného místa, jednak také proto, že v případě jejich všeobecného budování a užívání se uvolní povrchový prostor pro nějaké „důstojnější“ využití, než je parkování zahálejících vozidel.

Povrchová a nadzemní parkoviště na základě koncesí se začala budovat v šedesátých letech. Koncem roku 1990 fungovalo 76 různých staveb, představujících celkem 51 000 parkovacích míst. Generální plán, schválený v roce 1990 navrhuje výstavbu podzemních parkovišť o celkové kapacitě 11 000 stání dokončený někdy kolem r. 2000, to jest dvojnásobek kapacity, která je dnes k dispozici. V Paříži se také konečně vynořilo řešení problému parkování početných turistických autobusů v blízkosti nejprestižnějších míst v hlavním městě; jedno takové parkovací zařízení pro autobusy již bylo nedávno uvedeno do provozu („Grand Louvre“, kapacita 80 autobusů).

3.3. VEŘEJNÁ MĚSTSKÁ DOPRAVA

Ve snaze vyrovnat se nějak s dopravním problémem, téměř všechna francouzská města se nyní spoléhají na rozvoj veřejné dopravní sítě. Avšak k tomu, aby veřejná doprava byla vskutku efektivní, musí být imunní proti dopravním zácpám. To lze například docílit tím, že má veřejná doprava exkluzivní právo přednosti v jízdě nebo tím, že má speciální chráněné vlastní cesty. Tento přístup se jeví jako zcela legitimní, vezme-li se v úvahu relativní efektivnost veřejné dopravy vzhledem k prostoru, který pro sebe zabírá.

Možnost podzemního řešení je v tomto případě spojena s výběrem typu dopravního systému a s příslušnou politikou v oblasti týkající se sdílení povrchového prostoru jednotlivými typy dopravy, jak veřejné, tak i privátní. Je celkem jasné, že objem dopravy je rozhodujícím faktorem při výběru systému veřejné městské dopravy.

AUTOBUSY

Umístit autobusovou dopravu pod zem není vhodné řešení, uvážíme-li neúměrnou cenu potřebné infrastruktury. Problém autobusů, a to jak jejich uživatelů, tak i jejich provozovatelů, je zajistit, aby autobusy nebyly nadměrně zdržovány ostatní všeobecnou dopravou. Možné řešení spočívá v zavádění vyhrazených silničních pruhů, které mohou být někdy i fyzicky separovány od ostatního provozu. Je však nutno podotknout, že zavedení takovýchto opatření bývá v praxi obtížné jak z technického, tak i z politického hlediska.

„STŘEDNÍ SYSTÉM“ (TRAMVAJE A VAL)

Při úvahách o „středním“ dopravním systému, který je obvykle reprezentován tramvajemi nebo soustavou VAL (automatický provoz), pak je třeba se zmínit o skutečnosti, že Francie byla jedna

z mála industrializovaných zemí, které v letech padesátých fyzicky odstranily své tramvajové sítě. Tato radikální politika kupodivu vedla k tomu, že dnes se ve Francii zavádějí nové moderní tramvajové sítě a systémy mnohem snadněji než v jiných zemích.

Volba mezi lehkým dopravním systémem (tramvaje) a automatizovanými systémy typu VAL je předmětem stále častějších debat ve francouzských městech střední velikosti (s počtem obyvatel 300 000 až 600 000). Pokud si místní správa zvolí tramvaj, znamená to pro ni též problém zavést nějakou formu sdílení povrchových cest privátní a veřejnou dopravou. Na druhé straně, systémy VAL vyžadují exkluzivní a absolutní přednost v jízdě podél celé trasy a obecně řečeno, jejich zavádění vede k nutnosti budovat delší podzemní úseky, čímž se projekty tohoto typu značně prodraží.

Velký počet měst již dal přednost tramvajím: Nantes (1985), Grenoble (1987), Saint-Etienne (1983), Strasburg (projekt) a Rouen (projekt). Pro některá města nebyl výběr transportního systému nikterak snadnou záležitostí. V Grenoblu bylo třeba uspořádat místní referendum v červnu 1983. Ve Strasburgu se původně rozhodli pro VAL, ale později bylo od projektu odstoupeno a posléze se s konečnou platností zvolila tramvaj, čímž bylo ukončeno období bouřlivých debat v souvislosti s volbami do městského zastupitelstva v roce 1989. Výběr tramvaje je obecně založen na jedné straně na okolnosti, že tramvaje skutečně fyzicky zabírají nějaký viditelný prostor pro veřejnou dopravu, čímž se obyvatelstvu snáze dostává do podvědomí existence veřejného dopravního systému, který jim má sloužit a na straně druhé pravděpodobně závažnější argument, totiž že tramvaje jsou levnější, neboť si nevyžadují vybudování žádné podzemní infrastruktury.

Jiná francouzská města se rozhodla po vzoru Lille (poč. 80. let) pro VAL. Jsou to Toulouse, Rennes a Bordeaux. Projekty obsahují návrhy na rozsáhlou podzemní infrastrukturu, neboť jsou jen omezené možnosti zavádění tras s výhradním právem přednosti v jízdě na povrchových komunikacích ve vysoce stísněném prostoru střední části města. Ty části systému, která se dostávají na povrch, jsou jednak ojedinelá místa podél trasy a posléze ty úseky trati, které vedou předměstskými částmi města.

Oblast Paříže si zaslouží zvláštní pozornost s ohledem na proces zavádění „středního“ článku městské dopravy. V rámci Základního územního plánu pro Ile-de-France (Schema Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de l'Ile-de-France, SDAURIF) byl vypracován projekt „ORBITALE“ pro veřejnou dopravní síť v Paříži a v blízkých předměstích, který se zakládá na postupně se rozrůstající kombinované síti veřejné dopravy po trasách s exkluzivní a absolutní předností v jízdě vedoucích do všech hustě obydlených částí Paříže a předměstí. Projekt zahrnuje několik prodloužení tras metra, do určité míry rozšíření tramvajové sítě a systém s okružní trasou, využívající techniku automatizovaného metra se střední přepravní kapacitou.

Linky okružní cesty budou, pokud to bude možné, vedeny po viaduktech, avšak nejčastěji povedou pod povrchem nebo hlouběji v podzemí v důsledku stísněnosti povrchových poměrů v hustě zastavěných částech města.

Vcelku projekt „ORBITALE“ představuje síť o délce 170 km a do jeho infrastruktury bude nutno investovat přibližně 60 miliard franků, což je asi 0.13 % hrubého produktu regionu v průběhu let 1994 až 2015.

KLASICKÉ A REGIONÁLNÍ METRO

Pouze několik francouzských měst je vybaveno tradičním klasickým nebo regionálním metrem. Jde o Paříž, Lyon a Marseille. Pro tento typ hromadné dopravy je výběr zda „na povrch“ nebo „pod zem“ primárně diktován rozvahou o možném umístění v daném prostředí, které je výrazně determinováno městskou

strukturou a také vnitřními vlastnostmi tohoto systému (zejména přijatelným poloměrem zatáček a délkou jednotlivých stanic). Tato možnost výběru je teoreticky možná v oblastech městských předměstí, avšak v centrální městské oblasti je nepochybně jednoznačným imperativem umístit celý systém pod zem.

3. 4. JINÉ VYUŽÍVÁNÍ PODZEMNÍHO PROSTORU VE MĚSTECH

Podzemí měst bylo účelně využíváno již dávno před tím, než se objevily automobily a podzemní dráha. Po celá staletí se mnohá veřejná zařízení ve městech umísťovala pod povrch země; již před 2500 lety byla dešťová voda a kanalizace svedena pod povrch Forum Romanum. Soukromí vlastníci budov považovali podzemní části svého pozemku za své vlastnictví a kromě základů si pod povrchem stavěli sklepy a podobně. Ale teprve koncem devatenáctého století jednak výhody, které podzemní struktury nabízely, jednak společenský tlak a podmínky životního prostředí ve městech urychlily značně rozvoj technologie v této oblasti stavebnictví.

VEŘEJNÉ INŽENÝRSKÉ SÍTĚ

Zavádění městské infrastruktury pod povrch země započalo budováním sběru a odvádění odpadní vody. Rozvod vody v trubkách byl umístěn rovněž do podzemí, aby se předešlo konfliktu s povrchovou dopravou a také proto, že podzemní rozvody vody jsou chráněny proti mrazu. Rozvod elektřiny je v některých městech dosud ještě celý úplně nad zemí, ale většina velkých evropských měst zrušila tento element „estetického znečištění“ položením veškerých kabelů s rozvody pod zem, včetně kabelů pro telekomunikace. V současné době může sloužit prostor bezprostředně pod povrchem cest a chodníků jako úkryt pro dvacet nebo i více různých rozvodných sítí, včetně městského hromadného vytápění, které tak těží z přirozené tepelné izolace zdarma. Pouze některé z těchto sítí jsou umístěny v podzemních kolektorech, jako například rozvod stlačeného vzduchu v Paříži (Paříž je mimochodem jediné město na světě, které má tento rozvod).

Jestliže se tímto způsobem odlehčilo povrchovým cestám alespoň z hlediska celkového vzhledu, neznamená to, že by obyvatelům měst nebyla neustále připomínána existence těchto podzemních rozvodů; způsob, jakým jsou tyto sítě vybudovány si vyžaduje neustálou práci na jejich údržbě, zřizování přípojek, zpevňování ochrany sítí a to vše se ve většině případů neobejde bez neustálého rozkopávání ulic a chodníků. K těmto úkonům je nutno připočítat ty, které jsou způsobeny poškozením jiných sítí při práci na nějakém určitém podzemním rozvodu. Díky velikému počtu nejrůznějších sítí nepřekvapuje, že koordinace prací v nejsvrchnější vrstvě podzemí měst je příčinou častých bolestí hlavy městských plánovačů a koordinátorů.

MNOHOÚČELOVÉ STRUKTURY

Jedním z důležitých aspektů plánování městského rozvoje jsou struktury, sloužící k usnadnění přestupu z jednoho dopravního prostředku na druhý. Lze celkem s jistotou tvrdit, že celý dopravní systém města závisí do značné míry na kvalitě těchto přestupních spojení, které propojují různé dopravní prostředky. V tomto ohledu využití podzemních prostor nabízí velké výhody, protože dává možnost oddělit různé kategorie dopravy na různé vertikální úrovně, přičemž potřebné struktury si vyžádají mnohem menší zábor vzácného povrchového prostoru, neboť takto

Ize postavit krátké a navzájem natěsnané spojky společně s vertikálními spojeními, které lze snadno vybavit efektivní mechanizací pohybu lidí, případně zboží.

Kromě samotné dopravní funkce přestupního uzlu tohoto typu velmi často takové zařízení plní i jiné funkce, jako například obnovu městského okolí stanice, uvolnění místa na povrchu pro nějaké užitečnější použití, výstavbu centra služeb a maloobchodního prodeje a někdy dokonce tvoří skutečnou podzemní síť pěších koridorů, jako například v Montrealu nebo v Torontu.

