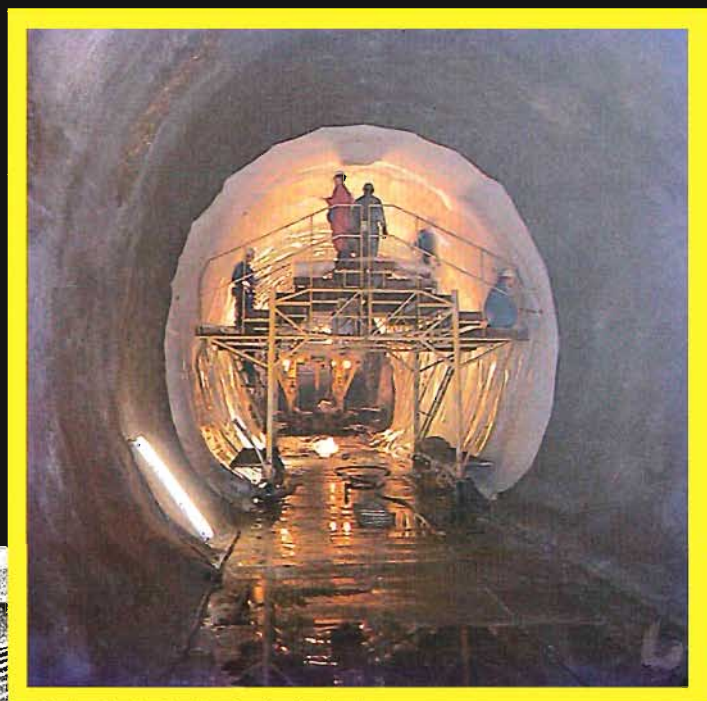


TUNEL

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



MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH AND SLOVAK TUNNELLING COMMITTEE

*Členské organizace vydavatelského systému „TUNEL“

*
ABP CONSULTING
a. s. *Praha*
Antala Staška 80
140 46 Praha 4

BANSKE STAVBY
ul. SNP 16
971 71 PRIEVIDZA

DOPRASTAV
Drieňova 27
826 56 BRATISLAVA

IKE
Přemyslovská 41
130 00 PRAHA 3

*
INGSTAV BRNO a. s.
Kopečná 20
657 15 Brno p. p. 115

INTERPROJEKT
Žatecká 2
110 01 PRAHA 1

INŽENIERSKE STAVBY,
záv. 07
Priemyselná 5
042 45 KOŠICE

*
METROPROJEKT
I. P. Pavlova 2
120 00 PRAHA 2

*
METROSTAV a. s.
Dělnická 12
170 04 PRAHA 7

PRAGIS
Na Vyhlídce
190 00 PRAHA 9

RUDNÝ PROJEKT
Festivalovo nám. 1
040 01 KOŠICE

*
SG - GEOTECHNIKA,
a. s.
Geologická 4
150 00 PRAHA 5

*
SUBTERRA a. s.
Bezová 1658
147 14 PRAHA 4

SUDOP
Olšanská 1a
130 80 PRAHA 3

DIAMO s. p.
471 27 STRÁŽ
POD RALSKEM

**ÚSTAV GEOTECHNIKY
ČSAV**
V Holešovičkách 41
182 09 PRAHA 8

*
VODNÍ STAVBY PRAHA a. s.
STAVEBNÍ DIVIZE 05
Dobronická 635
148 27 PRAHA 4

*
VOJENSKÉ STAVBY
Revoluční 3
110 15 PRAHA 1

**VÝSTAVBA KAMENOUHEL-
NÝCH DOLŮ**
Vašíčkova 3081
272 40 Kladno

VÚIS
Botanická 68a
602 00 BRNO

VÚIS
Lamačská 8
817 14 BRATISLAVA

VVUÚ
Pikartská ul.
716 09 OSTRAVA-
-Radvanice

**ŽELEZNIČNÍ
STAVITELSTVÍ, a. s.**
DIVIZE-IS
Heršpická 1
639 00 BRNO

**KLOKNERŮV ÚSTAV
ČVUT**
Šolínova 7
166 08 PRAHA 6

**VUT STAVEBNÍ
FAKULTA**
Veveří 95
662 37 BRNO

VŠB – Katedra geod.
a podz. stavitelství
tř. 17. listopadu
708 33 OSTRAVA-Poruba

**STAVEBNÍ FAKULTA
ČVUT**
Vědecko-technologické
centrum
Tháškova 7
166 29 PRAHA 6

*
PŮDIS a. s.
Voctářova 3
180 00 PRAHA 8

GEOTEST
Šmahova 112
659 01 BRNO

**STAVEBNÍ FAKULTA
VŠDS**
Moyzesova 20
010 01 ŽILINA

**STAVEBNÍ FAKULTA
STU**
Radlinského 11
813 68 BRATISLAVA

**DOPRAVNĚ INŽENÝRSKÁ
ORGANIZACE**
Moravské nám. 9
657 39 BRNO

OKD
akciová společnost VOKD
ul. Československá 7
701 40 OSTRAVA 1

Tunel

**Zpravodaj
Českého a Slovenského tunelářského komitétu
ITA / AITES
Založen Ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992**

OBSAH

Úvodník – Ing. Jiří Urbanec	1
Vybrané poznatky z aplikací stříkaného betonu Ing. Pavel Polák	2
Podzemní prostory a odpady Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc.	7
Presiometrická kontrola injekčního zpevnění libeňských břidlic v oblasti III. vinohradského železničního tunelu Ing. Jiří Hudek, CSc.	8
Nové podzemné stavby na Slovensku Prof. Ing. Juraj Mencl, Doc. Ing. František Klepsatel, CSc.	11
Použití izolačních desek (fólií) při ochraně kanalizačních stok Ing. Lubomír Sedlář, Ing. Pavel Štěpán	15
Malý začátek velké stavby? (1) Ing. Miloslav Novotný	17
Předběhne Slovenská republika Českou republiku v realizaci prvního dálničního tunelu? Ing. Miroslav Kupka, Ing. Georgij Romancov, CSc., RNDr. Otakar Tesař, DrSc.	19
Vinohradské tunely v Praze Ing. Karel Borovský	22
Podzemní elektrárna Lipno – pozoruhodná tunelářská stavba prvních poválečných let (2. část) Ing. Josef Zajíc, CSc, RNDr. Karel Růžička	26

Zpravodajství Českého tunelářského komitétu ITA/AITES
Zpravodajství Mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES
Ze světa podzemních staveb

REDAKČNÍ RADA

Předseda Ing. Petr Vozarik, a. s. METROSTAV
Ing. Jiří Hudek, CSc. – PÚDIS, Ing. Lúboš Čižmár – PÚDOS,
Ing. Pavel Chadim – Ingstav Brno, RNDr. Josef Mühldorf –
Stavební geologie a. s., Ing. Milan Krejcar – Vojenské stavby s. p.,
Ing. Miloslav Novotný – Vodní stavby Praha 05, Ing. Miroslav Uhlík –
Subterra, Ing. Georgij Romancov – METROPROJEKT,
Ing. Otakar Vrba – Stavební geologie a. s.,
Petr Podloucký, PhDr. Miroslav Kadlec, Ing. Ladislav Pazdera,
Ing. Pavel Polák, PhDr. Jan Barták, DrSc. – a. s. METROSTAV

PRO SLUŽEBNÍ POTŘEBU VYDÁVÁ

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

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČR
tel. (tuzemsko): 808 275 tel. (pro zahraničí): 809 453
telex: 12 12 21 fax: 876 160, 877 495 redakce: 87 23 499
Ved. redaktor: PhDr. Jan Barták, DrSc.
Grafická úprava: Petr Míšek
Odborný redaktor: Ing. Miloslav Novotný a Ing. Ladislav Pazdera
Fotografie: Josef Husák
a archiv a. s. Metrostav

Sazba, tisk a tiskařské práce:
UNIPRESS s. r. o., TURNOVSKÉ TISKÁRNY
511 01 TURNOV, Svobodova 1431

V případě zájmu redakce poskytne na vyžádání odborný překlad
do angličtiny.

TUNEL

**The Czech
and Slovak Tunneling Committee Bulletin
ITA/AITES – was established by Ing. Jaroslav Grán
in the year 1992**

CONTENTS

Editorial – Ing. Jiří Urbanec	1
Chosen experience from grouted concrete application Ing. Pavel Polák	2
Underground structures and waste Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc.	7
Pressure-measuring control of grouting strengthening of Libeň slate in the area of the III. Vinohrady railway tunnel Ing. Jiří Hudek, CSc.	8
New underground structures in Slovakia Prof. Ing. Juraj Mencl, Doc. Ing. František Klepsatel, CSc.	11
Using insulation boards (foils) at sewers protection Ing. Lubomír Sedlář, Ing. Pavel Štěpán	15
A small beginning of a big construction? (1) Ing. Miloslav Novotný	17
Is the Slovak Republic going to overtake the Czech Republic in implementing the first highway tunnel Ing. Miroslav Kupka, Ing. Georgij Romancov, CSc., RNDr. Otakar Tesař, DrSc.	19
Vinohrady tunnels in Prague Ing. Karel Borovský	22
Underground power plant Lipno – a remarkable tunnelling construction of the first after-war years (part 2) Ing. Josef Zajíc, CSc, RNDr. Karel Růžička	26
News from the Czech and Slovak Tunnelling Committee ITA/AITES	
News from the International Tunnelling Association ITA/AITES	
Underground construction World News	

EDITORIAL BOARD

Ing. Petr Vozarik a. s. METROSTAV, Chairman,
Ing. Jiří Hudek, CSc. – PŮDIS, Ing. Lúboš Čižmár – PŮDOS,
Ing. Pavel Chadim – Ingstav Brno, RNDr. Josef Mühldorf –
Stavební Geologie a. s., Ing. Mílan Krejcar – Vojenské stavby s. p.,
Ing. Miloslav Novotný – Vodní stavby Praha 05, Ing. Miroslav Uhlík –
Subterra, Ing. Georgij Romancov – METROPROJEKT,
Ing. Otakar Vrba – Stavební geologie a. s.,
Petr Podioudký, PhDr. Miroslav Kadlec, Ing. Ladislav Pazdera,
Ing. Pavel Polák, PhDr. Jan Barták, DrSc. – a. s. METROSTAV

FOR SERVICE USE PUBLISHED BY

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

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČR
tel (home): 808 275, tel (international): 809 453
telex: 12 12 21 fax: 876 160, 877 495, Editors: 87 23 499
Editor-in-chief: PhDr. Jan Barták, DrSc.
Graphic design: Petr Míšek
Special editors: Ing. Miloslav Novotný and Ing. Ladislav Pazdera
Photography: Josef Husák
METROSTAV

Composition & Print:
UNIPRESS s. r. o., TURNOVSKÉ TISKÁRNĚ
511 01 TURNOV, Svobodova 1431

Should you be interested the editors will provide a qualified translation of
the bulletin or any of its parts into English.



Vážené kolegyně, vážení kolegové,

v uplynulých třech letech procházel podnik Vojenské stavby transformací tak, jako řada státních podniků, snad jen s tím rozdílem, že jde o organizaci, jejímž zakladatelem bylo Federální ministerstvo obrany, zařazenou do druhé vlny privatizace.

V roce 1992 byl schválen náš privatizační projekt, a k 1. 12. 1992 byla založena akciová společnost Vojenské stavby se 40% podílem akcií prodaných ve veřejné soutěži. Zbývající část akcií bude nabídnuta ve druhé vlně kuponové privatizace.

Zaměření našich stavebních kapacit se nezměnilo. Společnost, zaměstnávající v průměru 7 000 pracovníků realizuje stavby v oborech pozemního a inženýrského stavitelství na území celé České republiky. Podstatné je, že v minulosti dotovaná organizace se postupně změnila ve společnost hospodařící se ziskem.

Navazujeme na tradice firem, ze kterých podnik Vojenské stavby před 40 lety vznikl. V oblasti inženýrské výstavby to byla především firma POSISTA a tunelářskou tradici přinesla firma BARABA.

Přes určitou stagnaci na trhu stavebních prací, kterou považujeme za přechodnou, se nám daří nejen udržovat kvalifikované kapacity, ale také je technicky rozvíjet. V pozemním stavitelství jsme úspěšně přešli z montovaných staveb na konstrukce monolitické, včetně technologie betonáže trezorů pro různé bezpečnostní systémy. V inženýrské výstavbě jsme udrželi silničářské kapacity doplněné o technologie minerálních těsnění a filtrů potřebné pro výstavbu skládek odpadů. V mostním stavitelství máme připraveny konstrukce odpovídající požadavkům evropských norem v prefabrikovaném i monolitickém provedení včetně technologií zvláštního zakládání.

