

Tunnel

ČASOPIS
ČESKÉHO A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA / AITES

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
140 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, a.s.**
I. P. Pavlova 1786/2
120 00 Praha 2
- METROSTAV, a.s.**
Dělnická 12
170 04 Praha 7
- PRAGIS Praha, s.r.o.**
Na Vyhliďce
190 00 Praha 9
- SG—GEOTECHNIKA, a.s.**
Geologická 4
150 00 Praha 5
- SUBTERRA a.s.**
Bezová 1658
147 14 Praha 4-Braník
- SUDOP**
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**
Sokolská 44
120 00 Praha 2
- CHYTIL + RAČLAVSKÝ 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
- 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
- DOPRASTAV, a. s.**
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 757/188
813 44 Bratislava
- SIMAC, a. s.**
Stromová 6
811 13 Bratislava
- SOLHYDRO, spol. s r. o.**
Kutlíkova 17
851 01 Bratislava
- 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 INTERNATIONAL, s. r. o.**
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.**
Hlinská 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, š. p.**
F. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

Tunel

**Časopis Českého a Slovenského tunelářského
komitétu ITA/AITES**

Založen v roce 1992 Ing. Jaroslavem Gránem

OBSAH

Úvodník - Ing. Jindřich Hess předseda Českého tunelářského komitétu ITA/AITES	str. 1
Konference „Podzemní stavby 1994“ - Ing. Petr Vozarik, Ing. Miloslav Novotný, prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., Ing. Jiří Smolík, Ing. Georgij Romancov, CSc., Ing. Josef Kutil, Ing. Milan Krejcar	str. 3
Perspektivy podzemních dopravních staveb v pražské aglomeraci - Ing. František Polák	str. 8
Možnosti aplikací NRTM v České republice - Ing. Pavel Polák	str. 11
Norská tunelovací metoda a stříkaný drátkobeton - prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	str. 17
Štýri stavby - štýri rôzne technológie - doc. Ing. František Klepsatel, CSc., Ing. Juraj Rybanský	str. 23
Provádění vodotěsných izolací na stavbě traťového tunelu pražského metra - Ing. František Řehoř	str. 26
Sanace a opravy podzemních staveb - Ing. Pavel Lebr, Vodní stavby a. s. Praha	str. 27
Problematika průsaků do podzemních staveb pražského metra - Ing. Jaroslav Šubert	str. 31

Zpravodajství Českého a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES	str. 32
Z činnosti Slovenského tunelářského komitétu	str. 32

REDAKČNÍ RADA

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

PRO SLUŽEBNÍ POTŘEBU VYDÁVÁ

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

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČR
tel.: 87 50 25, telex: 12 12 21
redakce: tel. 667 93 415, fax 80 98 18
Ved. redaktor: Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc.
Grafická úprava: Petr Mišek
Odborný redaktor: Ing. Miloslav Novotný a Ing. Ladislav Pazdera
Fotografie na obálce: Josef Husák

Sazba a tisk: GRAFTOP

Tunnel

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

CONTENTS

Editorial - Ing. Jindřich Hess, President of the Czech Tunneling Committee ITA/AITES.	page 1
"Underground Constructions 1994" Congress - Ing. Petr Vozarik, Ing. Miloslav Novotný, prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., Ing. Jiří Smolík, Ing. Georgij Romancov, CSc., Ing. Josef Kutil, Ing. Milan Krejcar	page 3
Prospects of Underground Transport Structures in Prague - Ing. František Polák	page 8
New Austrian Tunnelling Method Applied in the Czech Republic - Ing. Pavel Polák	page 11
Norwegian Tunnelling Method and Wired Gunite - prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	page 17
Four Structures - Four Different Technologies - doc. Ing. František Klepsatel, CSc., Ing. Juraj Rybanský	page 23
Performing Water-tight Insulations on the Site of the Line Tunnel of the Prague Metro - Ing. František Rehoř	page 26
Repairs of Underground Structures - Ing. Pavel Lebr, Vodní stavby, a.s. Praha	page 27
The Problem of Infiltration in Underground Structures of the Prague Metro - Ing. Jaroslav Šubert	page 31
<hr/>	
Report of the Czech and Slovak Tunneling Committee ITA/AITES	page 32
The activities of the Slovak Tunnelling Committee	page 32

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a.s.
Ing. Jiří Hudek, CSc. - PŮDIS, a.s.
Ing. Miroslav Uhlík - SUBTERRA a.s.
Ing. Jiří Hoffmann - INGSTAV, BRNO, a.s.
Ing. Otakar Vrba - STAVEBNÍ GEOLOGIE—GEOTECHNIKA, a.s.
Ing. Milan Krejcar - VOJENSKÉ STAVBY, a.s.
Ing. Miloslav Novotný, VODNÍ STAVBY PRAHA, a.s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. - PRVÁ SLOVENSKÁ TUNELÁRSKA, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc., METROPROJEKT, a.s.
Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc., Ing. Ladislav Pazdera, Ing. Pavel Polák,
PhDr. Miroslav Kadlec, METROSTAV, a.s.

FOR SERVICE USE PUBLISHED BY:

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

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČR
tel.: 87 50 25, telex: 12 12 21
Editor's: tel. 667 93 415, fax: 80 98 18
Editor-in-chief: Prof. PhDr. Jan Barták, DrSc.
Graphic Design: Petr Míšek
Technical editors: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Ladislav Pazdera
Photography: Josef Husák

Printed by: GRAFTOP

Should you be interested, the editorial board can secure professional translations into English.



Vážení kolegové a čtenáři,

vyvrcholením práce Českého tunelářského komitétu v letošním roce bude mezinárodní tunelářská konference „Podzemní stavby '94“.

Bude to už sedmé v řadě symposií a konferencí věnovaných podzemním stavbám od r. 1977. Na jeho tradici vytvořenou odborníky a spolupracovníky Metrostavu navázal v r. 1982 nově založený Československý tunelářský komitét. Loňské rozdělení komitétu na dva subjekty, český a slovenský, nic nezměnilo na cílech a zásadách práce tohoto sdružení, které v současné době sdružuje odborníky z 26ti organizací a 6ti vysokoškolských institucí Čech a Moravy.

Naše hlavní odborná odvětví geotechniky a dopravního stavitelství musí v těchto i nejbližších letech řešit stejnou problematiku, jako tunelářsky vyspělé země - Itálie, Francie, SRN, Švédsko a jiné. Ekologické problémy, hlavně dopravně přeplněných měst či vzrůstající ceny pozemků, se objevily i v naší zemi. Tímto význam vytváření dalšího životního prostoru v podzemí neustále poroste.

Také naše konference se oproti tradičnímu pojetí zaměřenému převážně na vývoj tunelářských technologií a konstrukcí staveb se bude orientovat na nové významné téma Podzemní stavby a územní plánování měst. Pouze správný přístup k budoucnosti, předvídání vývoje a řešení opatření v předstihu může přispět k odstraňování konfliktů moderní doby soustředících se především v životě velkých měst.

Dobrym příkladem perspektivního plánování je výstavba metra v naší metropoli, jehož další část v délce 5,1 km bude dána v listopadu letošního roku do provozu. Měla by se stát inspiračním zdrojem pro rozvoj a plánování významných dopravních a dalších návazných staveb i v jiných městech.

Na poli podpory podzemních staveb, využívání podzemních prostor a jejich dalšího vývoje by měla naše organizace v ITA/AITES hrát významnou roli státem uznávaného garanta serióznosti, perspektivnosti technických řešení a doporučování vývojových programů. Obdobně by toto sdružení mělo prosazovat české odborné firmy do rovnoprávného postavení na trhu těchto prací.

Na závěr bych chtěl popřát naší konferenci hodně zdaru a poděkovat členům Českého tunelářského komitétu za práci, kterou v této do budoucna perspektivní oblasti vykonávají.

Ing. Jindřich Hess
předseda
Českého tunelářského komitétu ITA/AITES

ČESKÝ TUNELÁŘSKÝ KOMITÉT
ITA / AITES
CZECH TUNNELLING COMMITTEE
ITA / AITES

VÁS ZVE
INVITE YOU
NA KONFERENCI
TO CONFERENCE

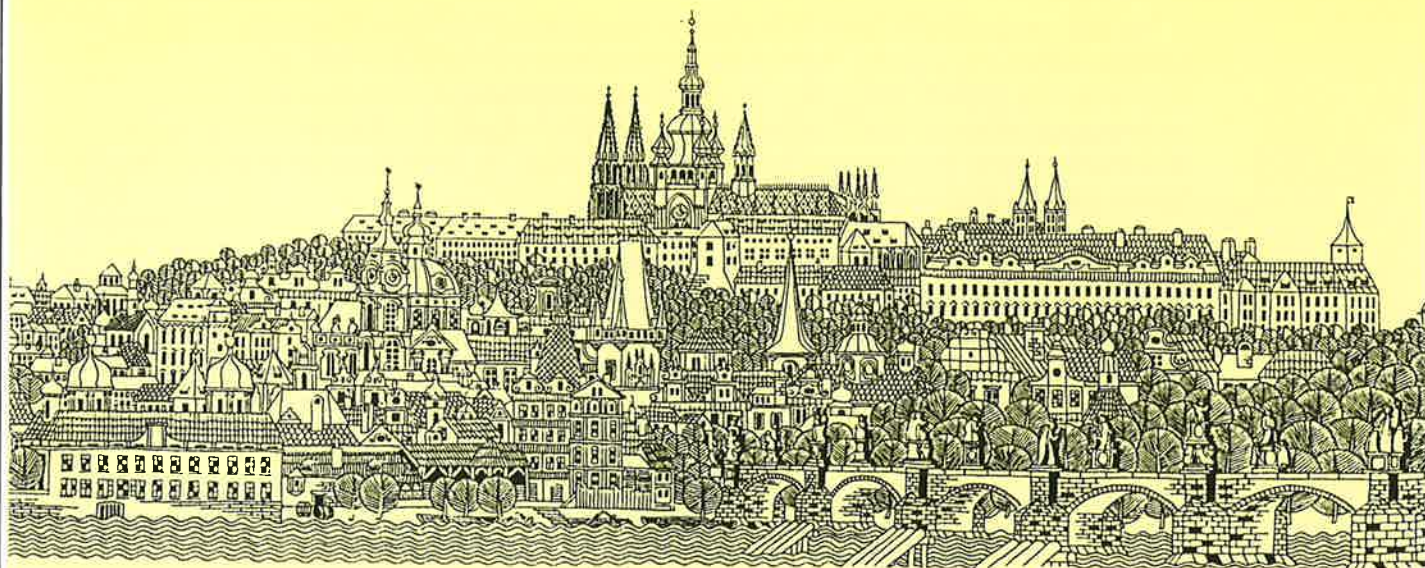
PODZEMNÍ STAVBY
UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

'94

PRAHA
PRAGUE

ČESKÁ REPUBLIKA
CZECH REPUBLIC

3. – 5. 11. 1994
PALÁC KULTURY



KONFERENCE

"PODZEMNÍ STAVBY 1994"

ING. PETR VOZARIK, ING. MILOSLAV NOVOTNÝ, PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DrSc.,
ING. JIŘÍ SMOLÍK, ING. GEORGIJ ROMANCOV, CSc., ING. JOSEF KUTIL, ING. MILAN KREJCAR

"UNDERGROUND CONSTRUCTIONS 1994" CONGRESS

**II. MEETING OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE ITA/AITES HELD ON 22. 6. 1993
DECIDED ABOUT THE ORGANIZATION OF THE "UNDERGROUND BUILDINGS 94"
CONGRESS. THIS CONFERENCE IS GOING TO TAKE PLACE BETWEEN**

**3.—5. 11. 1994 IN THE PALACE OF CULTURE IN PRAGUE AND IS TO CONCENTRATE
ON THE FOLLOWING FOUR ISSUES:**

1. UNDERGROUND BUILDINGS IN REGIONAL CITY PLANNING

**2. UNDERGROUND BUILDINGS IN TRANSPORT SYSTEMS OF CITIES AND CITY
UNDERGROUND NETWORKS**

**3. DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES IN THE AREA OF UNDERGROUND BUILDINGS
CONSTRUCTION**

**4. MAINTENANCE, REPAIRS AND RECONSTRUCTIONS OF UNDERGROUND BUILDINGS
THESE ISSUES AND THE METHOD OF THEIR ELABORATION ARE BRIEFLY
CHARACTERIZED IN THE FOLLOWING TEXT BY THE CONFERENCE PREPARATION
COMMITTEE.**

II. zasedání Českého tunelářského komitétu ITA/AITES, konané 22. 6. 1993, rozhodlo o uspořádání konference Podzemní stavby 94. Tato konference se uskuteční ve dnech 3.—5. 11. 1994 v Paláci kultury v Praze.

Přípravný výbor ve složení prof. Ing. Aldorf, Ing. Bělohav, prof. Ing. Barták, dr. Kadlec, prof. Ing. Trávníček, Ing. Krejcar, Ing. Kutil, Ing. Novotný, Ing. Smolík, Ing. Romancov, Ing. Vozarik navrhl zaměřit konferenci na čtyři základní témata:

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

Dvě tradiční témata — vývoj tunelářských technologií a podzemní stavby v dopravním stavitelství — byla doplněna dvěma tématy, kterými se dřívější konference doposud systematicky nezabývaly.

Naše města, stejně jako velká města v západní Evropě či rozvojovém světě, trpí dopady rozvoje automobilismu, znečišťování životního prostředí, vzrůstajícími cenami pozemků. Musí tudíž na tyto problémy už v dnešní době reagovat.

Využíváním další dimenze života v podzemí lze tento problém úspěšně řešit. Je třeba jej však již nyní promítnout do návrhů územního plánování. Jen tak je možno vhodně do podzemí umístit parkingy, sklady, energetická centra, ale i obchody v sítí podzemních pěších zón, či galerie, knihovny a koncertní sály.

Zanedbáváním návrhů na umístitování podzemních staveb už při územním plánování dochází následně k velkým škodám, nevhodným řešením, situováním, realizaci zbytečných nákladných přeložek inženýrských sítí apod.

Letošní konference je již sedmá v řadě symposií a konfe-

rencí, věnovaných podzemním stavbám. První z nich uspořádala ve dnech 16.—18. února 1977 pobočka tehdejší Československé vědeckotechnické společnosti n. p. Metrostav, stejně jako další dvě v letech 1980 a 1983. Mezinárodní konference ITA/AITES „Podzemní stavby v zastavěném území“ v roce 1985 a další konference v roce 1988 a 1991 byly organizovány Československým tunelářským komitétem ITA/AITES.

Prostřednictvím těchto významných technických událostí, k jejichž vzniku a úspěšnému konání nebývalou měrou přispěl Ing. Jaroslav Grán, bývalý sekretář Českého tunelářského komitétu, se vytvořil plastický obraz stavu a vývoje podzemních staveb v uplynulém dvacetiletí. Současně se zviditelnila ta pracoviště vysokých škol a výzkumných ústavů, ty projektové ústavy i stavební organizace, které nejvíce přispěly k rozvoji podzemních staveb jako ekologických staveb umožňujících maximálně omezit nepříznivý vliv lidské činnosti na životní prostředí.

Konferenci pořádá Český tunelářský komitét ITA/AITES a pobočka České stavební společnosti a. s. Metrostav, který má na starosti zejména organizační zajištění. Do něho náležejí i exkurse na stavby, zajímavé z hlediska zaměření konference a výstavka v Paláci kultury, na níž budou moci zájemci propagovat svoji činnost a výsledky své práce. Informování veřejnosti zprostředkuje tiskové středisko, které bude v činnosti v Paláci kultury.

Trvalým dokladem o konferenci se stane sborník příspěvků, společné dílo organizátorů a především účastníků konference — autorů těchto příspěvků, kteří přiblíží účastníkům konference výsledky práce vědců, projektantů a stavebních podniků i nejnovější stav vědy a techniky a záměry projektantů v oboru podzemních staveb.

1. PODZEMNÍ STAVBY V ÚZEMNÍM PLÁNOVÁNÍ MĚST

Návrhy umístování podzemních inženýrských staveb je zejména na území městských aglomerací nezbytné řešit v úzké návaznosti na záměry využívání povrchu území dokumentované obvykle územními a rozvojovými plány. Výsledkem spolupráce navrhovatelů využití podzemních prostorů a urbanistů tvořících koncepci využití jeho povrchu by mělo být společně vytváření podmínek udržitelného rozvoje civilizace prostřednictvím přenesení některých, zejména provozně obtěžujících investic pod jeho povrch.

Uvedená spolupráce musí řešit otázky jak prostorové, geotechnické a architektonicko-urbanistické koncepce, tak i odbornou problematiku obvykle především dopravního, vodohospodářského, ale i dalších inženýrských oborů. Architekt-urbanista podzemních staveb musí dále navíc navrhovat takové uspořádání podzemních prostor, které bude navazovat na využití povrchu území a úspěšně odstraní event. vliv prostoru pod povrchem na jeho uživatele.

Uvedenou problematikou se zabývají příspěvky **Ing. Františka Poláka „Perspektivy podzemních dopravních staveb v pražské aglomeraci“**, **Ing. J. Smolíka „Podzemní inženýrské stavitelství a územní plánování“**, **Ing. D. Vendscheové „Perspektivy podzemních dopravních staveb v dopravní síti města Brna z hlediska územního plánování“**, **Ing. V. Cigánka**, **Ing. J. Kykala „Dopravní stavby v souvislosti s rozvojem možností realizace podzemních děl“**.

Na komplexní řešení návaznosti podzemních dopravních staveb na systémy distribučních podzemních pěších komunikačních prostor, prostory podzemních garáží, např. při výstavbě pražského metra upozorňují autoři příspěvku **Ing. O. Hozák**, **Ing. Juran „Pražské metro ovlivňuje tvorbu města“** a **Ing. Kůrková**, **Ing. Vozarik „Podzemní stavby dopravního systému pražského metra, jejich podíl na využití území a perspektiva“**.

Další skupina příspěvků se zabývá návrhy podzemních částí připravovaných dopravních staveb převážně v pražské aglomeraci.

Rozhodující stavbou dopravního systému v Praze bude koncem století komunikační systém v severozápadním sektoru Prahy, jako pokračování strahovského tunelu. Tuto tematikou se zabývá příspěvek **Ing. P. Krásného „Podzemní stavby na plánovaných dopravních stavbách v severozápadním sektoru Prahy“**. Uplatněním podzemních řešení v návrhu hlavního železničního uzlu Praha se zabývá příspěvek SUDOP Praha **Ing. R. Smidy „Tunelové stavby nového spojení železničních nádraží v centru Prahy“**. Pokračování výstavby pražského metra je předmětem dalšího příspěvku **Ing. J. Kutíla**, **Ing. Knopa - Výstavba metra v oblasti severního města v Praze**.

Ing. arch. P. Kotas z Metroprojektu, ve svém příspěvku „Možnosti použití nových dopravních systémů v pražském metru“, seznamuje s možnostmi jiných řešení, než je současně používané metro - systém VAL a rychlá tramvaj.

Doc. Ratkovský, Ing. Keleši a Dr. Vozár v článku **„Riešenie dopravnej situace v oblasti křižovatky Patronka v Bratislavě“** se zabývá řešením kritického místa Patronka.

Komplexní dopravní, ekologické a urbanistické řešení místní obížděky komunikace významně využívající vedení komunikace pod úrovní území dokládá příspěvek **Ing. H. Machally „B10 Objížďka Arnweileru – návrh, provedení“**.

Návrhem výstavby halových podzemních objektů v Karlových Varech se zabývá příspěvek **Ing. A. Brunclíka „Podzemní parkoviště za Grandhotelem Pupp“**.

Perspektivní oblastí využití podzemí jsou rovněž návrhy podzemních čistíren odpadních vod, jak dokládá příspěvek **Ing. L. Štefana „Návrh podzemní čistírny odpadních vod v Děčíně“**.

2. PODZEMNÍ STAVBY V DOPRAVNÍCH SYSTÉMECH MĚST A MĚSTSKÝCH PODZEMNÍCH SÍTÍ

Zásadní článek k tomuto tématu již byl uveřejněn v minulém čísle našeho časopisu (autoři Cigánek, Novotný, Romancov, Sochůrek). V době jeho zpracování ještě nebylo známo, kolik se k danému tématu sejde příspěvků a jakých oblastí se budou týkat. S potěšením můžeme konstatovat, že v tomto směru naši i zahraniční autoři předčili očekávání organizátorů konference. Rádi bychom tudíž naši tunelářskou veřejnost ve stručnosti seznámili s průřezem témat, jichž se přislíbené příspěvky budou týkat, a tedy s tím, co mohou od konference očekávat.

Je třeba podotknout, že oproti původně předpokládanému omezení tématu na podzemní stavby ve městech České republiky se organizátoři konference vzhledem k obsahu nabídnutých příspěvků rozhodli rozšířit je i o některé zvlášť zajímavé stavby v extravilánu, i o stavby mimo naše území. Považujeme je za natolik zajímavé, a účast jejich autorů za natolik vítanou, že doufáme, že jejich zařazení do sborníku konference se nesetká s negativní odezvou mezi jejími účastníky, i když původně vymezený rámec tématu mírně překračují.

Jak plyne již ze samotného názvu tématu, skládá se ze dvou částí. První se týká staveb **dopravních**. Jednotlivé příspěvky se pak většinou zabývají přímo konkrétními stavbami (tunely automobilovými, železničními i pro MHD), několik jich řeší určitý problém, který se obecně může vyskytnout u kterékoli stavby.

Ing. Zlámal a Ing. Novosad z Metroprojektu ve svém článku upozorňují na nutnost provedení statického posouzení ostění tunelu již při zpracování nabídky dodavatelem.

Další příspěvky se pak vesměs týkají konkrétních tunelů, a to jak již dokončených a provozovaných, tak těch, které jsou ve stadiu realizace, či dokonce teprve přípravy. Každý z nich přináší cenné poznatky, ať formou vyhodnocení hotového díla, popisu průběhu výstavby, nebo úvahy nad stavbami budoucími.

Problematika pražského metra je zastoupena článkem **Ing. Jiřího Svobody a Petra Laše** z pražského Metroprojektu **Mělký přechod Vltavy na trase IVC pražského metra**. Kromě vlastního technického řešení je třeba upozornit i na skutečnost, že se jedná o problém, jehož vyřešení bylo kdysi zcela záměrně odsunuto (vazba výškového uložení stanice Nádraží Holešovice na pokračování trasy mostem nebo tunelem) s tím, že budoucí generace si s ním jistě poradí. Jak je vidět, tato filozofie se nemusí vždy vyplatit.

Automobilové tunely ve městě jsou dnes na výsluní pozornosti odborníků i laické veřejnosti. Odpovídá tomu i počet příspěvků. Téměř dobudované stavby se týká článek **Ing. Miroslava Kolečkáře** z Metrostavu nazvaný prostě **Strahovský automobilový tunel**. Je obecně známo, že jeho využití je zcela závislé na pokračování komunikace jižním směrem, tedy na přemostění Plzeňské třídy a následném překonání oblasti mezi Plzeňskou a Radlickou.

Studie podzemních dopravních tunelů v podmínkách Brněnské aglomerace profesora Ing. Ivana Trávníčka z Brněnské techniky se zabývá obdobnou problematikou ve druhém největším městě našeho státu, především dobudováním tzv. Pražské radiály pod Strážným vrchem, a to hloubeným a raženým tunelem.

Týž autor, spolu s Ing. R. Hrnčířem, nabízí další příspěvek z této oblasti, tentokrát mimo město, avšak v obtížných geologických podmínkách – **Silniční tunel Bystřička u Vsetína**. Příspěvek hodnotí prostředí a uvádí možnosti, jak navrhované dílo zabezpečit.

Velmi poučné jsou příspěvky cizích autorů, týkající se vesměs již dokončených staveb. Ing. J. Godau píše o tunelu Tanneuber, který je silničním obchvatem města Schafthausen ve Švýcarsku, Ing. Brejcha z pražské pobočky ILF přispívá rozbořem zkušeností z Výstavby železničního tunelu pro vysokorychlostní trať Hannover - Würzburg.

Dr. Koreman z Holandska ve studii „North-south light rail Amsterdam: central station“ uvádí možné variantní řešení dopravního tunelu v Amsterdamu.

Ing. Braaf z SRN v příspěvku „Lining of tunnel: double-layer system for the cutvact section N4A of the hating power plant of the city o Munich“, seznamuje s přípravou a vlastní realizací tunelu.

Druhá část tématu č. 2 je zaměřena na inženýrské sítě uložené v podzemí měst. Několik článků se týká kolektorů, které jsou podzemními stavbami zabezpečujícími efektivní sdružování sítí.

Obecněji se kolektizací zabývá článek „Vývoj a tendence ražení ražených kolektorů a technologií provádění“ (autor Ing. Jan Sochůrek). Autor vysledovává vývoj kolektorů z hlediska konstrukce i jejich využití v naší republice, kde se kolektory budují již 20 let. Z konkrétních podmínek v našich městech se vytvořily požadavky na kvalitu a druh obezdívky raženého kolektoru.

Ing. František Dvořák se v článku „Limitující faktory pro návrh a realizaci kolektorů 3. kategorie v centru Prahy“ zabývá soustavou 4 projektových tras v centrální oblasti Prahy. Soustava umožní regeneraci a rozvoj technické infrastruktury v oblasti ulic Panské, Jindřišské, Opletalovy a Politických vězňů, tedy přímo v centru města.

Problematikou mělce vedených kolektorů v historické části Prahy ve vztahu k hydrogeologické a geologické stavbě území a také k archeologickým památkám, se zabývá článek „Výstavba mělce uložených kolektorů v Praze“ (autor: Ing. Otakar Fabián).

Z odvodnění měst, především z ekologických problémů vyvolávaných dešťovými průtoky a souvisejícím znečištěním dešťových vod, vycházejí nové požadavky na podzemní stavby sloužící pro odkanalizování měst. Touto problematikou se zabývá Ing. Jiří Maršálek v článku „Tunely a likvidace znečištění z měst“. Aspekty ovlivňující projektování a výstavbu zařízení na zvládnutí znečištění vod z dešťových průtoků jsou doplněny příklady realizovaných systémů (Chicago, Stockholm, Toronto, Japonsko).

Několik příspěvků sleduje možnosti a využití bezvýkopových technologií.

Metodou FLOWTEX se v článku „Použití bezvýkopové technologie horizontálně řízeného vrtní FLOWTEX“ zabývá autor Ing. Jaroslav Jál. Uvádí také zkušenosti ze staveb prováděných v ČR.

Ing. Libor Kubíček popisuje metodu SOLTAU, porovnává ji s technologií otevřeného výkopu a uvádí zkušenosti z realizovaných staveb v naší republice (článek: „Použití technologie microtunnellingu SOLTAU při budování inženýrských sítí v obcích a městech“).

Další aspekty a zkušenosti o této technologii přináší Ing. Miloš Břoušek v článku „Moderní způsoby výstavby trubních řádů vč. domovních přípojek v SRN“. Zabývá se především neprůleznými kanalizačními stokami a domovními přípojkami realizovanými řízeným vrtním.

V článku „Výstavba kanalizačních stok“ (autoři: Ing. Josef Krátký, Ing. Jaroslav Chabr, Petr Znamenáček, Robert Klein) je sledován vývoj štolování pro kanalizace od klasických ražeb až k protlačování a uplatnění NRTM. pozornost je také věnována materiálům pro ostění stok, objektům na kanalizačních sítích a hydroizolacím.

Studie „Kombinace technologie protlačování a štítování jako optimální řešení problémů ražby štol v profilech DN 1000 až 3000 mm“ (autor: Ing. Igor Fryč) přináší zhodnocení výhod a nevýhod obou těchto technologií a sleduje přínos spojení obou metod. Výsledky dokumentuje na popisu realizovaných staveb.