OSTATNÍ STRUKTURY

Nakonec se můžeme zmínit o některých dalších výhodách podzemních struktur sloužících jak privátnímu, tak i veřejnému sektoru nejrůznějšími způsoby. Podzemní nákupní centra původně vznikla v podchodech pro pěší a v horizontálních chodbách systému metra, respektive jeho stanic. Později byla vybudována velká nákupní střediska pod ulicemi v největších japonských městech, která jsou vždy navázána na systém podzemní dráhy, podobně jako je tomu v Les Hales v Paříži. V centru Montrealu a Toronta jsou základy uličních bloků propojeny s podzemními ulicemi, lemovanými obchody a současně sloužícími jakožto součást systému městského metra.

V Kansas City zase podzemní prostor města slouží pro komerční skladování chlazeného a mraženého zboží. Více jak 6 milionů čtverečních metrů prostoru bylo vybudováno v místech opuštěných lomů a nyní tento prostor obsahuje největší skladiště kukuřice a ovoce na světě, včetně provozních prostor s mnoha kancelářemi a dílnami.

Skandinávské země mají rovněž bohatou tradici při využívání podzemních staveb. Ve skandinávských městech je mnoho příkladů jak soukromého, tak i veřejného využívání těchto prostor ve formě skladišť, chladných skladišť, sportovních hal, divadel, zařízení na úpravu pitné vody a odpadních vod atd., přičemž mnohé z těchto facilít nepochybně mají též význam ochrany před obtížnými klimatickými podmínkami. Avšak pravděpodobně jeden z nejpůsobivějších úspěchů poslední doby je vybudování Olympijské zimní haly Gjøvik v Norsku: Je to největší umělá skalní dutina na světě o rozpětí 62 metrů, kterou co do velikosti překonává pouze několik přírodních jeskyň.

Ve Francii také existují některé zajímavé příklady. V Paříži je to například jednohektarový sejf francouzské Národní banky, umístěný ve vápencových vrstvách 25 metrů pod povrchem. Tiskárna jednoho pařížského deníku je umístěna v pátém poschodí pod zemí, aby svým hlukem nerušila okolí. Početné obchodní domy využívají své suterénní podlaží. Avšak pravděpodobně nejznámějším příkladem je nedávná podzemní výstavba v Grand Louvre. Zvelebení prostor pod nádvořími a parky Louvru zdvojnásobilo plochu paláce a tak reagovalo na požadavek rozvoje a modernizace musea, přičemž zůstal zachován vnější vzhled Louvru, této nejdůležitější historické památky Francie.

V Marseille bylo vybudováno podzemní zařízení na čištění odpadních vod, přičemž se toto zařízení nachází prakticky ve středu města, v okrsku, který byl před tím sportovním areálem. Sportovní zařízení byla pak znovu postavena na „střeše“ podzemní čističky vod. Takovéto stavby jsou ve Francii spíše ojedinělou originalitou, avšak v některých zemích je tento způsob výstavby a integrace podzemní struktury do organismu města dosti obvyklý.

4. NEZBYTNÁ OPATŘENÍ PŘI VYUŽÍVÁNÍ PODZEMNÍCH PROSTOR POD MĚSTEM

Podzemní městské prostory nelze využít, aniž by přitom byla přijata některá opatření v oblasti organizace a řízení městského prostředí a urbanistického plánování.

4.1. OCHRANA PODZEMNÍHO PROSTORU JAKOŽTO SOUČÁSTI MĚSTSKÉHO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Zkušenost ukazuje, že podzemní prostory jsou často využívány jako místo pro méně noblesní činnosti nebo jako místo výhodného skladování odpadu, produkovaného lidskou činností. Je však velmi důležité si uvědomit, že podzemní prostory jsou součástí celého městského prostředí a jako takové si zaslouží také určitý respekt. Zranitelnost podzemního prostoru se týká jednak vlastní geologické struktury, jednak spodních vod. Kromě toho se jedná o využitelný prostor jako takový a jeho „konzumace“ by neměla probíhat nepřiměřenou měrou, živelně a neorganizovaným způsobem.

Snadná poškoditelnost spodních vod je nejcharakterističtější projevem křehkosti podzemních prostor. Jakékoliv použití podzemního prostoru, které má vliv na geologické formace ve spodnějších vrstvách pod hladinou spodních vod může mít na spodní vody vliv jak co do jejich kvality, tak i co do jejich toku. Navíc, jakékoli podzemní výrubu mají vliv na okolní geologické struktury, jejichž přírodní rovnováha je touto lidskou činností vždy do jisté míry narušena. Geologické prostředí zůstane permanentně poznamenáno činností, která v něm probíhá a neexistuje žádná cesta, jak je vrátit do původního stavu.

Kromě toho, pokud není tento jev „dekomprese“ pořádně ohlídán, může mít nepříznivé důsledky pro stabilitu sousedních umělých struktur. Využívání podzemního prostoru má ještě další důležitou vlastnost: je totiž nevratné. Na rozdíl od staveb na povrchu, které mohou být v krajním případě zbourány a postaveny znovu či jinak, podzemní stavby nelze bourat. Tento aspekt nevratnosti užití podzemí je velmi závažným faktorem při rozvoji využívání podzemních prostor a je příčinou toho, že podzemní stavitelství je zcela specifická záležitost. Proto je tak důležité nepodnikat invaze do podzemního prostoru bez rozmyslu a důkladného plánování.

Konečně posledním aspektem je okolnost, že podzemí někdy skrývá archeologické poklady, které jsou v dnešní době systematicky chráněny před ničením. Tento aspekt ochrany kulturního dědictví nesmí být v žádném případě podceňován a zanedbáván a omezení, která z toho plynou, musí být zahrnuta do celkového časového rozpisu plánu, zejména aby se umožnilo archeologům provést své vlastní výkopy a také záchrannou a dokumentační práci. Na druhé straně by se snad mělo uznat, že díky podzemním stavbám byla odhalena některá velká archeologická naleziště.

4.2. VZTAHY MEZI PODZEMNÍMI STRUKTURAMI A POVRCHOVOU SITUACÍ

Všechny podzemní stavby musí mít nějaké spojení s povrchem, avšak jejich stavba a ostatní práce s tím spojené (zejména určení, kde vlastně tyto východy na povrch mají být umístěny) jsou velmi obtížnou záležitostí pokud jde o stavbu

v městském prostředí. Tento problém nesmí být přehlížen, neboť často představuje velkou obtíž při konstrukčním návrhu, samotné stavbě a někdy dokonce i při provozu podzemního díla.

4.3. NUTNÁ OPATŘENÍ PŘI PROBÍHAJÍCÍ VÝSTAVĚ DÍLA

Vlastní fázi výstavby podzemního díla je nutno věnovat mimořádnou pozornost, zejména pokud se staví ve městě. Je třeba činit mnohá opatření s ohledem na existující stavby v bezprostřední blízkosti staveniště a také z důvodu nutné minimalizace nepříznivého dopadu stavby na město (hluk, dopravní výluky, atd.). Nespokojenost obyvatel v sousedství stavby je zpravidla násobena okolností, že podzemní stavby trvají obvykle velmi dlouho. Díky všem těmto okolnostem si podzemní stavitelství vyžaduje často použití velmi komplikovaných a náročných stavebních technologií a technik. Tento fakt býval (a ještě dnes někdy bývá) překážkou v hledání řešení určitých problémů podzemní výstavbou. Nicméně zůstává faktem, že v posledních 20 až 30 letech byl učiněn značný pokrok v oblasti stavebních metod, který dnes již pomáhá překonávat váhavé postoje k podzemnímu stavitelství.

5. OD PROSTÉHO VYUŽÍVÁNÍ PODZEMÍ K JEHO PLÁNOVITÉMU ZAČLENĚNÍ DO STRUKTURY MĚSTA

Viděli jsme, že zapojení podzemního prostoru do struktury města může být významným příspěvkem k řešení současného vážného problému měst, to jest vzájemně usmířit ekonomický rozvoj s požadavky na životní prostředí a kvalitu života ve městech vůbec. Uvedení těchto řešení do života závisí do značné míry na využití možností podzemního stavitelství. V tomto ohledu snad ani nelze dostatečně zdůraznit důležitost rolí, kterou hrají různí lidé, zúčastnění tak či onak na takových stavbách (vývojáři, vlastníci pozemků, technici a podnikatelé), kteří buď podporují, nebo se přímo podílejí na práci, která si dává za cíl řešit problémy současných měst. Všichni tito lidé jsou spojeni společným úsilím a mají podporu jak národních, tak i mezinárodních asociací pro podzemní stavitelství.

A přesto vše však zkušenost ukazuje, že jakkoli důležitý je technický pokrok, sám o sobě nestačí k tomu, aby se podzemí měst využívalo více a racionálněji. Veškerá využití podzemního prostoru velkých měst svědčí o tom, že zábor tohoto nového prostoru probíhá většinou zcela neorganizovaně a zpravidla se uplatňuje heslo „kdo dřív přijde, ten dřív mele“.

Bylo by tudíž vhodné, kdyby se podzemní prostor dostal do velkoplošných plánů rozvoje měst a byl tak brán v úvahu při dlouhodobém plánování a při rozhodování o dlouhodobém osudu města a směru jeho dalšího rozvoje. Tímto způsobem by se záměry, jak naložit s podzemím, mohly dostat též do dokumentů, pojednávajících o urbanizaci jak na lokální, tak i na regionální úrovni. Tato myšlenka, která již byla několikrát vyslovena některými jasnozřivými lidmi, zatím zůstala bez konkrétní odpovědi, zřejmě pro neobyčejnou složitost problémů, které v sobě zahrnuje. To však není důvod pro to, aby se tunelářské asociace i nadále nesnažily přispívat k výzkumům, které jsou zasvěceny tvorbě lepší celkové politiky vůči podzemnímu prostoru a jeho pokud možno co nejlepšímu využití.