Naše tunelářské kapacity realizovaly mimo řady speciálních podzemních staveb pro armádu např. železniční tunely pod Bílou skálou a Vinohradské tunely v Praze, tunel Blansko a řadu úseků pražského METRA.

V současné době realizujeme např. kanalizační přivaděč v Hradci Králové, a ve spolupráci s a. s. METROSTAV Strahovský tunel. Zvládli jsme postupy s použitím nedestruktivní ražby, zkonstruovali jsme erektor pro Strahovský tunel, a postupně zvládáme problematiku nové rakouské tunelovací metody.

V nejbližší budoucnosti nás čeká dokončení privatizace v rámci druhé vlny. Věřím, že se nám podaří přesvědčit všechny akcionáře společnosti o schopnosti udržet své postavení na trhu stavebních prací kvalitou a rychlostí stavění i hospodářskými výsledky.

Ing. Jiří Urbanec
technický ředitel

VYBRANÉ POZNATKY Z APLIKACÍ STŘÍKANÉHO BETONU

AUTOR: ING. PAVEL POLÁK – METROSTAV, DIVIZE 5

THE AUTHOR OF THE ARTICLE DEALS WITH CERTAIN LEGISLATION AND PRACTICAL ISSUES RELATED TO THE APPLICATION OF GROUTED CONCRETE. CLOSE ATTENTION IS PAID TO THE EXPERIENCE FROM WORK-PLACES AND THE POSSIBILITIES OF EFFECTIVE EVALUATION OF MEASURABLE RESULTS.

ÚVOD

Stříkaný beton je technologie, která je již po řadu desetiletí sledována a analyzována ze všech možných hledisek. Přesto se nedá říci, že by bylo možné zaznamenat na našich i zahraničních pracovištích přílišnou spokojenost. Stříkaný beton sice přinesl některé nové aplikace a technické možnosti, které klasický monolitický beton nemá. Avšak nikdy nedosáhl oné míry standardnosti a opakovatelnosti, jaká je u monolitických betonů namíchaných na betonárnách běžná.

Zvláště velké rozdíly jsou v možnostech ovlivnění cílového efektu mezi monolitickými betony stříkanými tak zvaným suchým způsobem. Ale ani u mokrého stříkání, které se u nás běžně nepoužívá, není situace podstatně lepší.

U obou technologií stříkaného betonu navíc dělají vrásky většinou technologů přísná hygienická kritéria vztahující se zejména na úroveň přípustné prašnosti a ochrany osádky před jejími účinky a to i v zemích, kde stříkaný beton dosáhl nejvyšší technické úrovně a objem nastříkaných betonů je podstatně větší než v českých zemích.

TUZEMSKÉ PROBLÉMY

V našich podmínkách k tomu ještě přistupuje jakási informační bariéra. Poznatky stavbyvedoucích, mnohdy zaplacené omyly a neúspěchy, se neobjevují v dostatečné míře ve výrobní přípravě a v projektech. Poněkud paradoxně to u některých techniků stavby vytváří dojem, že po osobních zkušenostech z předchozí aplikace jsou právě oni nositeli všech potřebných znalostí o stříkaném betonu a jejich problémy jsou jednou provždy vyřešeny. Případným cizím poznatkům a zkušenostem jsou pak jen velmi málo přístupní. Podobně zjednodušující pohled na uplatnění stříkaných betonů a na jejich vlastnosti proměnné v době bezprostředně po nanesení má i většina projektantů. U nich dominuje ne vždy opodstatněná představa o vysokých požadavcích na náběh pevnosti mladých stříkaných betonů (stáří do 24 hodin) mnohdy bez ohledu na skutečné zatěžovací podmínky v prvních hodinách a dnech.

Značné zpoždění máme také v používání přísad se specifickými účinky na zpracování betonové směsi a na vlastnosti zralého betonu. Využití dostupných technických možností stříkaného betonu v tuzemsku tedy není optimální. Přitom celosvětový trend směřuje ke stále vyšším nárokům na jakost stříkaného betonu, které jsou však současně konfrontovány s tržními tlaky na maximální hospodárnost a konkurenceschopnost této technologie.

Podle názoru autora článku je pro zvýšení úrovně tuzemských aplikací stříkaného betonu v současné době nejdůležitější zavést do praxe důslednou laboratorní a výrobní přípravu, poznatky

z praxe promítnout do projektového řešení konstrukcí a hlavně využitím vhodné technické legislativy soustavně kontrolovat dosažovanou jakost.

Proto se v dalším textu zaměřím zejména na praktické otázky, vztahující se k legislativní, laboratorní a strojní zabezpečení stříkaného betonu s určitým akcentem na stříkaný beton jako primární ostění štol a tunelů, s nímž máme dlouholeté zkušenosti.

LEGISLATIVNÍ PODKLADY

Pro stříkaný beton byla vypracována norma ČSN 73 2430 platná od 8. 11. 1989. Na ni navazují další normy, které jsou logicky společné i pro beton ukládaný a hutněný tradičním způsobem. Jejich platnost je stejně jako platnost ostatních ČSN norem prodloužena do konce roku 1994. K těmto normám je nutno přiřadit revidovanou normu ČSN 73 7501 „Navrhovanie konstrukcií razených tunelových objektov“ se zapracováním výsledků směrnice pro NRTM (nová rakouská tunelovací metoda).

Tyto normy jsou odrazem dosavadního vývoje stříkaného betonu u nás. Zásadně vyhovovaly pro běžné aplikace, zejména v tunelářské praxi u menších výrubních průřezů. Podle našeho názoru už nestačí pro použití stříkaného betonu v náročnějších podmínkách a pro náročnější posuzování kvality. Chybí například tuzemský normový podklad nebo ověřený předpis pro měření a hodnocení pevnosti betonu v prvních minutách a hodinách po nástřiku, pro provozní porovnávání účinků urychlovačů tuhnutí a tvrdnutí betonu a podobně.

Význam používání doplňujících dokumentů tohoto druhu zmenší ani připravovaný systém Euronorem a Eurocódů odvozených z mezinárodních ISO norem. Původní představa duchovních tvůrců tohoto velkorysého záměru vytvořit podrobnou a jednotnou legislativu, stejně kompaktní jako na příklad DIN ale pro celou Evropu, se ukázala v této podobě jako neschůdná. Euronormy budou především obecnější jako důsledek potíží při sjednocování národních norem. Budou proto vzdálenější od například současné koncepce ČSN, kdy norma chtěla být současně téměř technologickým návodem.

Předpokládá se proto i k Euronormám doplňková technická legislativa, která sice nesmí být s Euronormami v rozporu, ale teprve ona upřesní výrobní praxi a zejména smluvní vztahy (posuzování kvality, životnosti, technické podklady pro eventuální srážky z ceny a podobně).

LABORATORNÍ ZKOUŠKY

Jak jsem naznačil v předchozí kapitole, laboratorní zkoušky dle ČSN 73 2430 pro průkaz jakosti stříkaného betonu nedefinují požadavky na náběh tvrdnutí betonu v minutových a hodinových

intervalech. Přitom počáteční parametry stříkaného betonu jsou rozhodující pro nanesení požadované tloušťky a zabezpečení časově omezené stability horninového masivu.

Při jiných aplikacích může hrát důležitou roli náběh nosnosti opravované konstrukce, například ve vztahu k zatěžování navazujícími pracemi a technologickými postupy.

Pro studování dostupných materiálů jsme se rozhodli, že jako základ pro posuzování vlastností mladého stříkaného betonu (a pro vyplnění výše uvedené legislativní mezery) budeme používat dvoudílnou „Směrnici pro stříkaný beton“ Rakouského betonářského spolku. Při jejím výběru jsme byli do jisté míry ovlivněni skutečností, že „Směrnice“ je zpracována i s ohledem na novou rakouskou tunelovací metodu, kterou používáme při výstavbě štol a tunelů.

Přesto „Směrnici“ doporučujeme také ostatním uživatelům stříkaného betonu, protože posuzuje stříkaný beton ve všech podstatných souvislostech. Kromě měření náběhu pevností krátce po nástřiku umožňuje například spolehlivé vzájemné srovnání účinků urychlovačů, určení jejich optimálního dávkování, zahrnutí vlivu druhu pojiva na vývoj pevnosti, určení doby zpracovatelnosti suché betonové směsi, stanovení frekvence a rozsahu dalších souvisejících zkoušek stříkaných betonů atd.

„Směrnice“ nabízí záruku, že při dodržení doporučených zkoušek a zkušebních metod budeme mít mnohostrannou kontrolu jakosti betonu a správnosti použité technologie. Současně omezuje dosavadní značně empirický přístup ke stříkanému betonu.

STROJNÍ ZAŘÍZENÍ

Používaná strojní zařízení na výrobu a stříkání betonu na stavbách vycházejí ze standardních osvědčených výrobků pro resort stavebnictví a hornictví. U míchacích center na stavbách se většinou dodržuje zásada kryté skládky kameniva. Ukazuje se jako velice vhodné v toku materiálu umístění kontrolního síta pro eliminaci zrn větších než 10 mm. Míchačky mají obsah většinou 0,25 nebo 0,5 m³. Vlastní dávkování cementu je běžně zabezpečeno váhou nebo určeno počtem pytlů cementu dodávaného

na paletách. Dávkování kameniva není zpravidla prováděno automaticky. Tato skutečnost rozšiřuje možnost selhání lidského faktoru při dodržování stanovené receptury. Rovněž další příměsi, pokud jsou používány, se dávkují objemově v závislosti na odpovídajícím přístupu obsluhy.

Dopravu suché směsi do podzemí a pneumaticky na místo určení zajišťují převážně sestavy strojů a zařízení, které komplexně projektově řeší a vyrábí VZUP Kamenná. Kromě dnes již standardních samovýspných zavážecích vozů ZV 01 a strojů na stříkaný beton SSB 41 jsou již k dispozici manipulatory na stříkaný beton pro odstupňované velikosti profilů, které mohou zajistit nástřik betonu s využitím přenosného dálkového ovládání. V sestavě strojů má dnes již svoje nezastupitelné místo směšovací jednotka urychlovače vody. Doporučuje se mít při ražbách připravené navíc čerpadlo na kotevní cementovou směs pro rychlou instalaci svorníků a kotev typu SN.

Díky ukončenému vývojovému úkolu a. s. Metrostav jsou ve spolupráci se VZUP Kamenná plně projektově připraveny sestavy zásobníků, dopravníků, dávkovačů, stříkacích strojů i manipulatorů pro aplikace stříkaného betonu při bezkolejovém způsobu ražeb až do velikosti dálničního tunelu.

Podle našich zkušeností je pro suché stříkání tuzemské strojní zařízení solidním základem pro volbu vhodných technologických sestav pro různé konkrétní účely. Přitom je cenově výhodnější než zahraniční stroje, má k dispozici vyhovující servis a v mnoha případech je možné jej získat na leasing. Naproti tomu chybí tuzemské stříkací stroje pro mokry způsob stříkání.

PRAKTICKÉ APLIKACE

a) Lokalita, záměr

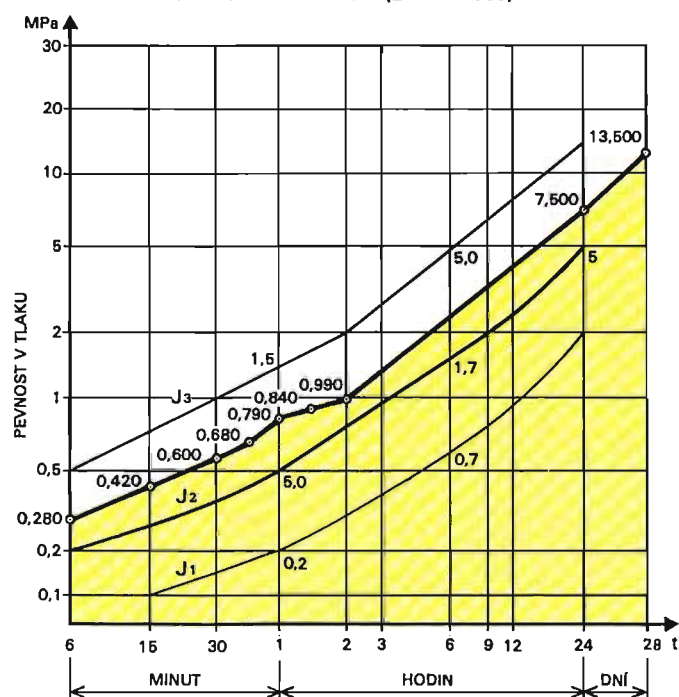
V současné době byl ukončen úsek s uplatněním stříkaného betonu u a. s. Metrostav na levém traťovém tunelu metra na trase IV. B v délce cca 350 m o průměrné plošnosti výrubu 29 m². Během ražby byla prováděna optimalizace receptury a technologie provádění stříkaných betonů podle vyhodnocení zejména konvergenčních měření.