Ing. Hadačová z Metroprojektu v příspěvku „Ražené kanalizač-

ní sběrače Jablonec - Liberec“ uvádí zkušenosti z provádění ražby kanalizačních sběračů.

RNDr. Bohumil Svoboda nazval svůj článek „Ražba štol v blokovém sesuvu křídových hornin“.

Při ražbě kanalizačního sběrače v Praze - Liboci byla trasa vedena na okraji křídových pískovců postižených fosilním blokovým sesuvem.

Tento blokový sesuv, typický pro oblast Prahy, způsobuje porušení objektů, pokud jejich základy jsou na dvou oddělených blocích.

Pro návrh trhacích prací proto bylo nutno stanovit nejen seismickou odolnost okolních objektů, ale i další podmínky, které zaručují dokončení díla bez vlivu na okolní zástavbu.

3. VÝVOJ TECHNOLOGIÍ VE VÝSTAVBĚ PODZEMNÍCH STAVEB

Do této sekce bylo zasláno 21 příspěvků. Dále je uvedena charakteristika jednotlivých příspěvků.

Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc., RNDr. E. Hrubešová:

VÝPOČTOVÝ SYSTÉM PRO NÁVRH VÝZTUŽE PODZEMNÍHO DÍLA

Algoritmus pro stanovení zatížení výztuže podle Kolosova - Muschelišvilho. Modelování technologických vlivů, popis možnosti programu systému TUNKOT.

Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.:

STŘÍKANÝ DRÁTKOBETON V PODZEMNÍM STAVITELSTVÍ

Využití příznivých fyzikálně-mechanických vlastností stříkaného drátkobetonu je mimořádně vhodné při dimenzování tunelových ostění. Srovnání s klasickým stříkaným betonem.

Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - Ing. Jaroslav Pacovský, CSc.:

GEOTECHNICKÁ MĚŘENÍ PŘI VÝSTAVBĚ KOLEKTOROVÝCH KOMOR V BRNĚ

Předpoklady statického řešení a správná funkce ostění kolektorových komor, ražených pod extrémně nízkým nadložím, byly ověřovány komplexem geotechnických měření.

Ing. František Čermák, CSc.:

VLIV RAŽENÍ PODZEMNÍCH DĚL NA ZÁSTAVBU

Vliv trhacích prací na zástavbu, způsoby posuzování seismické odolnosti. Účinky vytvoření výrubu na rozvoj poruch staveb. Normotvorná činnost v této oblasti.

Ing. Vladimír Doležel, CSc.:

ANALÝZA MECHANICKÉHO CHOVÁNÍ OBÁLKY PODZEMNÍHO JADERNÉHO REAKTORU A OBKLOPUJÍCÍHO PROSTŘEDÍ

Posouzení podmínek pro umístění primární části jaderné elektrárny do podzemního výrubu. Požadavky na ochranu reaktoru z hlediska obklopujícího horninového prostředí.

Ing. Vladimír Gróf:

SANÁCIA TUNELOV V OBJEMOVO NESTÁLÝCH HORNINÁCH

Příčiny a mechanismus bobtnání hornin. Laboratorní zkoušky hornin a měření v tunelech. Technické zásahy do horninového prostředí a konstrukční úpravy ostění.

Dipl. Ing. H. Hagedorn:

VÝPOČTOVÉ PROBLÉMY PŘI JEDNOPLÁŠŤOVÉ METODĚ

Stabilita výrubu v masivu oslabeném plochami nespojitosti. Konstrukční metody zajišťování stability výrubu. Koncepte jednoplášťových ostění, jejich zatížení a deformace.

Jindřich Hummel:

PODZEMNÍ INŽENÝRSKÉ STAVBY Z POHLEDU PŘEDNÍHO VÝROBCE MECHANIZAČNÍCH PROSTŘEDKŮ ŠVÉDSKÉ FIRMY ATLAS COPCO

Současné trendy v konstrukci moderní vrtací a nakládací techniky pro ražení podzemních staveb. Plnoprofilové razicí stroje. Počítačové analýzy technologie ražení. Ekonomické dopady.

Doc. Ing. Ivan Kameníček, CSc.:

POZNATKY Z KONTROLNÍCH MĚŘENÍ PŘI RAŽENÍ TUNELŮ NRTM.

Výsledky kontrolních měření, prováděných při ražbě traťových a staničních tunelů trasy IV.B v Praze-Vysočanech. Závěry pro další ražby NRTM.

Ing. Pavel Lebr:

APLIKACE STŘÍKANÉHO BETONU S OHLEDEM NA POŽADAVKY NRTM

Měření fyzikálně-mechanických vlastností stříkaného betonu, aplikace rakouských směrnic. Strojní zařízení používané při nástřikové technologii.

Dipl. Ing. Dr. L. Martak, Dipl. Ing. H. Liebsch:

NOVÉ POJETÍ NRTM V TEORII A PRAXI PŘI VÝSTAVBĚ LINKY Č. 3 METRA VE VÍDNI

Nový přístup při návrhu a provádění tunelu podle NRTM.

Prof. Ing. Jiří Mencl:

K DISKUSI O NRTM POD NÍZKÝM ZASTAVĚNÝM NADLOŽÍM

Zvláštnosti použití NRTM při ražbě pod nízkým nadložím. Použití nových výstrojových prvků. Statické řešení ostění. Předpověď deformací povrchu. Srovnání s jinými technologiemi ražby.

Ing. Jiří Pícha:

NÁVRH TECHNOLOGIE VÝSTAVBY VELKOPROSTOROVÝCH PARKOVACÍCH KAVEREN POMOCÍ MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ

Aplikace MKP na návrh podzemních parkovacích kaveren v Karlových Varech. Parametrická studie optimalizuje vzepětí kleneb a dimenze mezikavernových pilířů.

Ing. Jiří Pícha:

VYUŽITÍ MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ PRO NÁVRH TECHNOLOGIE VÝSTAVBY KOLEKTORU RAŽENÉHO ŠTÍTEM PŘI NÍZKÉM NADLOŽÍ

Využití MKP pro posouzení stability čelby a sedání nadloží při ražbě kolektoru v Praze. Použita třídímenzionální varianta MKP s elastoplastickým modelem zemního prostředí.

Ing. Pavel Polák, Ing. Ivan Hrdina:

DEFORMACE VÝRUBU TUNELU V PRAŽSKÝCH ORDOVIC-KÝCH BŘIDLICÍCH.

Zhodnocení deformačních měření při ražbě traťových tunelů metra na trase IV.B v Praze. Závěry pro další aplikace v obdobných geologických podmínkách.

Ing. Jan Raclavský:

NOVÝ VYSOCE ODOLNÝ MATERIÁL DO PODZEMÍ

Nový odolný materiál pro výrobu kanalizačních trub - POLYMER-BETON, uvedeny technické parametry.

J. Šimek, Ing. M. Salač

NOVÁ RAKOUSKÁ TUNELOVACÍ METODA NA STAVBÁCH REALIZOVANÝCH A.S. METROSTAVEM

Historie zavádění NRTM u Metrostavu, realizované stavby: Selařtin, Turecko; IV.B Metro Praha; současně prováděné: Hřebeč

Ing. R. Šňupárek CSc., Ing. L. Paloncy

NOVÉ METODY ZPEVNĚVÁNÍ A KOTVENÍ HORNINOVÉHO MASIVU

Metody současného kotvení a zpevnění hornin. Kombinace svorníkové výztuže a injektáže, injektážní a kotevní systém BOLTEX

RNDr. Otakar Tesař, DrSc.:

NOVÁ RAKOUSKÁ TUNELOVACÍ METODA A INŽENÝRSKÁ GEOLOGIE.

Požadavky na inženýrskogeologický průzkum při použití NRTM. Posun podrobného IG průzkumu do etapy vlastní ražby tunelu a nutnost vzájemné součinnosti průzkumu a realizace.

Ing. L. D. Virin, CSc. - Ing. A. S. Krylov:

AUTOMATIZOVANÉ PROJEKTOVÁNÍ KONSTRUKCÍ NA MOSKEVSKÉM METRU

Počítačový systém pro navrhování stanic metra architektonicky ztvárněných, včetně statického řešení.

Ing. Oldřich Vlašic:

NEDESTRUKTIVNÍ PRŮZKUM OSTĚNÍ TUNELŮ A JEHO POUŽITÍ PŘI SANACÍCH

Posuzování tunelového ostění i horninového masivu nedestruktivním způsobem, především na základě snímání povrchových teplot. Zahraněční zkušenosti (Švýcarsko, BRD) v této oblasti.

4. ÚDRŽBA, OPRAVY A REKONSTRUKCE PODZEMNÍCH STAVEB

Zároveň s výstavbou nových podzemních staveb se odborníci zamýšlejí a řeší otázky údržby, oprav a rekonstrukcí již vybudovaných podzemních děl. Tyto otázky, které jsou mnohdy technicky ještě složitější, než výstavba nových děl, je nutné řešit ve spolupráci a tyto zkušenosti si vzájemně předávat.

Vlastníci či provozovatelé podzemních staveb musí řešit užití nových technologií při opravách a údržbě, užití nových materiálů, preventivní péči a zabezpečení těchto staveb, sanace a rekonstrukce jednotlivých staveb. Dalším technickým rozvojem se objevují nové metody řešení, nové systémy sledování a tyto možnosti a zkušenosti v dané problematice jsou předkládány v následujících referátech.

Pražské metro slaví letos 20 let uvedení do provozu. Časový faktor provozu metra, nutné rekonstrukce jednotlivých stanic a vodotěsnost tunelů a stanic je nyní nejpalčivějším problémem základního článku městské hromadné dopravy v Praze. **Průsaky do tunelů a stanic metra, jejich vznik a vliv na provoz, nové metody výstavby a spolupráce s dodavateli** je obsahem příspěvku DP-Metro Ing. Jaroslava Šuberta a Josefa Bárty. **Přípravou rekonstrukce mezistropu stanice Muzeum**, provedeného podle návrhu prof. Wünsche, se zabývá Ing. K. Bureš z Metroprojektu v článku „Rekonstrukce mezistropu ve stanici Muzeum“. Ing. Kopečný z Metroprojektu uvádí **postup při sanaci izolace stropu** na stejné stanici. Ing. L. Pazdera z Metrostavu **srovnává novelizovaný text směrnice TP 08 s původním zněním**. Novelizovaná směrnice mění řádově požadavky na vodotěsnost tunelů, což se projeví v technickém zajištění.

Problematikou oprav a rekonstrukcí železničních tunelů se zabývá příspěvek Ing. R. Smidy a Ing. M. Grambličky ze SUDO-PU „Údržba, opravy a rekonstrukce železničních tunelů“.

Rekonstrukce si vyžadují i objekty provedené před 10ti lety. Příkladem rekonstrukce 10 let provozovaného kolektoru je kolektor Žižkov I, který je obsahem příspěvku Ing. Fabiána z Metroprojektu s názvem „Rekonstrukce kolektoru Žižkov I v Praze“.

Autoři Ing. Sakař, Ing. Stejskal a d.t. Vrána ve svém článku popisují **systém kontrol a provádění eventuálních oprav na štolovém přivaděči ze Želivky do Prahy**.

Rekonstrukcí historických objektů v Polsku se věnují články Dr. Zenona Dudy, Ing. Zdislava Kohutka z BÚ Krakov a článek Prof. M. Chudka, Ing. S. Krzemienia a Ing. W. Wagnera z Politechniki Slaska.

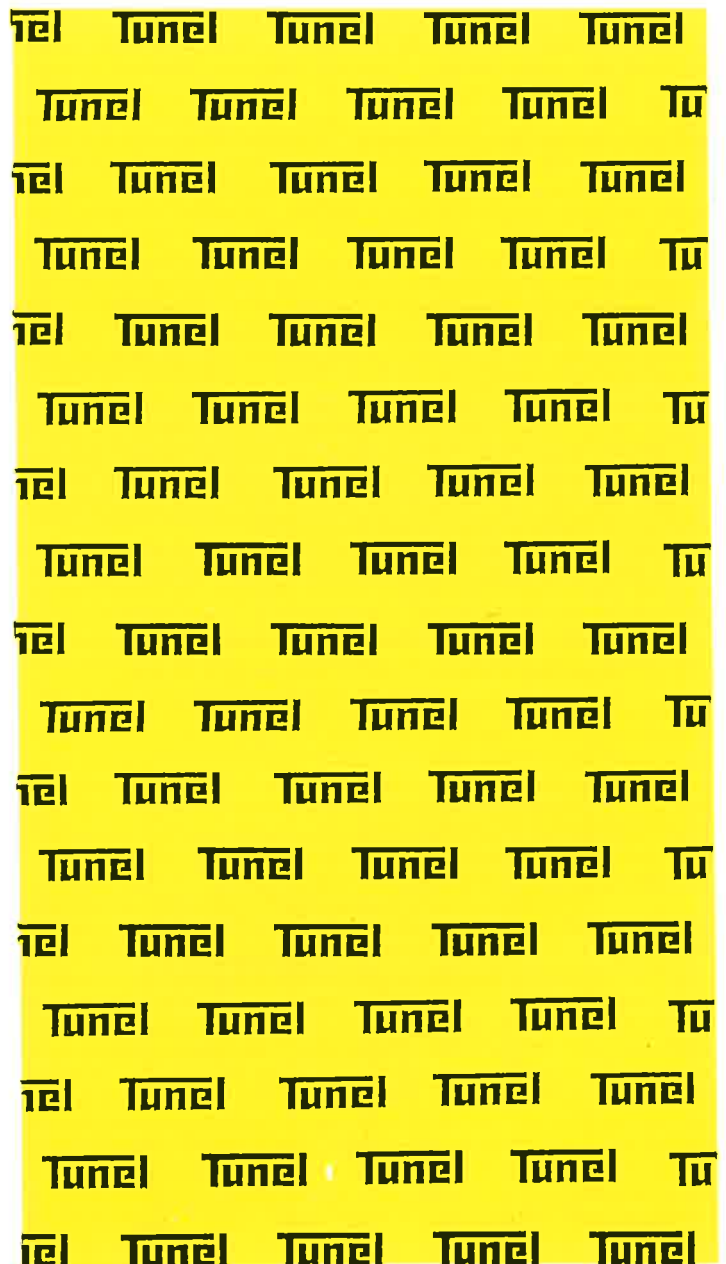
Možné zjišťování informací o geolog. prostředí pomocí geofyziky uvádí Dr. Gajdoš a Dr. P. Wagner z UK Bratislavy.

Netradiční způsoby rekonstrukce, materiály a předpisy jsou uvedeny v příspěvcích:

- Ing. S. Drábka, Ražená štola nebo horizontální vrtání
- Ing. J. Mikoláška, Užití metody KAWO
- J. Švejdy, Nová tech. pravidla pro ochranu a opravy železobetonových konstrukcí v SRN.

Přínosem jsou i zkušenosti z havárií. Příkladem je havárie na štolovém přivaděči ze Želivky, kterou popisuje Ing. Vrba.

Specifickým příspěvkem je článek Ing. Černého a J. Suldotského z RBZS Kladno „Havarijní prevence a represe v podzemním stavitelství“.



PERSPEKTIVY PODZEMNÍCH DOPRAVNÍCH STAVEB V PRAŽSKÉ AGLOMERACI

ING. FRANTIŠEK POLÁK - METROSTAV A. S.

THE FOLLOWING OVERVIEW PROVES THAT UNDERGROUND CONSTRUCTION HAS ON THE BRINK OF THE CENTURY VERY GOOD PERSPECTIVES IN PRAGUE. IT IS ALSO APPARENT THAT REAL NEEDS OF THE CITY CONSIDERABLY SURMONT ITS CURRENT ECONOMIC POSSIBILITIES. IT IS THEREFORE IMPERATIVE THAT NOT ONLY DESIGN AND TECHNICAL IMPLEMENTATION OF EACH SEPARATE WORK AS WELL AS ECONOMIC FUNCTIONING SHOULD BE CONCENTRATED ON, BUT ALSO THE ISSUE OF FINANCING, SEEKING ADVANTAGEOUS CREDITORS, POSTPONING OF SUPPLIER LOANS MATURITY AND FINDING WAYS AND METHODS OF FINANCING EACH PROJECT PARTIALLY OR WHOLLY BY ITSELF.

Minulé století bylo nazýváno stoletím páry a nynější stoletím elektřiny a někdy také atomu. Myslím, že přesněji by se naše doba dala charakterizovat jako století pohybu. Transport myšlenek, informací, energií, zboží i osob roste kvadratickou křivkou. Dobře je tento trend vidět na obr. č. 1, kde křivka růstu dopravního prostředku minulých století - živé síly zvířat - pokračuje v tomtéž trendu automobilem. Automobil je fenoménem tohoto století, ale touhu po pohybu nevyvolal, jen ji uspokojil.

Na jednu stranu obyvatelstvo fascinuje poskytovanou svobodou pohybu, na druhou stranu je svízeli a hrozbou především ve městě. Dalo by se říci, že ve světě probíhá trvalá bitva mezi městem a automobilem. Města dosud prohrávají, přes protesty veřejnosti, která na jednu stranu automobil ve městě nechce, na druhou stranu jej však ve stále větší míře používá.

Jaké jsou možnosti obrany? Jak uspokojit potřebu pohybu v městských aglomeracích? Byla již někdy města v podobné situaci s jinou svou funkční stránkou?

Na začátku tohoto století se zdálo, že města nejsou schopna uspokojit prudkou potřebu dalších obytných, obchodních a výrobních ploch. Expanze do krajiny, zdánlivě tak snadná na zbourání hradeb, byla dopravně nezvládnutelná, prodlužovaly se délky inženýrských sítí a města stála před zdánlivě neřešitelným problémem, dokud nebyl objeven nový volný prostor a města začala růst do výše.

Na konci století nezbývá, než pro další funkci města, která se vymkla z jeho dimenzí - dopravu - hledat další volný prostor. Tento prostor existuje

tuje na téže souřadnicové ose jako na začátku století, pouze je umístěn na jejím druhém rameni - pod zemí.

Tento problém i jeho možné řešení dobře ilustruje hostitelské město konference - hlavní město České republiky Praha.

Gotický půdorys centra o ploše takřka 9 km², kompaktní zástavba z první poloviny dvacátého století, to vše umocněno reliéfem terénu určeným údolím Vltavy a jejich přítoků je problémem pro dopravní odborníky a urbanisty i živnou půdou pro působení falešných proroků.

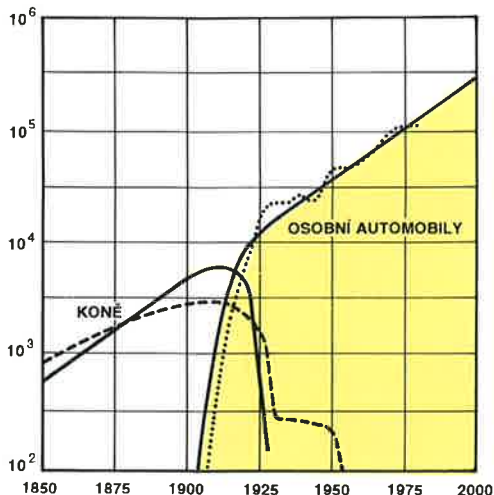
Tlak automobilu na město je dobře charakterizován obr. 2, 3 a 4, kde je uvedena prognóza růstu automobilizace, trend dopravních nehod a intenzita dopravy v centrální oblasti a na okraji města. Přitom Praha zdědila z dřívějších dob velmi dobrý parametr využívání hromadné dopravy - více, než 70 % cest ve městě je vykonáno hromadnou dopravou (metro 45 %, tramvaje 30 %, zbytek tvoří autobusy). Avšak i tento poměr uspokojení dopravních potřeb obyvatel není stabilní a řada signálů ukazuje možný odklon od hromadné dopravy.

Se změnou ekonomického modelu přišel i prudký růst dopravy obslužné, řada soukromých obchodních jednotek je zásobována individuálně s podstatně větší periodicitou vyvolanou tlakem konkurence na kvalitu a pestrost nabídky. Negativně v tomto směru působí i růst životní úrovně, podle posledního průzkumu používá pro dopravu ve městě více než 15 % osob výhradně automobil a i toto procento roste. Vzrůstá tak nejen absolutní počet automobilů, ale i jejich roční kilometrový proběh (z dřívějších cca 7 000 km na nynějších takřka 12 000 km).

Praha věnuje na oblast dopravy takřka 50 % svého rozpočtu. Z toho více než polovinu, t.j. 3,8 miliardy Kč na subvencování provozu hromadné dopravy a takřka 3 miliardy Kč na investice. Neoddiskutovatelnou otázkou je výstavba metra, jako nosného prvku hromadné

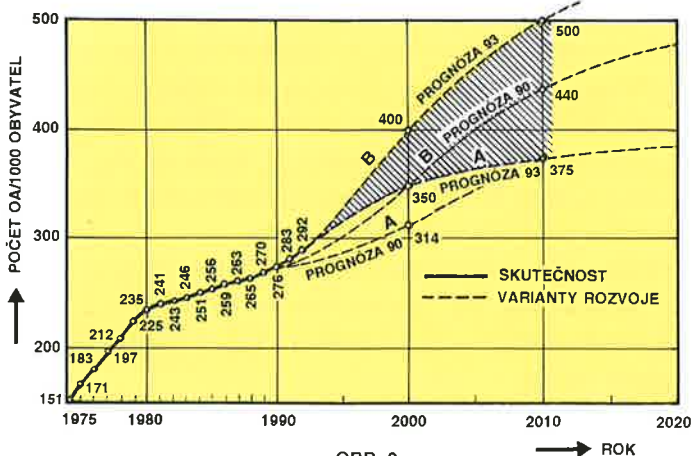
POČET TAŽNÝCH ZVÍŘAT (KONÍ A MUL) VYUŽÍVA NÝCH PRO DOPRAVU A POČET AUTOMOBILŮ V USA

(EMPIRICKÉ ÚDAJE A MODELOVÉ ODHADY Z LOGARITMICKO - SUBSTITUČNÍHO MODELU) (ZDROJ: NAKICENOVIC, 1986)



OBR. 1

PROGNÓZA ROZVOJE AUTOMOBILIZACE NA ÚZEMÍ HL. M. PRAHY



OBR. 2

ROK

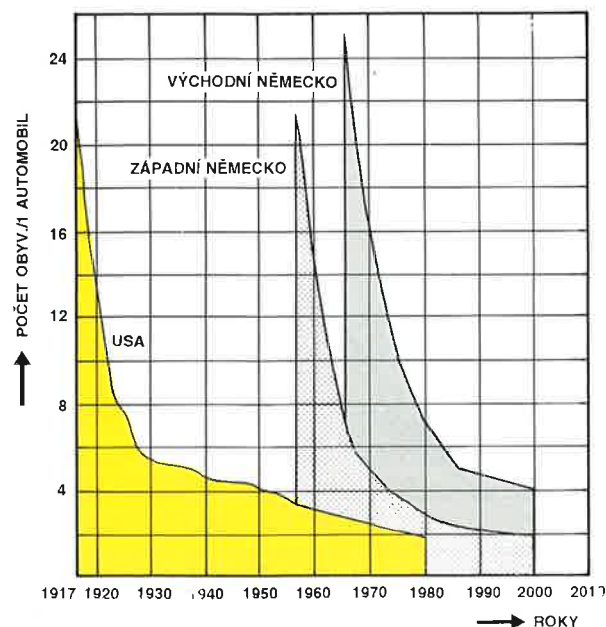
dopravy a zároveň jako jediného systému, který je schopen obslužit centrum města s více než 200 tisíci pracovních příležitostí. Dnešních 41 km provozovaných tras a 10 km rozestavěných dostatečně potvrzuje, jak velký význam tomuto systému dává miliónová metropole střední Evropy. Život města si bez tohoto systému nelze dnes již vůbec představit.

Je-li v této oblasti shoda, je o to větší problém s existující a dle všech průzkumů i zkušeností ze západní Evropy nepotlačitelnou dopravou automobilovou. Domnívám se, že automobilový tlak do Prahy teprve přijde, chcete-li, bude hůř. Pro informaci uvádím trendy z USA a Německa na obr. 5 a 6. Prognóza pro Prahu byla již zmíněna a nedává také důvody k optimismu.

Půdorys Prahy přitom nedoznal s výjimkou malé části Starého Města, kde proběhla na přelomu století velkolepá přestavba v oblasti Josefova, žádných změn. Prahu nepostihla od třicetileté války žádná válečná katastrofa, která vždy přináší i urbanistické změny. Centrum je pro dopravu nepropustné nejen z hlediska půdorysu, ale i z hlediska nemožnosti odvětrání Vltavské kotliny.

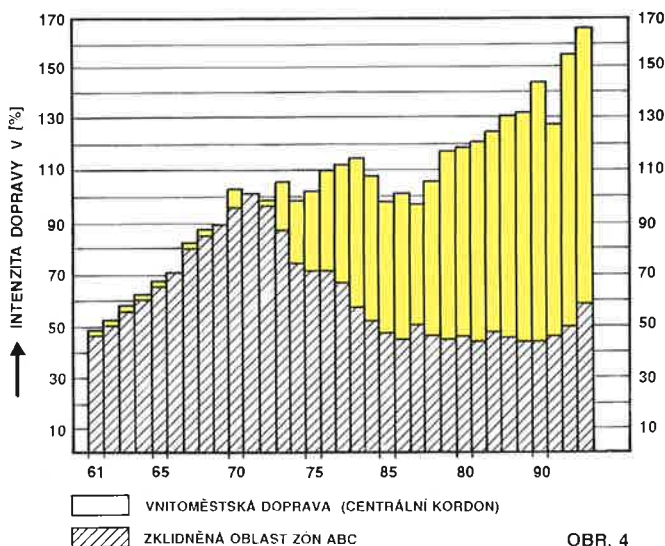
Dopravní politika města vychází z těchto premis a centrum města chce chránit vybudováním městského okruhu na okraji centra, na kterém by se měla zastavit nákladní doprava a který by měl umožnit přístup do centra pro nezbytnou dopravu tak, aby pohyb v centru byl minimální. Blízkost centra zároveň znamená, že pro tento okruh není k dispozici volná trasa (prostor bývalých hradeb, tak často pro tuto funkci využívaný v evropských metropolích byl v minulém století zastavěn). Proto je voleno investičně nesmírně náročné, přitom však jediné možné řešení: více než 30 % trasy bude v tunelech, z toho první část je ve vysokém stupni rozestavěnosti a bude zprovozněna v roce 1995. V dnešní době není trasa v plné míře stabilizovaná, i proti

POČET OBYVATEL NA JEDEN OSOBNÍ AUTOMOBIL - VÝVOJ V ČASE



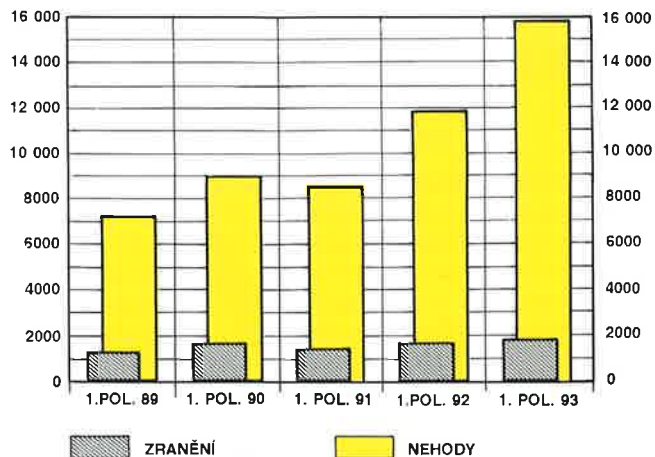
OBR. 5

VÝVOJ INTENZITY DOPRAVY 1961-1993



OBR. 4

VÝVOJ POČTU NEHOD A ZRANĚNÍ 1989-1993



OBR. 3

vedení tunelů a s nimi spojenými křižovatkami existuje řada protestů, tento fakt však nijak nezpochybňuje základní filozofii: využít jediný volný prostor ve městě-podzemí.