BIBLIOGRAPHY

OCDE - „L'environnement urbain: quelles politiques pour les années 1990? - Paris 1990

Jean-Paul Godard - „Ouvrages souterrains et environnement“ - l'école Assises du Génie civil - Paris environnement - l'école Assises du Génie civil - Paris (8-10 décembre 1992)

Jean-Paul Godard - „At or below ground level?: The situation in France“ - Session publique de la 19ème réunion annuelle de AITES - Amsterdam (8-21 Avril 1993)

Jacques Bregeon - „Introduction à l'aménagement du sous - terre présente à l'Université de Provence - (1993)

Roberto E. Mac Faden - „Uso do espaço Subterraneo - Sao Paolo (Decembre 1992 Pierre Duffaut - „le genie civil souterrain au service de l'environnement“ - Congres international sur Innovation progrès industriel et Enviroment - Strasbourg, 4.-6. juin 1991

Pierre Duffaut, Monique Labbe - „Underground utilities and other uses of urban surface space“ - „CITY TEC 94“ - Barcelona, 10-11 February 1994

Pierre Duffaut - „Relations entre la ville et son sous-sol - Conseil général des Ponts et Chaussées - Paris, 10 octobre 1991

Jean-Claude Dumont - „Underground development of Grand Louvre in Paris“ - International Symposium on „Underground Openings for Public Use“ - 14-17 June GIOVIK (Norway)

METROSTAU a.s.
DIVIZE 5
staví tunely, podzemní garáže,
kolektory, prům. objekty,
pozemní stavby
včetně provádění rekonstrukcí.
Řekněte co chcete postavit
vše ostatní nechte na nás.
DRŽÍME SLOVO!

STAVĚT V PODZEMÍ, ZNAMENÁ CHRÁNIT ČLOVĚKA, MĚSTO A KRAJINU

met
Legerova 57, Praha 2 - 120 00
tel. fax 2424 0039

ÚDRŽBA, OPRAVY A REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ

ING. ROMAN SMIDA - SUDOP PRAHA A. S.
ING. MICHAL GRAMBLIČKA - SUDOP PRAHA A. S.

*THIS PAPER PRESENTS INFORMATIONS ABOUT MAINTENANCE, REPAIR
AND RESTORATION OF RAILWAY TUNNELS.*

Stavebnětechnický stav železničních tunelů v síti Českých drah odpovídá způsobu péče, možnostem a postavení železnice v naší společnosti. Pokud vezmeme v úvahu, že téměř všechny tunely v síti byly vybudovány v minulém století a jsou tudíž za hranicí životnosti, je obraz jejich stavu zřetelnější, i když není tak špatný, jak by se zdálo. Z hlediska prostorové průchodnosti odpovídají historicky překonaným potřebám, výjimku tvoří rekonstruované tunely a malý počet těch, které byly postaveny po druhé světové válce.

Z údajů posledních prověrek stavu tunelů na tratích určených k modernizaci, tj. na dopravním koridoru Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav, Praha – Plzeň – Cheb a Česká Třebová – Bohumín vyplývá, že bude nutné rekonstruovat téměř 25 % tunelů a na 40 % provést opravy (sanace) různé závažnosti. Tento stav je důsledkem jak způsobu správy objektů, tak požadavků na parametry staveb odpovídajících současným potřebám.

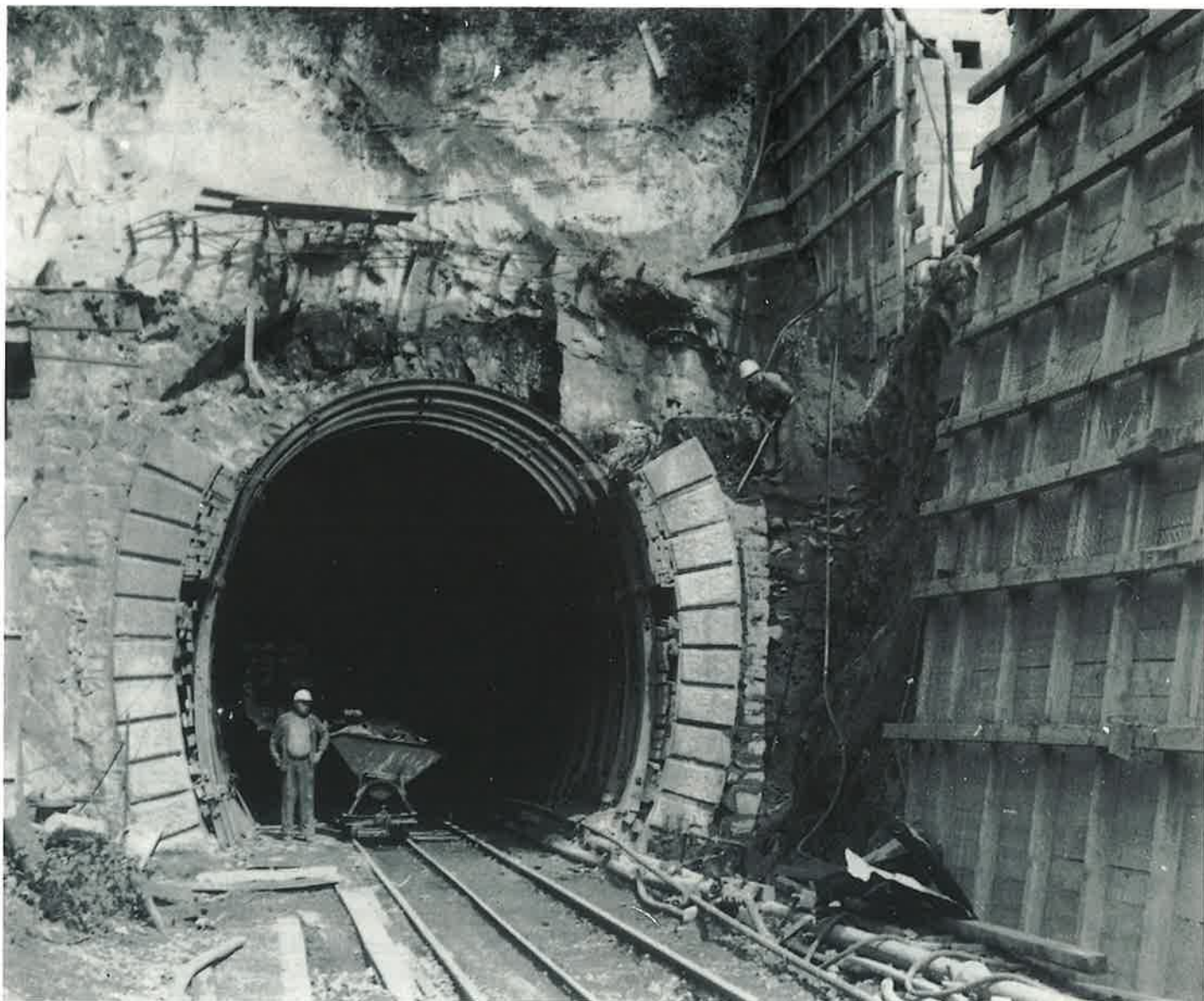
Údržba a opravy byly v minulosti směřovány především k udržení alespoň bezpečnosti železničního provozu. Na podrobnější prozkoumání počínajících jevů signalizujících změny stavu konstrukce nebo okolního masivu jednoduchou diagnostikou nebyly finanční prostředky a většinou se zhoršující stav jen registroval a postupně nechal dospět až do havarijního stadia. Poté se tunelové ostění podchytilo skružemi a tunel byl dále mnohdy několik let provozován za různě přísných provozních a organizačních opatření. Pokud byly naplánované finanční prostředky, provedla se komplexní oprava. Na tratích určených k elektrizaci se tunely v špatném stavebnětechnickém stavu rekonstruovaly, přičemž se zvětšoval jejich světlý průřez. Údržbové práce, v kompetenci jednotlivých traťových distancí, nebyly prováděny specializovanými četami a omezily se většinou na čištění drenážního systému, obnovování bezpečnostních nátěrů, kontrolu podskružení a odstranění uvolněných kamenů po zimním období v předzářezech a nadportálu tunelů. Výjimečně se v malém rozsahu místně přespárovalo zdivo nebo přezdíly jednotlivé kameny. Opravy a rekonstrukce zabezpečovaly specializované závody Železničního stavitelství Brno a Praha.

Pro opravy tunelů se u Českých drah dnes již běžně používají sanační metody založené na mechanizovaném hloubkovém spá-

rování zdiva, výplňové a těsnící injektáží zdiva, resp. horninového masivu za rubem tunelového ostění, torkrétových pláštích, stříkaných betonech, drátkobetonech, kotvení a podle potřeby na jejich vhodné kombinaci. Pro opravy portálů, event. jejich přestavbu a prodloužení, aby plnily funkci ochranné galerie, se úspěšně použilo i ocelových plnostěnných nebo příhradových skruží s prolamovanými plechy (systém Bernold). Při prosté přestavbě ostění několika tunelových pásů, kdy se nemění velikost tunelového profilu, v nepříznivých geologických poměrech se používá i klasických tunelářských metod. Jejich výhoda je spatřována v tom, že poskytují možnost reagovat na problémy v postupně otevíraném výrubu a hlavně umožňují zabezpečit rozpracovaný výrub a tím i železniční provoz mimo krátkodobé výluky, které jsou k dispozici pro tyto práce. Vyjmenované sanační metody byly aplikovány na tunelech: např. Mníšeckém na trati Liberec – Černousy st. hranice, na tunelu Prosečském u Jablonce nad Nisou, Děčinských tunelech a v Nelahozeveských tunelech na trati Praha – Roudnice nad Labem.

Rekonstrukce tunelů byly prováděny z důvodů statických a prostorových, především v rámci předelektrizačních úprav. Z důvodů statických byly přestavěny např. Třebovíčský tunel v 30. letech, I. Vinohradský tunel v Praze v 40. letech, Žižkovský tunel na přelomu šedesátých a sedmdesátých let, tunel Džbán a tunel Železnorudský.

Rekonstrukce z důvodu elektrizace byly provedeny v tunelech např. jakubském na trati Všetaty – Prostřední žleb, Davelském, Libříckém a Skochovíckém (probíhá v současné době) na trati Vrané nad Vltavou – Čerčany, tunely Blanenské na trati Brno – Česká Třebová. Do šedesátých let byly rekonstrukce navrhovány i realizovány klasickými tunelovacími metodami – rakouskou a belgickou. Typickým příkladem jsou tunely č. 3, 4, 7, 9, 10, 11 na trati Brno – Česká Třebová, tunely Svojšínský, Ošelínský a Pavlovický na trati Plzeň – Cheb a jednokolejný tunel Haratický na trati Železný Brod – Tanvald. Po rekonstrukci Jívovského tunelu na trati Olomouc – Krnov, kdy byly poprvé výrazněji v rekonstrukčních pracích aplikovány prvky Nové rakouské tunelovací metody, se klasické metody postupně přestaly používat. V železničním tunelo-



Rekonstrukce libříckého tunelu

vém stavitelství nastupuje éra používání stříkaných betonů, torkretu, kotvení. Postupně se přechází od technologie rozpracování celého tunelového pásu na postup po kratších záběrech, prstencích. Zvýšila se tím efektivnost rekonstrukčních prací a otevřela možnost vyššího nasazení mechanizace a zkrácení jednotlivých pracovních cyklů. Bohužel, zůstává doposud typickým znakem pro rekonstrukční technologie vysoký podíl ruční práce. Souvisí to částečně i s organizací prací, neboť v tunelu se pracuje současně na portálech a na několika pracovištích uvnitř tunelu a také s tím, že pro pohyb mechanizace v úzkém prostoru, většinou podskruženého tunelu, není místo. Protože se tunely rekonstruují v krátkodobých výlukách železničního provozu a po každé výluce musí být zajištěn bezpečný průjezd vlaků, má v technologii klíčový význam zabezpečení výlomu a ochrana před pádem horniny. Tento faktor ovlivňuje všechno dění v tunelu a je specifickým pro tunelářské práce při rekonstrukcích. Výlomy se proto provádějí po menších segmentech, jak v klenbě, tak opěrách a jejich rozměr je závislý nejen na geologických podmínkách, ale také na výkonu při nakládání a času, který je k dispozici v kritické výluce. V ní je totiž nutno

nabít, odstřelit, odvětrat, naložit rubaninu, začistit a zabezpečit výlom. Po dlouhou dobu přetrvávají snahy mechanizovat rozhodující operace a vytvořit komplexně vybavený stavební vlak pro rekonstrukce a sanace. Nikdy se však věc nedotáhla do konce (ani před časem započatý výzkumný úkol na toto téma) a na stavbách jsou proto občas k vidění jen torza těchto vlaků s různou kombinací vybavení (pojízdná lešení, manipulátor pro osazování skruží, centrum pro hloubkové spárování, event. stříkání betonu, apod.). V odstranění velkého podílu lidské práce spatřujeme zásadní krok pro další zproduktivnění rekonstrukčních prací. V používání základních stavebních materiálů pro rekonstrukce není dle našeho názoru zásadních problémů. V současné době se paleta možností navíc značně rozšířila.