S ohledem na zpoždění v legislativě oproti rakouským požadavkům na laboratorní zajištění je kladen důraz na ověřování vlastností stříkaného betonu zkouškami in situ. Oddělení technického rozvoje Metrostavu divize 5 je vybaveno originální penetrační jehlou a přístrojem Kaindl-Meyco, kterými lze podle rakouské metodiky stanovit skutečný průběh tuhnutí a tvrdnutí mladého stříkaného betonu. Cílem je v kombinaci s vyhodnocenými vzorky nastříkanými do bedniček stanovit takovou ekonomicky úspornou recepturu, která s minimální nutnou rezervou překryje křivku pevnostního průběhu pro konstrukční stříkaný beton pevnostní třídy typu J₂. Na obrázku č. 1 je znázorněn průběh nárůstu pevnosti vyšetřený na levém traťovém tunelu trasy IV. B v lednu 1993.

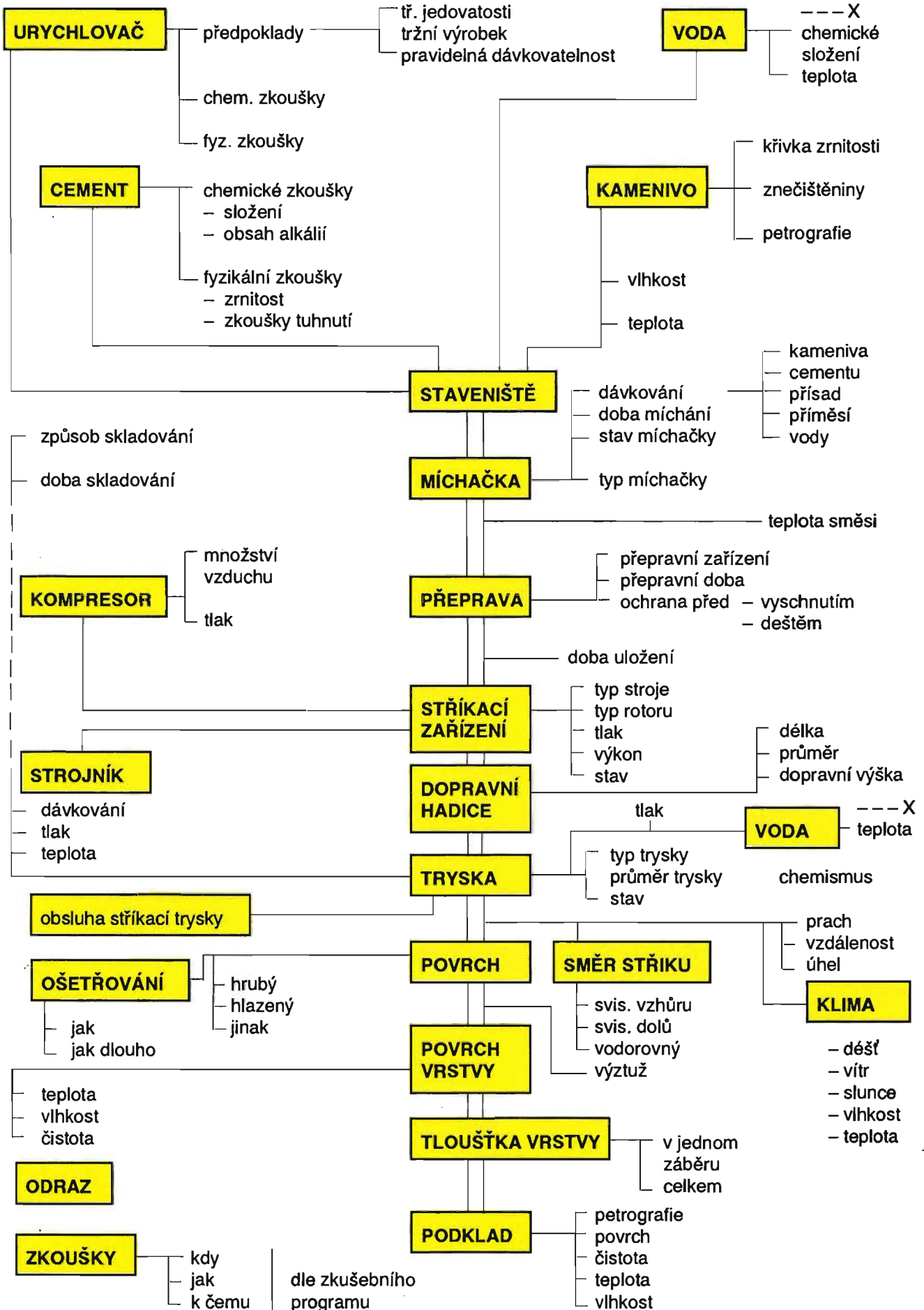
b) Zkušenosti, opatření, receptura

Další konstatování má obecnou platnost a ve většině případů vychází z absence vyšších odborných nároků na aplikace stříkaných betonů ze strany projektanta i investora včetně zatím nezpracovaného komplexního řešení systému řízení jakosti dodavatelů. Jak je patrné z obrázku č. 2, možných vlivů na kvalitu stříkaného betonu existuje velké množství. Receptura představuje jen základní vstupy, které však mohou výrazně ovlivnit podstatné vlastnosti, jako jsou na příklad časový průběh nárůstu pevnosti a modulu pružnosti, konečná pevnost betonu, prašnost při stříkání, množství spadu apod. Přitom je třeba mít na zřeteli, že např. předávkování urychlovače nad optimální míru vůči váze cementu vede zpravidla k výraznějšímu okamžitému náběhu pevnosti mladého betonu za cenu podstatně vyššího efektu smrš-

PRŮBĚH NÁRŮSTŮ PEVNOSTI MLADÉHO STŘÍKANÉHO BETONU NA STAVBĚ LTT ÚSEKU 05 TRASY IV B (LEDEN 1993)



OBR. 1



OBR. č. 2 – VLIVY NA KVALITU STŘÍKANÉHO BETONU

d
o
o
d
b
ě
r
u
v
z
o
r
k
u

řování betonu se značným snížením konečné pevnosti betonové konstrukce ostění oproti nulovému betonu. Proto jsou požadavky na vysoké počáteční pevnosti nastříkané betonové konstrukce oprávněné pouze u tlačivých hornin s okamžitými projevy tlaku na primární ostění, kde efekt smršťování a dotvarování betonu stačí hornina sledovat při současném žádoucím zrovnoměrnění napjatosti na kontaktu hornina-ostění. Případná nižší tuhost ostění z titulu nižší konečné pevnosti betonu (při stejné receptuře příměsí betonové směsi) musí být pak eliminována logickým zesílením tloušťky konstrukce primárního ostění.

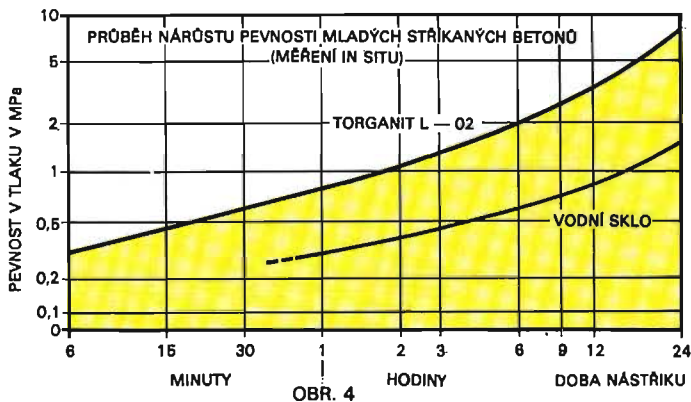
Kamenivo

Pro kamenivo je ČS normou doporučeno rozmezí čar zrnitosti. V praxi se většinou používá kamenivo dovážené z nejbližší těžební lokality bez dalšího a na stavbě průběžně sledovaného určování vhodnosti čary zrnitosti kameniva. Maximální naší normou stanovená stejnoměrná vlhkost činí 4 % z hmotnosti kameniva. Tato hodnota není při nekrytých skládkách nebo těžbě ze zaplavených pískoven dodržována a může dosáhnout až cca 7 %. Kromě nesplnění podmínky dané normou způsobuje zvýšená vlhkost kameniva zacpávání stříkacího stroje a dopravní hadice. Jediným kladem příliš vlhkého kameniva při vhodné čare zrnitosti je snížená prašnost při jeho nanášení.

Naproti tomu rakouská směrnice nepřipouští jiné než rozříděné kamenivo do frakcí a smíchané a kontrolované dle ÖNORMY B 3304. Pro stříkaný beton s konstrukční (statickou) úlohou se doporučují největší zrna 11 respektive 12 mm. Přísná kontrola a trvalé sledování zrnitosti i vlhkosti kameniva je zcela na místě, neboť úzce souvisí jako u každého betonu s konečnou pevností, ale také např. s množstvím spadu a s vývinem prachu při stříkání.

V oblasti Prahy v rámci působnosti technického oddělení Metrostavu divize 5 jsou již vytypovány nevhodnější lokality těžby kameniva, které při sledované vlhkosti kameniva zajišťují relativně nejnižší spad a prašnost při stříkání betonu. Na obrázku č. 3 jsou patrná rozmezí čar zrnitosti podle normy ČSN 73 2430 a dle rakouské normy B 3304 s uvedením čary zrnitosti nelhříděné frakce 0-4 z lokality Chržín-Uhy. Vyšetřované čary zrnitosti na grafu dokumentují značný posun k jemnějším zrnům od období 06/91 do 01/93.

POROVNÁNÍ NÁBĚHU MĚRITELNÉ PEVNOSTI STŘÍKANÉHO BETONU IN SITU (PRACoviSTĚ SUBTERRY)



Cement

Zkoušky prokázaly jednoznačně rychlejší reagenční reakci portlandského cementu na urychlovač tuhnutí oproti síranovzdušnému portlandskému cementu. Proto doporučujeme všude tam, kde

není značná síranová agresivita podzemní vody nebo statická funkce primárního ostění není po vybudování definitivního ostění uvažována, použití portlandského cementu tříd 400 případně 325. Ekonomické množství cementu na 1 m³ betonu činí 360 až 400 kg.

Voda

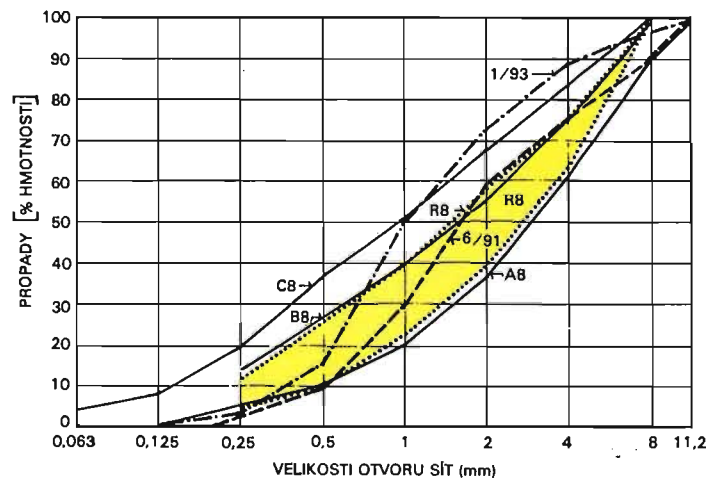
Používání běžné pitné vody nepředstavuje pro stříkaný beton laboratorně ani prakticky žádný problém. Určitá potíže může nastat při stanovování jejího skutečného množství na 1 m³ stříkaného betonu při různém zvodnění výrubu a při výkyvech v pozmostosti a pracovní odbornosti střídající se osádky. Při započítání obsahu vody v kamenivu kolísá vodní součinitel v/c v rozsahu 0,45 až 0,5.