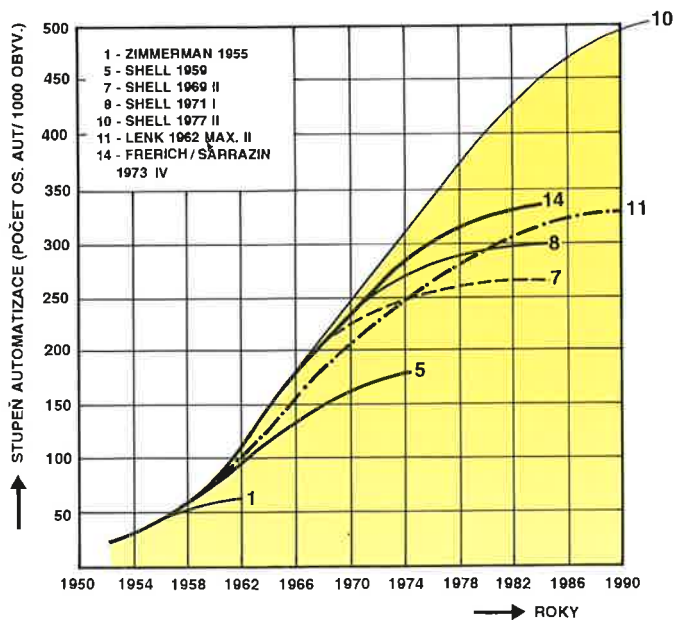
Zkušenosti Prahy však v posledních letech ukázaly, že nejen automobil jedoucí je problémem, nemenší a často větší je problém s dopravou v klidu, tedy s parkováním. Ekonomický tlak na centrum, výstavba nových hotelů a kancelářských ploch v této oblasti způsobily absolutní deficit parkovacích ploch. Vedení města dnes nepovolí výstavbu v centrální oblasti města bez průkazu, že v rámci stavby je řešeno parkování pro celkové potřeby projektu. Na každých 40 m² kancelářské plochy (záleží ale i na kvalitě kanceláří), nový byt, či hotelový pokoj je třeba vybudovat jedno stání pro automobil. Všechny nové investice nebo rekonstrukce znamenají tedy budování podzemních garáží.

Mimo tento požadavek na privátní budování parkovacích kapacit zahájila Praha i budování veřejných podzemních parkingů. Bylo vybráno 18 lokalit, vypsána soutěž a dnes již řada společnosti připravuje výstavbu kapacitních podzemních parkovišť. V centru města jde o lokality Václavské, Jiráskovo, Tylovo a Senovážné náměstí, ulici Opletalovou a Na Františku. Mimo těchto staveb, které jsou financovány z prostředků veřejných rozpočtů (metro, silniční okruh), nebo jsou alespoň vedením města iniciovány (podzemní parkoviště veřejná i soukromá) vznikají i první projekty realizované na zcela soukromé bázi, i když pochopitelně se souhlasem všech městských autorit. Jako příklad mohou sloužit dva, již rozpracované projekty.

Ekotunel Praha navrhuje vyloučit individuální automobilovou dopravu z prostoru mezi Národním divadlem a právnickou fakultou na pravém břehu Vltavy pomocí dvoupruhového automobilového tunelu umístěného v korytu Vltavy, budovaného pomocí bentonitového razicího štítu. Projekt by měl být hrazen privátním kapitálem s tím, že jeho návratnost by byla zajištěna vybráním mýtného. K vybudování tohoto projektu a jeho provozu byla založena společnost, jejímiž členy jsou profesor Zdeněk Eisenstein, a.s. Metrostav a a.s. PŮDIS. O účast na projektu projevily zájem i další společnosti.

Druhým příkladem, kdy soukromý kapitál zkoumá možnost řešení dopravních problémů Prahy je iniciativa Metrostavu a.s., projektové a inženýrské organizace UNGUTIS a společnosti URBIA. Toto sdružení technicky prověřuje možnost vybudovat pod ul. Na Příkopech samostatný a privátní přístup k prestižním objektům situovaným na této třídě v centru města (obr. 7 a 8). Komunikace v úrovni -1 by měla řešit stávající konflikt mezi nezbytnou obsluhovou dopravou a obchodním i turistickým využitím prostoru pražského Zlatého kříže. V dané lokalitě je řada bankovních domů (Česká národní banka, Obchodní banka, Komerční banka, Živnobanka) i několik velkých připravovaných nových investic (víceúčelová stavba v proluce Myslbek, hotel Ritz-Carlton a další), které mají pochopitelně velké nároky na dopravní přístup do svých existujících nebo připravovaných budoucích podzemních parkovišť. Nároky jsou sice z hlediska funkce objektů nesporné, v úrovni parteru města však absolutně neuskutečnitelné. Projekt by měl být hrazen

PROGNÓZY A REALITA STUPNĚ AUTOMATIZACE V SRN



OBR. 6

majiteli objektů a budované dílo by nebylo veřejně přístupné. Vjezd bude umožněn pouze pro potřeby majitelů institucí, které se k jeho budování spojí. V návaznosti na tuto stavbu budou budována i soukromá podzemní parkoviště v objektech, které dosud svá parkoviště nemají.

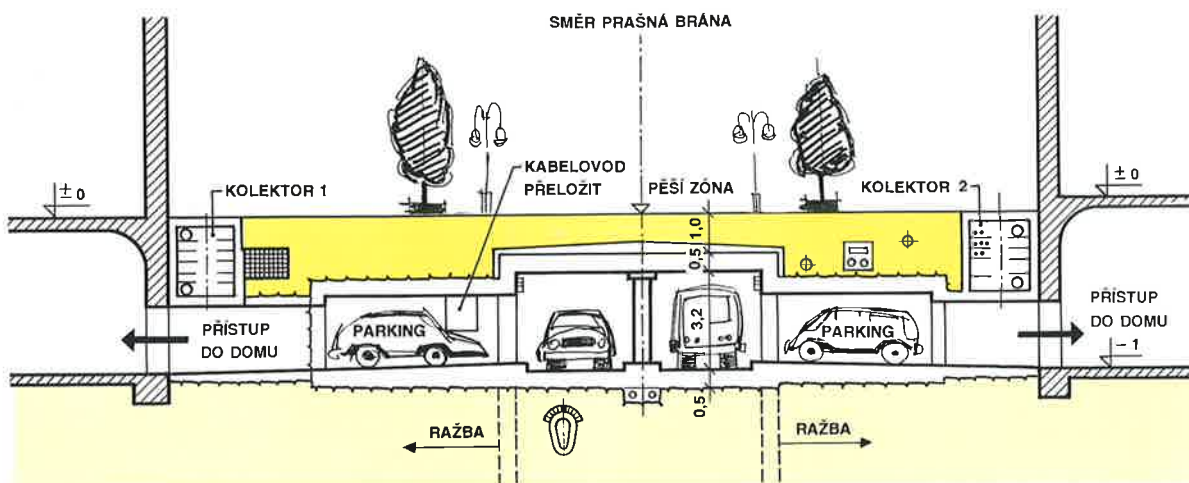
Tyto projekty jsou v současné době ve stadiu příprav a o jejich osudu rozhodne průkaz návratnosti a funkčnosti. Jsou však příkladem, jak může být v budoucnu řešen problém městské dopravní infrastruktury. Nelze totiž seriózně uvažovat, že veřejné rozpočty unesou tíhu všech investic.

Výše uvedený přehled ukazuje, že podzemní stavitelství má na sklonku století v Praze perspektivy více než dobré. Ukazuje se zároveň, že reálné potřeby města značně převyšují jeho stávající ekonomické možnosti. Je proto příkazem dne a zároveň výzvou nesoustředit se pouze na projekt a technické provedení díla a jeho ekonomický provoz, ale zabývat se i problémem financování, hledat optimální formy úvěrů, odklad splatnosti dodavatelských úvěrů a především hledat možnosti a cesty, jak by se mohl projekt částečně či zcela financovat sám.

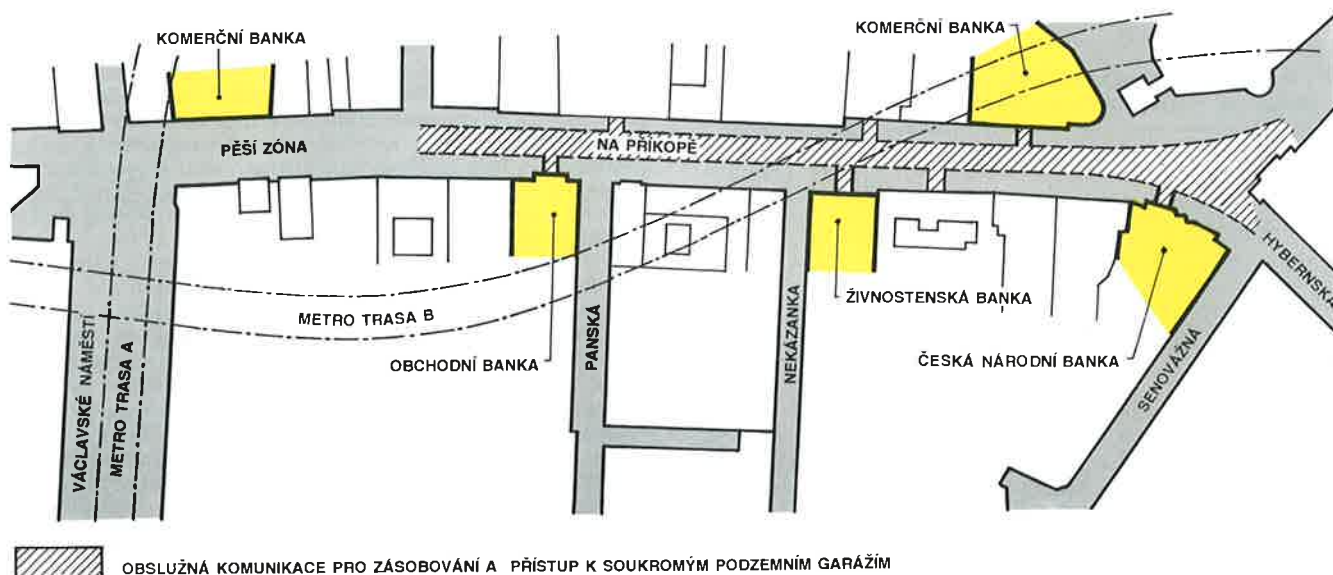
Použité materiály:

- ÚDI Praha, Data o dopravě v Praze 1992, 1993
- Dopravní politika v Evropě z pohledu NGOS
- Usnesení Zastupitelstva hl. m. Prahy z 31. 10. 1991

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ



OBR. 7



OBR. 8

MOŽNOSTI APLIKACÍ NRTM V ČESKÉ REPUBLICE

AUTOR: ING. PAVEL POLÁK - METROSTAV, DIVIZE 5

THE AUTHOR OF THE ARTICLE DEALS WITH THE ISSUE OF PRACTICAL APPROACH TO POSSIBLE IMPLEMENTATION OF MAJOR LINKED-UP WORKS BY MEANS OF THE NEW AUSTRIAN TUNNELING METHOD. MR. POLÁK INFORMS ABOUT VITAL ACTIVITIES LEADING TO THE OPTIMAL FORM OF THE NEW METHOD WITH A FEEDBACK CORRELATION AND A POSSIBILITY OF FULL EVALUATION FOR THE PURPOSE OF FUTURE DRIVING WORKS IN SIMILAR CONDITIONS.

ÚVOD

Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM) jako technologie ražení především liniových podzemních děl je u naší odborné veřejnosti natolik známá, že snad neexistuje v oboru podzemního stavitelství provozní technik, který by se s jejími zásadami teoreticky či v některých případech také prakticky neseznámil. Podobně jako v jiných zemích světa ztratila tato technologie z hlediska poznávání svoji novost a pravděpodobně i opodstatněnost její vžitý název. V Norsku, Kanadě, Německu, Švýcarsku i dalších zemích svoji modifikaci NRTM uzpůsobenou zejména vlastním geologickým podmínkám již přejmenovali na odlišný, někdy i nacionálně znějící název. U nás zejména s ohledem na nekomplexní vlastní legislativu, malé množství vyhodnocených realizací a v neposlední řadě i z důvodů těsné historické vazby k tunelářsky dominujícímu sousednímu Rakousku zatím setrváváme u původního názvu.

ZÁSADY RAŽENÍ NRTM

Základní myšlenky NRTM byly formulovány již v minulém století (český rodák Rziha 1872). Teprve s vývojem technologie stříkaného betonu (1911 – 1914), svorníkování a kotvení a zejména s rozvojem mechaniky hornin v oblasti teorie pevnosti a deformace hornin došlo k prosazování myšlenek Schmidta (1926) a zejména Rabcewicze (1962), který svým patentem dvouplášťového ostění (přimární a definitivní ostění) položil základ NRTM.

Po první realizaci na stavbě schwaikheimského tunelu v roce 1964 byly teoretické poznatky i z dalších staveb konfrontovány s výsledky dosaženými v praxi. Sestavení komplexní ucelené teoretické koncepce brání nejen modelové vystižení různorodosti hor-

ninových podmínek, ale rovněž nesmírná variabilita zajišťujících opatření při ražbách touto metodou. Lze proto vycházet zejména ze zásad formulovaných profesorem Z. Müllerem, které mají trvalou a obecnou platnost. Základní myšlenky a zásady NRTM byly uvedeny např. v článku uveřejněném v časopise Zpravodaj Metro 2/90.

NRTM je zřejmě dominující metodou současného moderního podzemního stavitelství. Hlavní výhody a přednosti metody spočívají v universálnosti a přizpůsobivosti technologie a jejich jednotlivých operací. Na změněné přírodní podmínky se reaguje operativní obměnou technologie se zpětnou vazbou vymezenou důsledným včleněním geomechanického monitoringu do technologického procesu (stává se rovněž technologickou operací) a striktním respektováním jeho výsledků.

Podstatné rovněž je, že dodavatelská firma, která nezvládne techniku a technologii NRTM se stává neschopnou konkurence v moderním podzemním stavitelství. K rozšíření této metody bezesporu přispěly i metody řízení a financování investiční činnosti běžné v ekonomicky vyspělých zemích a smluvní ceny dodavatelských prací. Další možnosti nabízí NRTM v oblasti snížení vlastních nákladů s přijatelným podnikatelským rizikem v důsledku lepší znalosti horninového prostředí, ve kterém je činnost realizována. Každá významnější realizace projektu má obvykle svého vědeckého a technického patrona, který dbá na dodržování principů a postupů NRTM a tím garantuje investorovi i dodavateli úspěch projektu.

MOŽNOSTI RAŽENÍ PODZEMNÍCH DĚL NRTM V ČR

Možnosti aplikací nové metody v celé její komplexní šíři jsou dány v současné době především solventností investorů k finančně náročným podzemním stavbám. Nutnost rozhodnout ve prospěch investic do „podzemí“ vyvolává stále rostoucí dopravní zátěž ve městech a meziměstských případně mezistátních dopravních ta-

zích vedených v členitém terénu. Je obecně známo, že domácí „státní“ investoři jsou zatím chudí a soukromí investoři rovněž ještě nezbohatli, aby se mohli sdružit obdobně jako tomu je u velkých projektů v podzemí na západ od našich hranic. S postupem času navíc při projednávání případných tunelářských aktivit většího rozsahu působí různá zájmová dodavatelská lobby, která ve většině případů sice nezajistí získání zakázky pro své souvěrce, ale zcela bezpečně zablokují možnost brzké realizace dodávky pro konkurenční organizaci. Stále více bude zřejmé, že v konkurenčně silných oblastech bude nutná dohoda o spolupráci našich největších tunelářských firem, která zajistí dělení tržeb i u budoucích zakázek. Tato vzájemná dohoda o sdružení na díle nebude důležitá pouze z obvyklého a dnes již známého dělení rizik při výstavbě, ale rovněž ke vzniku nevhodnější kooperace se zahraniční firmou vlastníci klíčové mechanizační prostředky pro NRTM. Již dnes je možné odhadovat, že konkurenční tlak na vyšší zisk i rozsah v úvahu připadajících tunelů nezajistí plně odepsání nových vrtacích vozů a případně dalších rozhodujících mechanismů. Jedním z nepřijatelnějších řešení se v současné době jeví přibrání zahraničního stavebního dodavatele do sdružení, který potřebné stroje a zařízení vlastní a z důvodu útlumu tunelářských prací ve vlastní zemi ji může za výhodných podmínek pronajmout. Ne nepodstatná může být i jeho úloha v oblasti přebrání rizik a zainvestování části podzemního díla zejména na počátku stavby.

ZPRACOVÁNÍ NÁVRHU PRO NABÍDKOVÉ ŘÍZENÍ A VLASTNÍ REALIZACI

Pro aplikaci NRTM neexistuje žádný jednoznačný recept či schema nýbrž soubor myšlenek dnes již systémově sestavených. Skutečně nové na této koncepci nejsou ve své většině pracovní operace nebo zcela převratné výpočetní postupy. Nový a rozhodující je přístup, jímž se stavíme vůči horninovému masivu a jak s ním zacházíme. Projektování stavby a koncepce jejího provádění spočívají ve znalosti způsobu, jímž hornina bude reagovat na různé zásahy, kterými budeme v čase ovlivňovat vztahy mezi poddajností ostění a současným přetvořením horniny na něj dosedající. Proto je rakouská metoda stále jistým druhem „tunelářského umění“ racionálně využívajícího informací získaných geomechanickým monitoringem. Tomuto tunelářskému umění je třeba se trpělivě učit, teoreticky studovat a zejména prakticky se seznamovat s různými aplikacemi NRTM, ale především, a to zdůrazňuji, naučit se analyzovat měřené hodnoty i obecné zkušenosti a kreativně je obměňovat v nových ražebních poměrech. Těmto náročným podmínkám „šíře znalostí“ se zatím blíží jen někteří odborníci pracující v oboru na vysokých školách v Praze, Brně a Ostravě a nemnozí pracovníci z několika konsultačních, projektových a dodavatelských firem. U investorů zatím kvalifikovaní odborníci s plnou šíří záběru pro NRTM podle našich současných informací zatím nejsou. Proto zpracování kvalitního návrhu provádění ražeb NRTM (případně jeho posouzení) by bylo vhodné svěřit odborníkům, kteří jsou seznámeni s průběhem i výsledky našich i zahraničních podzemních staveb v obdobných horninových podmínkách a dovedou je tvořivě přizpůsobit do nové technologicky i ekonomicky dokonalejší varianty. Pro posouzení reálnosti provádění stavby metodou NRTM lze investorovi pro omezení možných rizik doporučit uzavření smlouvy o dílo s odborní-

kem či konsultační firmou, která pokud možno bez vnějších vlivů stanoví doporučení a závěry. Pro nejbližší období než budou vytvořeny „čistší tržní vztahy“ by mohlo být užitečné posuzovací nezávislost zdvojit.

TECHNICKÉ A PODNIKATELSKÉ RIZIKO

Riziko je skutečností života u každé stavby a zvláště pak v oboru podzemních staveb. Některá z těchto rizik lze do jisté míry předpokládat, jiná jsou zcela nepředvídatelná. Některá z nich jsou jasně přidělitelná, jiná jsou kontraverzní. Světová stavební praxe potvrzuje, že způsob rozvržení těchto rizik mezi stranami smluvního procesu přímo ovlivňuje celkové výsledné náklady na stavbu. Zesílené a rozšířené vědomí širokého rozsahu rizik, která by se mohla objevit během plánování, návrhu a stavebních fází projektu vede ke snaze o lépe informované a prozíravější návrhy, zdokonalené specifikace, lépe zpracované nabídky, zdokonalené vztahy v rámci projektu včetně vhodných forem a potřebného počtu kontaktů mezi smluvními stranami. Konečným výsledkem je, že se lze takto vyhnout mnohým sporům a dosáhnout příznivého ovzduší k řešení průběžných záležitostí. Tím se profituje celý projekt.

U Metrostavu a.s. - divize 5 je zpracován podle zahraničních instrukcí metodický materiál „Technické a podnikatelské riziko“, který lze doporučit zvláště při podrobném zpracování kontraktu mezi účastníky výstavby.

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM PRO NRTM

Inženýrskogeologický průzkum pro NRTM má řadu znaků společných s průzkumem pro jiné technologie ražení. Je prováděn zpravidla odbornou firmou, která by měla do vyšetřování podkladů a jejich vyhodnocení rovněž zahrnout specifické znaky horninového masivu rozhodné pro technologii provádění NRTM. Proto by objednatel vypracování inženýrskogeologického průzkumu měl již předem zadat také předpokládanou technologii provádění a potřebné geotechnické hodnoty nutné pro její aplikaci.

Doporučujeme postupovat podle směrnice „Inženýrskogeologický průzkum pro NRTM“, která je vhodným vodítkem pro jeho vypracování a dodatečné vyhodnocení. Do textu novelizované směrnice je zapracován komentář, ve kterém autor RNDr. O. Tesař, DrSc. rozebírá nejpodstatnější pasáže ze směrnice z hlediska geologa.

Z praktického pohledu tuneláře považujeme za nejpodstatnější vymezení vztahu mezi velikostí výrubu tunelu a počtem klasifikačních bodů QTS a technologickými třídami NRTM (nezaměňovat s technologickými skupinami dle ON 73 7508 či dle Technických podmínek výstavby metra - svazek 15). Pro sjednocení a maximální možné zjednodušení popisu geologických podmínek horninového prostředí doporučujeme setrvat na metodice hodnocení kvality a stavu hornin a zemin s pomocí bodů QTS.

PROJEKTOVÁNÍ TUNELŮ PODLE NRTM

Projektant musí být veden snahou maximálně využít samonosnosti horninového masivu, který za spolupůsobení minimálního primárního ostění vytváří stabilní konstrukci raženého díla. Musí být přitom respektovány faktory ovlivňující tento stav. Zejména to bude tvar a velikost příčného profilu tunelu, postup výlomových prací (ražba plným profilem nebo členěný porub) a v neposlední řadě i rychlost ražby, která je odvislá jak od únosnosti horninového masivu tak i od únosnosti primárního ostění.

Zde je třeba zdůraznit význam použití stříkaného betonu jako nejdůležitějšího plošného stabilizujícího prvku primárního ostění. Úspěšné rozšíření metody NRTM v celosvětovém měřítku přímo souvisí s rozvojem technologie stříkaných betonů. Dokonalé spojení stříkaného betonu s horninou zabraňující jejímu dalšímu rozvolňování, ochrana líce výrubu, možnost případného zesílení nástřikem další vrstvy, rychlý nárůst pevnosti a modulu pružnosti betonu (použití urychlovačů tuhnutí a tvrdnutí betonu), to jsou specifické vlastnosti, které předurčují použití stříkaného betonu při aplikaci NRTM.

Rozhodující při NRTM je ale průběh deformací horninového masivu v okolí výrubu a jeho časový vývoj. Jeho sledování prováděné v rámci geotechnického monitoringu, je nedílnou součástí pracovního cyklu ražení. Okamžité zpracování získaných údajů a jejich správná interpretace umožňuje operativní řízení razících prací. To vyžaduje v současné době použití výpočetní techniky jak pro vytváření a provoz databáze NRTM, tak pro nutné výpočty na pracovním matematickém modelu díla při zpětné analýze.

Metrostav - divize 5 ve spolupráci s projektanty vychází z novelizovaných zásad „Projektování podle NRTM“, z „Doporučení pro výběr typů a prvků výstroje štol a tunelů“ a z podkladů rakouského betonářského spolku „Směrnice pro stříkaný beton“ - díl 1 „Použití a kontrola“ a díl 2 „Zkoušení“.

Pro navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů podle NRTM platí prozatím ČSN 73 7501 - „Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů“ (ve znění revize ukončené r. 1990 včetně dodatků z r. 1992). Ostění se navrhuje podle mezních stavů ve smyslu ČSN 73 0031 - „Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd. Základní ustanovení pro výpočet.“ Pro navrhování konstrukcí z různých materiálů se používají příslušné ČSN, které navazují na ČSN 73 0031.

V rámci výpočtu a únosnosti systému ostění-hornina lze doporučit relativně rychle vyhodnotitelné aplikace analytických metod matematického modelování. Ty jsou při jistých zjednodušeních (např. symetrie příčného profilu díla) využitelné jak pro rychlé prvotní posouzení navrženého profilu, tak pro korekce v rámci geomechanického monitoringu. U divize 5 jsou k dispozici v této oblasti výpočetní programy TUNKOTVY a INVEX 2.

TUNKOTVY je program pro výpočet ostění tunelů ražených NRTM. Byl vytvořen na základě analytické metody řešení okrajové kontaktní úlohy. Lze ho využívat na počítačích PC-AT s operační pamětí min. 512 KB a barevným grafickým adaptérem EGA nebo VGA s příslušným monitorem.

Programový systém umožňuje:

- stanovit tvar a rozměr oblasti porušení kolem výlomu tunelu v závislosti na tvaru příčného průřezu, hloubce uložení a pevnosti horniny v okolí tunelu, včetně doporučení pro stanovení parametrů kotvení.
- určit zatížení ostění tunelu, velikost vnitřních sil a napětí v tomto ostění v závislosti na:
 - hloubce uložení tunelu pod povrchem

- přetvárných vlastnostech hornin a stupni jejich mechanického porušení (trhlinatosti).
 - tloušťce a mechanických vlastnostech materiálu ostění.
 - vlivu kotvení horniny v okolí tunelu na jejich mechanický projev (přetváření, pevnosti),
 - konstrukci ostění (homogenní, vrstevnaté, s ocelovými vložkami apod.).
 - čase (výpočet je koncipován reologicky jak pro horninu, tak pro materiál ostění, včetně vlivu smršťování a dotvarování betonu,
 - technologických faktorech budování ostění (vliv vzdálenosti zabudování ostění od čelby, vliv přetváření před čelbou),
 - postupu a fázích jednotlivých vrstev ostění.
- výpočet definitivního ostění pro libovolný tvar průřezu určením parametrů konformního zobrazení, poloměru horního oblouku klenby (vnitřní) a tloušťky výtuže. To umožňuje provést výpočet vnitřního (definitivního) ostění jednotným postupem, se zavedením vlivu skutečné doby zabudování ostění.
 - pevnostní vlastnosti hornin v okolí tunelu vyjádřit buď pomocí pevnosti v tlaku a tahu se zahrnutím vlivu porušenosti (funkce RQD), nebo pomocí parametrů obalové čáry pevnosti v trilineárním tvaru. V tomto smyslu je možno (spolu se zadáváním příslušných přetvárných vlastností) respektovat a odlišovat výpočet pro jednotlivé třídy (skupiny) hornin podle klasifikace NRTM nebo podle jakékoliv jiné klasifikace.
 - testovat, zda vliv kotvení a reakce ostění na líc výlomu dostatečně stabilizuje horninu v těch případech, kdy u díla bez ostění vzniká oblast porušení v jeho okolí. Testování je prováděno po celém obvodu díla při hloubce porušení minimálně 0.3 m. Výsledkem testu je tabulka, z které je patrné, v kterých úsecích obvodu výlomu je zapotřebí provést úpravu parametrů kotvení (hustota svorníků, únosnost).
 - umožňuje stanovit napjatost ostění ze stříkaného betonu s nerovným povrchem, který je charakterizován počtem nerovností a střední amplitudou odchylky od projektovaného obrýsu.

Program TUNKOTVY neumožňuje provádět výpočet dílčích výlomů v příčném průřezu tunelu a jejich superpozici do výsledného výlomového tvaru. Samostatný výpočet jednotlivého dílčího výlomu je možný, pokud známe parametry jeho konformního zobrazení.