Zlepšení stavu správy tunelových objektů v síti Českých drah do budoucna vidíme také v zlepšení dohlédací činnosti, zavedení jasných pravidel pro jejich skutečné provádění, vyřešení a stabilizaci organizační struktury v rámci Českých drah. Nutná je inovace metodiky a diagnostiky tunelových staveb, jako základ pro odpovědné, ale také ekonomické rozhodování při správě svěřeného ob-



Portál rekonstruovaného davelského tunelu

jektu. Určitý stav nebo jeho postupný vývoj u podzemních konstrukcí provozovaných železničních tunelů je výsledkem komplexního působení celé řady příčin, z nichž některé se projevují samostatně, jiné zároveň s jinými, často jako přidružené. Úkolem diagnostiky potom není jen zjištění a popsání okamžitého stavu podzemní konstrukce, ale i jeho vývoje a zejména, což je nejobtížnější, odhalení těch faktorů, které mají na stav konstrukce rozhodující vliv. Přitom je třeba podtrhnout tu okolnost, že se vyšetřením stavu povrchu obezdívky, event. líce skalního výrubu neobezděných tunelů a funkčnosti odvodňovacího systému nejedná jen o zjištění informací o stavu vlastní obezdívky, ale i o vývoj stavu horninového prostředí v okolí, které tvoří nedílnou součást podzemní konstrukce.

Za základní formu dohlédací činnosti a diagnostikování stavebního stavu stávajících železničních tunelů považujeme pečlivou a systematickou vizuální prohlídku tunelů, doplňovanou informacemi z archivních dokumentů. Přes svoji poměrnou pracnost a určitou jednotvárnost stále zůstává i v současné době základním způsobem inspekce, neboť je široce dostupnou metodou k aplikaci bez vysokých nároků na použité prostředky a přítomnost specialistů. Pro průběžnou praxi zcela vyhovuje. Její nahrazení složi-

tějšími, technicky a odborně náročnějšími fyzikálními metodami pro kontinuální detekci se jeví z hlediska požadavků standardně prováděné inspekce v širším rozsahu jako nereálné. Tyto metody se naopak plně využijí na vytypovaných místech, profilech, pasech z běžné ohledací činnosti, k prohloubení a zpřesnění znalosti o stavu podzemní konstrukce, které jsou nezbytné pro bližší specifikaci a rozhodování o charakteru a rozsahu údržby nebo významnější stavební činnosti, typu oprav nebo rekonstrukcí.

Nedílnou součástí komplexního posuzování tunelů a tedy i správy musí být sledování a vyhodnocování jejich prostorové průchodnosti. V současné době se pro tento účel zmodernizoval měřicí vůz FS 3, který využívá nekontaktního způsobu snímání světých tunelových průřezů. Zvýšila se přesnost měření, počítačové zpracování výsledků umožňuje lepší, aktuálnější informace a jejich využití. Další výrazná inovace je však nutná i v tomto směru.

Železniční doprava, podobně jako v mnoha vyspělých zemích světa, bude jistě plnit svoji nezastupitelnou roli v obsluze území našeho státu a zajišťovat spojení s celou Evropou. Železniční tunely nemohou být omezujícími překážkami.

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/ AITES

ZHODNOCENÍ KONFERENCE PS 94.

VE DNECH 3.—5. LISTOPADU 1994 SE KONALA V PALÁCI KULTURY V PRAZE CELOSTÁTNÍ KONFERENCE SE ZAHRANIČNÍ ÚČASTÍ **PODZEMNÍ STAVBY 94. O USPOŘÁDÁNÍ KONFERENCE ROZHODL ČESKÝ TUNELÁŘSKÝ KOMITÉT ITA/AITES NA SVÉM II. ZASEDÁNÍ, KONANÉM 22. 6. 1993. ODBORNÝM GARANTEM KONFERENCE BYLA MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÁ ASOCIACE ITA/AITES, KTEROU NA KONFERENCI REPREZENTOVAL PREZIDENT ITA/AITES PROF. ZDENĚK EISENSTEIN A ČLEN VÝKONNÉ RADY PROFESOR SEBASTIANO PELIZZA. ORGANIZACI KONFERENCE ZAJIŠŤOVALA POBOČKA ČESKÉ STAVEBNÍ SPOLEČNOSTI A. S. METROSTAV.**



BYLA STANOVENA ČTYŘI ZÁKLADNÍ TÉMATÁ KONFERENCE:

1. Podzemní stavby v územním plánování měst
2. Podzemní stavby v dopravních systémech měst a městských podzemních sítí
3. Vývoj technologie ve výstavbě podzemních staveb
4. Údržba, opravy a rekonstrukce podzemních staveb

Každému z uvedených témat byl věnován jeden půlden konferenčního jednání. Konference se zúčastnilo 231 odborníků, z toho 195 z České republiky, 13 ze Slovenské republiky a 23 z deseti dalších zemí.

Konferenci zahájil sekretář Českého tunelářského komitétu ITA/AITES Ing. Jiří Bělohlav. Primátor hlavního města Prahy RNDr. Jan Koukal svým proslovem potvrdil zájem městské správy o podzemní stavby při řešení některých problémů hlavního města. Následný projev prezidenta ITA/AITES profesora Zdeňka Eisensteina vyzdvihl význam využití podzemí měst pro umístění inženýrských staveb, a to zejména dopravních. O podílu Českého tunelářského komitétu na zvyšování úrovně českých odborníků a o významu podzemních staveb pro zlepšování životního prostředí pro-

mluvil předseda Českého tunelářského komitétu ITA/AITES Ing. Jindřich Hess.

Následovalo jednání v jednotlivých sekcích, pro něž byl podkladem sborník příspěvků obsahující 4 generální referáty a 76 příspěvků. Jednání každé sekce bylo uvedeno generálním referátem, který přednášeli předsedové sekcí a hlavním zahraničním příspěvkem k danému tématu.

Nejen členové přípravného výboru, ale prakticky všichni, jimž záleží na dobrém jménu českého podzemního stavitelství s napětím očekávali, jak konference dopadne. Určité obavy byly na místě. Období, kterým jsme v posledních letech procházeli, nebylo naší profesi příliš příznivě nakloněno. Velké společenské otřesy se projevily jak v ekonomické, tak v personální oblasti. A jako by těchto obtíží nebylo dost, Český tunelářský komitét utrpěl velkou ztrátu odchodem ing. Jaroslava Grána, jehož nezdolná energie a velké organizační schopnosti vždycky pomohly při překonávání i těch nejzapeklitějších situací.

Dnes je konference za námi, a s radostí můžeme konstatovat, že prokázala životaschopnost jak komitétu, tak českého podzemního stavitelství. Organizátorům se podařilo - také díky spolupráci prezidenta ITA/AITES prof. Zdeňka Eisensteina - zajistit skutečně reprezentativní obsazení hlavních referátů skutečnými osobnostmi tunelářského světa, a i po organizační stránce v hlavních rysech všechno fungovalo.

Příznivé odezvy účastníků konference nás však nesmí uspokojit a vyvolat domněni, že dál půjde všechno automaticky. Jistě je velice povzbuzující, když sám pražský primátor, RNDr. Jan Koukal, ve svém zahajovacím projevu potvrdil důležitost podzemních staveb pro rozvoj hlavního města, a když jsme si pak navzájem potvrdili, že všechny požadavky na nás kladené umíme splnit. Dnes není situace taková, že stačí vydat usnesení, které je pak plněno. Každý z nás musí doslova mravenčí píli každodenně potvrzovat a dokazovat, že podzemní stavby jsou skutečně v mnoha směrech nenahraditelné, a že je umíme realizovat rychle, relativně levně i šetrně, jak jsme o tom po oba dny na konferenci slyšeli.

K odborné náplni lze na tomto místě již jen podotknout, že v předcházejícím čísle TUNELU byly otištěny generální referáty, v tom, které právě čtete, je celá řada článků dalších. Redakce tak činí proto, aby i ti, kteří neměli možnost se přímo konference zúčastnit, dostali do rukou její hlavní materiály. Vlastní průběh snad lze hodnotit jako bezkonfliktní, pro příště je třeba dbát ještě více na dodržování časového harmonogramu, aby přednášející a diskutující, následující po některém ze svých méně ohleduplných kolegů, nemuseli být na jeho úkor zkracováni ve svých vystoupeních. To je už úkol pro organizátory konference příští.

A tím se dostáváme k výhledům do budoucna. Na svém závěrečném zasedání členové přípravného výboru navrhli předsednictvu Českého tunelářského komitétu, aby příprava další konference (PS 97) začala prakticky ihned. Samozřejmě že nikoli psaním referátů, ale přípravou jejího ducha a organizací celé činnosti komitétu tak, aby každá další konference „PS“, jejichž tříletý cyklus bychom chtěli zachovat, byla vždy logickým vyvrcholením celého mezdobí. V něm budou pořádána setkání, k jejichž organizaci se nabídli kolegové z Brna a Ostravy, a která zajistí kontinuitu činnosti členů ČTK, trvalou vzájemnou informovanost i kontakty se světem.