Urychlovač

Pro aplikace stříkaných betonů suchou cestou se jeví jako podstatně výhodnější z hlediska rovnoměrnosti rozptýlení tekuté urychlovače. V našich podmínkách je svou kvalitou a cenou v současné době nejlepší Torganit L-02. Éra vodního skla na rozdíl od některých pracovišť českých stavebních organizací patří v tunelářsky vyspělých zemích definitivně minulosti. Vodní sklo ovlivňuje ve stříkaném betonu méně urychlení tuhnutí cementu a zvyšuje pouze významně lepivost v důsledku vytváření gelu s vodou. Srovnání v náběžích pevnosti u mladých stříkaných betonů provedené in situ na pracovišti Subterry je na obrázku č. 4. Vodní sklo neumožňuje nastříkání srovnatelných vrstev betonu a především podstatně snižuje konečnou pevnost. Proto také množství cementu (550 až 600 kg v 1 m³ betonu) pro dosažení počáteční a zejména konečné přijatelné pevnosti stříkaného betonu je výhledově technicky a při rostoucích cenách cementu také ekonomicky neobhajitelné.

Přísadu doporučujeme přidávat s pomocí dávkovací jednotky. Dávkování urychlovače lze regulovat podle sklonu, vlhkosti či případně množství vody na líci výrubu a požadavků na tloušťku vrstvy i náběž pevnosti. Podstatnou výhodou použití dávkovače je zaručené přidávání konstantního množství urychlovače od toku betonu nezávisle na obsluhu regulovaném přívodu vody ve stříkací pistoli. Tento fakt je podstatný při efektivním nanášení stříkaného betonu na horninu s výrony podzemní vody. Dupo-

DOPORUČENÁ ROZMEZÍ A HRANICE ČAR ZRNITOSTI KAMENIVA PRO STŘÍKANÝ BETON. VYZNAČENÍ ČARY ZRNITOSTI NETŘÍDĚNÉHO KAMENIVA Z LOKALITY CHRŽÍN - UHY



CB, A8 — HRANICE DLE ÖNORM B 3304
 BB — ČARA OPTIMÁLNÍ ZRNITOSTI
 R8, R8 — DOPORUČENÁ ROZMEZÍ DLE ČSN 73 2430
 — ČARA ZRNITOSTI TĚŽ. STĚRKOPÍSKU CHRŽÍN - UHY FR. 0-4 Z 06/91
 — ČARA ZRNITOSTI TĚŽ. STĚRKOPÍSKU CHRŽÍN - UHY FR. 0-4 Z 01/93

OBR. 3

ručené a v praxi ověřené množství urychlovače může kolísat v rozmezí 2 až 8 %. Množství vyšší než 8 % může přinést efekt rychlejšího tuhnutí stříkaného betonu, ale pouze s již zmíněným snížením konečné pevnosti betonu. Optimální množství Torganitu L-02 je mezi 4 až 6 % z hmotnosti cementu. Na obrázcích č. 5 a 6 jsou znázorněny průběhy nárůstu pevnosti srovnatelných betonových směsí s urychlovači a bez (nulový beton) vyšetřované laboratorně Kloknerovým ústavem.

Popílek

Při provádění stříkaného betonu se statickou úlohou se osvědčilo v zahraničí přidávání přemletého (domílaného) létavého popílku do struktury stříkaného betonu. Podle druhu cementu nesmí podíl přidávaného popílku přestoupit maximálně 20 % z hmotnosti cementu. Přidáním popílku lze podobně jako u běžného betonu zaznamenat úsporu v dávkování cementu. Pravidelně kontrolovaná jemnost mletí musí proto vykazovat nejmenší specifický povrch (podle Blaina) 4 500 cm²/g a rozsah kolísání smí být maximálně ± 250 cm²/g.

Mikrosilika

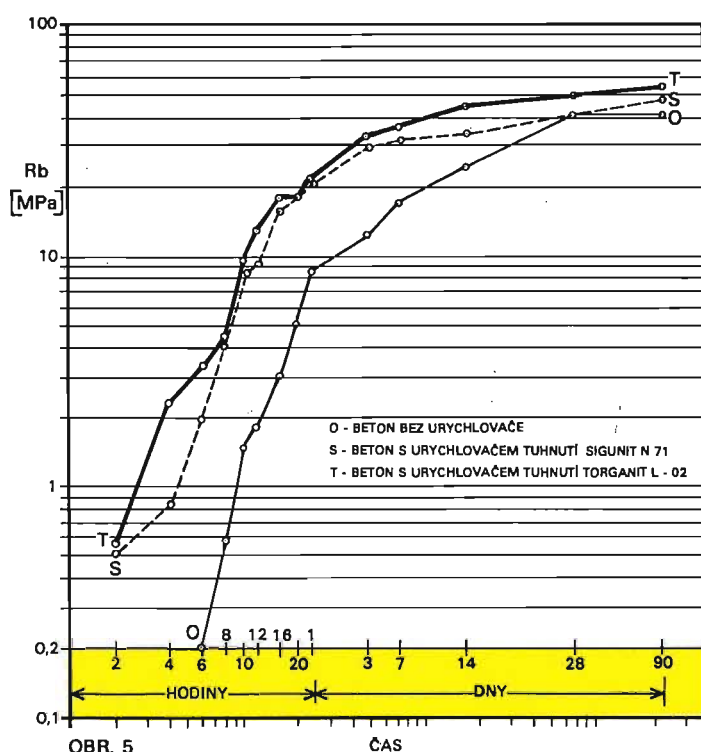
Zkoušky i praktické aplikace v zahraničí prokázaly výrazné zlepšení vlastností stříkaného betonu přidáním Si-látek. Škála mikrosilikátů je relativně široká, přičemž nevhodnější účinky na vlastnosti betonu má křemíkový prach s největším specifickým

povrchem. Pro manipulaci a zpracování nejjemnějších křemíkových částic (silikafume) se proto využívá jejich vodní suspenze, která musí vykazovat dobrou slučitelnost s tekutým urychlovačem tuhnutí. K praktickému použití nejkvalitnějších suspenzí volného křemíku z cenových důvodů zatím na stavbách Metrostavu nedošlo. Jejich uplatnění je však nutné uvažovat s ohledem na možný požadavek výrazného zlepšení finálních vlastností nastříkaného betonu zejména pro případy definitivní a staticky trvale funkční konstrukce. Přidáním Si-látek lze dosáhnout především omezení množství spadu, podstatné snížení vyvíjení prachu, zvýšení lepidlosti a zlepšení hutnosti struktury stříkaného betonu a tím zvýšení odolnosti proti chemickým i mechanickým účinkům.

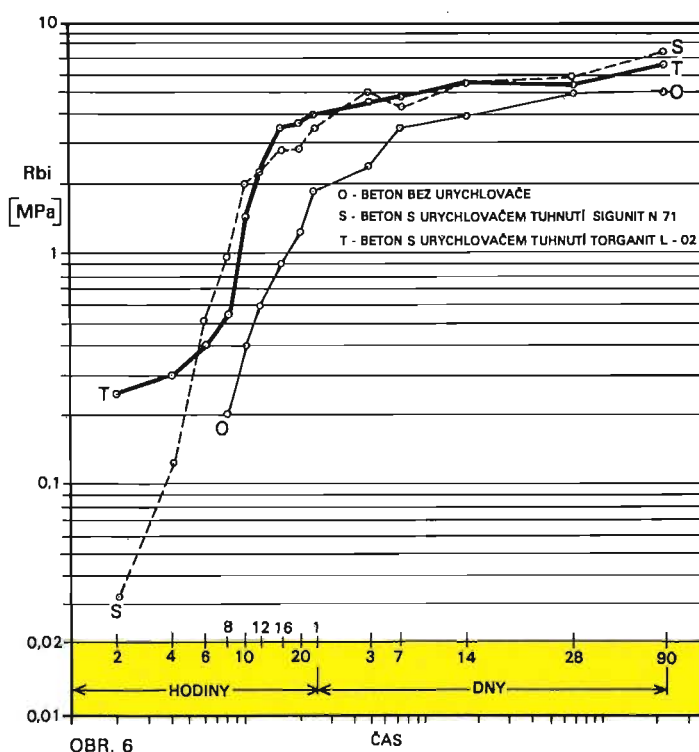
ZÁVĚR

Technologie provádění stříkaného betonu v České republice má přes mnohaleté zkušenosti jednotlivých pracovníků i kolektivů značné nedostatky a rezervy v oblasti zkušebnictví, vlastní aplikace, vyhodnocených statistických výsledků i zpětné vazby na návrh nových receptur. Vycházíme-li z aktuálního stavu a předpokládaného vývoje norem pro stříkaný beton, doporučujeme přistoupit ke sjednocení a prohloubení systému kontroly jakosti stříkaného betonu jeho vnitřní certifikací. Za jeden ze základních dokumentů pro vytvoření vlastní směrnice a technologických pravidel navrhujeme prozatím plně využívat „Směrnici pro stříkaný beton“ Rakouského betonářského spolku.

PRŮBĚH NÁRŮSTU PEVNOSTI BETONU V TLAKU



PRŮBĚH NÁRŮSTU PEVNOSTI BETONU V TAHU ZA OHYBU



PODZEMNÍ PROSTORY A ODPADY

PROF. ING. IVAN VANIČEK, DrSc., FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT, KATEDRA GEOTECHNIKY, PRAHA

THE AUTHOR CHARACTERIZES THE PROJECT CALLED "CONCEPTION AND CRITERIA OF WASTE DEPOSITING INTO EXCAVATED MINING AREAS", BEING THE COORDINATOR OF THE PROJECT AT THE SAME TIME. THE PROJECT DEALS WITH THE METHOD OF WASTE DEPOSITING AND EXCAVATED AREAS. THE OBJECTIVE OF THE ARTICLE IS TO DEFINE THE CONDITIONS UNDER WHICH WASTE DEPOSITING CAN BE IMPLEMENTED.

Problematika odpadového hospodářství dnes představuje rozhodující složku životního prostředí. Dnešní odhad je zhruba 160 mil. tun odpadů plus odpady ze skrývek dalších ca 500 mil. tun. Plocha území republiky je v současné době poseta zhruba 15 000 skládkami v provozu a jen výsypky nadložních jílu po povrchové těžbě hnědého uhlí zabírají ročně plochu ca 5 km².

Využití podzemních prostor je proto z tohoto hlediska velice lákavé, neboť současně dokáží oddělit uložený odpad od přímého kontaktu s lidmi. Po politických změnách dochází k poměrně velkému zájmu o využití podzemí a je možno se setkat s návrhy jak velmi seriózními, tak i nezodpovědnými.

V roce 1992 byl proto pod patronací Federálního výboru pro životní prostředí zahájen projekt „Koncepce a kritéria ukládání odpadů do vytěžených horninových prostor“. V letošním roce je zajišťováno jeho pokračování pod patronací MŽP ČR a autor příspěvku je koordinátorem celého projektu. Koordinační pracoviště – Fakulta stavební ČVUT Praha – pro řešení projektu uzavírá kooperační smlouvy jak s výzkumnými pracovišti a vysokými školami, tak s pracovišti realizačními. Cílem je sestavit tým spolupracovníků různých specializací – geologů, inženýrských geologů, hydrogeologů, specialistů na mechaniku hornin, mechaniku zemin, podzemní stavitelství, proudění podzemní vody, šíření kontaminace v zemním a horninovém prostředí, inženýrů, dopravních inženýrů, ekonomů a dalších.

Základní otázky řešeného projektu je možno zjednodušeně klasifikovat do následujících okruhů:

- **forma uložení odpadu** – zde připadají v úvahu tři základní varianty – **velkoobjemový odpad** jehož míra ohrožení okolního prostředí je nulová či velmi nízká – např. skrývkové zeminy, hlušina, případně i popel a využitelnost ve formě tzv. zakládky sloužící pro vyplnění vytěžených prostor, snížení rizika kolapsu vytěženého prostoru a zamezení jeho nepříznivého dopadu na povrchu (pokles poddolovaných území)
- **nebezpečný odpad** – uložený v kontejnerech přemístěný do podzemních prostor jak na dobu určitou (např. 30–50 let) po nichž bude odpad znovu vyzvednut na povrch, tak prakticky na dobu neomezenou, kdy odpad v kontejnerech bude definitivně pohřben
- **forma vytěžených prostor** – zde v první řadě připadají v úvahu prostory již dříve vytěžené – opuštěné doly, doly které budou v nejbližší době uzavřeny pro nerentabilitu těžby – je vhodné využít zkušené pracovníky a mnohdy i chemických úpraven na povrchu. Současně však stávající prostory mohou vyžadovat náročnější ochranu uloženého odpadu, neboť geologická skladba v místě těžby bývá většinou složitá a nebezpečí kontaktu odpadu s podzemní vodou pravděpodobnější. Ekonomické a nakonec i technické podmínky mohou vést k rozhodnutí o nalezení a vybudování nových úložných prostor v geologickém masívu homogenním s nízkou propustností, kde následná nižší ochrana a případně i lepší prostorové možnosti vykompenzují náklady na zajištění nových prostor.