Programový systém INVEX2 vychází rovněž z analytické metody řešení okrajové kontaktní úlohy zmíněné u předchozího programu. Umožňuje na základě vyhodnocení extenzometrických měření a měření posunu ve stropě díla (vyhodnocených v čase) stanovit při zadané hodnotě svislé složky hlavního napětí koeficient bočního tlaku, časový průběh modulu pružnosti, parametry plouzivosti horniny a korekční součinitel β . Programový systém umožňuje zohlednit vliv zóny zpevnění svorníky, a to zavedením součinitele změny modulu pružnosti v prokotvené zóně.

MĚŘENÍ A SLEDOVÁNÍ PŘI STAVBĚ TUNELŮ NRTM

Měření a sledování při aplikacích NRTM je specifickou a neoddelitelnou součástí technologie výstavby. Je prováděno zpravidla nezávislou organizací stanovenou investorem (případně odborníky investora) za účasti dodavatele podzemního díla. Snahou je všechny činnosti souvisejícími s měřením provádět v době aktivních pracovních operací ražby díla. Metrostav - divize 5 vychází

z přepracovaného doporučení pro „Měření a sledování při ražbě tunelů NRTM“ a z metodického podkladu „Zpětná analýza“. Dále může být využíván výpočetní systém MĚŘENÍ, který zpracovává výsledky konvergenčních a nivelačních měření uskutečněných na obrysu podzemního díla obecně libovolného příčného průřezu (podmínkou je symetrie podle svislé osy průřezu). Program provádí vyhodnocení časového průběhu výsledků měření, lze jím vyhodnotit globální i lokální rychlosti konvergence a rychlosti změny polohy nebo výšky. Zabudovaný inverzní výpočet pak umožňuje stanovit časově proměnný modul pružnosti, příslušné plouživostní parametry změny modulu pružnosti a určit koeficient bočního tlaku. Dopad výsledků měření by měl být pro potřeby dalšího upřesnění ekonomicky nejvýhodnějšího primárního zajišťování výrubu projektantem či případně dodavatelem vyhodnocován a dimenzování korigováno podle naměřených deformačních či napjatostních hodnot.

DEFINIVNÍ OSTĚNÍ PŘI NRTM

Definitivní ostění je dimenzováno zpravidla nezávisle na únosnosti primárního ostění na plné předpokládané zatěžovací stavy po dobu životnosti díla. Pro zamezení přenosu smykových sil a z důvodů vodotěsnosti se ve vyspělých zemích jednoznačně preferuje separace primárního a definitivního ostění mezilehlou foliovou izolací. Vlastnímu provedení definitivního ostění předchází tedy vyrovnání povrchu stříkaného betonu a případné odvodnění či zamezení přítoků vody na jeho povrchu. Následuje osazení izolační folie, její přivaření na nastřelené terče a vzájemné svaření jednotlivých pásů. Počet druhů folií i autorisovaných dodavatelů je již v současné době značný a záleží pak na výběru dodavatele folie. V době napsání článku Metrostav a.s. - divize 1 osadila vlastními pracovníky za dozoru firmy Alkor téměř dvě stovky bm mezilehlé folie v traťovém tunelu metra na trase IVB. Po osazení folie následuje v jedné nebo ve dvou etapách (dno a zbývající část profilu)

kých problémů závislých zejména na vnější teplotě, systému dopravy betonu, požadavcích na kvalitu povrchu betonu a jeho tvarovou přesnost apod. Úspěšnost realizace závisí na výběru typu bednění, které by mělo být s ohledem na harmonogram výstavby přesunováno a osazováno v cyklu po 24 hodinách. Samostatným problémem je pak řešení pracovních a dilatačních spár s vložkami umožňujícími eventuální vzájemný pohyb betonových částí ostění při zachování jejich vodotěsného spojení.

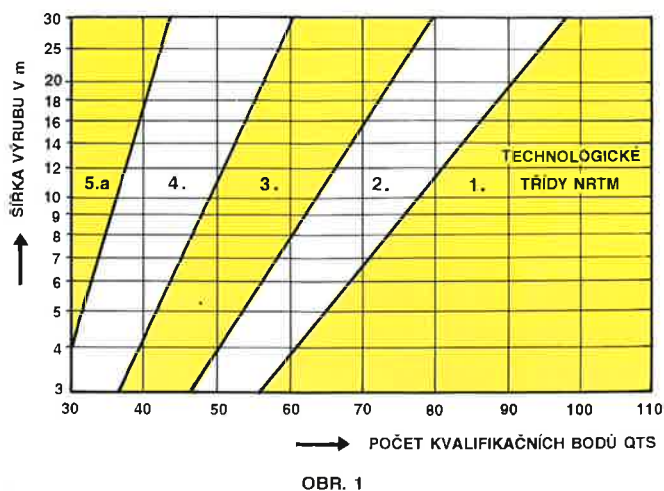
EKONOMIKA A CENY

Přechodem z pevných, celostátně závazně platných cen na volné ceny přestávají být dodavatelé podzemních staveb pasivními realizátory cizích technických myšlenek a musí se stát aktivními nositeli progresivního přístupu k realizaci staveb v nových podmínkách, který by měl být i účinným nástrojem na získání zakázek. Metrostav - divize 5 vychází z metodického podkladu „Ekonomika a ceny“. Všeobecně lze konstatovat, že:

- celková cena ražení v samonosných horninách roste pomaleji než indexy,
- cena všech prací cykloprogramu stavby tunelů, vztahená na 1 m³ se vyvíjí vždy indexově.

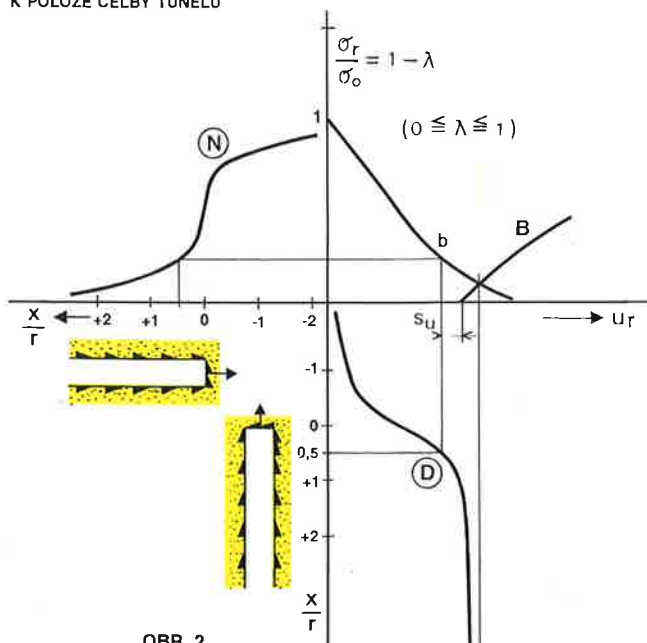
Význam a nezbytnost podobné kalkulace jednotlivých položek nákladů pro tvorbu nabídkových cen či již efektivní realizaci zakázek ve stavební výrobě plyne např. ze zkušeností ve SRN. Praxe zde potvrzuje, že bez dohody o ceně se jen výjimečně sjedná objednávka. V normálním případě jsou zapotřebí dosti přesně vymezené termíny, a to ještě i za situace, kdy se neví, jaké budou skutečné náklady. Zde se jasně ukazuje, že bez kalkulace nelze stanovit žádnou reálnou cenu, bez ní však neexistuje žádná zakázka.

VZTAH MEZI POČTEM KLASIFIKAČNÍCH BODŮ QTS, VELIKOSTÍ VÝRUBU A TŘIDAMI NRTM



osazování armatury a provádění vlastní betonáže definitivního ostění. U převážné části klenutých podzemních děl převládá snaha vypustit ocelovou armaturu a dimenzovat tunel v prostém monolitickém betonu. Vlastní betonáž s sebou přináší řadu technologic-

VZTAHY MEZI NAPĚTÍM σ_r V HORNINĚ (b), NAPĚTÍM VÝSTROJE (B) A RADIÁLNÍ DEFORMACÍ (u_r) PŘI SOUČASNÉM ZNÁZORNĚNÍ POKLESU NAPJATOSTI NA LÍCI VÝBRUSU (N) A JEHO DEFORMACI (D) VZHLEDEM K POLOZE ČELBY TUNELU



Přitom platí, že žádný podnik nemůže natrvalo přežít bez „správné“ ceny. Pro její zjištění je rozhodující, aby u každé zakázky bylo vykázáno co možná nejvíce nákladů jako náklady jednotlivé, což umožňuje co možná nejspravedlivější vyúčtování zakázky. Zbytek nákladů musí být rozdělen formou příplatkových sazeb na souhrn všech zakázek, což s sebou vždy přináší nepřesnosti. Čím více nákladů se jeví jako režijní náklady, tím méně přesně lze zjistit, co skutečně je specifické na jednotlivých zakázkách.

Rozhodující pro správné výpočty jednotlivých nákladů jsou přesné záznamy. Takže spotřeba výrobního materiálu i výdaje na mzdy musí spolehlivě vyplývat z výkazů. Vzhledem k velkému významu jednotlivých nákladů pro kalkulaci jsou kladeny na jejich podchycení vysoké nároky.

Režijní náklady, jako pronájem prostor, náklady na reklamu, náklady na vozidla, odpisy, výlohy za poštovné aj. jsou v kalkulacích nevyhnutelné zlo. Pro ně se má vytvořit přísné zúčtovací schéma, které nepřehlídí žádný takový druh nákladů a které vede ke spravedlivému určení přírůstku.

V malých podnicích může být ještě dovoleno zahrnout do kalkulace všechny příslušné režijní náklady s jedinou příplatkovou sazbou. Sečtou se a z toho vyjde, kolika procentům odpovídá suma vůči všem jednotlivým nákladům a použije se sazba v předkalkulaci pro zjištění vlastních nákladů pro novou zakázku.

Ve středním podniku však již nestačí tento postup v žádném případě. Zde jsou zapotřebí diferencovaná zúčtování nákladů. Ve SRN je proto využíván jako pomocný prostředek tzv. „Arch podnikového vyúčtování“ pomáhající k přehlednému vyhodnocení získaných čísel, na základě něhož je stanoven rámec pro manipulování s jednotlivými režijními náklady.

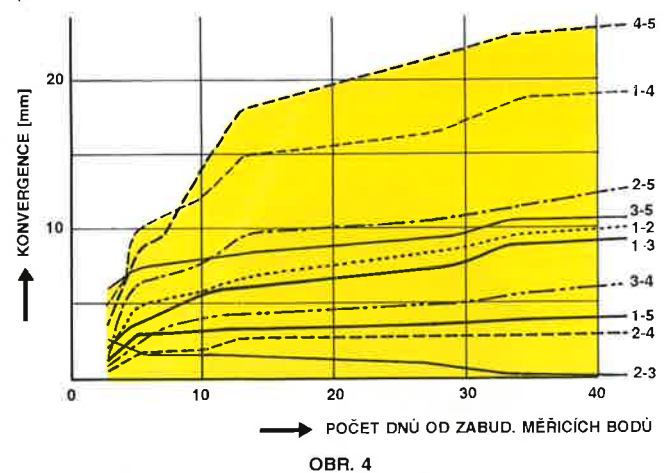
Nejjednodušším řešením by bylo kalkulovat pomocí starých srovnatelných čísel. Téměř ve všech oblastech jsou již zveřejňovány cenové hladiny o všeobecně zjistitelných nákladových sazbách a maržích zisku. Někteří vedoucí pracovníci si natolik usnadňují práci, že nekriticky přebírají tyto marže a s nimi ve svém podniku bez rozmyšlení kalkulují.

Kdo dnes ještě pracuje s takovými průměrnými náklady, které pocházejí z podnikání v minulých letech, může se brzy ocitnout na hranici bankrotu. Průměrné sazby jsou sice dobré pro srovnání to-

vadž příští kalkulace musí budovat na skutečných číslech uplynulého období fakturace. Zvláště se musí pozornost zaměřit na úplný zápis do seznamu tzv. režijních nákladů, ke kterým patří různé správní náklady jako pronájem, opravy, poplatky za telefon atd.

Analýza nákladů hledící zpět počítá nejen částky jednotlivých druhů nákladů, tedy pomocné mzdy, údržbu, náklady na skladování, výdaje na proud a vodu, ostatní náklady, odpisy, daně, nýbrž rozčleňuje každou tuto položku na jednotlivá nákladová střediska, totiž na oddělení výroba popř. montáž, na oddělení skladu materiálu, na oddělení správy a na oddělení odbytu. Kde není možné přesné vymezení mezi náklady pro jednotlivá nákladová střediska (např. lze často obtížně rozlišit u nákladů za telefon mezi konkrétním podílem správy a podílem odbytu), musí být právě platná kvóta odhadnuta.

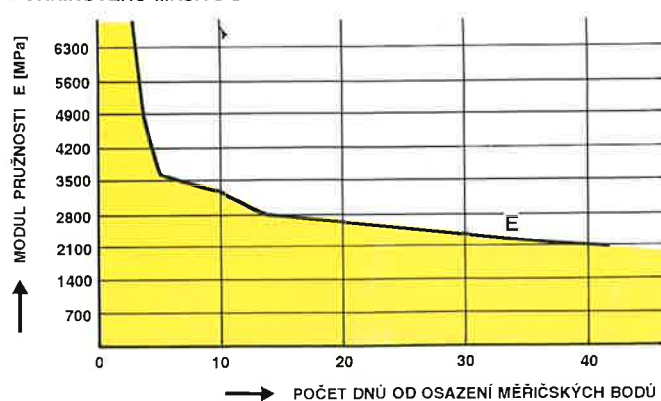
ČASOVÝ PRŮBĚH KONVERGENCE DLE PROGRAMU MĚŘENÍ (ZNÁZORNĚNÍ VŠECH MĚŘENÍ DÉLEK NA JEDNOM PROFILU)



OBR. 4

Kde nebyly ještě vyřizovány srovnatelné zakázky nebo paleta nabídek je tak velká, že nelze hovořit o charakteristických objednávkách, musí být pro budoucí požadavky na materiál a přístroje zjišťovány aktuální tržní ceny, abychom získali základ pro výpočet a ze svých dřívějších podkladů informační náskok.

PŘÍKLAD ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU MODULU PROŽNOSTI E HORNINOVÉHO MASIVU DLE PROGRAMU INVEX 2



OBR. 3

ho, kde vlastní podnik stojí vůči svým konkurentům. Jejich bezmyšlenkovitě kopírování ale znamená ignorovat zvláštní podmínky vlastního podniku a také nevnímat si změny nákladů, které nastaly mezi časovým okamžikem šetření a přítomností.

Na počátku totiž stále stojí analýza nákladů posledního obchodního roku nebo čtvrtletí. Tato analýza je proto nevyhnutelná, poně-

VYHODNOCENÍ APLIKOVANÉ NRTM

Vyhodnocení aplikované NRTM je nenahraditelným zdrojem informací pro další výstavbu podzemních objektů ve srovnatelných podmínkách.

Proces vyhodnocování postupu provedení podzemního díla novou rakouskou tunelovací metodou patří k nejdůležitějším krokům při aplikaci této metody, a to nejenom z hlediska provádění dané stavby, ale i z hlediska využitelnosti získaných cenných poznatků a zkušeností pro přípravu a realizaci staveb dalších. Proto je pro NRTM přímo charakteristické, že fázi vyhodnocování je třeba věnovat náležitou pozornost a péči.

I když máme nyní na mysli závěrečné hodnocení aplikace NRTM je třeba připomenout i průběžné vyhodnocování, jehož výrazná specifičnost a nezbytnost u NRTM vyplývá z postavení horniny v systému „ostění - hornina“ a tím, že s vlastní podstatou NRTM souvisí zvládnutí procesu řízené deformace výrubu v průběhu raž-


by podzemního díla, které bez soustavného vyhodnocování je nemyslitelné.

Hovoříme-li o vyhodnocení aplikované NRTM, máme na mysli etapu závěrečné technické a ekonomické bilance realizace podzemního díla, jejíž obsah v podstatě odpovídá jednak všeobecně platným zásadám, podle nichž se stavba administrativně uzavírá, jednak však odpovídá výrazně i specifické použité metody (tedy NRTM), zvláště pak v ČR, kde její aplikace není dosud výrazně rozšířena.

Za základní obsah tohoto závěrečného hodnocení lze doporučit:

1. Celkové srovnání předpokladů návrhu a vlastního projektu se skutečným provedením stavby v oblasti technické, ekonomické i personální.
2. Přípravu potřebných podkladů pro závěrečnou kalkulaci a finanční vyrovnání s vlastníkem a subdodavatelem stavby.
3. Posouzení smluvních rizik a rizik stavby.
4. Zpracování souboru údajů určených k archivaci o provedené stavbě.

K podrobnějšímu zhodnocení slouží pro Metrostav a.s. - divizi 5 metodický text s rozepsáním položek, který naplňuje výše uvedené body.



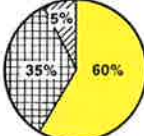
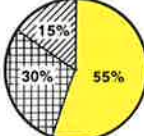
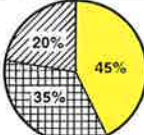
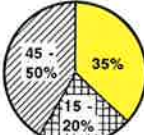
metrostav a.s.
DIVIZE 5
staví tunely, podzemní garáže,
kolektory, prům. objekty,
pozemní stavby
včetně provádění rekonstrukcí.
Řekněte co chcete postavit
vše ostatní nechte na nás.
DRŽÍME SLOVO!

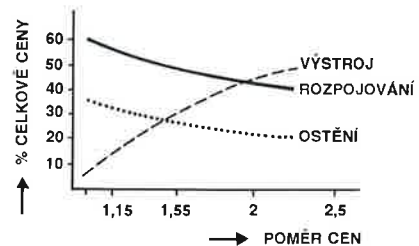
STAVĚT V PODZEMÍ, ZNAMENÁ CHRÁNIT ČLOVĚKA, MĚSTO A KRAJINU

met

Legerova 57, Praha 2 - 120 00
tel. 2424 0017 fax 2424 0039

POMĚR CEN MEZI OPERACEMI ROZPOJENÍ + ODTĚŽENÍ, PRIMÁRNÍ VÝSTROJENÍ A DEFINITIVNÍ OSTĚNÍ U SILNIČNÍCH TUNELŮ

CHARAKTERISTIKA PROFILŮ	ROZDĚL. NÁKLADŮ	ROZPOJ. VÝSTROJ OSTĚNÍ	POMĚR CEN
HORNINA — SKALNÍ MÁLO ROZPUKANÁ VÝSTROJ DOČAS. — JEDNOTLIVÉ SVORNÍKY — OCHRANNÁ SÍŤ OSTĚNÍ — 30 cm			1
HORNINA — SKALNÍ ROZPUKANÁ, STABILNÍ TYPU SN VÝSTROJ — SVORNÍKY — STŘÍKANÝ BETON — SVAŘOVANÉ SÍŤE OSTĚNÍ — 30 cm			1,15
HORNINA — ROZPUKANÁ, SOUDRŽ. NEVALNÁ TYPU SN VÝSTROJ — SVORNÍKY — OBLOUKY TYPU TH — STŘÍKANÝ BETON — SVAŘOVANÉ SÍŤE OSTĚNÍ — 40 cm			1,55
HORNINA — MÁLO PEVNÁ, NESOUDRŽNÁ VÝSTROJ — TĚŽKÉ SPEC. OBLOUKY — PAŽENÍ — VÝPLŇOVÝ BETON OSTĚNÍ — 40 cm			2-2,5



ZÁVĚR

V příspěvku je stručně rozebrána vybraná problematika možných podmínek pro návrh, realizaci a vyhodnocení budoucích podzemních děl v ČR. Neklade si za cíl poskytnout vyčerpávající informace v některé specializované oblasti NRTM ale spíše mozaikovitě přispět k dalšímu poznávání této flexibilní metody. Právě technologie metody s jejími různými variantami řešení ve vztahu k maximálnímu využití samonosnosti horninového masivu sice znemožňuje její jednoznačný konkrétní popis, je ale blízka z hlediska provádění schopnostem kreativity a improvizace českých techniků. V tomto smyslu samozřejmě s patřičným podkladem poznání teoretických i praktických zásad se jeví pro české tunelářství jako vysoce perspektivní.

NORSKÁ TUNELOVACÍ METODA A STŘÍKANÝ DRÁTKOBETON

PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DrSc., KATEDRA GEOTECHNIKY STAVEBNÍ FAKULTY ČVUT PRAHA

PROF. BARTÁK DEALS WITH THE NORWEGIAN TUNNELLING METHOD AND ABOUT ITS WIDE RANGE OF USAGE UPON BUILDING UNDERGROUND CONSTRUCTIONS IN NORWAY.

NORSKO - TUNELÁŘSKÝ GIGANT

Norská tunelovací metoda (NMT - Norwegian Method of Tunneling) je fenomen, který nepochybně existuje a který prodělal zejména v posledních dvaceti letech významný rozvoj (BURTON et al., 1992); jeho obsah je však třeba chápat ve smyslu širším, než jaký jsme zvyklí v tunelářské terminologii přisuzovat pojmu metoda (např. v názvoslovných termínech jádrová metoda, podchycovací metoda, rakouská metoda). U NMT jde významově o víc; jedná se v podstatě o norskou tunelářskou školu, osobitý způsob „tunelování po norskou“.

Nutno předeslat, že se jedná o způsob velmi výkonný a velmi úspěšný. Oprávněnost tohoto tvrzení je možné doložit množstvím údajů; uvedme na tomto místě tři podstatné:

- Celková délka tunelů, vybudovaných v Norsku za posledních 20 let, činí více než 4500 km.
- Z přibližně 400 podzemních elektráren kavernového typu na světě bylo realizováno v Norsku 200 kaveren.
- V Gjøviku byla v roce 1992 vyražena kaverna olympijské hokejové haly, jejíž rozpětí je neuvěřitelných 61 m (obr. 1) při délce 91 m.

Je nepochybné, že takovýto rozsah a pojetí podzemních prací mohou pod patronací velmi solventních investorů a zkušených, světově uznávaných konzultačních firem, jejichž role ve výzkumu a vývoji, projekci a inženýringu je nezastupitelná (k nejznámějším patří NGI, SINTEF, Norconsult, Norpower), realizovat pouze schopní a výkonní dodavatelé. Největší norské tunelářské podniky Selmer, Veidecke a Statkraft často vytvářejí společnosti typu joint-venture při realizaci náročných projektů.

ZÁKLADNÍ ASPEKTY NMT

Pro téměř všechny projekty a v nich zúčastněné firmy je v norském podzemním stavitelství charakteristický přístup, který respektuje a zahrnuje:

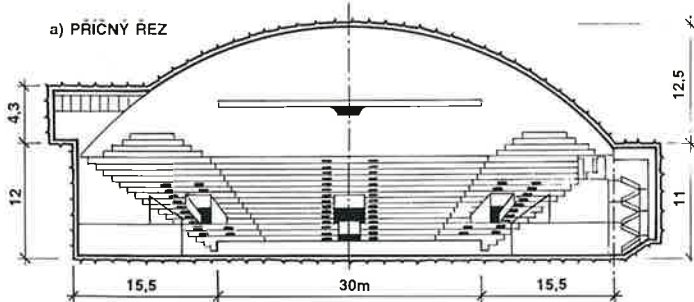
- výsledky výzkumu v oblasti inženýrské geologie i geofyziky a jejich využití v tunelářské klasifikaci, umožňující kvalitní predikci parametrů tunelování,
- výsledky numerického modelování,
- využití progresivních postupů, materiálů a zařízení při tunelování,
- zvláštnosti kontrakčních postupů.

Tyto aspekty lze označit za stěžejní zásady NMT; jimi by se ovšem norský přístup nikterak zvlášť neodlišoval od postupů, které se v posledních 20–30 letech ve světě při tunelování obecně používají.

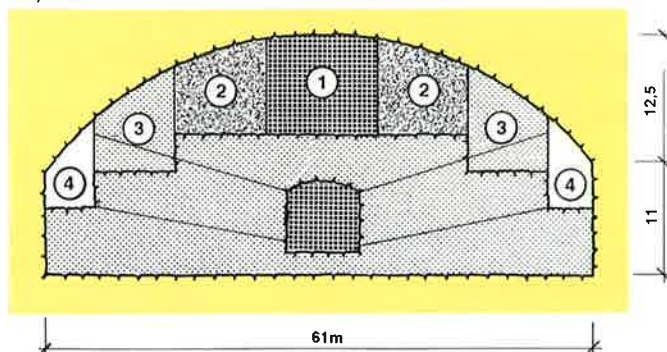
V detailnějším rozboru jsou však specifika NMT jasně patrná:

- Kvalita horninového masivu se posuzuje na základě prestižního norského klasifikačního Q-systému (BURTON et al., 1974):
 - metoda je typická pro použití v **relativně pevných rozpukavých horninách**, včetně rozsáhlejších poruchových zón,
 - ražba se provádí obvykle s využitím trhacích prací, plnoprofilových TBM (Tunnell Bohring Machines), případně ručně v poruchových zónách.
- Návrh výstroje se provádí na základě Q-systému:
 - převládajícím typem výstrojení je **kotvení a stříkaný drátkový beton, vyráběný výhradně mokřím procesem**,

PODZEMNÍ STADION GJØVIK



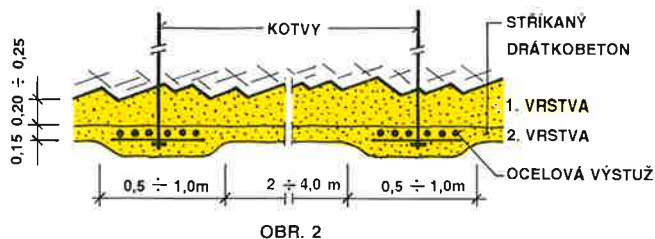
b) SCHÉMA POBÍRÁNÍ



OBR. 1

- výztužné sítě nejsou v současnosti již používány,
 - ocelová oblouková TH-výstroj, případně její příhradové ekvivalenty, nejsou užívány; v poruchových zónách se provádějí ve stříkaném betonu výztužná žebra z betonářské oceli (obr. 2).
 - provizorní výstroj je součástí výstroje definitivní; monolitické betonové ostění se užívá výjimečně, nejčastěji je **definitivní ostění vytvořeno nástřikem další vrstvy drátkobetonu.**
- c) Monitoring (observační měření) není průběžně prováděn a omezuje se pouze na kritické partie masivu.

VÝZTUŽNÁ ŽEBRA V PORUCHÁCH



SROVNÁNÍ S NRTM

Z uvedeného rozboru je zřejmé, že NMT představuje obsahově obecnější postup, který překrývá více tunelovacích systémů (např. ražení porubem, prstencový systém ražení, strojní systém ražení pomocí TBM) a nelze ji dost dobře v plné šíři srovnávat s Novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM).

Jedině v případě, že z úvah vyloučíme ražbu pomocí TBM a bezvýstrojové poruby, lze obě metody porovnat v oblasti prstencového systému ražení. Rozdílů pak není příliš mnoho, dva jsou však podstatné:

- Jako provizorní výstroj se při NMT používá kotvení a **stříkaný drátkobeton**, vyráběný **mokřím procesem; dimenze ostění, stejně jako délka a rozteče kotev se určují na základě Q-systému; schopnost ostění přenášet horninový tlak není obvykle kontrolována konvergenčním měřením.**
- **Definitivní ostění** není separováno od ostění provizorního, naopak tvoří dohromady jeden celek, nástřikovaný **ze dvou vrstev drátkobetonu.**

Ať už je víceleté všeobecné zaujetí NRTM jakkoliv hluboké, nutno konstatovat, že ve vhodných podmínkách představují zásady NMT konečkonců pro návrh i vlastní provádění značné zjednodušení a jsou pravděpodobně jedním z dílčích předpokladů výkonnosti norského podzemního stavitelství. Jejich přiměřené aplikaci v příbuzných podmínkách není ani v naší tunelářské praxi nutné se bránit.