Závěrem by přípravný výbor konference chtěl poděkovat za spolupráci a pomoc - jak morální, tak materiální - všem, kteří se podstatnou měrou o její úspěch zasloužili. Na prvním místě je to prezident ITA/AITES, prof. Zdeněk Eisenstein, který podle svých vlastních slov uvítal možnost vystoupit na tak významném setkání ve svém rodném jazyce, a o jehož podílu při zajišťování účasti představitelů ITA/AITES na konferenci jsme již hovořili. Dále jsou to tvůrci a přednášející hlavních zahraničních referátů, kteří nás vesměs velmi zasvěceně seznámili se špičkou stavu a vývoje profese v oblasti, týkající se příslušného tématu. A samozřejmě - poněvadž materiální zajištění je také podmínkou úspěchu - náš dík patří i všem společnostem a organizacím, jejichž příspěvky organizaci tohoto podniku umožnily.

Ať žije konference „Podzemní stavby 97“!

ZPRAVODAJSTVÍ SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

Viaceré organizácie Slovenského tunelárskeho komitétu sa zúčastnili v Prahe tradičnej medzinárodnej konferencie poriadanej Českým komitétom „Podzemné stavby 94“. Okrem získaných poznatkov a výmeny skúseností pripravili aj vlastné príspevky a podieľali sa aj na organizácii.

V dňoch 16.–19. 11. 94 vykonal prezident svetovej ITA/AITES prof. Zdeněk Eisenstein oficiálnu návštevu Slovenského tunelárskeho komitétu. V rámci dohovorého programu mal rokovania s vedením Slovenskej technickej Univerzity, s rektorom a dekanom Stavebnej fakulty o možnej spolupráci medzi univerzitami v Bratislave a Edmontone. Ďalej mal prednášku pre odbornú verejnosť na tému „Tunelovanie vo veku vysokej techniky“, stretnutie s primátorom hl. mesta Slovenska Bratislavy Petrom Kresánkom zameraným na dopravné problémy mesta a možných dopravných stavieb. Navštívil tiež niektoré významné stavby a mal možnosť sa stretnúť s vedením podnikov a investorov, ktoré majú v náplni podzemné staviteľstvo. Celú návštevu zabezpečoval STK, s ktorým mal na záver osobitné rokovanie.

Návšteva významne podporila myšlienku využívania podzemných priestorov pre dopravné a iné účely, najmä v prehustených mestách a trasách diaľničných stavieb.

Začiatkom decembra sa uskutočnilo v Spišskej Novej Vsi rokovanie medzi STK a maďarským, ktorý zastupoval prof. G. Greschik, o príprave konferencie pre Podzemné stavby pripravovanej v zmysle dohovoru z kongresu v Káhire na druhý polrok 1995, ktorá by sa mala uskutočniť v Bratislave.

STK využil obhajobu doktorskej práce dipl. Ing. K. R. Seidla z Regensburgu na STU v Bratislave na širšie propagovanie možnosti využitia podzemných priestorov a špeciálne zakladanie hlbokých stavebných jám v nesúdržných zeminách.

Práca obsiahla 12 možných technológií a vytvorila ich ekonomické porovnanie nezávislé od národnej meny. Obhajoba sa uskutočnila 16. 12. 1994 a školiteľom doktoranta bol doc. Ing. V. K. Rátkovský. Riaditeľstvo diaľnic s projektovou organizáciou Geoconsult uzatvorilo štúdiu variant tunela Branisko na trase Tatry - Prešov.

Ďalej výbor STK pripravuje slovenskú účasť na kongrese v Stuttgarte 95 a stretnutie všetkých členských organizácií komitétu na I. štvrtrok 1995.

Tiež boli pripravené najlepšie diplomové práce v oblasti podzemných stavieb pre vyhodnotenie súťaže študentov.

*Ing. Juraj Keleši
predseda STK ITA/AITES*

INFORMACE

Z 2. VĚDECKOTECHNICKÉ KONFERENCE „ZÁKLADNÍ SMĚRY ZEFEKTIVNĚNÍ VÝSTAVBY A PROVOZNÍ BEZPEČNOSTI KANALIZAČNÍCH TUNELŮ A KOLEKTORŮ“;

**KONANÉ V MOSKVĚ
VE DNECH 3.–6. ŘÍJNA 1994**



Vědeckotechnickou konferenci pořádal Tunelová asociace za spoluúčasti odboru komunálního bytového hospodářství Minstrov Rusko, Moskevských městských podniků Mosvodokanal a Mosinžstroj. Konference se zúčastnili nejen specialisté z největších měst Ruska, ale i ze zahraničí.

Celá konference se nesla v duchu výměny poznatků z výsledků výzkumu a prací v oblastech projektování, výstavby, provozu a údržby kanalizačních tunelů a trubních vedení, posouzení vytvoření vysoce provozně spolehlivých kanalizačních systémů měst.

Během plenárního zasedání a jednání v sekcích bylo předneseno 42 přednášek a zpráv zaměřených na celý komplex problémů, orientujících se na spolehlivost kanalizačních tunelů a trubních vedení.

S přednáškami jak v plénu, tak i v sekcích vystoupili také specialisté zahraničních firem, a to z Německa zástupci firem Meyer-Pipes, Herrenknecht a Soltau, z Anglie zástupce firmy Euro Iseki a z České republiky pak zástupce firmy Chytil & Raclavský.

Tunelová asociace obrátila pozornost na nutnost projednat a posoudit řešení problémů zvýšení spolehlivosti kanalizačních tunelů i kanalizačních systémů měst.

Tyto otázky byly předmětem projednávání na první konferenci, která se konala pod patronací Tunelové asociace v červnu 1992, na které bylo přijato usnesení soustředit koordinaci činnosti v Tunelové asociaci a v její sekci komunální tunely a všechnu součinnost podpořit různými formami a metodami urychlení vědeckotechnického pokroku v oblastech zvýšení spolehlivosti a životnosti komunálních tunelů různého využití, a to zejména: – vypracováním norem pro projektování komunálních tunelů, provádění a přejímání prací, pravidla technického využití,

- výběr korozivzdorných materiálů a odolných proti plynové, biologické a jiné korozi,
- vytvoření obezdívek komunálních tunelů z principiálně nových materiálů mnohonásobně převyšujících spolehlivost a životnost (např. nové druhy betonů, využívání skla, keramiky, struskokamené lití, dvouvrstvé obezdívky s využitím chemicky odolných materiálů do vnitřní vrstvy. Systematické studium prostředí komunálních tunelů s cílem ohodnocení diferenciací stupňů jejich působení na stavební konstrukce,
- rozpracování doporučení pro zvýšení provozní spolehlivosti a vhodnosti pro rekonstrukci komunálních tunelů, ale také preventivnímu předcházení a rychlejší likvidace možných havarijních situací.

V tomto duchu byly zaměřeny přednášky prvního dne plenárního zasedání:

N. N. Žukov, zástupce ředitele odboru komunálního bytového hospodářství GOSSTROJ Rusko, „Stav a perspektivy rozvoje komunálních tunelů a kolektorů v městech Ruské federace a problémy financování“;

P. P. Bessolov, předseda sekce komunální tunely TA a ředitel firmy ITEP „Vzájemný vztah mezi projektováním a využíváním kanalizačních tunelů, rezervy zvyšování spolehlivosti“.

V. P. Samoljov, předseda sekce razící stroje a strojní zařízení pro podzemní stavitelství, ředitel NTC Mosinžstroj „Stav, směry a perspektivy rozvoje prostředků mechanizace pro kanalizační tunely a kolektory“;

N. A. Zenitov, ředitel TOO Dorkomtehnika „Nová technika pro údržbu kanalizační sítě“.

První den se také prezentovalo mikrotunelování, a to prostřednictvím přednášek zástupců firem Herrenknecht, Euro Iseki, Dr. Soltau a trubní a šachtový program z polymerbetonu POLYCRETE firmy Meyer-pipes Lüneburg.

Druhý den probíhala jednání v sekcích, a to:

– V první sekci perspektiv rozvoje, projektování a provozování kanalizačních tunelů a kolektorů bylo předneseno 17 přednášek se zaměřením zejména na otázky projektování, protikorozní ochrany a ventilace kanalizačních sběračů.

– V druhé sekci výstavby a oprav kanalizačních tunelů a kolektorů bylo pak předneseno 18 přednášek zabývajících se tematikou např. výstavba kanal. sběrače štítem o průměru 5.6 m v Moskvě, zkušenostmi s výstavbou hloubkové kanalizace v Sant Peterburgu, kde do hl. 30 m pod povrchem se vyrazilo přes 180 km sběračů za pomoci přetlaku a zmrazování a do hl. 70 m pak přes 25 km sběračů štíty o průměru 4.03 m. Dále pak zkušenosti s obezdívkou kanal. tunelu z pressbetonu, havárie štítu Mitsubishi DN 2.6 m v Moskvě, hloubení šachty DN 6 m hl. 24 m, přes prognostiku usazení nadloží při ražbě po perspektivy a možnosti pokládky a rekonstrukce potrubí bezvýkopovými technologiemi jak domácí konstrukce a vývoje, tak s použitím zahraničních technologií. Součástí přednášek v této sekci bylo seznámení se s metodami rekonstrukce inž. sítí bezvýkopovými technologiemi v České a Slovenské republice.

Stručné závěry:

1. Základním směrem technického rozvoje v oblasti komunálních tunelů, pro které je nutno soustředit investiční fondy a provést vědeckovýzkumné a konstrukční práce, jsou:

– dopracování normativně-technických dokumentů, jednacích řádů jednotlivých etap projektování, výstavby a provozu kanal. tunelů a kolektorů,

– projektování obezdívek z korozně a abrazně odolných materiálů (struskokámen, polymerbeton, dvouvrstvé obezdívky),

– provedení výzkumu vlivu hydraulických a aerodynamických proudů v kanal. kolektorech s ohledem na jejich životnost,

– výzkum pro ohodnocení vlivu kanal. tunelů na životní prostředí města, průmyslovou a obytnou infrastrukturu,

– vybudování databanky stávajících hlavních tunelových kanalizačních komplexů s charakteristikou provozu,

– ukončit výzkum agrese plynové i vodní s ohledem na životnost a spolehlivost provozu.

2. Zvýšení úrovně mechanizace práce a ochrany životního prostředí při mikrotunelování.

3. Účastníci konference budou podporovat iniciativu CNKB, Tunelové asociace, AO Mospromstrojmaterialy v části zavádění výroby polymerbetonových trub pro kanalizaci v Moskvě.

INFORMACE ZE 4. MEZINÁRODNÍHO KONGRESU TRUBNÍ VEDENÍ HAMBURG

KONANÉHO V HAMBURGU VE DNECH
16.–20. 10. 1994 V CCH CONGRESS
CENTRUM HAMBURG

ING. JAROSLAV RAČLAVSKÝ
AUTORIZOVANÝ INŽENÝR PRO OBORY
GEOTECHNIKA A VODOHOSP. STAVBY

Tento kongres organizovalo HMC - Hamburg Messe und Congress GmbH ve spolupráci s AGI - Pracovní společenství pro průmyslové stavby, BMFT - Spolkové ministerstvo pro rozvoj a techniku, EWPCA - Evropská společnost pro kontrolu znečištění vody, Svobodné a hansovní město Hamburg, GSTT - Německá společnost pro bezvýkopové technologie a účastnili se ho hosté z více jak 40 zemí.