Mezi těmito dvěma variantami leží případ využití současných svislých přístupových cest a příprava nového úložiště mimo původní ložisko v sousední neporušené hornině.

Pro zodpovězení otázky o vhodnosti určitého geologického prostředí pro určitý odpad je proto vlastní výzkum zaměřen na následující dílčí otázky:

- výzkum geologického prostředí – hostitelského prostředí po stránce geologické, hydrogeologické, geotechnické, tektonické, seizmické a dalších,
- výzkum stability výrubu vytěžených prostor s ohledem na časový faktor (časový faktor pro těžbu nerostů má jinou – většinou kratší – dimenzi),
- výzkum vhodnosti doplňujících těsnících prvků (většinou na bázi jílových minerálů mezi uloženým odpadem – kontejnery a vlastním horninovým masivem),
- výzkum proudění podzemní vody a případné šíření kontaminantu v horninovém prostředí – neboť voda je hlavním přenosovým médiem pomocí níž se nebezpečné složky odpadu mohou opět dostat do biosféry,
- výzkum technologie přepravy odpadu.

Závěr projektu bude definovat podmínky, za jakých lze ukládání odpadů realizovat, výstup řešení projektu bude využit jak v legislativě, tak při posuzování každého navrženého konkrétního způsobu ukládání skupinou nezávislých expertů.

Z pohledu mechaniky hornin a tunelového stavitelství je zajímavých několik následujících bodů:

- metody hodnocení stability současných výrubů z hlediska jejich následného využití po dobu uložení odpadu (např. 30–50 let),
- metody zvýšení stability v případě, že se ukáže v předchozím bodě tato potřeba,
- metody ražení nových prostor tak, aby narušenost okolní horniny (pro snížení migrace kontaminantů) byla co nejnižší,
- metody návrhu úložných kaveren z pohledu nejefektivnějšího průřezu, resp. objemu.

Samostatnou kapitolu tvoří ukládání vysoce radioaktivního odpadu – převážně vyhořelých palivových článků. Zde se uvažuje případ definitivního pohřbení, přičemž současný světový trend vede k vytypování horninového masívu v hloubce minimálně 500 m, pro který by se konstatovalo, že krychle o straně ca 600 m vykazuje velmi dobré vlastnosti z hlediska stálosti, homogenity a propustnosti.

Většina států volí polní pokusnou laboratoř mechaniky hornin v horninách velmi podobných předběžně vytypovanému masívu a zde zkouší vhodnost jednotlivých metod pro ověřování jednotlivých vlastností. Vychází z předpokladu, že míra průzkumných prací na definitivním úložišti musí být právě pro zachování jeho vlastností omezena na minimum.

Pro oblast mechaniky hornin a tunelového stavitelství se tak rysuje nová, velmi zajímavá a atraktivní oblast uplatnění.

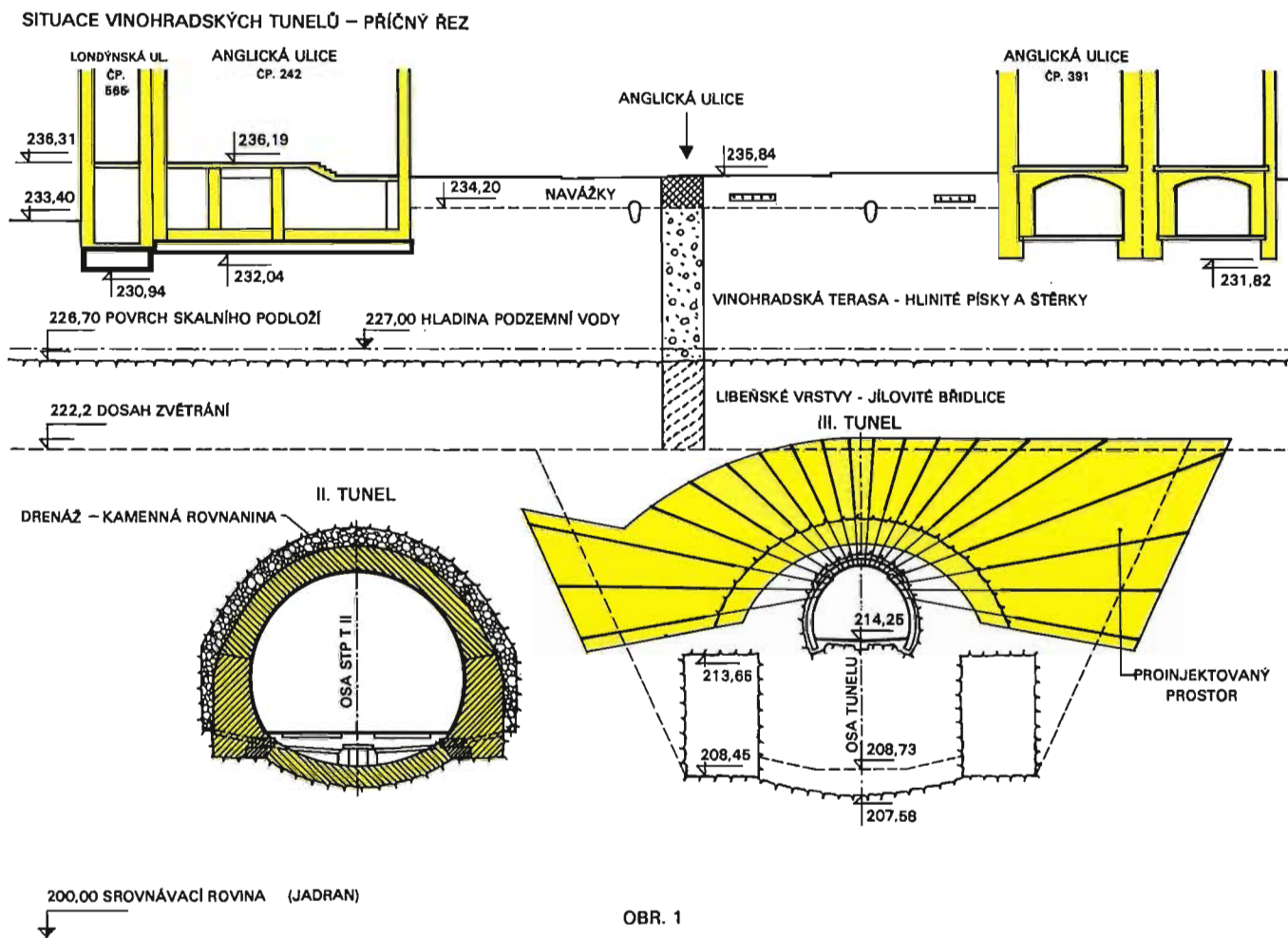
PRESIOMETRICKÁ KONTROLA INJEKČNÍHO ZPEVNĚNÍ LIBEŇSKÝCH BŘIDLIC V OBLASTI III. VINOHRADSKÉHO ŽELEZNIČNÍHO TUNELU

AUTOR: ING. JIŘÍ HUDEK, CSc – PÚDIS, a. s. PRAHA

THE ARTICLE IS DEVOTED TO THE MOST EXACTING SECTION OF THE FINISHING CONSTRUCTION III OF THE VINOHRADY TUNNEL. IN THE AREA OF LINKING UP WITH DRIVING INTERRUPTED IN 1975 IT WAS NECESSARY TO STRENGTHEN THE SUBSOIL BY CONCRETE REINFORCEMENT STOPE (THE AREA OF 140 m²). THE LEVEL OF STRENGTHENING WAS VERIFIED BY PRESSURE-MEASURING TESTS. DRIVING MODULES WERE INCREASED BY 30 % AND THE MOST UNSUITABLE MINIMUM VALUES WERE REMOVED, WHICH PROVES THE GROUTING WORKS HAVE BEN SUCCESSFUL.

Při ražení tunelů v obtížných geotechnických podmínkách se někdy přistupuje ke zlepšování mechanických vlastností horninového masivu prostřednictvím zpevňující injektáže. Ke zjištění efektu této injektáže na zvýšení pevnosti a tuhosti horninového prostředí lze s výhodou použít terénní presiometrické zkoušky situované do kontrolních vrtů. Tato metoda poskytuje velmi rychlé a dostatečně přesné výsledky. Proto byla v Praze aplikována v nejexponovanějším úseku dostavby III. vinohradského železničního tunelu – v místě navázání nové části z r. 1987 na výrub

přerušený v r. 1945. Tato oblast přilehlá k Anglické ulici je mimořádně exponovaná stavebně (v relativně nízkém nadloží je založen blok domů a v podloží se kříží vinohradské železniční tunely se spojkami tras metra A–C) i geotechnicky (horninové prostředí tvoří měkké břidlice tektonicky porušené, mocnost nezvětralého horizontu v nadloží pouze cca 3 m). V současné době se v přilehlé oblasti v proluce po zlikvidovaném zařízení staveniště se zabetonovanou těžní jámou připravuje výstavba administrativní budovy se čtyřmi podzemními podlažími pro garáže.



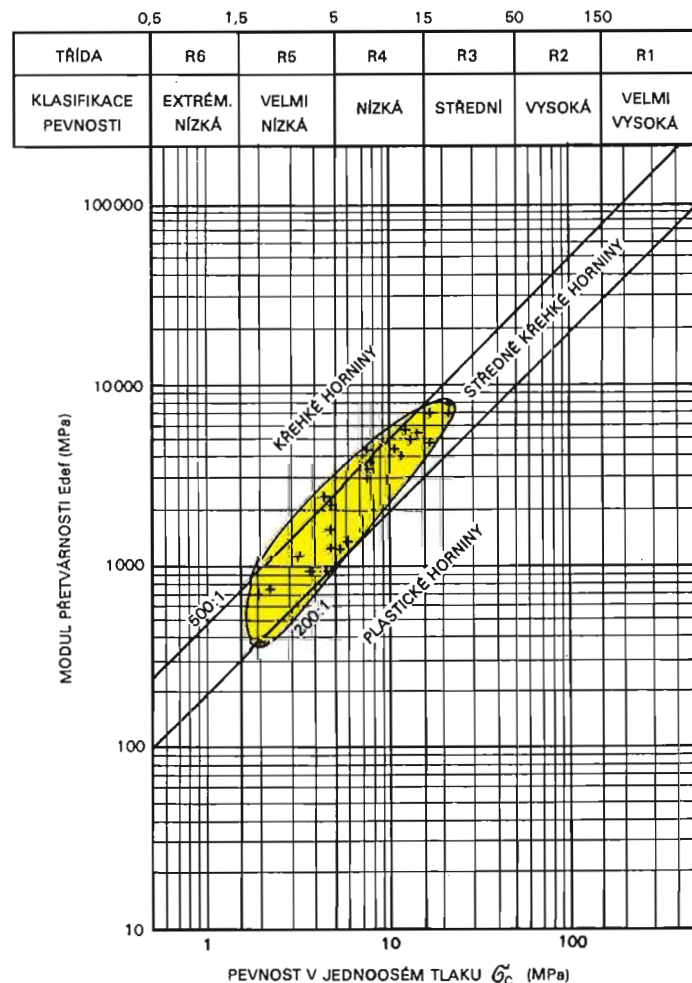
Obr. 1 Schéma inženýrskogeologických poměrů a konstrukčního řešení s injektáží pro zabezpečení nadloží tunelu při ražení (Vodní stavby – Speciální zakládání staveb)

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVEBNÍM OBJEKTU

Organizačně dostavbu III. vinohradského železničního tunelu zajišťoval investor *Správa přestavby železničního uzlu Praha*, generálním projektantem byl *SÚDOP Praha* (Ing. Smida – Ing. Kühn), vyšším dodavatelem stavby *Vojenská stavba Praha*. Příslušný objekt se zpevňující injektáží (č. 10 805/24) byl zadán podniku *Vodní stavby Praha – Odštěpný závod pro speciální zakládání staveb*. Projekt (lit. 1) zpracoval Ing. Jašek a Ing. Mikolášek, provádění injektáže metodicky řídil Ing. J. Verfel, DrSc.