KVALITA HORNINOVÉHO MASIVU

Tak jako u řady dalších moderních tunelářských klasifikací je pro norský přístup charakteristické ocenění kvality horninového masivu kvantitou – v daném případě velikostí indexu Q.

Index Q se určuje na základě empirického systému, který využívá známý index RQD, doplněný pěti dalšími parametry:

- Počtem puklinových systémů J_n ($n \cong$ number),
- nerovností (drsností) puklin J_r ($r \cong$ roughness),
- alterací (zvětráním) ploch diskontinuity nebo vápnlí J_a ($a \cong$ alteration),
- vodním tlakem J_w ($w \cong$ water),
- podmínkami tlakových projevů horninového masivu SRF (stress reduction factor).

Všechny parametry jsou kvantitativně vyjádřeny počtem klasifikačních bodů ($J \cong$ joint), jejich vynásobením dostáváme výslednou hodnotu indexu Q (quality \cong kvalita horninového masivu z hlediska tunelování) – viz. tab. I:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

Tab. I

Kvalita horninového masivu	Index Q
Zcela extrémně špatná	0,001 – 0,1
Extrémně špatná	0,01 – 0,1
Velmi špatná	0,1 – 1
Špatná	1,0 – 4
Dostatečná	4 – 10
Dobrá	10 – 40
Velmi dobrá	40 – 100
Výborná	100 – 400
Extrémně výborná	400 – 1000

Fyzikální význam jednotlivých skupin horninových charakteristik je následující:

Poměr $\frac{RQD}{J_n}$ popisuje velikost horninových bloků,

poměr $\frac{J_r}{J_a}$ charakterizuje meziblokovou smykovou pevnost,

poměr $\frac{J_w}{SRF}$ obsahuje parametry napjatosti horninového masivu.

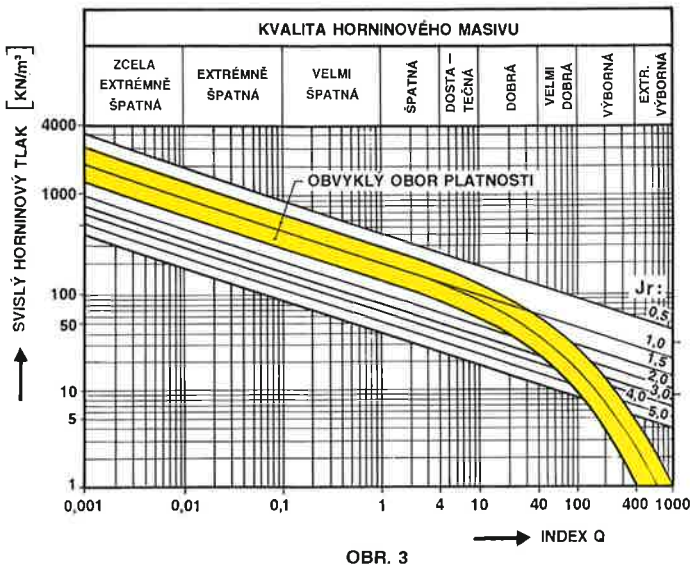
Kvalita horninového masivu je tudíž do značné míry závislá především na rozpuštění masivu, neboť přetvoření masivu probíhá především podél predisponovaných ploch nespojitosti (puklin, poruchových partií) a deformace vlastní horninové hmoty je již méně významná (ŠEDIVÝ, 1983).

PŘEDPOVĚĎ
PARAMETRŮ TUNELOVÁNÍ

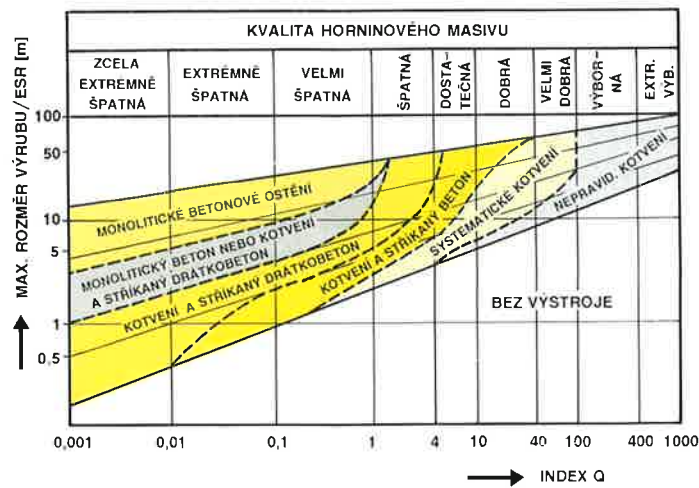
S indexem Q jsou kromě základní škály kvality horninového masivu svázány nejvýznamnější veličiny, ovlivňující návrh a realizaci podzemního díla, např.:

- tlak na výstroj (obr. 3),
- způsob vystrojení (obr. 4).

Celý Q-systém je na základě stále rostoucího souboru hodno-



OBR. 3

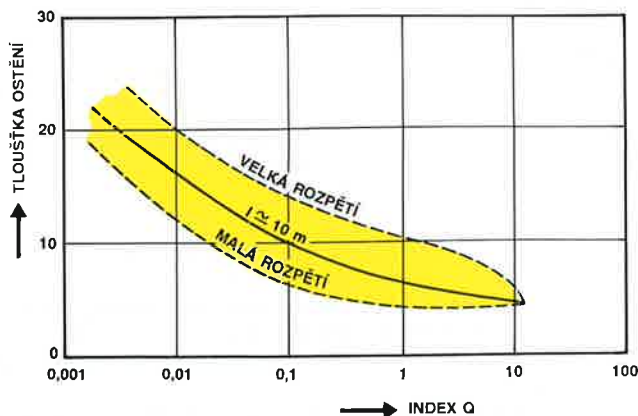


OBR. 4

cených případů zdokonalován s ohledem na modernizaci tunelářských technologií. Diagram pro určení velikosti tlaku na výstroj je např. jednou ze závislostí, stanovenou z původních 212 hodnotných případů; diagram pro určení způsobu vystrojení je pozdějšího data (GRIMSTAD, 1986) a souvisí s dokonalým zvládnutím technologie stříkaného betonu mokřým procesem; pro určení jeho dimenzí byl v téže práci publikován diagram uvedený na obr. 5.

Je zřejmé, že Q-systém je zaměřen především na predikci bez-

DIMENZE STŘÍKANÉHO DRÁTKOBETONU



OBR. 5

úhonného chování horninového masivu při tunelování (existuje diagram pro stanovení maximálního rozpětí nezajištěného výrubu) a predikci způsobu a dimenzí výstroje. Tím se dost podstatně liší od postupu NRTM, při níž dimenze primárního ostění a okamžik realizace sekundární výstroje je závislý na výsledcích observačních měření (v málo kvalitních měkkých horninách při větších rozměrech výrubu je ovšem tento postup oprávněný).

Ve většině případů je všeobecně uznávané ocenění kvality horninového masivu a následný návrh tunelování výstroje na základě Q-systému plně akceptován všemi účastníky výstavby, a to i v případech neočekávaných změn podmínek ražby. Tendrová dokumentace pokrývá podmínky předem zjevné, neočekávané podmínky zjištěné při stavbě a objektivizované na základě Q-systému, jsou obvykle bez problémů odsouhlaseny všemi partnery. Že tento způsob dobře funguje, vyplývá z toho, že ani při obrovském objemu tunelářských prací prakticky neexistují v Norsku v této sféře právní spory (BURTON et al., 1992).

Při výstavbě nejnáročnějších typů podzemních staveb (kaverny, podmořské tunely) je predikce plynoucí z Q-systému obvykle doplňována dalšími postupy, které svou kvalitou odpovídají požadavkům investorů na vysokou úroveň projektu.

Významná jsou jednak geofyzikální měření zejména seismickou tomografií, jejíž výsledky jsou opět využity v Q-systému na základě korelace mezi indexem Q a rychlostí šíření podélných seismických vln (BURTON, 1991), jednak jsou stanovené predikce ověřovány velmi kvalitním numerickým modelováním, např. metodou UDEC-BB (CHRYSANTHAKIS et al., 1991).

SFR + B - NEJFREKVENTOVANĚJŠÍ ZPŮSOB VYSTROJENÍ PŘI NMT

Zdánlivě nesrozumitelná šifra, uvedená v nadpisu odstavce, představuje zavedené označení typu výstroje, které je jasné i v norské transkripci – fiberarmert sroytbeton og bolting.

Možnosti a přednosti svorníkové (kotevní) výstroje jsou v podzemním stavitelství všeobecně známé; pokud se týká **stříkaného drátkobetonu**, lze totéž vyslovit v plné míře pouze v souvislosti s NMT.

Stříkaný drátkobeton je mimořádně vhodný jako ostění tunelů v tvrdších a rozpukaných horninách, pro něž je typický nepravidelný povrch s nezaviněnými nadměrnými výlomy. Vzhledem k rovnoměrnému kompozitnímu charakteru a vynikajícím fyzikálně-mechanickým vlastnostem, je drátkobeton schopen přenášet vysoká namáhání v tlaku i v tahu a využívat k tomuto přenosu celou průřezovou výšku nastříkaného betonu v daném místě ostění.

Touto vlastností se drátkobeton m. j. výrazně odlišuje od stříkaného betonu vyztuženého sítěmi, jehož únosnost je velmi nejasná, vzhledem k neurčité poloze výztuže v jednotlivých průřezech.

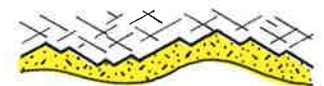
Navíc se mohou při tradičním stříkání na výztužné sítě vytvářet, vzhledem ke zvýšenému odrazu stěrkových zrn na drátech výztužné sítě, špatně zastříkané kapsy a dutiny a tím nekvalitní spojení nastříkaného ostění s horninovým masivem.

K dalším přednostem patří rovnoměrná tloušťka nastříkaného drátkobetonu (obr. 6), což znamená často výrazně nižší spotřebu nastříkaného betonu.

TVAR TUNELOVÉHO OSTĚNÍ



a) ZE STŘÍKANÉHO BETONU SE SÍTÍ



b) ZE STŘÍKANÉHO DRÁTKOBETONU

OBR. 6

Souhrnně je možno konstatovat, že náhrada tradičně vyztuženého stříkaného betonu drátkobetonem vedla v Norsku ke zvýšení kvality tunelových ostění, zvýšení bezpečnosti minérů, snížení pracnosti a úspore času i materiálu, z čehož rezultuje více než 50 % snížení nákladů.

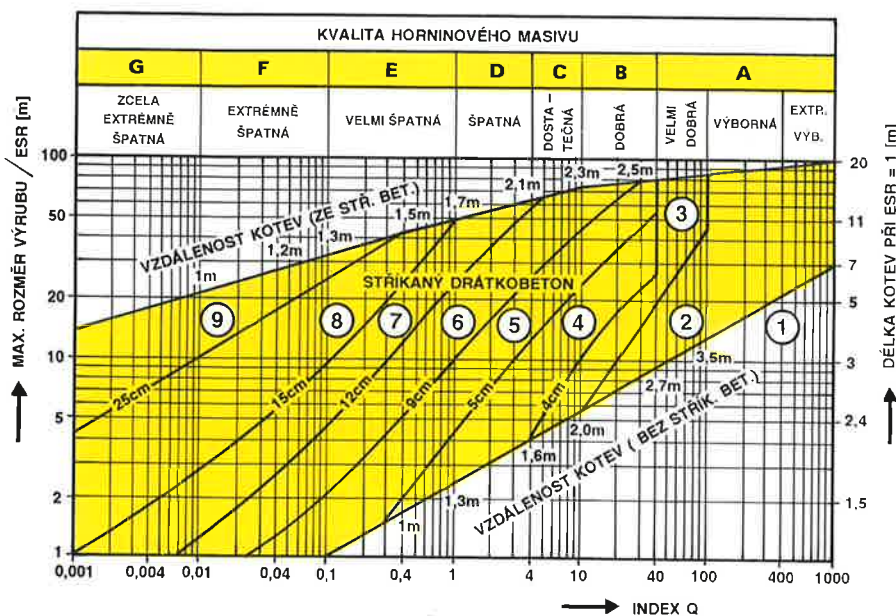
Z nejnovější verze Grimstadova diagramu pro návrh výstroje podzemního díla v závislosti na indexu Q je patrné, jak širokou oblast použití výstroj ze stříkaného drátkobetonu pokrývá – v různých tloušťkách od extrémně špatné až k velmi dobré kvalitě horninového masivu (obr. 7).

Přehled a užívané symboly jednotlivých typů výstroje, označených v diagramu položkami 1) až 9), je následující:

- 1) Bez výstroje, (NONE = No Support Needed).
- 2) Nepravidelné kotvení, (Bs = Spot Bolting).
- 3) systematické kotvení, (B = Bolting).
- 4) Systematické kotvení a stříkaný beton 4 – 10 cm, (B+s = B + shotcrete).

Ozn.	Druh stavby (dle účelu)	ESR
A	Dočasné těžební otvírky	3 – 5
B	Šachty	2
C	Trvalé těžební otvírky, netlakové nebo nízkotlaké hydrotech. tunely, dílčí výrubu u velkých výlomů	1,6
D	Sklady, čistírny odpadních vod, menší silniční a železniční tunely, kolektory	1,3
E	Podzemní elektrárny, velké komunikační tunely, stavby pro CO, garáže, parkoviště	1,0
F	Nukleární zařízení, nádraží a stanice, továrny, sportoviště	0,8

Tab. II



- 5) Kotvení a stříkaný drátkobeton 5 – 9 cm, (Sfr + B = Steel fibre reinforced shotcrete + B).
- 6) Kotvení a stříkaný drátkobeton 9 – 12 cm, (Sfr + B).
- 7) Kotvení a stříkaný drátkobeton 12 – 15 cm, (Sfr + B).
- 8) Stříkaný drátkobeton > 15 cm, kotvená armovaná žebra ze stříkaného betonu, (Sfr + B + RRS = Reinforced Rib of Shotcrete), případně monolitické betonové ostění, (CCA = Cast Concrete Arches).
- 9) Monolitické betonové ostění, (CCA).

Obě vertikální stupnice diagramu pro návrh výstroje tunelu na základě indexu Q jsou závislé na veličině ESR (Excavation Support Ratio). Touto veličinou je respektován požadavek diference spolehlivosti podzemních staveb v souvislosti s jejich účelem. Zvýšení bezpečnosti návrhu se docílí snížením hodnoty ESR (tabulka II).

Jakmile je veličina ESR stanovena, je možno z diagramu na základě velikosti indexu Q stanovit směrodatnou tloušťku stříkaného ostění včetně rozteče a délky svorníků.

SLOŽENÍ A VÝROBA STŘÍKANÉHO DRÁTKOBETONU

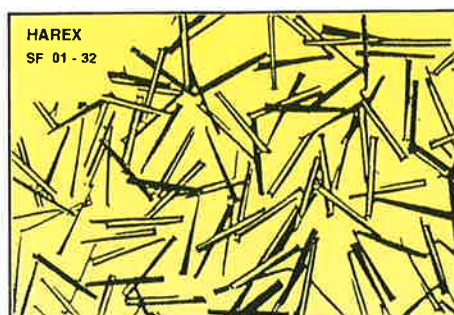
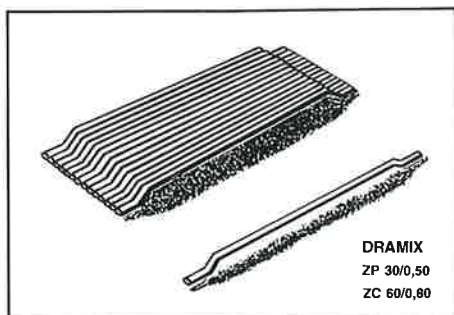
Kvalita stříkaného drátkobetonu je podmíněna složením betonové směsi, která rámcově obsahuje:

- cement v min. množství 400 kg/m³,
- kamenivo 0 – 8 mm,
- mikrosilika (ms) v množství 5 – 10 % váhy cementu,
- plastifikátor 0,15 – 0,3 % váhy cementu,
- superplastifikátor do 1 % váhy cementu (dle poměru $\frac{w}{c} + ms$),
- urychlovač tuhnutí (dávkování dle typu),
- drátky v množství 1 – 2 % objemu betonové směsi (obvykle 75 až 100 kg/m³).

K nejznámějším typům drátků do betonu (obr. 8) patří značkové výrobky HAREX (BRD) a DRAMIX (Belgie). Výrobci zaručují bez-

problémové rozptýlení drátků v betonu. Při mokřém procesu jsou používány drátky DRAMIX; tyto drátky, spojené rychle rozpustným lepidlem do plochých „táflí“, je možno při přípravě betonové směsi jednoduše považovat za další přísadu, která je ve směsi rozmíchána a v nastříkaném betonu rovnoměrně rozptýlena.

TYPY DRÁTKŮ



OBR. 8

Typické příklady návrhu směsí pro betony C 25 a C 35 (obdobu našich betonů B 25 a B 30) jsou uvedeny v tabulce III (BROCH - NILSEN, 1992). Tyto třídy jsou obvykle požadovány pro provizorní a definitivní ostění.

Pro podmořské tunely jsou požadovány stříkané drátkobetonu s krychelnou pevností minimálně 45 MPa, pro sekundární ostění kaveren betonu s krychelnou pevností 50 MPa.

Stříkaný drátkobeton lze vyrábět jak suchým, tak mokřím postupem. Stříkání se nikterak podstatněji neliší od stříkání prostého betonu; u suchého postupu je však třeba počítat s poměrně značným odrazem ocelových vláken od nástřikové plochy (až 30 %). Vhodnými přísadami pro zvýšení přilnavosti (křemičité úlety – mikrosilika) lze procento odpadu snížit.

Tab. III

Složení směsi		C 25	C 35
Cement	[kg]	440	525
Mikrosilika	[kg]	35	40
Kamenivo	[kg]	1550	1470
Drátky	[kg]	75	75
Plastifikátor	[l]	3	3
Superplastifikátor	[l]	—	3
Poměr $\frac{w}{c} + ms$		0,50	0,42
Urychlovač (křem. sodný)	[l]	20	20

V Norsku se dnes (po absolvování vývojových etap výroby stříkaného betonu – suchý proces → mokřý proces → drátkobeton) vyrábí drátkobeton výhradně mokřím procesem.

Hlavními výhodami mokřého procesu jsou:

- vyšší výkon (18 – 20 m³/hod.),
- podstatně menší odpad betonové směsi (5 – 10 %),
- nedochází prakticky k odrazu a odpadu samotných drátků,
- stálejší kvalita betonu,
- s přidáním mikrosilik vynikající přilnavost a pevnostní parametry včetně počátečního nárůstu,
- značné zlepšení pracovních podmínek při nástřiku.

Pro dosažení vysoké technické i ekonomické efektivity mokřého procesu stříkaného drátkobetonu byly v Norsku vytvořeny postupem času výborné předpoklady materiální. Komplexní zařízení na mokrou výrobu i ukládání stříkaného drátkobetonu, montované na podvozek nákladního automobilu, obsahuje:

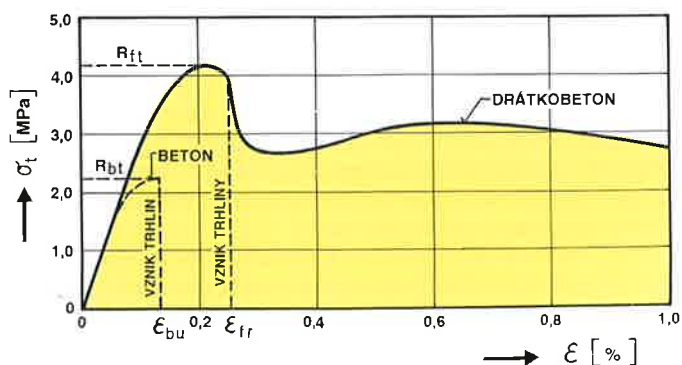
- čerpadlo na beton s výkonem 15 – 20 m³,
- manipulátor na stříkání betonu s kabinou operátora,
- kompresor na elektrický nebo dieselový pohon,
- transformátor (v norských tunelech je rozvod stlačeného vzduchu nahrazen elektrickým rozvodem 660 V),
- naviják se 100 m elektrického kabelu,
- vysokotlaké zařízení na čištění stříkaného komplexu.

FYZIKÁLNĚ - MECHANICKÉ VLASTNOSTI DRÁTKOBETONU

Drátkobeton je ve srovnání s prostým betonem materiál kvalitnější, houževnatější. Rozptýlená výztuž zachycuje převážně tahová namáhání a brání vzniku mikrotrhlin od smršťování betonu a rozvoji tahových trhlin v konstrukci.

Působením drátků je podstatně ovlivněn pracovní diagram drátkobetonu v tlaku a zejména v tahu (obr. 9).

TAHOVÝ PRACOVNÍ DIAGRAM



OBR. 9

U drátkobetonu (plná čára) je patrný jednak podstatný vzrůst pevnosti v tahu R_{ft} , jednak drátky zajišťují schopnost drátkobetonu deformovat se a přenášet tahová namáhání i po překročení vrcholové tahové pevnosti a vzniku trhlin. Mezní poměrné protažení

drátkobetonem jsou mnohonásobně větší (10 až 30x) než u prostého stříkaného betonu, který se již při malém poměrném protažení poruší křehkým lomem v trhlině (BARTÁK, 1993).

Vzrůst tahové pevnosti drátkobetonem je zhruba lineárně závislý na hodnotě objemového vyztužení μ_v , a lze ji přibližně určit výpočtem. Pro drátkobeton s krychelnou pevností $R_{bg} = 40$ MPa a objemovým stupněm vyztužení $\mu_v = 1,0$ % lze za výpočtově i experimentálně doloženou zaručenou pevnost v tahu považovat hodnotu 3,5 MPa, pro beton s obj. stupněm vyztužení $\mu_v = 1,5$ % hodnotu 4,5 MPa.

Drátkobeton vykazuje lepší hodnoty i u dalších pevnostních charakteristik, zvyšuje se jeho vodonepropustnost (díky nízkému koeficientu $\frac{w}{c} + ms$) a odolnost proti korozi oxidací i bludnými proudy.

ZÁVĚR

Norsko jako země s pouhými čtyřmi miliony obyvatel skutečně vykazuje mimořádný objem tunelovacích prací nejen v evropském, ale i světovém měřítku. Absolutní hodnoty dosažovaných výkonů jsou impozantní.

Např. kubatury podzemních výrubů v posledních letech obnášejí:

- více než 1 milion m^3 /rok u silničních tunelů,
- více než 3 miliony m^3 /rok u hydrotechnických štol a tunelů,
- více než 4 miliony m^3 /rok u podzemních kaveren a souvisejících tunelů.

Pro orientační srovnání uvedme údaje z našich staveb:

- Strahovský tunel – v letech 1986 až 1992 byl celkový objem realizovaných výlomů cca 202.000 m^3 *) (METROSTAV, Vojenské stavby),
- kaverny podzemní přečerpávací elektrárny Dlouhé stráně a související tunely – v letech 1978 až 1990 byl celkový objem realizovaných výlomů cca 284.000 m^3 *) (SUBTERRA).
- Ročně je v Norsku jako provizorní a definitivní výstroj aplikováno 50 – 60.000 m^3 stříkaného drátkobetonu, vyráběného mokřým procesem.
- Na stavbě vodního díla Meråker bylo v roce 1990 při ražbě plno-profilovým razicím strojem Robbins \varnothing 3,5 m dosaženo výkopu 426 bm /týden (při stohodinovém pracovním týdnu).

K těmto hodnotám u nás neexistují žádné srovnatelné výkony, i když nelze zcela pominout např. práce Železničního stavitelství v oblasti suchého stříkaného drátkobetonu (SOJKA, 1991), SUBTERRY v oblasti strojního ražení a mokrého stříkaného betonu u Vojenských staveb v aplikacích monolitického drátkobetonu.

Zjevná úspěšnost NMT vybízí k následování, protože její predikční charakter, odvozený ze stovek až tisíců vyhodnocených ražeb, zřetelně vyhovuje (pro běžnější případy) statické imperfekci problémů podzemního stavitelství.

Odborníkům nejsou skryty problémy se stanovením velikosti a rozdělení horninových tlaků na tunelové ostění, **zejména v rozpukání horninových masivech**. Geostatickou napjatost je nutno pokládat obecně za pouhou (sice snadno určitelnou), ale velmi nejistou aproximaci skutečného stavu.

Určení vnitřních sil na základě i teoreticky renomovaných postupů je při nejistém zatížení a zcela nepravidelném skutečném průběhu střednice stříkaného ostění, závislém na nezaviněné i zaviněné „rozevlátém“ líci výrubu, opět pouhou nejistou aproximací.

Z téhož důvodu i aplikace exaktních návrhových metod, typických pro betonové a zejména železobetonové konstrukce, nemají splněny základní geometrické předpoklady pro stanovení působení vnitřních sil v průřezech.

Všechny tyto neurčitosti dosti často v souhrnu (ale i jednotlivě) přesahují i vyšší míru nepřesnosti všeobecně snesitelnou u statických výpočtů v geotechnice.

Využití blízkého i vzdálenějšího podpovrchu bude v příštích desetiletích nepochybně předmětem mnoha projektových záměrů i skutečných realizací. Řada podzemních staveb dává možnost ovlivnit výběr stavební lokality především s ohledem na geologické poměry (podzemní vodojemy, čistírny odpadních vod, sklady nejrozličnějšího typu, elektrárny, úložiště odpadů aj.). Tato situace „volnější“ díla je možné a vhodné umístit do horninového masivu slušné kvality, i když tektonickému porušení se v našich poměrech prakticky nedá vyhnout.

Ze všech těchto důvodů je možnost inspirace Norskou metodou tunelování jako celkem, nebo jen jejími některými dílčími náležitostmi, nezanedbatelnou šancí pro rozvoj podzemního stavitelství v našich leckde příbuzných podmínkách. Základy jsou položeny klasifikací dle indexu QTS a nezadržitelným rozmachem nástřikových technologií v zajišťování podzemních výrubů.

LITERATURA

1. **BARTÁK, J. (1993):** Studie únosnosti drátkobetonu. 13. geotechnické symposium, Brno 1993, s. 49–53.
1. **BURTON, N. - LIEN, R. - LUNDE, J. (1974):** Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support. Norwegian Geotechnical Institute, Publication n. 106.
3. **BURTON, N. (1991):** Geotechnical Design. World Tunnelling, Nov. 1991 - WT Focus.
4. **BURTON, N. et al. (1992):** Norwegian Method of Tunnelling. World Tunnelling, June, Aug. 1992 - WT Focus on Norway.
5. **BROCH, P. - NILSEN, B. (1992):** Steel Fibre Reinforced Shotcrete. Report University of Trondheim n. 18, 1992, 16 p.
6. **GRIMSTAD, E. et al. (1986):** Classification of Rock Masses with Respect to Tunnel Stability - New experiences with the Q-system. Geoteknikk, Tapir Press (in Norwegian).
7. **CHRYSSANTHAKIS, P. - MONSEN, K. - BURTON, N. (1991):** Tunnelling in Jointed Rock Simulated on a Computer. Tunneler og Undergrunnsanlegg 1989 – 1991, NTNFP Programme, Oslo (in Norwegian).
8. **SOJKA, J. (1991):** Směrnice pro stříkání (suché) betonové směsi vyztužené ocelovými vlákny v tunelovém stavitelství. TOS č. 87 ČSD (návrh), Brno 1991, 57 s.
9. **ŠEDIVÝ, M. (1983):** Tunelářské klasifikace. Technická informace, Stavební geologie Praha, 1983, 22 s.

*) Údaje umožňují pouze ilustrativní porovnání objemů; Ihůty výstavby jsou ovlivněny řadou specifických vlivů.