Celý kongres se ve svých dopoledních seminářích věnoval stavu prací na Základním programu „Ekologické technologie k sanaci netěsných kanálů“, a to účinkům škod, jejich detekci, zkouškám těsnosti a inovacím sanačních metod pro trubní vedení, odpoledne pak každý den se věnoval mezinárodním přednáškám.

První skupina z 29 mezinárodních přednášek byla zaměřena na konkrétní zkušenosti a poznatky ze zajímavých staveb jako:

- výstavba teplovodu DN 900 mm v Amsterdamu,
 - obnova kanalizace polootevřenou metodou v Hamburgu,
 - zkušenosti s mikrotunelováním v Santa Barbaře a Bostonu.
- Další část přednášek se zabírala předpisy, normami a právem:
- DIN 19630, DVGW-Merkblatt W 403,
 - pojištění proti rizikům v sousedství stavby,
 - poškození stromů při výstavbě trubních vedení,
 - zákon o stavebních výrobcích s návazností na směrnice EWG (EU),

- euronormy EN 752 - Kanalizace, plánování, stavba a provoz,
- evropská harmonizace technických pravidel pro pokládku kanalizace,
- zkoušky těsnosti vzduchem,
- betonové trouby a spojení v návrhu evropských norem,
- stav samokontroly v spolkových zemích z pohledu průmyslu a měst.

Třetí skupina přednášek se věnovala otázkám:

- průzkumu trubních odvodňovacích vedení pozemků pomocí satelitní televizní kontroly,
- poznatků z geofyzikálních průzkumů kanalizace (georadary),
- plánování údržby a obnovy vodovodní sítě.

Poslední skupina přednášek byla na tato témata:

- velkoprostorový model vsakovacích trub v deponiích pod vysokým zatížením,
- výzkum a ověřování mikrotunelovacích strojů se šnekovou a hydraulickou dopravou na speciálním testovacím zařízení v USA.

Poslední den se uskutečnily exkurze. Exkurze obsáhly základní tematické okruhy kongresu a uskutečnily se na konkrétních stavbách v Hamburku a jeho nejbližším okolí.

Součástí kongresu byla i výstava více jak 60 vedoucích německých firem podnikajících v bezvýkopových technologiích.

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

TUNELOVÉ PROJEKTY U FIRMY MOTT MACDONALD, UK

ING. ERMÍN STEHLÍK,
MOTT MACDONALD, UK

*THE AUTHOR BRIEFLY DESCRIBES
THE HISTORY OF THE PRESENT
CONSULTING FIRM MOTT MACDONALD AND
ITS PREDECESSORS AND GIVES
AN ACCOUNT OF SOME OF THE SIGNIFICANT
TUNNELLING PROJECTS IN WHICH
THE FIRM HAS BEEN INVOLVED.*



HISTORICKÝ PŘEHLED

Firma Mott MacDonald (dále jen MMD) vznikla v roce 1989 sloučením firem Mott, Hay & Anderson (dále jen MHA) a MacDonald. Historie MHA je však mnohem delší a za několik málo let uplyne celé století od doby, kdy britští inženýři Basil Mott a David Hay původní firmu Mott & Hay založili.

B. Mott byl báňským inženýrem, druhý partner měl zkušenosti zejména s výstavbou železnic a doků. Oba jmenovaní se poprvé sešli při výstavbě první podzemní železnice „City and South London Railway“, která byla uvedena do provozu v roce 1890. Další velkou stavbou, na které společně pracovali, byla podzemní železnice „Central London Railway“, uvedena do provozu v roce 1900. Krátce nato vznikla firma Mott & Hay (dále jen MH), která projektovala tunely a mosty nejen v UK, ale podílela se také na stavbách v Austrálii a Indii.

Po první světové válce se k firmě připojil stavební inženýr David Anderson a tak vznikla firma MHA, která pod tímto jménem fungovala až do konce osmdesátých let.

V poválečném období došlo k realizaci mnoha projektů navrhovaných ještě před válkou a z té doby se datuje úspěšná činnost firmy zejména v tunelovém a mostním stavitelství.

Pro období mezi dvěma válkami bylo charakteristické rozšiřování a modernizace londýnského metra, při kterém se získalo mnoho zkušeností a bylo vyvinuto mnoho nových technologií, ostění apod. Britští inženýři byli díky těmto zkušenostem zváni do mnoha zemí jako experti pro výstavbu metra. Jednou ze zajímavých návštěv byla např. cesta do Moskvy v roce 1935, při které se D. Anderson zúčastnil slavnostní večeře pořádané Bulganinem, jedním z hostů byl i Chruščov.

Významným tunelovým projektem v té době byl Mersey Tunnel v Liverpoolu, který byl uveden do provozu v roce 1934.

Oba zakladatelé firmy získali během svého působení řadu významných ocenění a uznání, Sir B. Mott obdržel již v roce 1930 titul „baronet“. Oba zemřeli krátce po sobě v roce 1938.

Začátek druhé světové války v r. 1939 měl pro stavební inženýrství stejné následky, jako tomu bylo za války první - mnoho projektů bylo odsunuto až do poválečných let. Během války firma pracovala na výstavbě krytů, protipovodňových zařízení a na obnově nálety zničené výstavby. Z té doby se datuje nejdéle trvající tunelový projekt firmy, na údržbě krytu firma pracuje dodnes.

V poválečné době se firma MHA zúčastnila řady významných projektů z oblasti tunelů, mostů, elektráren, průmyslové a občanské výstavby.

V současné době patří firma MMD se 4500 zaměstnanci, ročním obrátem zhruba 200 mil. liber a účastí na projektech ve 130 zemích světa k největším firmám ve světě. Výsledkem slučování s dalšími firmami, zejména v posledních letech, je existence multidisciplinární projekční organizace, která je schopna pokrýt všechna odvětví stavebního inženýrství, dopravy, energie a elektrárenství, budov a infrastruktury, dodávek vody a kanalizace, zavlažovacích systémů, strojních a elektro zařízení, životního prostředí a dalších.

VÝZNAMNÉ TUNELOVÉ PROJEKTY V MINULOSTI S ÚČASTÍ FIREM MH, MHA A MMD

Vzhledem k velkému počtu projektů s účastí uvedených firem jsou v dalším uvedeny pouze významné projekty, celkový počet všech projektů až do současnosti se blíží k deseti tisícům.

LONDÝNSKÉ METRO (LONDON UNDERGROUND)

Jak bylo uvedeno v historickém přehledu, oba zakladatelé firmy MH se individuálně a později jako společná firma podíleli na výstavbě prvních linek metra v Londýně již koncem minulého století.

I v následujících letech se firma intenzivně podílela na modernizaci a rozšiřování londýnského metra.

V meziválečném období se jednalo zejména o modernizaci stanic, výstavbu eskalátorových tunelů a zavádění umělého větrání metra. Vzrůstající dopravní zatížení si vyžadovalo zavádění nových vozů s nutností zvětšovat traťové tunely a prodloužovat stanice. Tyto činnosti proběhly na „City and South London Railway“ (dnes „Northern Line“) a na „Central Line“.

Z nových linek je nutné uvést „Victoria Line“, která se stavěla v letech 1963–1968 a MHA byla projektantem značné části této, ve své době nejmodernější, linky metra.

Účast firmy na výstavbě metra pokračuje i v současnosti při výstavbě „Jubilee Line Extension“. Toto prodloužení stávající „Jubilee Line“ je 16 km dlouhé, z toho 12 km je tunelová trasa. Na trase je celkem 11 stanic, z toho 4 ražené. Trasa JLE celkem čtyřikrát překračuje řeku Temži. MMD projektovala raženou stanici „London Bridge“ a přilehlé traťové tunely.

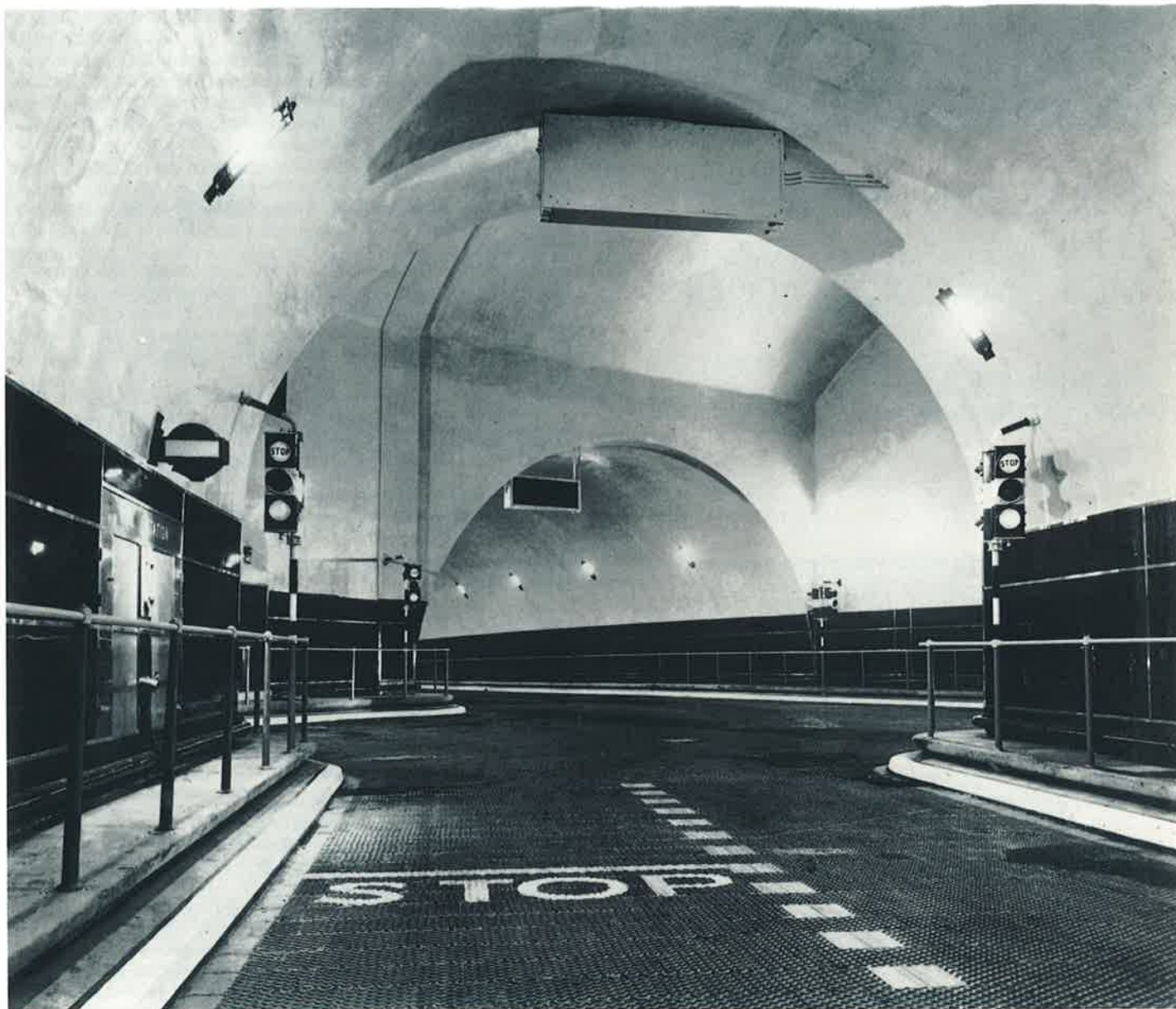
Na výstavbě se účastní řada předních světových tunelářských firem a výrobců zařízení. V současné době je prodloužení ve výstavbě a ve složitých geologických podmínkách a v komplikované městské zástavbě dochází k uplatnění řady nejmodernějších technologií, jako je např. použití tunelovacích strojů (bentonitové a zemní tlakové TBM), aplikace NRTM při výstavbě ražených stanic a vidlic, použití kompenzačních injekcí pro eliminaci poklesů, atd.