Inženýrskogeologické poměry v zájmovém úseku jsou schematicky zachyceny na obr. 1. Jsou relativně jednoduché, na skalním podloží tvořeném jílovitými břidlicemi libeňského souvrství (ordovik-Beroun) leží fluvialní sedimenty (hlinité písky a štěrky) vinohradské terasy (pleistocén) a navážky. Celková mocnost pokrývných útvarů je cca 9 m. Hladina podzemní vody leží ve spodní části fluvialních sedimentů. Dosah zvětrání je přibližně 4 až 5 m pod úroveň erozní báze. Informace o mechanických vlastnostech horninového materiálu nezávětralého horizontu jílovitých břidlic libeňských vrstev zachycuje obr. 2. Pevnost v jednoosém tlaku se pohybuje v širokém intervalu od 1,8 do 22 MPa (průměr 8,9 MPa) a nejčastější klasifikace dle ČSN 72 1001 a ČSN 73 1001 je R 4 – hornina s nízkou pevností.

Konstrukční řešení v tomto úseku ještě dvojkoľejného železničního tunelu o ploše výrubu 140 m² je také schematicky znázorněno na obr. 1. Byl ražen pod Anglickou ulicí a přilehlou zástavbou z čela nedostavěného III. vinohradského tunelu (292 m z let 1940–1945). Pro zlepšení geotechnických vlastností horninového masivu v bezprostředním nadloží tunelu byla navržena cementová injektáž (na 1 m³ směsi 554 litrů vody a 1 384 kg cementu PC 400) v kombinaci s vytvořením armovaného skeletu z ocelových trubek ve tvaru klenby nad výrubem.



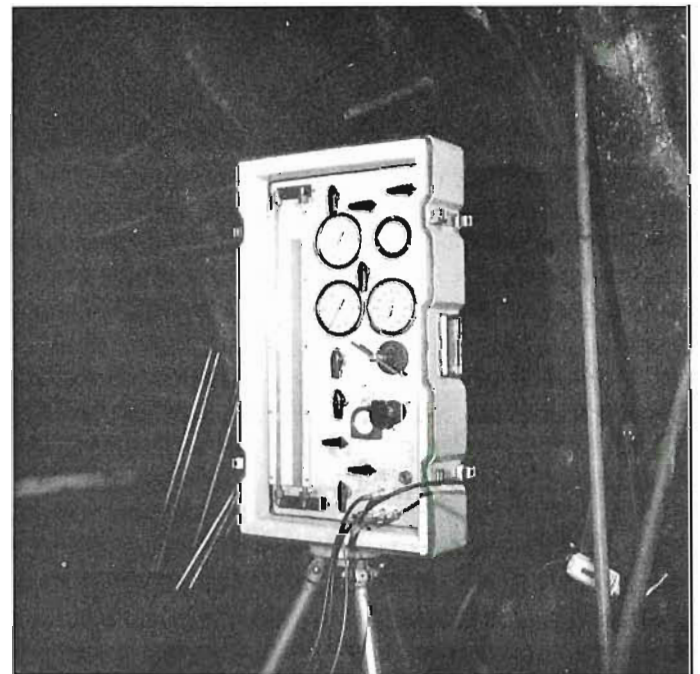
Obr. 2 Klasifikace mechanického chování horninového materiálu nezávětralého horizontu zastižených jílovitých břidlic libeňských vrstev dle ČSN 72 1001 a ČSN 73 1001

METODA OVĚŘENÍ DOSAŽENÉHO STUPNĚ ZPEVNĚNÍ

Kontrola výsledku zpevňující injektáže byla zadána nezávislé organizaci – průzkumnému středisku *PŮDIS Praha* (lit. 2). Pro ověření stupně zpevnění horninového masivu cementovou injektáží byly použity terénní zkoušky mechaniky hornin situované do měřících vrtů (*presiometrické zkoušky*) a zkušební rozrážky (*zatěžovací zkoušky deskou*). Posouzení bylo založeno především na hodnotách modulů přetvárnosti. Výhodou presiometrických zkoušek ve vrtech byla menší pracnost a nižší náklady. Proto jich bylo možné provést větší počet (34 před injektáží a 27 po injektáží) a výsledky statisticky vyhodnotit, což snížilo nevýhodu směrodatnosti měření pro relativně malé objemy (přibližně řádu 0,01 m³). Zatěžovací zkoušky deskou situované do stěn zkušební rozrážky zasahovaly podstatně větší objem (cca 1 m³), avšak pro pracnost a nákladnost se jejich počet omezil na 4 před a 4 po injektáží.

Presiometrické zkoušky byly situovány do vějíře jádrových vrtů průměru 46 mm realizovaných soupravou Diamec D 250. Pro srovnávací měření zachycující stav před injektáží byly využity přímo injekční vrty, pro kontrolu po injektáží byly vyhloubeny nové vrty v mezilehlých pásmech (posouzení je založeno na statistickém zpracování výsledků z obou etap). Ke zkouškám byl použit presiometr francouzské firmy Ménard, typ GB určený pro skalní horniny (rozsah radiálního tlakového napětí 10 MPa) s namontovanou sondou AX (průměr 44 mm). Ovládací a měřící jednotka přístroje při práci na této podzemní stavbě je zachycena na fotografii – obr. 3.

Princip presiometrické zkoušky je zatěžování (nezapažené) stěny vrtu radiálním tlakem a při standardizovaných podmínkách



Obr. 3 Ovládací a měřící jednotka presiometrického přístroje francouzské firmy Ménard (typ GB pro zkoušení skalních hornin – maximální radiální tlak 10 MPa)

(lit. 3 a 4) sledování závislosti objemového přetvoření a jeho rychlosti (zde označovaného jako tečení) na vyvozeném napětí. Příklad charakteristického přetvárného diagramu ze souboru realizovaných kontrolních zkoušek je na obr. 4. Lze na něm stanovit následující hraniční body mezi třemi fázemi přetvárného chování (pružnou, pseudoelastickou a plastickou):

– p_0 začátek pseudoelastické fáze, tj. radiální napětí, při kterém dochází k opětovnému uzavření pórů či dělicích ploch ro-

zevřených po uvolnění v důsledku odvtání. Toto napětí se dle lit. 3 a 4 označuje jako „tlak v klidu“ (i když této veličině se přibližně rovná pouze ve výjimečném ideálním případě)

– p_f hranice mezi pseudoelastickou a plastickou fází přetvoření (resp. konec lineárního stadia přetvárného diagramu) označovaná jako mez tečení či dotvarovací napětí

Dalším významným výsledkem je presiometrický modul přetvárnosti E_{op} , který se stanovuje (dle příslušného vztahu – lit. 3 a 4) z lineární pseudoelastické fáze přetvárného diagramu (a je tedy maximální hodnotou modulů přetvárnosti v závislosti na oborech tlakového a radiálního napětí). Začátek a konec lineárního stadia je na grafu v obr. 4 zdůrazněn kroužkem.

VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Posouzení efektu zpevňující injecktáže umožňuje statistické zpracování výsledků presiometrických modulů přetvárnosti před a po injecktáži sestavené do obr. 5. Je z nich zřejmé, že po injecktáži došlo k výraznému zlepšení přetvárných charakteristik horninového masivu. Především se zvýšila průměrná hodnota presiometrického modulu přetvárnosti z 389 MPa před injecktáží na 505 MPa po injecktáži. Toto zvýšení modulů (resp. snížení stlačitelnosti) reprezentuje cca 30 %. Dále se poněkud snížily relativní charakteristiky rozptylu – variační koeficient se zmenšil z hodnoty 68,6 % před injecktáží na 55,8 % po injecktáži. Uvedené hodnoty variačního koeficientu jsou samozřejmě značně vysoké (a to i po injecktáži), avšak u modulů přetvárnosti (který se u hornin pohybuje přibližně v rozpětí čtyřech řádů) je toto častý jev. Důležité dále je,

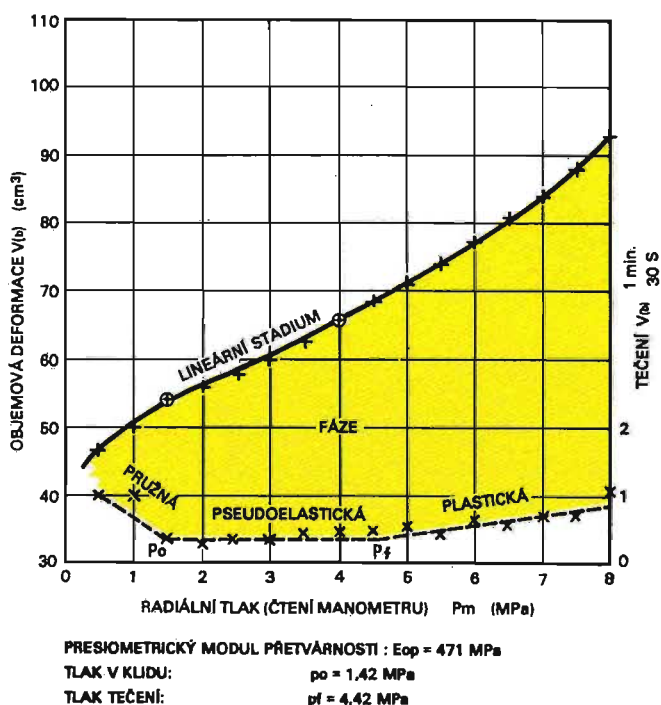
že po injecktáži se podstatně snížil výskyt nejnižších změřených hodnot, což je dobře patrné z histogramů v obr. 5. Například presiometrických modulů přetvárnosti nižších než 200 MPa bylo v zájmovém horizontu před injecktáží 9 a po injecktáži jen 2. Zpevňující injecktáži se tedy podařilo podstatně zmenšit rozsah hornin s nejnepříznivějšími mechanickými vlastnostmi.

Snížení stlačitelnosti se dosáhlo vyplněním části rozdělovacích ploch injeckční směsí a vnesením mírného předpětí do horninového masivu (dle hodnot p_0 v průměru o cca 0,1 MPa).

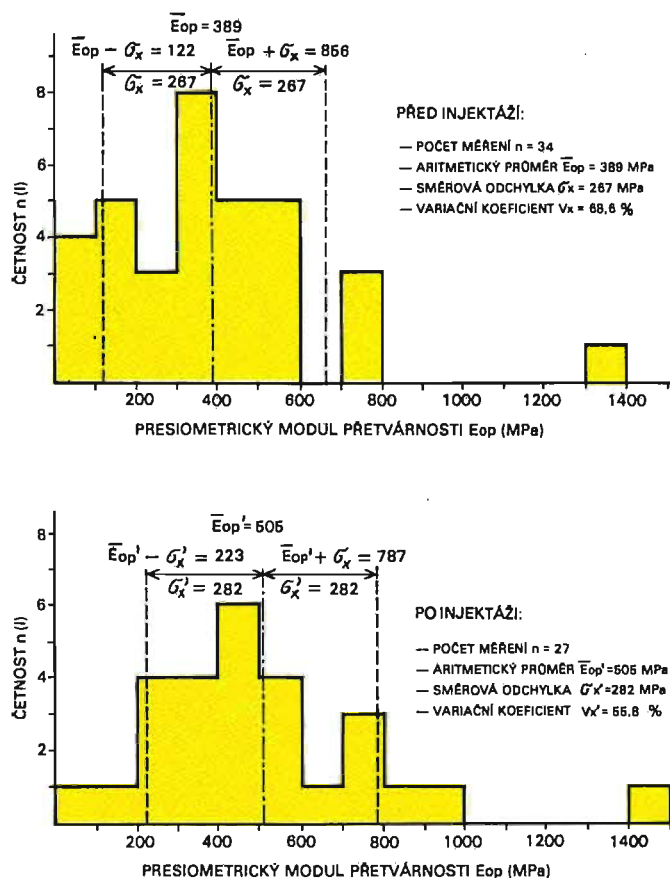
Z výše uvedeného je zřejmá úspěšnost zpevňující cementové injecktáže. Její aplikace se v příslušném nejnáročnějším úseku dostavby III. vinohradského tunelu podílela na bezpečné ražbě a minimalizaci poruch na stavebních objektech v jeho nadloží.