ŠTYRI STAVBY ŠTYRI RÔZNE TECHNOLÓGIE

DOC. ING. FRANTIŠEK KLEPSATEL, CSc. - ING. JURAJ RYBANSKÝ,
KATEDRA GEOTECHNIKY Svf STU BRATISLAVA

DURING 1992/93 IN BRATISLAVA FOUR CONSTRUCTION WORKS WERE STARTED SERVING FOR THE IMPROVEMENT, EXTENSION OF UNDERGROUND INSTALLATIONS NETWORK. THESE CONSTRUCTIONS ARE NOT VERY EXTRAORDINARY AS FAR AS THE EXTENT OF WORKS IS CONCERNED. THE WEALTH OF IDEAS AND TECHNICAL DESIGNS IS WHAT IS MOST INTERESTING ABOUT THESE CONSTRUCTIONS TAKING INTO ACCOUNT THE GEOLOGICAL AND TOPOGRAPHIC CONDITIONS ON SITES.

1. REKONŠTRUKCIA PODKOLIBSKÉHO VODOVODU

ÚČEL VÝSTAVBY

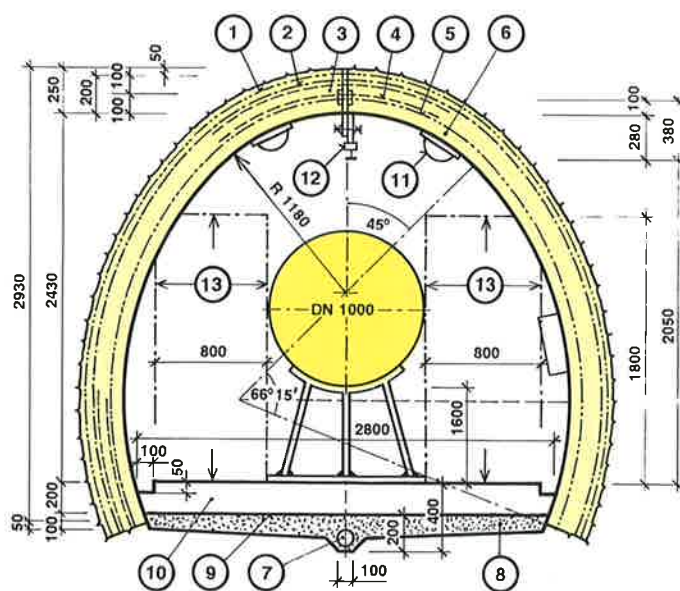
Prepojenie vodovodu Vtáčnik - Koliba, vybudované v roku 1975 uložením oceľového potrubia DN 1000 mm v otvorenom výkope bolo málo účinné, lebo potrubie bolo zaústené do vodojemu 5,65 m nad jeho dnom. Prijalo sa preto rozhodnutie vybudovať nové potrubie so zníženou niveletou. V dôsledku členitosti terénu a v snahe šetriť aj životné prostredie v tejto zazelenenej, riedko zastavanej oblasti, navrhol projektant voľné uloženie potrubia na úseku dĺžky 90 m v štôlni razenej banicky - pomocou trhavín s trhacími prácami obmedzeného rozsahu.

GEOLOGICKÉ POMERY LOKALITY

Zárez Podkolibskej cesty je zabezpečený 1,2 až 2,1 m vysokým zárubným múrom, nad ktorým je svah sklonu až 60°. Pod 0,3 - 0,4 m vrstvou ornice do hĺbky 1,7 až 2,5 m siahajú deluviálne piesčité hliny s vysokým obsahom sfudy, zrn kremeňa a živcov, ktoré sú dôsledkom zvetrania žuly. Konzistencia týchto zemín je pevná až tvrdá. Pod nimi je do hĺbky až 5,0 m zvetralý eluviálny plášť a hlbšie zvetraná pegmatitická žula s otvorenými puklinami, rozvoľnená, drobná a rozpadavá. Masív je suchý, keďže je vlastne pod nadložími výšky 5,0 - 8,5 m.

TECHNOLÓGIA VÝSTAVBY

Kolektor je klenutého, dole otvoreného prierezu svetlých rozmerov 2800 x 2430 mm s prierezom výrubu 3300 x 2930 mm (obr. 1). Dočasný výstroj prierezu tvorí oceľová sieťovina so striekaným betónom hrúbky 50 mm, podopretá oceľovými skružkami K24 typu 00-04 osadzovanými podľa tlačivosti horniny vo vzdialenostiach 0,4 až 1,1 m. Definitívny výstroj sa budoval postupne: najprv sa priestor medzi skružkami zaplnil striekaným betónom, potom sa na lí-



OBR. 1 PRIEČNY REZ VODOVODNOU ŠTÔLNOU

1 - oceľová sieťovina, 2 - striekaný betón hrúbky 50 mm, 3 - oceľová skruž K24, 4, 6 - striekaný betón hrúbky 100 mm, 5 - oceľová sieťovina, 7 - drenáž Ø 100 mm, 8 - piesčitý štrk, 9 - izolačná fólia, 10 - betón B20, 11 - svietidlo, 12 - monorail, 13 - manipulačný priestor

ce skruží navarilo drôtené pletivo a naniesla ďalšia vrstva striekaného betónu hrúbky 100 mm. Dno štôlny je z betónu B20 hrúbky 200 mm. Podkladaná vrstva z piesčitého štrku je vyspádovaná k pozdĺžnej drenáži Ø 100 mm.

Vodovodné potrubie je uložené v osi štôlny na oceľovej úložnej konštrukcii. V strope štôlny je zavesená koľaj, ktorá bude slúžiť v prípade potreby pri výmene potrubia.

Maximálny pozdĺžny sklon štôlny je 56,3 ‰. Trasa štôlny je lomená o 60°, pričom polomer oblúka je len cca 5,0 m. Problémy pri výstavbe spôsobil podchod Podkolibskej cesty, v osi ktorej je vedený kanalizačný zberač. Tento bol pri výstavbe porušený - bolo ho potrebné podchytiť a opraviť. Výstavba bola ukončená v novembri 1993.

2. KOLEKTOR POD HRADOM

ÚČEL VÝSTAVBY

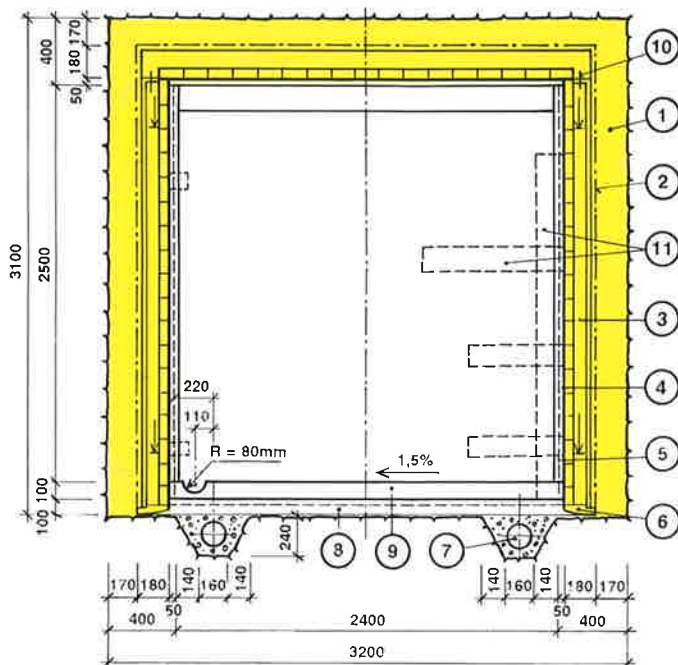
Spoločné vedenie inžinierskych sietí technického vybavenia Bratislavského hradu.

GEOLOGICKÉ PODMIENKY

Celé záujmové územie je tvorené gravitoidným masívom, pokrytým kvartérnymi sedimentmi. Žula je pri povrchu zvetraná a má miestami charakter sute až žulového piesku. Lokalita výstavby je nad HPV. Reliéf skalného podložia je veľmi členitý, depresie sú zaplnené navážkami hrúbky 1,7 až 4,8 m.

TECHNOLÓGIA VÝSTAVBY

Trasa kolektora má celkovú dĺžku cca 500 m a je rozdelená na vetvy A až D. Prierez kolektora je obdĺžnikový. Vetva A má svetlý prierez 2400 x 2500 mm a prierez výrubu 3100 x 3200 mm, vetvy B, C a D majú svetlý prierez 2100 x 2200 mm a prierez výrubu 2800 x 2850 mm. Hornina sa rozpojuje ručne. Predpokladaná dĺžka záberu 1,2 m sa v prípade zhoršenia geologických podmienok



OBR. 2

OBR. 2 PRIEČNY REZ KOLEKTORA POD HRADOM V BRATISLAVE

1 - monolitický vodostavebný betón V-8, 2 - oceľová sieťovina, 3 - rámy z nosníkov I č. 18, 4 - železobetónové pažnice, 5 - striekaný betón 50 mm, 6 - oceľový nosník I č. 16, 7 - drenážna rúrka Ø 160 mm, 8 - podkladný betón hrúbky 100 mm, 9 - betón dna, 10 - zváraný spoj, 11 - zváraná úložná konštrukcia

nok skrácuje a v prípade potreby sa prechádza aj na hnané pažnice z pažníc UNION.

Zabezpečenie výrubu je zrejme z obr. 2. Dočasný výstroj tvorí rámy, zvarené z valcovaných nosníkov I č. 18 (stojiny a stropnica), resp. I č. 16 (dno). Výrub sa paží pomocou oceľových

sietí. Nosné rámy sú pozdĺžne rozopreté a stabilizované uholníkmi 50 x 30 x 5 mm. Na zachytenie zrážkových a puklinových vôd je na dne výrubu pozdĺžna drenáž DN 160, do ktorej sú zaustené drenážne zvodnice z flexibilných PVC rúriek DN 30, osadených na líce výrubu vo vzdialenostiach 1,5 m.

Definitívny výstroj tvorí monolitický vodostavebný betón V-8, ktorý sa čerpá za „stratené debnenie“ zo železobetónových pažníc zasúvaných za príruby I nosníkov. Začína sa podkladným betónom, pokračuje symetrickou betonážou stien a stropu s dotesením ostena a dutín za ním injektážou ílocementovou suspenziou (C:I = 1 : 2) cez dvojice injekčných otvorov, vzdialených cca 0,6 m. Na nezabetónované príruby I nosníkov sa potom privarujú úložné konzoly pre potrubia a káble a na líce ostena sa nastrieka 50 mm vrstva betónu. Nakoniec sa dobetónuje dno s jednostranným priečnym sklonom 1,5 % k odvodňovaciemu žliabku.

Trasu kolektora krížilo niekoľko poruchových zón, pozdĺž ktorých došlo k viacerým závalom. Výška nadložia presahuje 10 m. Výstavba začala v januári 1991 a predpokladaný termín dokončenia je v decembri 1995. Projekt vypracovali INCO Bratislava.

3. REKONŠTRUKCIA KANALIZAČNÉHO ZBERAČA STRAKOVA UL. HVIEZDOSLAVOVO NÁM.

ÚČEL VÝSTAVBY

Kanalizačný zberač v predmetnom úseku bol vajcovitého prierezu svetlých rozmerov 400/600 mm. Zberač bol z betónu, ktorý je prestárly, priepustný, miestami silne poškodený, takže strácal statickú funkciu. Prípojky sú v dobrom stave. Celková dĺžka rekonštruovaného úseku je 180 m.

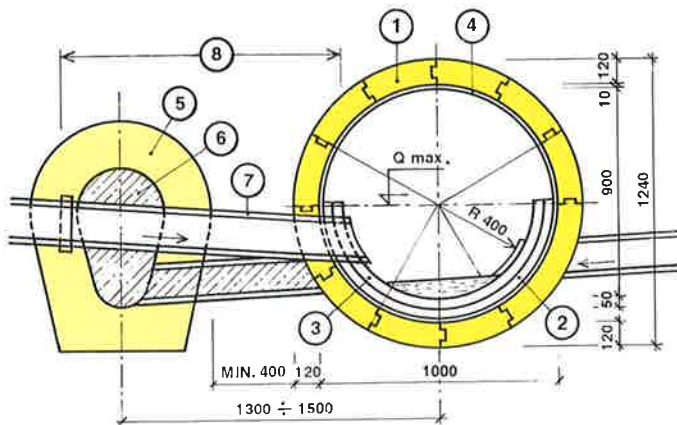
GEOLOGICKÉ PODMIENKY

Veľmi heterogénny navážkový materiál, zväčša súdržný, s obsahom pevných úlomkov (tehly a pod.) nad hladinou podzemnej vody.

SPÔSOB REKONŠTRUKCIE

Pôvodný projekt vypracovaný projektovou organizáciou INPROP predpokladal súbežné razenie nového zberača kruhového prierezu DN 1000 mm. Ostenie sa malo montovať z 12-tich železobetónových segmentov hrúbky 120 mm a dĺžky 300 mm, vystužených zvaranou sieťovinou (obr. 3). Razenie a montáž ostena sa mala realizovať ručne s využitím doby stability nezapaženého výrubu. Osová vzdialenosť nového a starého privádzača je len 1,3 až 1,5 m.

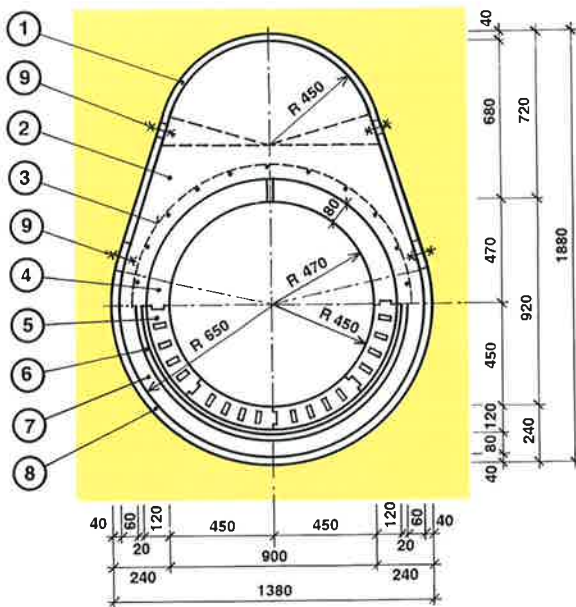
Keďže pracovné podmienky razičov by boli pri navrhovanej technológii výstavby krajne obtiažne a pracovný postup pomalý, bola technológia výstavby prepracovaná. Razil sa výrub klenutého prierezu rozmerov 1880 x 1380 mm, ktorého tvar bol v maximálnej miere prispôsobený svetlému prierezu stoky (obr. 4). Razilo sa po záberoh dĺžky cca 300 mm, pričom výrub bol dočasne zabezpečený pažnicami UNION, ohnutými do požadovaného tvaru. Výstroj sa montoval zo štyroch segmentov, bodovo zvarovaných. Dno takto zabezpečeného výrubu sa upraví do požadovaného tvaru a sklonu podkladným betónom, na ktorý sa ukladajú dol lôžka z cementovej malty MC 100 s prísadou DUVILAXU keramické segmenty až po horizontálnu os svetlého prierezu zberača (4 ks). Kruhový prierez sa uzatvára dvomi železobetónovými segmentmi. Nadvýlom sa začerpal zmesou cementu a elektrárenského popol-



OBR. 3

OBR. 3 NAVRHOVANÝ PRIEČNY REZ KANALIZAČNÝM ZBERAČOM

1 - železobetónový segment, 2 - cementová malta, 3 - kameninové žľabovky, 4 - izolačný náter 2 x CEVOS, 5 - stará betónová stoka, 6 - zabetónované, 7 - prípojka DN 150 (200), - predĺženie prípojky



OBR. 4

OBR. 4 PRIEČNY REZ REALIZOVANÝM ZBERAČOM

1, 8 - ohýbané pažnice UNION, 2 - vyplnený nadvýlom, 3 - oceľová sieťovina, 4 - železobetónový segment, 5 - keramický segment, 6 - cementová malta, 7 - podkladný (vyrovňavací) betón, 9 - spoje

čeka, rovnako ako starý zberač. Kanalizačné prípojky, keďže sú vo vyhovujúcom stave nebolo potrebné rekonštruovať, len podľa polohy predĺžiť, resp. skrátiť.

Prípojky sú do zberača zaústené v šachtách. Celkom bolo vybudovaných 7 šachtí, spravidla v priestore starých prevádzkových šachtí. Každá šachta slúžila ako pracovná - na razenie aj odťažbu výkopku. S ohľadom na priestorovo stiesnené podmienky v historickom jadre mesta boli rozmery šachtí miniaturizované a pri šachtách bol povolený záber len cca 6 m² plochy na zariadenie staveniska. Šachty boli zabezpečené prílohným, resp. hnaným pažením. Pôdorysné rozmery šachtí sú len 1,2 x 1,2 m, resp. 1,8 x 2,4 m.

Rekonštrukciou sa zvýšila kapacita stoky z pôvodných 59,07 l/s na 711,6 l/s, resp. 294,2 l/s pri polovičnom plnení. Predpokladaná doba výstavby - 3 mesiace bola dodržaná. Rekonštrukčné práce boli dokončené v decembri 1993. Všetky uvedené stavby realizovala firma Ing. Ján Fabrický - Špeciálne činnosti Bratislava.

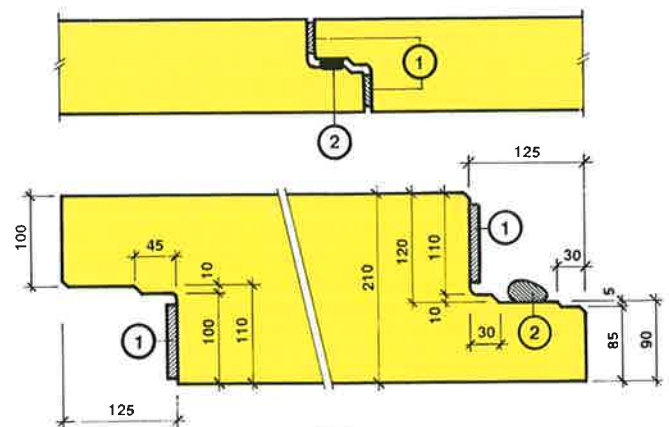
4. PREDĹŽENIE KMEŇOVEJ STOKY „G“ V MESTSKEJ ČASTI PODUNAJSKÉ BISKUPICE

ÚČEL VÝSTAVBY A GEOLOGICKÉ PODMIENKY

Predĺženie kmeňovej stoky „G“ pod Máchovou ulicou vychádza z koncepcie odkanalizovania Podunajských Biskupíc. Geologické podmienky v trase výstavby boli veľmi jednoduché: všetky práce sa realizovali v aluviálnych dunajských piesčitých štrkoch nad hladinou podzemnej vody.

TECHNOLÓGIA VÝSTAVBY

Výstavbu realizoval š. p. Banské stavby Prievidza technológiou pretláčania železobetónových rúr typu TZR 131-160. Svetlý priemer rúr DN 1600 mm, vonkajší priemer D 2010 mm a dĺžka L 2000 mm. Spoje rúr sú upravené na polodrážku (obr. 5). Rúry vyrába ZIPP Bratislava.



OBR. 5

USPORIADANIE SPOJA ŽELEZOBETÓNOVÝCH RÚR TZR 131-160

a) Uzatvorený spoj, b) Detail

1 - impregnované drevotrieskové prstence, 2 - gumený tesniaci prstenec sličkového prierezu

Z pracovnej šachty Š3 pôdorysných rozmerov 7,8 x 4,5 m, umiestnenej na okraji komunikácie tak, aby doprava po Máchovej ulici nebola príliš narušená sa pretlačali 2 úseky dĺžky 82 m k šachte Š4 a 92 m k šachte Š2. Šachty boli zabezpečené prílohným pažením z pažnic UNION a rozpernými ráhami. Oporné steny pre pretláčanie boli monolitické, betónové. Na pretláčanie sa použila súprava PS - 1700/2000, vyvinutá a vyrobená š.p. Banské stavby. Maximálna tlačná kapacita súpravy je 13000kN. Keďže túto stavbu možno považovať za „generálku“ Banských stavieb na oveľa náročnejšiu rekonštrukciu „C“ zberača, príprave bola venovaná veľká pozornosť. Starostlivo sa kontrolovala kvalita dodávaných rúr (hladkosť povrchu, kolmosť čiel rúr a kruhosť prierezu).

Vzhľadom na relatívne nepriaznivé geologické podmienky a výšky nadložila bola zatlačacia sila veľká - dosiahla až 10600 kN. Po dosiahnutí tlačnej sily cca 9000 kN sa pristúpilo k realizácii mazacích injektáží, ktorých účinnosť je však veľmi iluzórna. Obidva pretlaky však boli dokončené kvalitne a s dodržaním nivelety.

PROVÁDĚNÍ VODOTĚSNÝCH IZOLACÍ NA STAVBĚ TRAŤOVÉHO TUNELU PRAŽSKÉHO METRA

ING. FRANTIŠEK ŘEHOŘ, METROSTAV A.S., DIVIZE 1

THE ARTICLE DESCRIBES THE EXPERIENCE GAINED DURING THE IMPLEMENTATION OF THE IVB PRAGUE METRO LINE CONSTRUCTIONS, WHERE WATER-PROOF INSULATION OF SOFTENED PVC IS BEING PERFORMED IN ONE OF THE LINE TUNNEL SECTIONS.

V současné době se na stavbě trasy IVB pražského metra provádí na jednom z úseků traťových tunelů vodotěsná izolace z měkčeného PVC. Opodstatněnost izolování tunelů dosvědčují zejména zkušenosti z rakouských a švýcarských staveb. Jako jeden z prvních tunelů v Rakousku izolovaný s použitím fólie byl tunel v Semmeringu v letech 1949–52, izolovaný hmotou OPANOL. Po několika letech se objevila mokrá místa, vznikla určitá nedůvěra k této technologii a vývoj byl na určitou dobu přerušen. V tomto období se zkoušely různé systémy na bázi nástříků epoxydehtů, sklovláknitých bitumenových pásů, injektáží, nebo s užitím stříkaných betonů. Teprve od roku 1970 došlo k velkému rozmachu používání izolací z měkčeného PVC.

Rozvoj použití izolací v Rakousku dokumentuje následující tabulka:

období	délka tunelů m	těsněná délka	%	způsob
do 1950	4 524	0	0	žádný
1950–60	2 265	324	14,3	
1960–70	17 363	3 669	21,1	střík. beton
1970–75	22 217	11 911	53,3	fólie z PVC
1975–80	58 890	47 185	80	dtto
1980–85	38 394	32 699	82,2	dtto

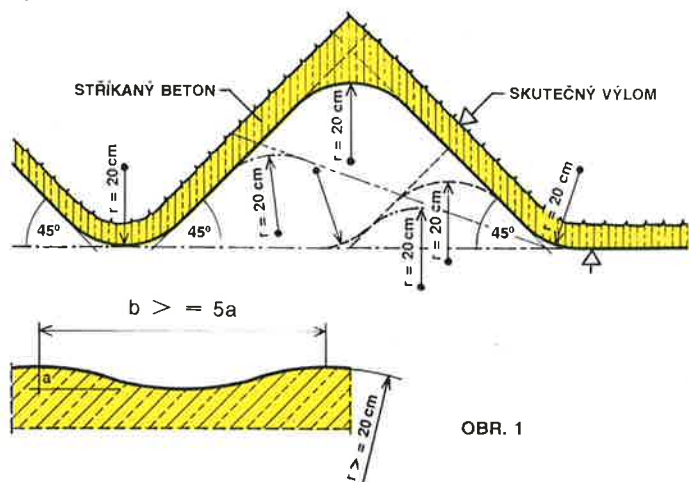
Podobný vývoj by bylo možno dokumentovat ve Švýcarsku. Hlavní nedůvěra vznikla původně z možnosti poškození fólie PVC při betonáži a zejména při provádění armatury. Montáž armatury vyžaduje mimořádná opatření jako ochranu konců výztuže, vyloučení svařování, použití distančních rondelů (navarovací terče) přivařených na PVC, nebo speciální kotvení prvky pro použití v PVC, které izolaci značně prodražují. Z těchto důvodů je vhodné, pokud je to staticky možné, vyloučit použití armatury, nebo se omezit pouze na spodní plochou část tunelu.

Izolace na uvedeném úseku se provádějí ve spolupráci s firmou ALKOR BG Bau z Mnichova (výrobce izolace a technická pomoc) a praktické zaškolení provádějí na stavbě pracovníci firmy BAUWEG z Rakouska.

Základní požadavky dle podkladů Fy Alkor na vlastnosti a tvar podkladního stříkaného betonu jsou následující:

- dostatečná pevnost pro nastřelování rondelů a tloušťka min 5 cm,
- velikost zrn max. 16 mm,
- minimální poloměr nerovnosti 20 cm,
- upevňovací materiál (rondely) musí být materiálově kompatibilní (svařitelné) s fólií PVC.

Geometrické požadavky na tvar povrchu stříkaného betonu jsou uvedeny na následujících schématech.



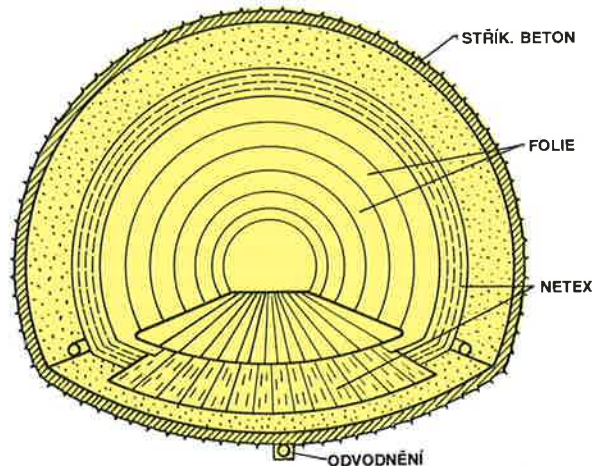
OBR. 1

Jako podkladová hmota sloužící pro ochranu fólie před případným protláčením případnou nerovností betonu se používá netkaná textilie NETEX - výrobce juta Turnov (Isochran). Požadavky na tento materiál jsou v různých zemích stanoveny předpisy a normami. Jako izolační fólie se používá průsvitná fólie ALKORPLAN o tloušťce 2 mm číslo 35036. Tato fólie splňuje jak německé, tak rakouské předpisy, tj. v základních hodnotách tažnost příčně i podélně 300 %, trhací pevnost příčně i podélně 12,00 N/mm². Na uvedenou fólii je pochopitelně vydán zkušební protokol s celou řadou dalších údajů, avšak podstatnou náležitostí úspěchu izolačního systému je vlastní provedení na stavbě. Svařování se provádí z pásů 2,05 m šíře svařovací aparaturou DUOTRANS technikou svaření horkým klínem (v podstatě žehlička). Svar je dvojitý a následně se přezkušuje stlačením vzduchem.

Navarování na kruhové rondely, nastřelené nastřelovací pistolí HILTI se provádí horkovzdušnou svařovací pistolí LEISTER, běžně u nás známou z izolačních prací s různými fóliemi. Nastřelované rondely současně přidržují podkladní textilii NETEX. Počet rondelů je dán tloušťkou fólie a isochranu, tvarem klenby apod. V klenbě se doporučuje počet kusů 3/m². V praxi v případě našeho tunelu však pracovník z firmy BAUWEG používal menší počet kusů (menší profil tunelu). V Německu je předepsáno používání tzv. signální dvoubarevné fólie určující místo případného průrazu. Ve Francii je naopak používání této fólie zakázáno a musí se použít průhledná fólie z důvodu snadné vizuální kontroly přivaření na rondely. V našem případě na doporučení německého technika a i z důvodů zaučení jsme zvolili použití průhledné fólie. Systém pokládání fólie je zřejmý z uvedeného obrázku.