MERSEY TUNNEL, LIVERPOOL, UK

Tento tunel patří k nejvýznamnějším projektům v meziválečném období a nedávno oslavil své „diamantové“ jubileum - otevřen byl v roce 1934 králem Jiřím V.

Toto pozoruhodné inženýrské dílo - ve své době největší a nejdlejší tunel (4.6 km) pod řekou na světě - znamenalo nejen velký úspěch tehdejšího tunelového stavitelství, ale pro několik přímých aktérů znamenalo získání reputace, která přetrvává dodnes. Jenom namátkou je možné jmenovat některé současné stavební firmy jako Mc Alpine, Edmund Nuttal, John Mowlem a také projekční firmu MHA.

Vnitřní průměr tunelu 13.4 m, ostění je litinové, železobetonová deska vozovky umožňuje dopravu ve čtyřech pruzích. Ve spodní části tunelu



Mersey Tunnel, Liverpool, UK

měla být provozována dvoukolejná tramvajová trať, k čemuž nakonec nedošlo. Pod vozovkou jsou také dva vzduchotechnické kanály pro přívod čerstvého vzduchu.

Při výstavbě tunelu byla poprvé použita řada nových technologií a postupů, jako použití dvou pilotů, zavěšené vozovky pro dopravu rubaniny a tybinků, nebo ražení kratšího úseku pod břehem pomocí pološtitu (fotografie tohoto pološtitu byla jedním z prvních podkladů pro návrh pološtitu pro Strahovský tunel). Řada technologií musela být ověřena zkouškami „in-situ“ během výstavby. Jednalo se o členění výrubu, injektáže, ostění a větrání tunelu během provozu.

MERSEY KINGSWAY TUNNEL

Původní tunel z roku 1934 nestačil narůstající dopravní zátěži, a proto byl v letech 1970–1974 postaven další tunel. Je vzdálen 1.5 km od původního tunelu a je dlouhý 2.2 km. Tunel byl ražen pomocí plnoprofilového tunelovacího stroje, ostění o vnitřním průměru 9.2 m kromě krátkého úseku, který byl v litině, bylo železobetonové montované, tloušťky 30 cm s ocelovou izolací v lici.

DARTFORD TUNNEL, UK

Tento tunel umožňuje dopravní spojení přes Temži východně od Londýna, dnes duplikované silničním mostem královny Alžběty II (otevřen v roce 1932). S plány na realizaci tunelu se začalo již před druhou světo-

vou válkou a v letech 1936–1938 byl dokonce vyražen pilottunel. S výstavbou se však začalo až v roce 1957 a tunel byl otevřen v r. 1963.

Řeka je v místě křížení široká skoro 1 km, hloubka kolem 10 m. Složitě geologické poměry si vyžádaly aplikaci v té době nových injektážních technologií, jako byly chemicko-jílové injektáže metodou „tube a manchette“. Celkem bylo spotřebováno 8500 m³ injektážní směsi. Pro ražbu bylo použito tří tradičních štítů o vnějším průměru 9.45 m v kombinaci se stlačeným vzduchem. Vytěžený materiál byl dopravován hydraulicky, po smíchání s vodou a přečerpání do usazovacích nádrží na povrchu byl materiál použit při výstavbě protipovodňových hrází.

Deska silniční vozovky je prefabrikována, délka sekce 6 m, váha 37 t. Větrání tunelu je polopříčné, vzduch je dodáván přes kanály pod vozovkou.

BLACKWALL TUNNEL (NOVÝ), LONDÝN

Původní Blackwall Tunnel pod Temží ve východním Londýně byl dokončen již v roce 1897, a v té době se jednalo o unikátní inženýrské dílo při výstavbě kterého bylo dosaženo kritérií, za která by se ani dnes nemusely stydět nejmodernější tunelářské technologie (např. ražba 2.5 m pod dnem řeky Temže v bahnitých nánosech a usazeninách).

Nesmírně zajímavé a poučné je čtení zápisů ze schůzí Britské tunelářské společnosti z let výstavby a po otevření tunelu a také prohlídka nábřeží v místě jedné z větracích šachet (sloužila pro výstavbu) během přílivu

dává úplnou představu o tom, do čeho se tuneláři před sto lety dokázali pustit. Ačkoliv tunel byl navržen pro koňská spřežení, spolehlivě funguje pro veškerou dopravu dodnes.

Kapacita starého tunelu samozřejmě nestačila narůstajícím dopravním zátěžím, a proto byl v letech 1960–1965 postaven tunel nový, který převzal dopravu směrem na jih, starý tunel je využíván pro severní směr.

Tunel je dlouhý 865 m, průměr tunelu je 8.60 m a při jeho výstavbě bylo použito chemických injektáží prováděných z předraženoého pilot-tunelu. Vlastní ražba se prováděla pomocí štítů, které předtím razily Dartford Tunnel.

TYNE TUNNEL, UK

Výstavbě silničního tunelu pod řekou Tyne v Durham v letech 1961–1967 předcházela výstavba dvou malých tunelů pro pěší a cyklisty. Realizace těchto tunelů přinesla řadu cenných informací pro výstavbu 1650 m dlouhého silničního tunelu s litinovým ostěním o vnitřním průměru 9.30 m, který byl z větší části ražen pomocí pilot-tunelu a následně štítu se stlačeným vzduchem. V části tunelu ražené bez přetlaku byla použita technologie, kterou v Praze známe pod názvem „ražba erektorem“.

SHING MUNG TUNNEL, HONG KONG

MHA se podílela na projektu a dozoru výstavby 2.6 km dlouhého silničního



Round Hill Tunnel, UK

ho tunelu, tvořeného dvěma dvoupruhovými tunelovými troubami. Tunely jsou zhruba uprostřed přerušeny cca 100 m dlouhými mosty nad rokli stejného jména jako tunel.

Tunely byly raženy v žule, provizorní ostění ze stříkaného betonu a kotev, definitivní ostění z prostého betonu. Výstavba byla zahájena v roce 1986, tunely uvedeny do provozu v roce 1990.

ROUND HILL TUNNEL, UK

Dva dvoupruhové silniční tunely na silnici A 20, spojující Londýn a Dover byly postaveny jako součást 15.5 km dlouhého úseku mezi Folkestone a Dover, který byl stavěn v letech 1991–1993. Firma MMD byla projektantem celého úseku.

Délka tunelu je 380 m, průřezová plocha jedné roury je 95 m² a pro firmu MMD byl projekt významný tím, že se jedná o první silniční tunel v UK vyražený pomocí NRTM.

Rozpojování křídových hornin bylo pomocí fréz, které sloužily při výstavbě NRTM tunelu pro Channel Tunnel a které jsou od uvedených silničních tunelů vzdáleny pouze několik stovek metrů.

CHANNEL TUNNEL, UK

Již v roce 1930 firma MHA společně s dalšími dvěma projekčními firmami předložila inženýrský rozbor pro výstavbu Channel Tunnel, avšak podobně

jako v minulosti a také později v sedmdesátých letech politické důvody byly nepřekonatelnou překážkou stavby.

Nakonec se však politici dokázali domluvit a stavba byla v roce 1986 zahájena. Tunel je v plném provozu od konce roku 1994, po ročním zpožděním, způsobeném hlavně problémy s vlakovými soupravami, výstavba tunelů proběhla bez větších technických problémů a včas.

MHA byla hlavním projektantem britské části projektu a pro představu o účasti firmy lze uvést jedno zajímavé číslo - podíl firmy na akci činil 650 člo-veko-let.

SOUČASNÉ TUNELOVÉ PROJEKTY (VE FÁZI VÝSTAVBY)

Opět budou uvedeny pouze význačné projekty, na kterých se MMD podílí buď samostatně, nebo s dalšími projekčními firmami.

HEATHROW EXPRESS, LONDÝN

Tato linka bude zajišťovat spojení mezi nádražím Paddington a letištěm Heathrow. Západním směrem od nádraží linka využívá stávající železniční trať, později se otáčí směrem na jih a pomocí dvou jednokolejných ražených traťových tunelů délky 3 km se dostává do ražené stanice pod Terminály 1, 2 a 3, odkud pokračuje jeden jednokolejný ražený tunel délky 2.3 km do raže-

né stanice pod Terminálem 4. Veškeré tunely jsou raženy v londýnském jílu, traťové tunely pomocí štítů a stanice pomocí NRTM.

Výstavba byla zahájena v roce 1994 a otevření je plánováno na 1997, náklady na stavbu jsou 300 mil. liber. Firma Siemens Transportation Systems zvítězila v nabídkovém řízení na dodávku 14-ti vlakových souprav v celkové hodnotě 40 mil. liber.

V říjnu 1994 došlo při výstavbě ražené stanice pod Terminály 1, 2 a 3 k rozsáhlému závalu, který může mít velmi vážné následky jak pro výstavbu této linky, tak i dalších tunelů v Londýně.

MEDWAY TUNNEL, UK

Firma MMD byla autorem projektu do nabídkového řízení pro Tarmac HMB Joint Venture a později zpracovatelem prováděcího projektu.

Délka naplavovaného čtyřpruhového silničního tunelu pod řekou Medway východně od Londýna je 725 m (včetně příjezdových ramp), z čehož délka vlastního naplavovaného tunelu je 370 m. Naplavovaná část pozůstává ze tří sekcí šířky 25 m a výšky 9.2 m.

V září 1994 byly všechny tři sekce úspěšně naplaveny a práce pokračují na příjezdových rampách.