LITERATURA

1. JAŠEK, P.: Stavba SP ŽUP Hl. n. – dostavba III. vinohradského tunelu. Prováděcí projekt obj. 10805/24 – zabezpečení nadloží tunelu pro ražbu – injecktáž. Vodní stavby – závod pro speciální zakládání staveb – odbor projekce a geologie – čís. zak. 124/85. Praha, 1986.
2. HUDEK, J.: Dostavba III. vinohradského tunelu – zpráva o výsledcích zkoušek ověření stupně zpevnění horninového masivu injecktáží. PŮDIS – stř. průzkumu – čís. zak. 31-1258-0015-06. Praha, 1987.
3. Mode opératoire MS.IS – 2. Essai pressiométrique normal. Dunod, Paris, 1971.
4. ČSN 72 1004: Presiometrická skůška, 1990.



Obr. 4 Příklad charakteristického přetvárného diagramu ze souboru presiometrických zkoušek (měření ve vrtu pro zpevňující injecktáž č. JK 16 ve vzdálenosti od ústí 10,0 m)



Obr. 5 Čítnostní rozdělení a výsledky statistického zhodnocení presiometrických modulů přetvárnosti horninového masivu před a po zpevňující injecktáži

NOVÉ PODZEMNÉ STAVBY NA SLOVENSKU

PROF. ING. JURAJ MENCL, DOC. ING. FRANTIŠEK KLEPSATEL, CSc.
KATEDRA GEOTECHNIKY SvF STU BRATISLAVA

THE AUTHOR PROVIDES A PROFESSIONAL OVERVIEW OF NEW UNDERGROUND CONSTRUCTIONS IN SR, WHICH INDICATES THAT UNDERGROUND CONSTRUCTION IS IMPLEMENTED AT BUILDING WATER-SOURCE AND ENERGETIC WATER-WORKS, MUNICIPAL UNDERGROUND LINES, SEWERAGE AND WATER MAINS AND AT RECONSTRUCTION OF RAILWAY TUNNELS.

Útlm, v ktorom sa nachádza v súčasnosti slovenské stavebníctvo v dôsledku celkovej hospodárskej recesie sa obzvlášť výrazne prejavuje v podzemnom staviteľstve. Podzemné stavby sa totiž už tradične považujú za ekonomicky veľmi náročné. Napriek tomu však prebieha aj teraz výstavba viacerých rozsiahlejších podzemných stavieb. Je zaujímavé, že väčšinu z nich realizujú, resp. sa na ich realizácii podieľajú Banské stavby Prievidza, ktorým sa pomerne úspešne darí preorientovať sa z baníckych na stavebné činnosti. Z realizovaných stavieb spomenieme aspoň tie najdôležitejšie.

1. Vodné dielo Turček

Výstavba vodárenskej nádrže Turček začala v roku 1992. Jej účelom je zvýšenie kapacity vodného zdroja, ktorý zásobuje pitnou vodou oblasť Žiaru nad Hronom, Handlovej, Prievidze a Martina. Nádrž vznikne prehradením údolia v hornom toku riečky Turiec sypanou hrádzou s asfaltovým tesnením. Generálnym dodávateľom stavby je Váhostav Žilina. š. p. Banské stavby tu realizujú výstavbu dvoch tunelov, ktoré sú dôležitou súčasťou vodného diela (obr. 1):

- obtokového tunela, ktorý bude slúžiť počas sypania hrádze na odvedenie vôd Turca a po ukončení výstavby na odvádzanie povodňových vôd a v prípade potreby aj na výprázdňovanie nádrže cez dnové výpusté. Tunel má klenutý prierez s plochou výrubu 20,05 až 21,61 m² a jeho dĺžka je 276 m,
- komunikačného tunela, ktorý bude slúžiť ako prístupový do združeného funkčného objektu a na odvádzanie odoberanej vody ocelovým potrubím prierezu DN 700 mm do úpravne. Prierez výrubu je opäť klenutý s plochou 15,9, resp. 17,1 m². Dĺžka tunela je 300 m.

Výrubu oboch tunelov sú zabezpečené dočasným výstrojom („primárnym ostením“) tvoreným prúťovými kotvami a cca 10 cm vrstvou striekaného betónu vystuženého ocelovými sieťami, resp. v menej pevných horninách ocelovými skružami korytkového prierezu typu K 21 s príložným železobetónovým pažením a betónovou základkou nadvýlomom.

Sekundárne ostenie bude z monolitického betónu a bude zriaďované do ocelového sklopného debnenia, ktoré spolu s dopravným podvozkom vyrobili Banské stavby v svojich dielňach (obr. 2). Tvarová podobnosť umožňuje využitie debnenia pre betonáž ostenia oboch tunelov. Betonovať sa bude v dvoch etapách: najprv dno, potom horná časť prierezu. Do pracovných škár sa vkladajú ocelové tesniace vložky. Betonáž ostenia prebieha od leta 1993. Súčasťou dodávky Banských stavieb je aj výstavba vtokového a výtokového portálu a zabezpečenie svahov predzárezov kotvami, sieťovinou a striekaným betónom.

2. Vodné dielo Ružín

Na vodnom diele Ružín I sa kvôli zväčšeniu kapacity výpustného zariadenia buduje beztlakový tunel dĺžky 420 m podkovo-

vitého prierezu, zhodného s prierezom obtokového tunela na VD Turček (obr. 3). Výrub je zabezpečený ocelovými prúťovými kotvami a striekaným betónom hrúbky 10 cm, vystuženým ocelovými rohožami. Definitívny „sekundárny“ výstroj je z monolitického betónu hrúbky 30 cm, betónového do ocelového pojazdného debnenia, vyrobeného v dielňach Banských stavieb v Prievidzi. V lete 1993 bolo razenie tunela ukončené a prišlo sa k betonáži ostenia.

Výpustný tunel rovnakého prierezu, no dĺžky len cca 100 m bude vybudovaný aj na vyrovnávacej nádrži Ružín II. Obe stavby realizuje š. p. Banské stavby Prievidza.

3. Rekonštrukcia VE Dubová

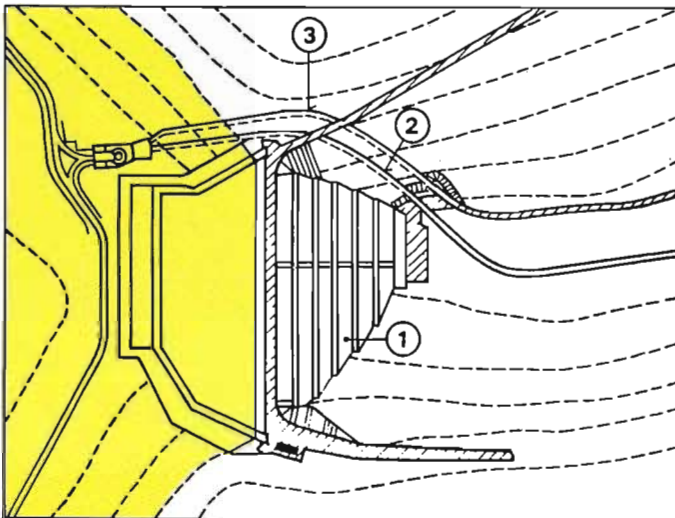
Vodnú elektrárňu Dubová, využívajúcu veľký spád Hrona na hornom toku v úseku medzi Lopejom a Dubovou, dali postaviť Železiarne Podbrezová už v rokoch 1902 až 1909 a prevádzkujú ju doteraz. Napriek viacerým opravám a úpravám bola stavebná aj strojná časť elektrárne už vo veľmi zlom stave a tak sa po predchádzajúcich prieskumných prácach a štúdiách prišlo v roku 1989 k jej rozsiahlej rekonštrukcii. Generálnym dodávateľom prác sú opäť Banské stavby Prievidza.

Najnáročnejšou časťou vodnej elektrárne je 4 883 m dlhá beztlaková štôľňa, privádzajúca vodu z Hrona od odberného objektu v Lopeji k vodnej elektrárni v Dubovej (obr. 4). Privádzač je budovaný na úseku dĺžky 3 734 m razením, na úseku 1 149 m v otvorenom výkope. Kým hĺbený úsek je budovaný v zeminách pokrývaných úťvarov (zahlienené piesčité štrky a piesčité hliny s veľkým obsahom valúnov), tieto sa nachádzajú v razenom úseku len výnimočne. Razilo sa prevažne v skalných horninách – pestrých bridliciach, dolomitoch a dolomitických vápencoch. Výrub bol zabezpečený dverajovou výdrevou, pod ochranou ktorej sa zriaďovalo monolitické betónové ostenie. Vzhľadom na celkovo zlý stav ostenia bolo prijaté rozhodnutie privádzač po celej dĺžke úplne zrekonštruovať. Usporiadanie stavby je zrejmé z obr. 5.

Podpovrchový úsek privádzača bol po deštrukcii starého ostenia obnovený ako monolitický, betónový. Ostenie sa betonovalo do ocelového pojazdného teleskopického debnenia kruhového prierezu, vyrobeného Banskými stavbami. V razenom úseku bolo ostenie rozrušené impactormi pod ochranou nožových tunelovacích štítov priemeru 3 160 mm a nahradené 4-segmentovým prefabrikovaným železobetónovým ostením. Prstenec sa uzatváral uzatváracím elementom. Na tejto stavbe boli nožové štíty nasadené v ČSR po prvý raz. Segmenty ostenia boli vyrobené z vodostavebného betónu a v úseku, kde na privádzači pôsobia agresívne ropné odpady, gudróny, unikajúce z nedostatočne izolovaných skládok š. p. Petrochema Dubová, sú z vonkajšej strany chránené epoxydovým povlakom. Svetlý prierez privádzača je jednotný, kruhový DN 2 700 mm.

Rekonštrukcia privádzača bola ukončená už v roku 1992. K úplnému dokončeniu stavby treba ešte vybudovať malú vodnú elektrárňu v Predajnej, kde sa prítok privádzača nadlepšuje

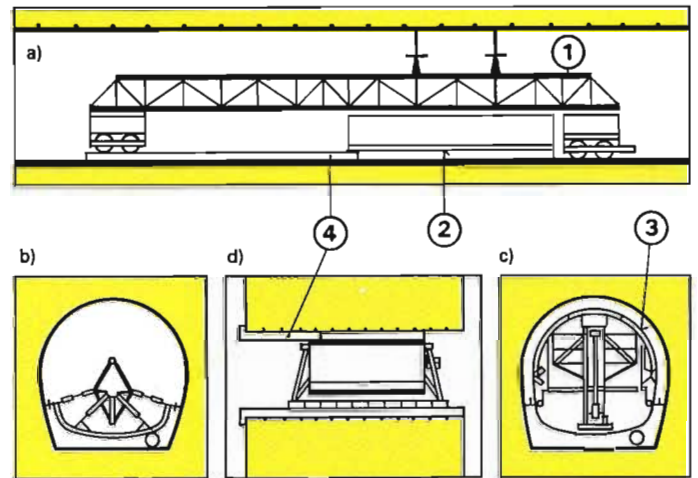
VODÁRENSKÁ NÁDRŽ TURČEK - SITUACNÝ NÁČRT