Závěrem lze konstatovat, že se podařilo po dvou letech přípravy, zaškolení a zhruba 9 měsících práce základní technologii zvládnout. Existuje celá řada dalších pomocných technik s těsnicími pásy na oddělení pracovních polí (určení místa průsaků v budoucnu) závěsy na armaturu, provádění techniky stříkaného betonu na fólii a jiné. Vše však závisí na konkrétních podmínkách a požadavcích investora.

Cenově provádíme v současné době izolaci v relaci cca 10 % ceny tunelu. V budoucnu lze uvažovat cca 7 % při celoořadové izolaci profilu 30 m² a při běžném průběhu financování stavby. Dle údajů německého technika Fy Alkor se cena izolací v Německu a Rakousku pohybuje v rozmezí 4–6 % ceny tunelu bez izolace dna. Životnost tunelu však izolace prodlužuje na dvojnásobek vzhledem k tomu, že jakékoliv případné průsaky mají vliv i při malé agresivitě na beton na trvanlivost ozeďovky.



OBR. 2

SANACE A OPRAVY PODZEMNÍCH STAVEB

ING. PAVEL LEBR, VODNÍ STAVBY PRAHA

A NUMBER OF REPAIRING SUBSTANCES AND TECHNOLOGIES ARE AVAILABLE FOR THE PURPOSE OF REPAIRING AND RENOVATING UNDERGROUND CONCRETE STRUCTURES THAT TOGETHER WITH GUNITE AND HIGH-PRESSURE AGGREGATES REPRESENT A HUGE REPAIRING POTENTIAL. NEVERTHELESS, A SYSTEMATIC TECHNICAL LEGISLATION ACCEPTED BY INVESTORS AND SUPPLIERS OF REPAIRS IS MISSING. AS FOR GUNITE WE RECOMMEND THAT THE AUSTRIAN „REGULATION FOR GUNITE“ BE USED, AS FOR OTHER TECHNOLOGIES, APPROVED REGULATIONS AND RULES OF OTHER ENTITIES SHOULD BE ACCEPTED. WHEN SELECTING THESE, THE „ASSOCIATION FOR CONCRETE STRUCTURES RENOVATION“ WITH THE SEAT IN BRNO SHOULD PLAY AN IMPORTANT ROLE.

Technický stav velkého množství podzemních betonových konstrukcí a staveb v našem státě je ve větší nebo menší míře narušen účinky koroze betonu. Jedná se především o ty konstrukce, které jsou vystaveny hladovým nebo agresivním vodám, namrzání, účinkům tepelné oscilace, exhalátům a povětrnostním vlivům.

Kromě specifických chyb, které vedly k poruchám celistvosti konstrukcí, často již během výstavby, je nejčastější příčinou tohoto nevyhovujícího stavu zanedbaná údržba a mylný názor mnoha uživatelů, že beton je věčný a shese všechno. Kofeny nezdravé důvěry v mimořádnou životnost betonu sahají až do třetiny našeho století, kdy po technologickém a statickém zvládnutí nového staviva nebyla doceněna postupná karbonizace betonu a její dlouho skryté účinky.

Sanace a opravy jsou proto odvětvím stavebnictví s velkou dynamikou rozvoje. V západní Evropě už nejméně dvě desetiletí, zatímco u nás ve větším měřítku teprve několik let. Průmysl stavebních hmot a chemický průmysl nabízí obrovské množství materiálů a technologií, s nimiž se naše stavebnictví a provozovatelé staveb v podstatě seznamují. Často s problémy. Zčásti proto, že reklama je při prezentaci výrobků až matoucí, mnohdy je příčinou nesnázi nedostatečná diagnostika poruch a technologická nekázeň. Jindy zjednodušený zájem investorů o nejlevnější řešení.

Projevem hledání orientace v této situaci je podle našeho názoru i vznik Sdružení pro sanace betonových konstrukcí se sídlem v Brně. Sešli se v něm navzájem si konkurující stavební organizace, investoři, projektanti, zástupci vysokých škol a dodavatelé sanačních materiálů - nositelé často protichůdných zájmů, kteří ale potřebují spolehlivá a obecně přijatelná kritéria pro svou činnost.

TECHNOLOGIE OPRAV A SANACÍ

Klíčem pro úspěšnou sanaci je kvalifikovaná diagnostika poruch a funkční posouzení konstrukce. Má v první řadě rozhodnout, zda konstrukce je schopna přijmout sanační technologii nebo je natolik narušená, že místo opravy je nutné ji nahradit nebo i zlikvidovat. Své nezastupitelné místo tu má zpravidla statik.

Samotný beton v nenarušených částech musí mít určitou minimální pevnost, danou charakterem konstrukce. Jako nejnižší dolní

hranice se zpravidla uvádí pevnost v tlaku 20 MPa a tahová pevnost 1,5 MPa stanovená odtrhovou zkouškou. Je třeba zdůraznit, že stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivní cestou (např. Schmidovým kladívkem) je málo spolehlivé a u betonů podzemních staveb nasycených vodou nevyhovující.

Zóny degradovaného betonu, t.j. betonu zasaženého korozi, je třeba z konstrukce odstranit. Indikace zkorodovaného a zdravého betonu chemickými činidly (např. fenolfaleinem) je nekomplikovaná a spolehlivá.

Kvalitní odstranění zkorodované vrstvy starého betonu je citlivá operace, protože musí zdegradovaný beton odstranit nejen spolehlivě, ale bez dalších škod na zdravé části konstrukce. Navíc by tato metoda měla očistit výztuž (která je zpravidla v konstrukci) od produktů koroze a připravit tuto výztuž k případným opravám a pasivaci.

Nejdostupnější mechanické nářadí jako pneumická kladiva, frézy, brusky je nejméně vhodné. Hrozí tu nebezpečí vzniku dalších poruch ve zdravé části konstrukce. Odstraňování betonu je neselektivní: likviduje se nejen zkarbonatovaný, ale i zdravý beton. Očištění výztuže je nevyhovující a musí se řešit jinými postupy, které jsou většinou pracné a nespolehlivé. Navíc takto vzniklý povrch je nutné důkladně vymýt a odstranit tím všechny nečistoty a nepevné části.

Poněkud lepší výsledky dává otryskání křemičitým pískem. Vznik druhotných poruch je tu potlačen, ale odstraňování zkorodovaného betonu z povrchu konstrukce také není selektivní. Práce s pískem je nepřijemná a mnohdy samo prostředí oprav vylučuje jeho použití. Čištění výztuže je jen částečné a pracovní povrch je třeba, stejně jako při mechanickém opracování, vymýt tlakovou vodou. Jistou výhodou je, že pro tuto operaci je možné použít stroje na stříkaný beton, které často patří do standardní výbavy sanačních čet. Intenzita odstraňování znehodnoceného betonu je ovlivněna frakcí použitelného písku a je účelné používat jen vybrané druhy.

Tryskání ocelovými broky, případně plamenem, patří ke speciálním postupům s okrajovým využitím.

Optimální metoda je odstraňování zkorodovaného betonu vysokotlakým vodním paprskem. Je to postup vysoce selektivní, který odstraní beton s nízkou pevností stejně jako produkty koroze oceli, ale zachová beton nenarušený. Ke konstrukci je velmi šetrný, protože nevyvolává během pracovního zásahu trhliny v ošetřované konstrukci. Ošetřený povrch je pevný a čistý a jeho struktura je ideální pro přijetí a zakotvení reparačních materiálů. Předvolbou pracovního tlaku je možné volit intenzitu zásahu od slabé povrchové vrstvy až po dělení a bourání konstrukcí.

VYSOKOTLAKÉ ČERPADLO JE NÁKLADNÁ INVESTICE

Jeho cena se vyjadřuje v milionech Kč. Vybavení pro speciální práce může dosáhnout rovněž srovnatelných čísel. Škála nabízených výkonů, výstupních tlaků a konstrukčních provedení je velmi široká.

Před nákupem agregátu je nutno posoudit, které vysokotlaké čerpadlo nejlépe odpovídá charakteru sanovaných konstrukcí. Pohon pro staveništní aplikace se většinou volí vznětovým motorem, protože potřebný příkon (kolem 100 kW a více) není vždy k dispozici. Elektrické verze vysokotlakých čerpadel se používají pro speciální operace převážně jen v průmyslu, t.j. jako relativně imobilní zařízení.

Pro sanační aplikace se nejčastěji používají mobilní agregáty s výkonem do cca 130 kW ze dvou ne zcela vyhraněných kategorií, rozlišených maximálním výstupním tlakem do 100 až 125 MPa a vyšším výstupním tlakem (zpravidla do 250 MPa).

Přitom v obou z uvedených kategoriích obecně platí, že vyššímu výstupnímu tlaku odpovídá menší množství vody. Pro rámcovou orientaci: agregát firmy Kamat s motorem 110 kW, který koupila v letošním roce naše firma, dodává při maximálním tlaku 150 MPa 35 litrů vody za minutu.

Pro speciální sanační práce velkého rozsahu (převážně plošné sanace betonových ploch) se používají vysokovýkonná čerpadla s těmito výstupními tlaky, ale s velkým množstvím vody. Tato velmi výkonná čerpadla však používají pro pracovní nástroj manipulátory nebo jednoúčelové mechanismy, protože reakční síly na manuálně neseném nástroji již dosahují hodnot, které by nebyly bezpečně zvládnutelné. Za mezní hodnotu reakční síly pro ruční práci se považuje 250 N.

Využití tak nákladné a speciální investice vyžaduje jasnou koncepci využití. V západní Evropě se prosazuje komerční využití vysokotlakého agregátu pouze pro otryskání sanované konstrukce s případným očištěním napadené výztuže, tedy pro první etapu sanačního zásahu. Vlastní sanaci konstrukce a její finalizaci dělají specializované firmy.

Druhá varianta, pro niž se rozhodly také Vodní stavby Praha, je vytvoření takové pracovní čety, která je vyškolená na komplexní sanační práce. Je to řešení, které předpokládá zvládnutí provozu technicky náročného zařízení, ale i široké škály sanačních materiálů a postupů, stříkaného betonu, diagnostiky a vytvoření spolehlivého projekčního zázemí.

Podle našeho názoru je tato koncepce pro velkou stavební firmu správná, protože může nabídnout komplexní zásah, zvláště sanuje-li konstrukce, jejichž typ a charakter odpovídají tradiční firemní aktivitě. Navíc současný trh stavebních prací v České republice není natolik rozvinutý, aby spolupráce mezi firmami, které připravují konstrukce pro sanaci a firmami, které je sanují, byla spolehlivě koordinovatelná.

Vysokotlaké čerpadlo je využitelné i pro jiné práce jako bourání prostupů, řezání betonových konstrukcí, rozebírání kamenného zdiva, odstraňování nátěrů nebo rzi z ocelových konstrukcí, čištění bubnů autodomývačů aj.

SANACE A SPECIALIZACE

Sanační postupy svým materiálovým zázemím a diferencovanými postupy vyžadují podrobné znalosti užitečných vlastností opravené konstrukce. Opravená konstrukce musí odpovídat i velmi specifickým požadavkům odběratele sanačních prací, které se vy-

víjejí m.j. také přechodem na systém evropských norem. Nutnost specializace také podporuje nastupující systém certifikací. Vodní stavby Praha se orientovaly především na sanace vodohospodářských, hydrotechnických a podzemních staveb. Na stavby a konstrukce, kde téměř vždy je našim přirozeným partnerem a protivníkem voda.

Tomu odpovídá volba sanačních prostředků a postupů. K základním materiálům patří Xypex - látka, která zastavuje průsaky vody dodatečnou těsnicí krystalizací. Xypex nepatří mezi membránové bariéry proti vodě, ale je jen nosič aktivních chemikálií, které vyvolávají onu těsnicí krystalizaci. Není proto třeba ho mechanicky chránit a po určité době (pokud by to bylo nutné) může být i mechanicky odstraněn. Krystalické těsnění je velmi účinné, zasahuje do hloubky až 300 mm a jeho životnost odpovídá životnosti hostitelského betonu. Přitom tato krystalizace je „měkká“ a nevnáší do betonu žádné napětí, jako např. vývoj etringitu. Vedlejším účinkem je zvýšení mrazuvzdornosti a v některých případech i pevnosti v tlaku.

Po zastavení průsaků mohou následovat libovolné kombinace sanačních materiálů. Nejčastěji to je adhezivní můstek, zajišťující trvalé spojení opravovaného betonu s dalšími reprofilačními materiály a současně i pasivaci narušené ocelové výztuže. Dále pak výplňové malty a ev. stříkaný beton.

Dosavadní zkušenosti s Xypexem jsou velmi dobré. Úspěšně jsme s ním sanovali sedimentační nádrže, průsaky na vodním díle Kořensko, shybku vodovodního řadu, netěsné pracovní spáry na železobetonových nádržích aj. Významnou vlastností Xypexu pro podzemní díla je jeho schopnost vytvářet těsnicí krystalizaci proti působení tlaku vody. Tak je možné např. dotěsnit naplněnou nádrž nanesením Xypexu na její vzdušný lic.

Xypex je dodáván v několika modifikacích s různou rychlostí tvrdnutí: od nátěrů, které tuhnou a tvrdnou jako portlandský cement až po verzi, která reaguje v desítkách vteřin. Tou se mechanicky uzavře přítok vody a následná těsnicí krystalizace pokračuje standardním způsobem.

Pro poruchy vodotěsnosti, které nejsou stabilizované, používáme Xypex v kombinaci s expanzním těsněním, převážně na bázi bentonitů. Tímto způsobem se m.j. podařilo nahradit funkci vadné a neopravitelné dilatace na vodním díle. Po celoročním sledování má tato náhrada stále plnohodnotnou funkci.

Podobně se postupuje u netěsného vyztužení podzemních děl stříkaným betonem, při dotěšňování spár v keramickém obložení apod.



VYSOKOTLAKÝ AGREGÁT KAMAT S MAXIMÁLNÍM TLAKEM VODY NA VÝSTUPU 150 MPa

TECHNOLOGICKÁ KÁZEŇ

dostává u sanací a oprav jako vysoce specializované činnosti větší váhu. Postupy oprav sice určuje technik na základě diagnostiky konstrukce, ale práce se značně specializovanými materiály vybočuje z běžné rutinní praxe. Nelze ani spoléhat na všeobecnou řemeslnou zkušenost, která může být i zavádějící.

Pro ilustraci příklad. Ke kvalitnímu spojení starého očištěného betonu s materiálem, který nahradí odstraněný zkarbonatovaný beton (např. stříkaný beton) se často používají tzv. můstky. Jsou to nátěry nebo nástřiky z nejrůznějších hmot s dobrou zpracovatelností několik málo hodin. Jestliže nestačíme včas na tento můstek nanést reprofilační materiál, stane se ze spojovací vrstvy vrstva separační. Závada je o to závažnější, že stříkaný beton neodpadne hned, ale třeba až po první zimě. Podobných úskalí se v sanační praxi vyskytuje mnoho.

Podle našeho názoru je technologická kázeň pracovníků na sanačních pracích a efektivní kontrola jejich činnosti základem dlouhodobé komerční úspěšnosti.

Podobně závažnou dimenzi dostává i bezpečnost práce. Zvláště při použití vysokotlakého agregátu, který se svými účinky vyrovná účinné ruční zbraní. Při neopatrné manipulaci může dojít nejen k velmi těžkým přímým zraněním, ale k vážnému poškození zdraví následkem i nepatrného poranění vodním paprskem. Ve vodě jsou různé patogenní organismy, které se mohou ránou dostat přímo do krevního oběhu.

Obsluha agregátu musí být vybavena speciálním pracovním oděvem a kvalitní ochranou hlavy a zraku. Při odstraňování kontaminovaného betonu nebo některých povrchových úprav je nutné použít i respirátor.

SANACE PODZEMNÍCH STAVEB A STŘÍKANÝ BETON

Přes velký význam sanačních a správkových materiálů z produkce stavební chemie bude mít stříkaný beton při opravách a údržbě podzemních staveb trvale důležité místo. Jednak jako reprofilační materiál, ale i k zesilování konstrukcí, kde prostá náhrada zkorodovaného betonu není staticky dostatečná nebo funkčně vyhovující.

Současně je třeba konstatovat, že naše dosavadní technická legislativa (zejména ČSN 73 2430, ČSN 73 7501 a související normy pro monolitické betony) vyhovovala pro běžné aplikace v báňské praxi a pro stříkaný beton jako pomocnou technologii při výstavbě tunelářských děl. Nestačí však pro náročnější aplikace. Chybí například provozně vyhovující tuzemská metoda pro měření a hodnocení pevnosti betonu v krátké době po nástřiku, pro provozní porovnání účinku urychlovačů tuhnutí a tvrdnutí betonu, jejich vzájemné porovnání, pro optimální dávkování urychlovačů, určení doby zpracovatelnosti suché betonové směsi, stanovení četnosti a rozsahu souvisejících zkoušek apod.

Nová legislativa musí také stanovit kriteria laboratorní a výrobní přípravy a soustavu kontrol dosahované jakosti a to zvláště u sanací. Podle našeho názoru může být velmi dobrým východiskem „Směrnice pro stříkaný beton“ Rakouského betonářského spolku, kterou používáme při výstavbě štol Novou rakouskou tunelovací metodou. Určitým příslibem v tomto směru je návrh „Směrnice pro sanace“, kterou vydalo v březnu t.r. k interním připomínkám Sdružení pro sanace betonových konstrukcí.

Zajímavé technické řešení nabízí firma Aliva svým modelem Duplo, který je vhodný pro obě technologie stříkání. Překážkou pro



SANACE NETĚSNOSTÍ V ZASLEPENÉM PŘÍVODNÍM KANÁLU
PŘČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY VE ŠTĚCHOVICÍCH

TECHNOLOGICKÁ KÁZEŇ

dostává u sanací a oprav jako vysoce specializované činnosti větší váhu. Postupy oprav sice určuje technik na základě diagnostiky konstrukce, ale práce se značně specializovanými materiály vybočuje z běžné rutinní praxe. Nelze ani spoléhat na všeobecnou řemeslnou zkušenost, která může být i zavádějící.

Pro ilustraci příklad. Ke kvalitnímu spojení starého očištěného betonu s materiálem, který nahradí odstraněný zkarbonatovaný beton (např. stříkaný beton) se často používají tzv. můstky. Jsou to nátěry nebo nástřiky z nejrůznějších hmot s dobrou zpracovatelností několik málo hodin. Jestliže nestačíme včas na tento můstek nanést reprofilační materiál, stane se ze spojovací vrstvy vrstva separační. Závada je o to závažnější, že stříkaný beton neodpadne hned, ale třeba až po první zimě. Podobných úskalí se v sanační praxi vyskytuje mnoho.

Podle našeho názoru je technologická kázeň pracovníků na sanačních pracích a efektivní kontrola jejich činnosti základem dlouhodobé komerční úspěšnosti.

Podobně závažnou dimenzi dostává i bezpečnost práce. Zvláště při použití vysokotlakého agregátu, který se svými účinky vyrovná účinné ruční zbraní. Při neopatrné manipulaci může dojít nejen k velmi těžkým přímým zraněním, ale k vážnému poškození zdraví následkem i nepatrného poranění vodním paprskem. Ve vodě jsou různé patogenní organismy, které se mohou ránou dostat přímo do krevního oběhu.

Obsluha agregátu musí být vybavena speciálním pracovním oděvem a kvalitní ochranou hlavy a zraku. Při odstraňování kontaminovaného betonu nebo některých povrchových úprav je nutné použít i respirátor.

SANACE PODZEMNÍCH STAVEB A STŘÍKANÝ BETON

Přes velký význam sanačních a správkových materiálů z produkce stavební chemie bude mít stříkaný beton při opravách a údržbě podzemních staveb trvale důležité místo. Jednak jako reprofilační materiál, ale i k zesilování konstrukcí, kde prostá náhrada zkorodovaného betonu není staticky dostatečná nebo funkčně vyhovující.

Současně je třeba konstatovat, že naše dosavadní technická legislativa (zejména ČSN 73 2430, ČSN 73 7501 a související normy pro monolitické betony) vyhovovala pro běžné aplikace v báňské praxi a pro stříkaný beton jako pomocnou technologii při výstavbě tunelářských děl. Nestačí však pro náročnější aplikace. Chybí například provozně vyhovující tuzemská metoda pro měření a hodnocení pevnosti betonu v krátké době po nástřiku, pro provozní porovnání účinku urychlovačů tuhnutí a tvrdnutí betonu, jejich vzájemné porovnání, pro optimální dávkování urychlovačů, určení doby zpracovatelnosti suché betonové směsi, stanovení četnosti a rozsahu souvisejících zkoušek apod.

Nová legislativa musí také stanovit kritéria laboratorní a výrobní přípravy a soustavu kontrol dosahované jakosti a to zvláště u sanací. Podle našeho názoru může být velmi dobrým východiskem „Směrnice pro stříkaný beton“ Rakouského betonářského spolku, kterou používáme při výstavbě štol Novou rakouskou tunelovací metodou. Určitým příslibem v tomto směru je návrh „Směrnice pro sanace“, kterou vydalo v březnu t.r. k interním připomínkám Sdružení pro sanace betonových konstrukcí.

Zajímavé technické řešení nabízí firma Aliva svým modelem Duplo, který je vhodný pro obě technologie stříkání. Překážkou pro



SANACE NETĚSNOSTÍ V ZASLEPENÉM PŘÍVODNÍM KANÁLU
PŘČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY VE ŠTĚCHOVICÍCH

jeho širší použití bude pravděpodobně několikanásobně vyšší pořizovací cena a poněkud složitější konstrukce.

V technologii zřejmě dojde k definitivnímu opuštění vodního skla jako urychlovače tuhnutí a tvrdnutí betonu. V západních zemích již ze stavební praxe vymizelo. Urychluje tuhnutí a tvrdnutí betonu nedostatečně a zvyšuje především jeho lepivost. Vodní sklo proto neumožňuje nastříkat dostatečně tlusté vrstvy betonu najednou jako moderní výkonné urychlovače. Předmětem diskuzí je také dlouhodobý pokles pevnosti betonu s vodním sklem v delším časovém období měřeném v měsících a letech a v neposlední řadě vyšší měrná spotřeba cementu pro dosažení předepsané pevnosti.

Velmi dobré zkušenosti jsme udělali se slovenským urychlovačem Torganit L-02, který při srovnatelných vlastnostech má přibližně třetinovou cenu výrobků renomovaných firem. Přísadu doporučujeme přidávat do záměsové vody směšovací čerpadlem a předvolbou koncentrace podle požadované rychlosti tuhnutí

a tvrdnutí. Pro sanace podzemních konstrukcí to bude zpravidla podstatně nižší množství než při vystrojování podzemních děl, protože stříkaný beton tu může staticky působit až v čase obvyklém pro nárůst pevnosti monolitického betonu.

U cementů předpokládáme uplatnění výhradně portlandských cementů vyšších vazností, takže v kombinaci s vhodným urychlovačem dojde ke stabilizaci měrné spotřeby cementu na 350 – 400 kg na 1 m³ betonu nejčastěji požadované značky B20. Vyjimku mohou představovat jen případy, kdy stříkané betony budou přicházet do styku se zvýšenou agresivitou podzemních vod.

U sanací podzemních staveb a pro speciální účely se stále více používají prefabrikované suché betonové směsi s přísadami jako mikrosilika nebo s látkami, které potlačují smršťování nastříkaného betonu. Kromě materiálů z dovozu se objevují i kvalitní tuzemské ekvivalenty s výrazně nižšími cenami.



SANACE PRACOVNÍ SPÁRY V MONOLITICKÉM OSTĚNÍ ŠTOLY ZAČINA ODSTRANĚNÍM ZNEHODNOCENÉHO BETONU A UTĚSNĚNÍM RYCHLE TVRDNOUČÍ MODIFIKACÍ XYPEXU.



UTĚSNĚNÁ PRACOVNÍ SPÁRA A JEJÍ OKOLÍ SE NATŘE XYPEXEM, KTERÝ VYVOLÁ TĚSNÍCÍ KRYSALIZACI.

ZÁVĚREM

Sanace podzemních betonových konstrukcí a staveb představují obor stavební činnosti s velkou dynamikou rozvoje, ale i s velkými nároky na know-how, technologickou kázeň a strojní vybavení. Při kalkulaci nákladů může vzniknout dojem, že cena kvalitní opravy je nečekaně vysoká. Je však třeba brát v úvahu, že sanace zachraňují velké hodnoty a opravené konstrukce mohou získat i lepší užitné vlastnosti, než měla konstrukce původní. Levná řešení, vizuálně rovnocenná, se zpravidla prodražují svou krátkou životností. Pro podzemní betonové konstrukce a stavby jsou zajímavé sanační materiály, které vracejí betonu vodotěsnost dodatečnou krystalizací uvnitř hostitelského betonu nebo umožňují dodatečnou opravu nefunkčních dilatačních spár.

Tuzemský trh sanací zatím není stabilizovaný technicky ani komerčně. Kvalita oprav je závislá na serióznosti jednotlivých firem. Podle našeho názoru bude trvat ještě řadu let, než se vytvoří specializovaná nabídka, zaručující investorům standardní a spolehlivou úroveň oprav. Podle současných záměrů by k tomu mělo přispět Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, které se orientuje na formulaci chybějících kritérií. Připravuje také interní certifikace činností svých členů, které budou zárukou, že i zákazník bez hlubších znalostí dostane seriózní nabídku oprav, včetně záruk na jejich životnost.

Naše firma, která je zakládajícím členem Sdružení, má k dispozici kvalitní technické vybavení a zároveň zkušenosti s vodou jako důležitým faktorem podzemních staveb, se specializuje na opravy hydrotechnických, vodohospodářských a podzemních staveb. Nabízí opravy a sanace s využitím osvědčených materiálových systémů a za svou prioritu v této činnosti považuje kvalitu a životnost oprav.

PROBLEMATIKA PRŮSAKŮ DO PODZEMNÍCH STAVEB PRAŽSKÉHO METRA

ING. JAROSLAV ŠUBERT, DP-METRO

THIS ARTICLE DEALS WITH THE TECHNICAL PROBLEMS RELATED TO INFILTRATION IN UNDERGROUND STRUCTURES OF THE PRAGUE METRO.

Průsaky do podzemních staveb vždy přinášejí technické a tím i ekonomické problémy. V provozu pražského metra lze technické problémy rozdělit zhruba do tří základních směrů.

Jednak se jedná o trvalé znehodnocování vlastního ostění podzemního díla účinkem proudící vody, v Praze většinou agresivní síranové. Účinky tohoto typu podzemní vody zejména na betonové konstrukce, ale i na ocel jsou dostatečně známy a není třeba je v tomto příspěvku dále rozvádět.

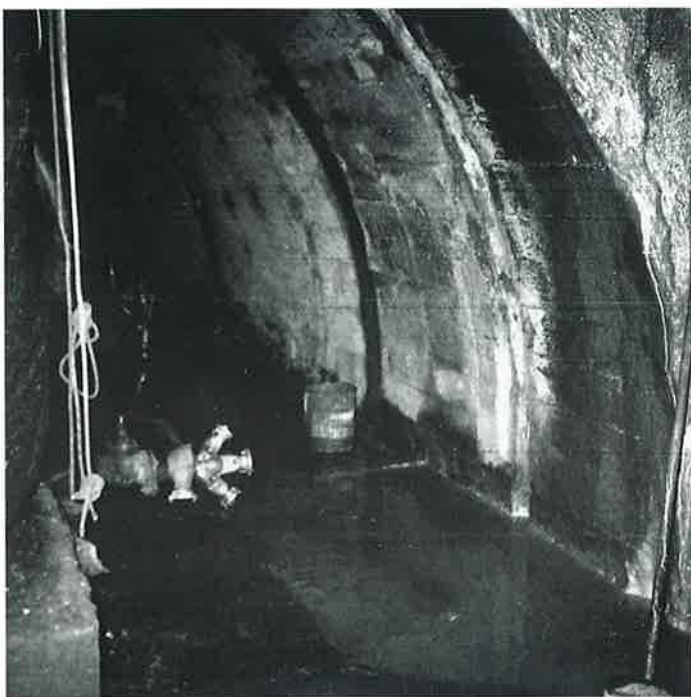
Druhá skupina problémů spočívá v poškozování vnitřních konstrukcí podzemního díla. V případě staveb metra se jedná o poškození tzv. zontů (vnitřní opláštění tunelů ražených stanic mezi vlastním ostěním a podhledem), podhledů užitých ve stanicích a dále různých vestavěných konstrukcí, např. kabelových lávek a roštů, lezních oddělení, inženýrských sítí, upevňovacích prvků kolejového svršku apod. Tato problematika je již mnohem méně známá a v provozu podzemních staveb přináší mnoho i principiálně nových komplikací. V případě metra se jedná často o nové problémy, se kterými se museli v začátcích projektování a výstavby metra v Čechách projektanti i dodavatelé stavby potýkat. V mnoha případech se původní řešení neosvědčilo a v průběhu výstavby nových tras bylo vylepšováno, nebo zcela přepracováno. Přes postupné neustálé vylepšování jak konstrukčních řešení, tak použitých materiálů, zůstávají staré nevyhovující konstrukce v provozu.