GREAT BELT TUNNEL, DÁNSKO

Ostrov Zeeland, na kterém leží hlavní město Kodaň, odděluje od zbytku

Dánska úžina Great Belt (Storebælt), která spojuje Baltské a Severní moře.

Dopravní spojení, které nahradí stávající trajekty, bude zajištěno pomocí mostů a také železničního tunelu.

MMD společně s COWI Consult (Dánsko) vypracovali projekt pro nabídkové řízení a posléze také prováděcí projekt tunelu. Jedná se o dva jednokolejné železniční tunely spojující ostrov Sprog (při výstavbě značně zvětšen) s ostrovem Zeeland.

Vnitřní průměr tunelů je 7,7 m, ostění železobetonové montované, výztuž tybinků chráněna proti korozi pryskyřicemi. Tunely raženy pomocí čtyř zemních tlakových tunelovacích strojů, všechny dodány firmou Howden UK. Kromě nesmírně obtížných geologických poměrů byly tunelářské práce pronásledovány řadou vážných mimořádných událostí, začínaje zatopením dvou tunelovacích strojů a konče požárem v jednom z tunelů.

BOSTON HARBOUR CLEAN-UP, USA

MMD zodpovídala za projekt šachet a tunelů tohoto velkého čistírenského komplexu pro odpadní vody. Jedná se o 7,6 km dlouhý přírodní tunel o vnitřním průměru 4 m, se dvěma šachtami hloubky 97,5 m a 75 m o průměrech 3,35 až 5 m a o odpadní podmořský tunel délky 15,4 km a průměru 7,5 m.

CAIRO WASTEWATER SCHEME, EGYPT

MMD se jako subkonzultant podílela na projektech tunelů v hodnotě 400 mil. liber. Celá akce kromě jiného zahrnuje výstavbu 50 km tunelů od průměru 1,2 až do 5,0 m.

LESOTHO HIGHLANDS WATER PROJECT - DELIVERY TUNNEL NORTH AND SOUTH

Firma MMD fungovala jako poradce hlavního projektanta pro tento tunel, který má průměr 4,5 m a délku 38 km. MMD se také podílela na návrhu železobetonového montovaného ostění a při zahájení ražby Tunnel North dohlížela na kolaudaci TBM a zahájení ražeb.

ST. CLAIR RIVER TUNNEL, KANADA

MMD společně s místní firmou Hatch Associates vypracovala prováděcí projekt a podílí se na stavebním dozoru.

Železniční tunel o vnitřním průměru 8,5 m, délky 1,8 km umožní průjezd velkorozměrných nákladních vlaků, což nebylo možné přes stávající železniční tunel, který byl postaven koncem minulého století. Náklady na výstavbu jsou přes 100 mil. liber a termín dokončení i cena mohou být ohroženy vzhledem k problémům s těsněním hlavního ložiska tunelovacího stroje (Lovat, zemní tlakový štít), které si vyžádaly vyhloubení šachty a vytažení stroje pro provedení příslušných dílenských oprav.

Ražba tunelu byla úspěšně dokončena v prosinci 1994, celkový skluz ve výstavbě je cca 6 měsíců.

PROJEKTY VE FÁZI PŘÍPRAVNÉ

CROSS RAIL, LONDÝN

Firma MMD se podílí na přípravných projektových pracích tohoto velkorysého projektu (odhadované náklady 2,6 mld. liber), umožňujícího propojení železničních tratí na východ a západ od Londýna, které v současnosti končí v hlavových nádražích. Pod centrální částí Londýna by propojení mělo být realizováno pomocí traťových tunelů (vnitřní průměr 6 m) a ražených stanic. Možné důsledky tunelování (poklesy) a stavební činnost v centrální oblasti města jsou důvodem značné opozice vůči projektu, proto je realizace stále odsouvána.

Návrh ražených stanic a velkoprostorových podzemních prostor (přestupy) využívá princip NRTM a vzhledem ke komplikacím při výstavbě Heathrow Express lze očekávat další zvýšení opozičních tlaků.

SHEPPARD LINE SUBWAY, TORONTO, KANADA

MMD společně s Hatch Associates dostala zakázku na vypracování prováděcích projektů na prodloužení linky metra délky 4 km. Traťové tunely jsou o vnitřním průměru 5,6 m.

HEATHROW, TERMINAL 5

Firma byla pověřena zpracováním studie infrastruktury plánovaného Terminálu 5 londýnského letiště Heathrow. Jedná se zejména o prodloužení linky Heathrow Express (která je právě ve výstavbě) a Piccadilly Line o cca 2 km, nový silniční tunel délky 1 km a odpadní tunel pro přivalové deště o délce 4 km. Zahájení výstavby je zatím plánováno na rok 1997.

CHANNEL TUNNEL RAIL LINK, UK

Spojení Channel Tunnel s Londýnem bude pomocí nové železniční tratě délky 109 km (náklady 3 mld. liber), která spojí stávající tunelový terminál s londýnským nádražím St. Pancras.

Na trati bude několik tunelů, MMD se podílí na přípravě tunelu pod Londýnem. Jedná se o dva jednokolejné traťové tunely o vnitřním průměru 7 m, délky zhruba 15 km. Se zahájením výstavby se počítá v roce 1997.

ZÁVĚR

Tunelové projekty, na kterých se firmy Mott & Hay, Mott, Hay & Anderson a Mott MacDonald během své existence zúčastnily, jsou popsány velmi stručně a autor doufá, že v příštích číslech časopisu „Tunel“ bude možné zveřejnit podrobnější informace o některých z uvedených projektů.



Jubilee Line - londýnské metro



METROPROJEKT PRAHA

akciová společnost

Zajišťujeme veškerou předprojektovou, projektovou i prováděcí dokumentaci, autorský dozor a inženýrskou činnost ve všech oblastech inženýrských, dopravních i pozemních staveb, ekologických staveb, technologických zařízení, mobilních strojů, zařízení a řídicích systémů.

PRAŽSKÉ METRO má nyní přes 40 km provozovaných tras, což představuje téměř 150 km štol a tunelů vyprojektovaných našimi pracovníky a realizovaných za naší účasti a pod naším dozorem.

Je to absolutně největší soubor úspěšně realizovaných podzemních staveb, které byly u naší akciové společnosti komplexně vyprojektovány. Naši projektanti drží krok se světovou špičkou jak v teorii tak i v praxi.

METROPROJEKT PRAHA a. s. JE ZÁRUKOU PRO KAŽDÉHO INVESTORA VŠECH SLOŽITÝCH PODZEMNÍCH STAVEB

Kontaktní adresa: Pod Slovany 2077, 128 09 Praha 1
Ing. Vladimír Michalec, předseda představenstva a. s. a řed. a. s., tel.: 29 85 61
Ing. Jiří Pokorný, místopředseda představenstva a. s., tel.: 22 36 00

SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA
SUBTERRA

PODZEMNÍ INŽENÝRSKÉ STAVBY

UNDERGROUND
CIVIL
ENGINEERING

SUBTERRA a. s.

Bezová 1658

147 14 Praha 4

Telefon 02/460379

Telefax 02/466179

OTVÍRÁME
NOVÝ
PROSTOR

PODZEMNÍ INŽENÝRSKÉ A DŮLNÍ STAVBY, STAVBY VODOHOSPODÁŘSKÉ, PRŮMYSLOVÉ, DOPRAVNÍ, BYTOVÉ A EKOLOGICKÉ. VÝSTAVBA TUNELŮ, ŠTOL A JAM, MĚSTSKÝCH KOLEKTORŮ, VODNÍCH PŘIVADĚČŮ, KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ, KAVEREN. REKONSTRUKCE TUNELŮ, KANALIZACÍ A STAVEBNÍCH OBJEKTŮ. LIKVIDACE NEBEZPEČNÝCH ODPADŮ A BUDOVÁNÍ SKLÁDEK. PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST, SLUŽBY MĚŘIČSKÉ A LABORATORNÍ. STROJÍRENSKÁ VÝROBA A SERVIS PRO STROJE A ZAŘÍZENÍ, PŮJČOVNA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ. SLUŽBY PŘEPRAVNÍ A ZÁSOBOVACÍ. CESTOVNÍ KANCELÁŘ A HOTEL BARBORA V PRAZE-ZBRASLAVI.



SAZEBNÍK VYDAVATELSKÉHO SYSTÉMU A INZERCE V ČASOPISE TUNEL 1994 VYDAVATELSKÝ SYSTÉM

Kategorie	A - 70 000,-	Gratis odběr (ex)	A - 50
	B - 50 000,-		B - 25
	C - 30 000,-		C - 15

Rozložení nákladů mezi Český a Slovenský tunelářský komitét
Celkové náklady: 600 000,-
Proporce rozdělení nákladů: 2 : 1
tj. 400 000 : 200 000,-

INZERCE

1/ UVNITŘ ČASOPISU

a) celostránkový inzerát černobílý	11 000,-
b) celostránkový inzerát plus 1 barva	14 000,-
c) 1/2stránkový inzerát černobílý	5 000,-
d) 1/2stránkový inzerát plus 1 barva	7 000,-

2/ NA OBÁLCE

a) celostránkový inzerát černobílý	16 000,-
b) celostránkový inzerát plus 1 barva	25 000,-
c) 1/2stránkový inzerát černobílý	8 000,-
d) 1/2stránkový inzerát plus 1 barva	12 500,-

Inzerce v celém ročníku - sleva 10 %

V případě, že inzerent objedná i grafické řešení, příp. návrh inzerátu, redakce zajistí jeho realizaci (cena smluvní, dle náročnosti požadovaného řešení).

Změny vyhrazeny

OBJEDNÁVKA PŘEDPLATNÉHO PRO ROK 1995

OBJEDNÁVÁME KS ČASOPISU TUNEL
(TJ. ČTVRTLETNÍKU ČESKÉHO A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
ITA/AITES)

CENA VÝTISKU PRO ROK 1995 - 75 Kč

VÝTISKY A FAKTURU ZASÍLEJTE NA ADRESU

REDAKCE
TUNEL
ČESKÉHO A
SLOVENSKÉHO
TUNELÁŘSKÉHO
KOMITÉTU
ITA/AITES

RAZÍTKO A PODPIS
OBJEDNAVATELE

DĚLNICKÁ 12
PRAHA 7
170 00

DATUM





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**.

metrostav

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 02 75



metrOSTAU a.s.

DIVIZE 5

staví tunely, podzemní garáže,
kolektory, prům. objekty,
pozemní stavby
včetně provádění rekonstrukcí.

Řekněte co chcete postavit
vše ostatní nechte na nás.
DRŽÍME SLOVO!

STAVĚT V PODZEMÍ, ZNAMENÁ CHRÁNIT ČLOVĚKA, MĚSTO A KRAJINU

met

Legerova 57, Praha 2 - 120 00
tel. fax 2424 0039