Například stanice trasy I. A (zahájení provozu v roce 1978) jsou vystrojeny laminátovými zonty původní konstrukce, které nevyhovují svými zámky i materiálem. Ačkoliv sklolaminát je běžně považován za chemicky inertní a odolný vůči agresivním vodám, v případě pražského metra se objevují po 16 letech expozice místní problémy nejen v zámčích, ale i v ploše vlastních zontů. Jaký dopad to má na vlastní podhledy ve stanicích, zejména v eskalátorových tunelech, se může každý přesvědčit. Naproti tomu se zonty z nerezových plechů jsou velmi dobré zkušenosti, cenově jsou srovnatelné s laminátovými, jsou skutečně nehořlavé a navíc při jejich případné likvidaci nevznikají žádné problémy s nákladným skládkováním. Proto jsou dnes při rekonstrukcích používány výhradně nerezové zonty nové konstrukce.

Poškozování vnitřních podhledů průsakovou vodou proniklou přes zonty je samostatnou, poněkud specifickou kapitolou, protože tyto konstrukce jsou pochopitelně navrhovány jako podhledy pro běžné stavby a s průnikem vody se u nich nepočítá. Řešení tohoto problému je ve znemožnění přítoku vody do těchto konstrukcí.

Poškozování veškerých ocelových konstrukcí vestavěných v podzemních prostorech díky korozi je všeobecně známý jev. V případě metra se však vlivem specifických vlastností některých prostor tento problém jeví jako mnohem naléhavější. Mnoho prostor je téměř, nebo zcela nevětraných, často z důvodů požárních předpisů vzduchotěsně oddělených od prostor pro cestující a technologických prostor s obsluhou pracovníky metra. V takových prostorech je vlivem průsaků 100 % vzdušná vlhkost a současně také často vlivem technologických zařízení zvýšená teplota. Typickým příkladem jsou kabelové kanály pod strojním zařízením eskalátoru v eskalátorových tunelech.

Dalším, svým charakterem zcela jiným, ale pro ocelové konstrukce stejně zhoubným prostorem je stvol větrací šachty hlavního větrání. Tento prostor je naopak tak intenzivně provětráván, že průsaková voda je proudem vzduchu rozprašována a ve formě jakési vodní mlhy či tříště letí profilem šachty a trvale smáčí veškeré



SANOVANÁ PRACOVNÍ SPÁRA SE VYPLNÍ CEMENTOVOU MALTOU NEBO JINÝM REPROFILAČNÍM MATERIÁLEM.

konstrukce v ní umístěné. Jako zatím neúčinnější ochrana ocelových konstrukcí se jeví metalizace, ale ani ta nemá dostatečnou životnost.

Již méně se koroze projevuje v traťových tunelech, kde se neprojevují výše uvedené vlivy. Nebezpečná je však v místech, kde trvale smáčí povrch kolejového betonu a poškozují upevňovací prvky kolejového svršku, zejména kotevních šroubů. Nebezpečnost takového poškození koroze je zejména v tom, že důlkovou korozi je napaden dřik kotevního šroubu nejdříve v místě styku kolejového betonu a plastbetonové podpory, tedy v místě, kam není vidět a které je zcela nepřístupné.

Třetí skupina technických problémů je zdánlivě banální, ale je velmi náročná na lidskou práci. Jedná se o čištění a údržbu stávajících a zřizování nových organizovaných svodů, kanálků a prostupů v různých prostorách. Často jde o prostory za provozu nepřístupné, v mnoha případech velmi zřídka z jiných důvodů navštěvované, někdy dokonce zcela nepřístupné. V případech naprosté nepřístupnosti k odvodňovacímu systému je jediné řešení v bourání nerozebíratelných podhledů a obkladů a v provádění rekonstrukce takových systémů.

Problémy s průsaky v provozu metra však mají svůj historický aspekt. Pražské metro bylo projektováno a stavěno v době, kdy byla relativně velmi levná energie, velmi levné poplatky za stočné a kdy byla záměrně vytvářena umělá přezaměstnanost. (Projekt letos dokončované trasy V.B pocházejí také ještě z této doby, proto ani později dotvářené a předělávané části nemohou změnit celkovou koncepci trasy.) V té době byl kladen největší důraz na snižování investičních nákladů. Nároky na údržbu, její finanční náročnost a potřebný počet pracovníků již byl podružný. Samozřejmě již v minulosti byly známy metody, jak zajistit, aby budované podzemní dílo bylo z hlediska vodotěsnosti mnohem dokonalejší. Taková technologie je však zákonitě nákladnější. Proto byly vědomě budovány takové stavby, u kterých se ani nepožadovala vysoká vodotěsnost a proto byla projektována a postavena rozsáhlá odvodňovací soustava podzemních prostor. Proto také při současných cenách DP-Metro ročně platí pouze za energii potřebnou k čerpání a stočné přes 6 milionů korun. Náklady na údržbu čerpací techniky a na odstraňování technických problémů na stavebních objektech způsobených průsaky jsou však řádově vyšší.

Nové ekonomické prostředí si však vynucuje nové přístupy i při projektování, výstavbě a provozování pražského metra. Nebude již nadále možné zaměřovat se především na výstavbu stále nových tras pražského metra, bude nutné věnovat mnohem více prostředků na rozsáhlé opravy a rekonstrukce provozovaných tras. Některé ze stavebních konstrukcí použitých při výstavbě podzemních staveb již jsou za hranici své projektované životnosti, jejich funkčnost je již problematická. Nový přístup však musí projevit i stavební organizace, které dosud preferují novou výstavbu před organizačně i technicky mnohem náročnějšími rekonstrukcemi. Současně bude třeba v mnohem větší míře začít využívat nových materiálů a technologií.

Z těchto důvodů je třeba velmi kladně ohodnotit přístup dvou divizí Metrostavu. Divize 3 se úspěšně zaměřila na náročné rekonstrukce za provozu a jejich provádění zvládá ve výborné kvalitě. Jedná se o rekonstrukce eskalátorových tunelů, opláštění staničních tunelů, místností staničních akubaterií a sanace kolejového svršku. Rekonstrukce dalších typů stavebních objektů metra Divizí 3 je v současnosti zahajována. Divize 1 na stavbě trasy IV.C zkouší NRTM, která se jeví z hlediska provozovatele velmi perspektivní.

Průsaky do podzemních staveb pražského metra jsou finančně náročný a dlouhodobý problém. Důležité je však to, že dnes jsou známy směry řešení, že se v tomto ohledu začíná měnit investiční politika Dopravního podniku a že se již objevují stavební organizace, schopné tyto záměry realizovat.

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO A SLOVENSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

Přípravný výbor konference „Podzemní stavby 94“ se sešel na svém dalším zasedání dne 18. 3. 1994.

Na zasedání byly přijaty následující teze a závěry:

- byl konstatován příznivý stav přihlášek příspěvků do sborníku od tuzemských odborníků a to u všech čtyř tematických okruhů. Témata dle anotací byla přijata a přihlášení budou neprodleně vyrozuměni.
 - prof. ing. Barták přednesl návrh pokynů na formální úpravy příspěvku, pokyn byl přijat pro zaslání přihlášeným.
 - v časopise Tunel č. 3 bude vydána souhrnná anotace příspěvků dle tematických skupin, což zajišťují garanti.
 - inzerce ve sborníku bude s cenou 2 500,— za půlstranu a 5 000,— Kč včetně za celou stranu.
 - nabídka účasti na odborné výstavě a prezentaci firem v průběhu konference bude obsažena ve finální pozvánce.
- Práce přípravného výboru bude pokračovat na přípravě finální pozvánky, rozpočtu akce a přípravě sborníku.

Z ČINNOSTI SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

V závěre roku 1993 ako doplnenie študijných návrhov pripravovaného tunela Branicko na diaľnici D1 Poprad-Prešov, sa uskutočnila exkurzná návšteva 7 864 m dlhého tunela Karawonken na hraniciach Rakúska a Slovinska. Išlo o overenie rozsahu požadovanej technológie v oblasti technickej, bezpečnostnej a požiarnej vybavenosti pre prevádzku moderného cestného tunela. Vďaka dobre organizovanej prehliadke, ktorú nám zabezpečili ochotní rakúski kolegovia z ITA/AITES sme dostali fundované odpovede na každý problém a mohli sme si to overiť aj priamo v prevádzke.

Súčasne skupina 7 odborníkov navštívila aj stavu 5 142 m železničného tunela Galgenberg na trati Viedeň-Klagenfurt, kde sme mali možnosť vzhľadnúť naplno rozvinutú technológiu razenia NRTM v dvoch čelách.

Ďalšou akciou bola zdvorilostná delegácia riaditeľa našich podnikov a STK na slávnostnom otvorení prevádzky úseku metra U-3 Westbahnhof-Volksteater. Tu sme mali možnosť vidieť súčasný prístup ku komplexnému poňatiu staníc metra v mestskom centre.

V dňoch 28. – 30. januára 1994 sa 5 naši členovia zúčastnili na konferencii ITA/AITES v Budapešti, kde sme aktívne vystúpili s príspevkom o príprave a rozsahu diaľničných tunelov na Slovensku.

Toto vystúpenie aktuálne zapadlo do tvorby prípravy nových dopravných koridorov v Európe po skončení jej politického rozdelenia na dva samostatné celky. Súčasťou tejto konferencie bola aj iniciatíva stredoeurópskych a východoeurópskych krajín, ktorá upozornila na rozpor medzi potrebami a možnosťami realizovania podzemných stavieb v týchto krajinách. Toto prehlásenie bolo aj výkonnou exekutívou svetovej ITA/AITES na pracovnom zasadnutí prijaté a doporučuje sa jej ďalšie rozvíjanie.

Vo februári sa uskutočnil odborný seminár na tému použitia fóliových izolácií, technológie striekaných betonov a sanácie betónových konštrukcií za účasti švajciarskych firiem SIKA a ALIWA.

Informácia zahŕňa obdobie z konca roku 1993 až po apríl 1994.

konstrukce v ní umístěné. Jako zatím nejúčinnější ochrana ocelových konstrukcí se jeví metalizace, ale ani ta nemá dostatečnou životnost.

Již méně se koroze projevuje v traťových tunelech, kde se neprojevují výše uvedené vlivy. Nebezpečná je však v místech, kde trvale smáčí povrch kolejového betonu a poškozuje upevňovací prvky kolejového svršku, zejména kotevních šroubů. Nebezpečnost takového poškození korozí je zejména v tom, že důlkovou korozi je napaden dřik kotevního šroubu nejdříve v místě styku kolejového betonu a plastbetonové podpory, tedy v místě, kam není vidět a které je zcela nepřístupné.

Třetí skupina technických problémů je zdánlivě banální, ale je velmi náročná na lidskou práci. Jedná se o čištění a údržbu stávajících a zřizování nových organizovaných svodů, kanálků a prostupů v různých prostorách. Často jde o prostory za provozu nepřístupné, v mnoha případech velmi zřídka z jiných důvodů navštěvované, někdy dokonce zcela nepřístupné. V případech naprosté nepřístupnosti k odvodňovacímu systému je jediné řešení v bourání nerozebíratelných podhledů a obkladů a v provádění rekonstrukce takových systémů.

Problémy s průsaky v provozu metra však mají svůj historický aspekt. Pražské metro bylo projektováno a stavěno v době, kdy byla relativně velmi levná energie, velmi levné poplatky za stočné a kdy byla záměrně vytvářena umělá přezaměstnanost. (Projekt letos dokončované trasy V.B pocházejí také ještě z této doby, proto ani později dotvářené a předělávané části nemohou změnit celkovou koncepci trasy.) V té době byl kladen největší důraz na snižování investičních nákladů. Nároky na údržbu, její finanční náročnost a potřebný počet pracovníků již byl podružný. Samozřejmě již v minulosti byly známy metody, jak zajistit, aby budované podzemní dílo bylo z hlediska vodotěsnosti mnohem dokonalejší. Taková technologie je však zákonitě nákladnější. Proto byly vědomě budovány takové stavby, u kterých se ani nepožadovala vysoká vodotěsnost a proto byla projektována a postavena rozsáhlá odvodňovací soustava podzemních prostor. Proto také při současných cenách DP-Metro ročně platí pouze za energii potřebnou k čerpání a stočné přes 6 milionů korun. Náklady na údržbu čerpací techniky a na odstraňování technických problémů na stavebních objektech způsobených průsaky jsou však řádově vyšší.

Nové ekonomické prostředí si však vynucuje nové přístupy i při projektování, výstavbě a provozování pražského metra. Nebude již nadále možné zaměřovat se především na výstavbu stále nových tras pražského metra, bude nutné věnovat mnohem více prostředků na rozsáhlé opravy a rekonstrukce provozovaných tras. Některé ze stavebních konstrukcí použitých při výstavbě podzemních staveb již jsou za hranici své projektované životnosti, jejich funkčnost je již problematická. Nový přístup však musí projevit i stavební organizace, které dosud preferují novou výstavbu před organizačně i technicky mnohem náročnějšími rekonstrukcemi. Současně bude třeba v mnohem větší míře začít využívat nových materiálů a technologií.

Z těchto důvodů je třeba velmi kladně ohodnotit přístup dvou divizí Metrostavu. Divize 3 se úspěšně zaměřila na náročné rekonstrukce za provozu a jejich provádění zvládá ve výborné kvalitě. Jedná se o rekonstrukce eskalátorových tunelů, opláštění staničních tunelů, místností staničních akubaterií a sanace kolejového svršku. Rekonstrukce dalších typů stavebních objektů metra Divizí 3 je v současnosti zahajována. Divize 1 na stavbě trasy IV.C zkouší NRTM, která se jeví z hlediska provozovatele velmi perspektivní.

Průsaky do podzemních staveb pražského metra jsou finančně náročný a dlouhodobý problém. Důležité je však to, že dnes jsou známy směry řešení, že se v tomto ohledu začíná měnit investiční politika Dopravního podniku a že se již objevují stavební organizace, schopné tyto záměry realizovat.

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO A SLOVENSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

Přípravný výbor konference „Podzemní stavby 94“ se sešel na svém dalším zasedání dne 18. 3. 1994.

Na zasedání byly přijaty následující teze a závěry:

- byl konstatován příznivý stav přihlášek příspěvků do sborníku od tuzemských odborníků a to u všech čtyř tematických okruhů. Témata dle anotací byla přijata a přihlášení budou neprodleně vyrozuměni.
 - prof. ing. Barták přednesl návrh pokynů na formální úpravy příspěvku, pokyn byl přijat pro zaslání přihlášeným.
 - v časopise Tunel č. 3 bude vydána souhrnná anotace příspěvků dle tematických skupin, což zajišťují garanti.
 - inzerce ve sborníku bude s cenou 2 500,— za půlstranu a 5 000,— Kč včetně za celou stranu.
 - nabídka účasti na odborné výstavě a prezentaci firem v průběhu konference bude obsažena ve finální pozvánce.
- Práce přípravného výboru bude pokračovat na přípravě finální pozvánky, rozpočtu akce a přípravě sborníku.

Z ČINNOSTI SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

V závere roku 1993 ako doplnenie študijných návrhov prípravovaného tunela Branicko na diaľnici D1 Poprad-Prešov, sa uskutočnila exkurzná návšteva 7 864 m dlhého tunela Karawonken na hraniciach Rakúska a Slovenska. Išlo o overenie rozsahu požadovanej technológie v oblasti technickej, bezpečnostnej a požiarnej vybavenosti pre prevádzku moderného cestného tunela. Vďaka dobre organizovanej prehliadke, ktorú nám zabezpečili ochotní rakúski kolegovia z ITA/AITES sme dostali fundované odpovede na každý problém a mohli sme si to overiť aj priamo v prevádzke.

Súčasne skupina 7 odborníkov navštívila aj stavu 5 142 m železničného tunela Galgenberg na trati Viedeň-Klagenfurt, kde sme mali možnosť vzhľadnúť naplno rozvinutú technológiu razenia NRTM v dvoch čelách.

Ďalšou akciou bola zdvorilostná delegácia riaditeľa našich podnikov a STK na slávnostnom otvorení prevádzky úseku metra U-3 Westbahnhof-Volksteater. Tu sme mali možnosť vidieť súčasný prístup ku komplexnému poňatiu staníc metra v mestskom centre.

V dňoch 28. – 30. januára 1994 sa 5 naši členovia zúčastnili na konferencii ITA/AITES v Budapešti, kde sme aktívne vystúpili s príspevkom o príprave a rozsahu diaľničných tunelov na Slovensku.

Toto vystúpenie aktuálne zapadlo do tvorby prípravy nových dopravných koridorov v Európe po skončení jej politického rozdelenia na dva samostatné celky. Súčasťou tejto konferencie bola aj iniciatíva stredo európskych a východo európskych krajín, ktorá upozornila na rozpor medzi potrebami a možnosťami realizovania podzemných stavieb v týchto krajinách. Toto prehlásenie bolo aj výkonnou exekutívou svetovej ITA/AITES na pracovnom zasadnutí prijaté a doporučuje sa jej ďalšie rozvíjanie.

Vo februári sa uskutočnil odborný seminár na tému použitia fóliových izolácií, technológie striekaných betonov a sanácie betónových konštrukcií za účasti švajciarskych firiem SIKA a ALIWA.

Informácia zahŕňa obdobie z konca roku 1993 až po apríl 1994.

AKCIOVÁ SPOLEČNOST



TEL./FAX: 02/397 648

NÁDRAŽNÍ 25, ROZTOKY U PRAHY, 252 63

PODZEMNÍ INŽENÝRSTVÍ, HORNICKÁ ČINNOST

VE VŠECH GEOTECHNICKÝCH PODMÍNKÁCH STROJNĚ I KLASICKY

INŽENÝRSKÉ A PRŮMYSLOVÉ STAVBY

KANALIZAČNÍ ŘADY A PÁTEŘNÍ STOKY, PODCHODY VODOTEČÍ
A DOPRAVNÍCH UZLŮ,
PŘEČERPÁVACÍ STANICE, KABELOVODY

BYTOVÁ A OBČANSKÁ VÝSTAVBA

**Stavební geologie
GEOTECHNIKA a. s.**



SG GEOTECHNIKA a. s.
Geologická 4
152 00 Praha 5 - Barrandov
Tel. 02/590709, 02/590688
Fax: 02/590710, 02/590689

NABÍZÍME, ZAJIŠŤUJEME, REALIZUJEME

- Konzultace a odborné porady
- Průzkumné práce
- Projektování
- Odborný technický dozor a kontrolní zkoušky při provádění staveb
- Měření a monitoring
- Speciální polní zkoušky
- Znaleckou činnost

V CELÉM ROZSAHU DISCIPLIN

- Geotechnika
- Inženýrská geologie
- Zakládání staveb
- Inženýrská seismologie
- Podzemní stavby
- Mechanika zemin
- Mechanika hornin
- Hydrogeologie

Pro všechny stavby nové, rekonstrukce a opravy staveb a pro všechny úlohy související s ochranou životního prostředí

OBJEDNÁVKA PŘEDPLATNÉHO PRO ROK 1995

OBJEDNÁVÁME KS ČASOPISU TUNEL
(TJ. ČTVRTLETNÍKU ČS. TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
ITA / AITES)

CENA VÝTISKU PRO ROK 1995 – 75 Kč

VÝTISKY A FAKTURU ZASÍLEJTE NA ADRESU REDAKCE
TUNEL
ČS. TUNELÁŘSKÉHO
KOMITÉTU
ITA / AITES

RAZÍTKO A PODPIS
OBJEDNAVATELE

DĚLNICKÁ 12
PRAHA 7
170 00

DATUM

MSI Invest a.s

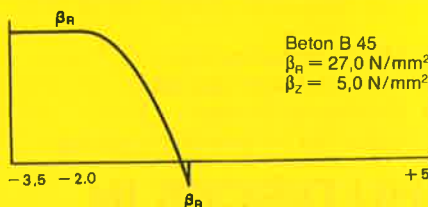
Horní 5, 639 00 BRNO
Česká republika
Telefon 05 - 43215327
Tel./fax 05 - 43215328

Ocelové zpevňovače jsou vyráběny na zařízení vyvinutém ve spolupráci se zahraniční firmou. Jako výchozí suroviny pro výrobu se používá kvalitních ocelových plechů, čímž vlákna odpovídají svými vlastnostmi našim i zahraničním kritériím.

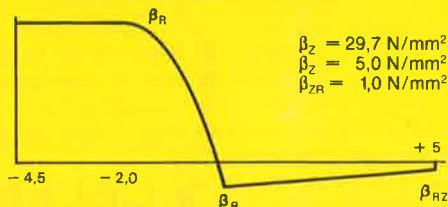
**Výrobce
ocelových
zpevňovačů
do betonu**

EE - 25

BETON BEZ ZPEVNŮVAČŮ



BETON SE ZPEVNŮVAČI

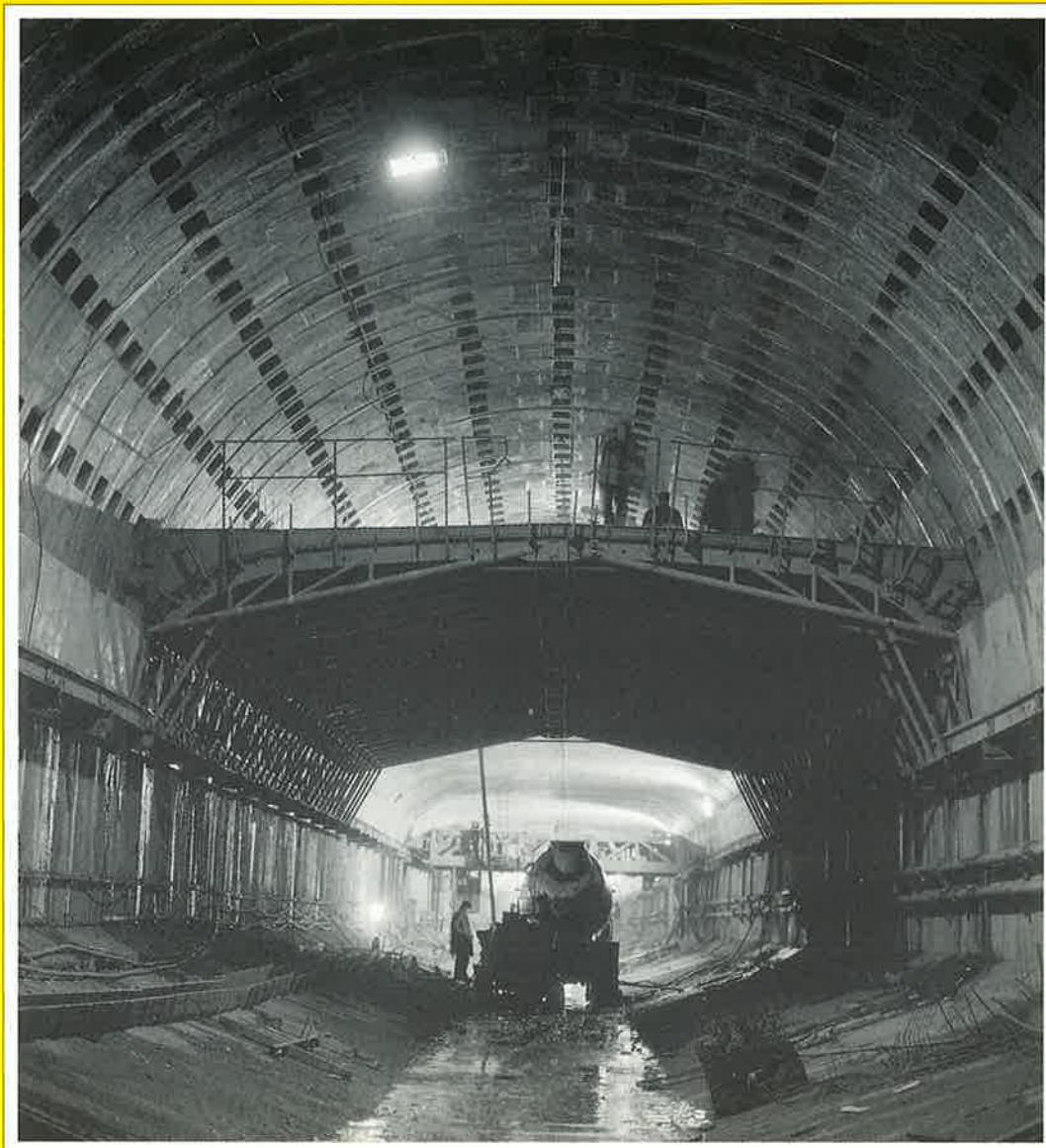


VÝHODY

- zvýšená pevnost v tlaku, tahu, ohybu
- zvýšená odolnost proti vzniku trhlin
- snížená deformace
- zvýšená pevnost v rázu
- snížení vodní propustnosti
- odolnost proti teplotním rázům
- dlouhodobá trvanlivost a kvalita betonu

POUŽITÍ

- podlahy dílen a garáží aj.
- chodníky a zpevněné plochy
- základy
- stříkaný beton
- prefabrikáty
- silnice
- tunely
- speciální stavby
- betonové desky



DIVIZE 5 a. s. METROSTAV

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.

metr@stav

VÁŠ PARTNER NA CESTĚ VZHŮRU!

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

GLASAL...

Jan De Vos Tunnel, Antwerp, Belgium ■ Perak Tunnel, Malaysia



Gongenyama Tunnel, Tokai hokuriku road, Japan ■ Liefkenshoek Tunnel, Antwerp, Belgium

THE FACE ON THE WORLD'S BRIGHTEST TUNNELS

ONLY COMPANIES WITH THE MOST PROFESSIONAL
EXPERIENCE CAN HANDLE SUCH PROJECTS!

ETERNIT BELGIUM has been the foremost international specialist in tunnel lining (square or circular tunnel section) for the last 15 years. Millions of road users currently enjoy the comfort and safety of GLASAL tunnels in countries like Belgium, Holland, United Kingdom, France, Germany, Italy, Spain, Hungary, Chili, Japan and Malaysia.

GLASAL COMBINES THE UNIQUE CHARACTERISTICS
NEEDED FOR SUCH HEAVY DUTY APPLICATION:

- hard, smooth surface allowing mechanical and high-pressure washing
- excellent optical properties - perfect diffusion of light • colour combinations possible (std. colour range) • easy installation and easy replacement
- totally incombustible: fire stability of the basic tunnel structure can be improved by combining GLASAL with PROMATECT panels.


Eternit
B E L G I U M

ETERNIT SYMBOL OF QUALITY

ETERNIT BELGIUM KUIERMANSSTRAAT 1
B-1880 KAPELLE-OP-DEN-BOS BELGIUM
PHONE 32-15-71.71.71 FAX 32-15-71.71.79 TELEX 22523 ETNITA B

Write 56 on information card