1 - SYPANÁ HRÁZA, 2 - OBTOKOVÝ TUNEL, 3 - KOMUNIKAČNÝ TUNEL

OBR. 1

BETONÁŽ OSTENIA OBTOKOVÉHO TUNELA

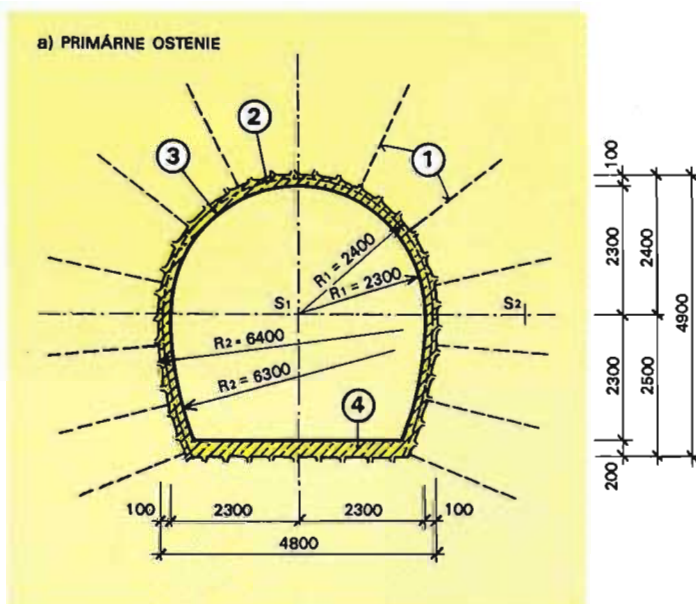


a) CELKOVÉ USPORIADANIE, b) BETONÁŽ DNA, BETONÁŽ KLENBY, d) PODLŽNÝ REZ

1 - TRANSPORTNÝ VOZĚN DEBNENIA, 2 - DEBNENIA DNA, 3 - DEBNENIE HORNEJ ČASTI PRIEREZU, 4 - HOTOVÉ OSTENIE

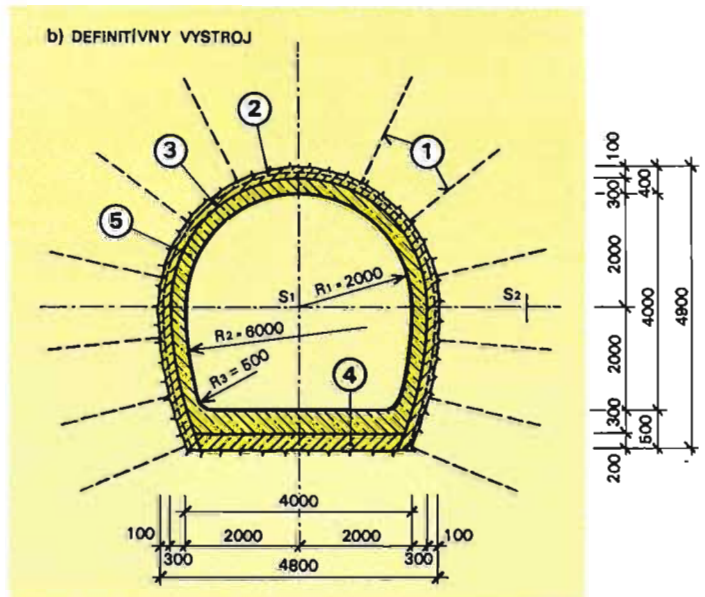
OBR. 2

PRIEČNY REZ VYPÚŠŤACÍM TUNELOM NÁDRŽE RUŽÍN



1 - PRÚŤOVÉ KOTVY DĹŽKY 2,5 m, 2 - OCEĽOVÁ MREŽOVINA, 3 - TORKRETOVÁ OMIETKA HRúbKY 10 cm, 4 - BETONOVÉ DNO, 5 - VNÚTORNÉ BETÓNOVÉ OSTENIE

OBR. 3



odberom vody z Jasenienského potoka. Tým sa výkon vodnej elektrárne zvýši z pôvodných 1,2 MW na 2,05 MW.

4. Rekonštrukcia železničného tunela č. 1 v Bratislave

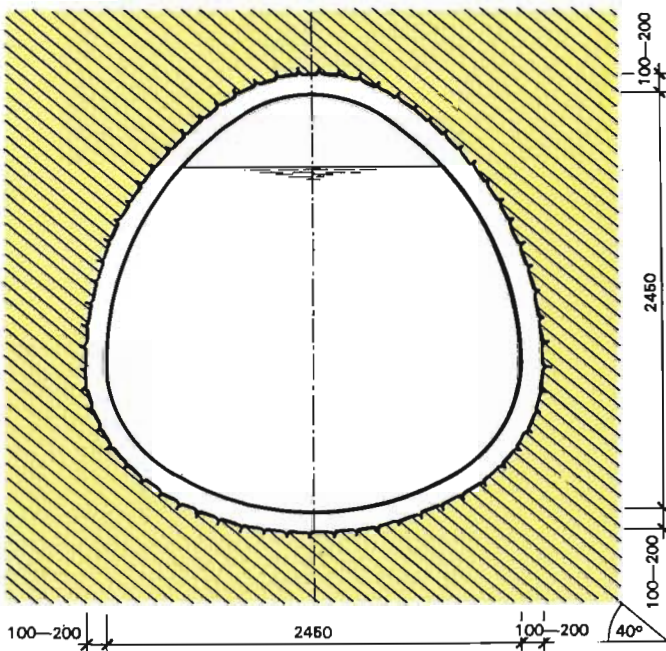
Rekonštrukciu tohoto najstaršieho slovenského železničného tunela, postaveného už v roku 1846, robí nákladom cca 160 miliónov korún Železniční staviteľství Brno, teraz Slovenské tuneľy, a. s. Práce – pokiaľ bude k dispozícii dostatok finančných prostriedkov, by mali byť ukončené v roku 1995.

V rámci rekonštrukčných prác sa zväčšuje prejazdný prierez tunela odbúraním dodatočne zabudovaných výstužných rebier, spevňovaním a utesňovaním horninového masívu injektážami a kotvením, zriaďovaním odvodňovacích vrtov a drenážnych zvodníc, chránených proti premŕzaniu. Liace ostenia sa zabezpečuje ohýbanými plechmi Tubosider s antikoroziným povlakom, ktoré vytvárajú „stratené“ debnenie pre líčnu vrstvu ostenia.

5. Čremošiansky tunel

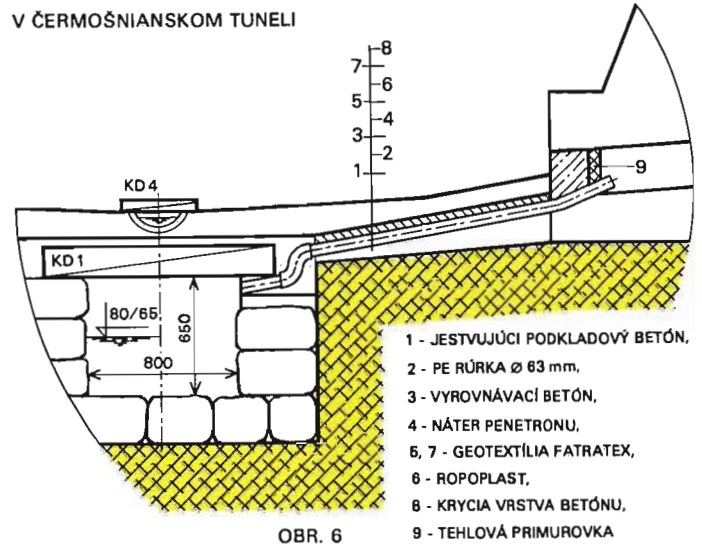
V najdlhšom železničnom tuneli na Slovensku aj v bývalej ČSR (4 697 m) robia Železniční staviteľství Brno rekonštrukčné práce už celý rad rokov. Práce boli zamerané na utesnenie horninového masívu a jeho odvodnenie drenážnymi zvodnicami. Vo februári 1993 sa začali na tomto tuneli ďalšie rozsiahle práce, na financovaní ktorých sa spolupodieľajú aj š. p. Stredoslovenské vodárne a kanalizácie Banská Bystrica. Pri výstavbe tunela boli totiž zachytené viaceré pramene pitnej vody, takže centrálnou priekopou, umiestnenou v osi tunela vyteká cca 300 l · s⁻¹ kvalitnej vody, využívanéj SVAK. Cieľom prác je rekonštrukcia kanála, hlavne dokonalé odizolovanie stropu od štrkového lôžka koľajšťa tak, aby nemohlo dôjsť k znečisteniu vodného zdroja ropnými a inými produktmi, transportovanými cez tunel po železnici. Zároveň sa znížila aj niveleta koľaje v tuneli tak, aby prejazdný prierez vyhovoval požiadavkám elektrifikácie trate, ktorá sa v budúcnosti plánuje. Tieto práce sa podarilo Banským stavbám Prie-

PRIEČNÝ REZ PRIVÁDZAČA VODNEJ ELEKTRÁRNE DUBOVÁ



OBR. 4

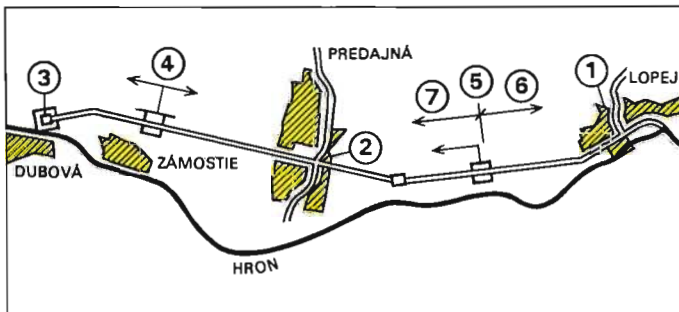
USPORADANIE ZÁCHYTNÉHO KANÁLA VODY V ČERMOŠNIANSKOM TUNELI



OBR. 6

- 1 - JESTVUJÚCI PODKLADOVÝ BETÓN,
- 2 - PE RÚRKA Ø 63 mm,
- 3 - VYROVNÁVACÍ BETÓN,
- 4 - NÁTER PENETRONU,
- 5, 7 - GEOTEXTÍLIA FATRATÉX,
- 6 - ROPOPLAST,
- 8 - KRYCIA VRSTVA BETÓNU,
- 9 - TEHOVÁ PRIMUROVKA

SITUAČNÍ NÁČRT STAVBY



- 1, 2 - VTKOVÉ OBJEKTY LOPEJ A PREDAJNÁ, 3 - VE DUBOVÁ A VÝTKOVÝ OBJEKT,
- 4 - PRACOVNÁ ŠACHTA ZÁMOSTIE, 5 - PRACOVNÁ ŠACHTA ŠUBOR, 6 - POVRCHOVÝ ÚSEK,
- 7 - RAZENÝ ÚSEK PRIVÁDZAČA

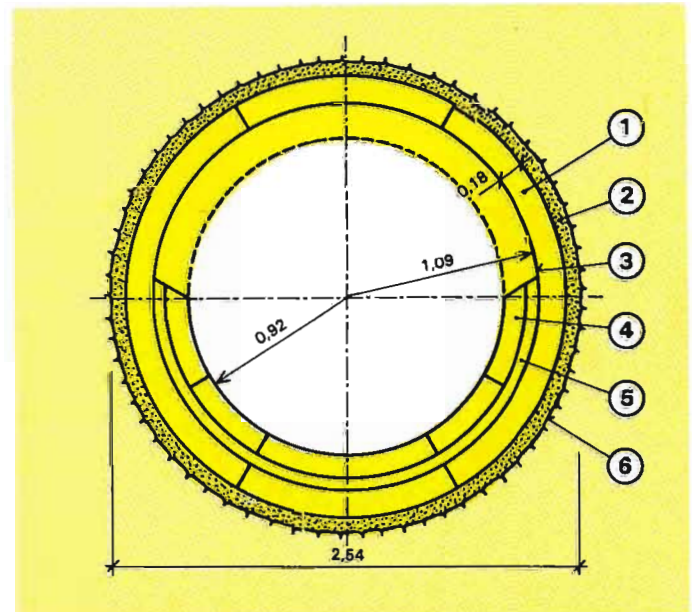
OBR. 5

vidza dokončiť v súlade s plánom v priebehu 150-dennej úplnej dopravnej výluky v tuneli.

6. Kanalizačný „A“ zberač v Bratislave

Výstavbu kanalizačného „A“ zberača areálom PKO v úseku od nádvoria objektu Lafronconi po parkovisko pri tuneli Pod Hradom v celkovej dĺžke 1 349,6 m realizujú spoločne a. s. Ingstav Bratislava a Banské stavby Prievidza. Zberač je na úseku dĺžky 1 162 m razený tunelovacími štíťmi priemeru 2 560 mm, pričom výška nadložia je minimálna – 0,8 až 2,5 m. Geologické podmienky v trase sú extrémne obtiažne: medzi šachtami S2 a S7 sa v trase nachádzajú suché kvartérne piesčité štrky s veľmi malým obsahom piesčitých frakcií, takže sú veľmi vysypavé. Na tomto úseku pracuje Ingstav s dvomi nemechanizovanými štíťmi s horizontálnymi pažiacimi plošinami. Tlačí sa stále do „plného čela“, čo kladie zvýšené nároky na hydraulické rozvody štítu. Dochádza k častým poruchám na tesneniach hydromotorov a hydraulických rozvodoch, k drveniu preťaženého ostenia a veľkým poklesom nadložia. Medzi šachtami S7 až S11 je v trase štólne navážka – lomový kameň, ktorý sa tu deponoval pri razení tunela Pod Hradom. Niektoré kusy lomového kameňa majú objem až 0,3 m³... Podmienky pre razenie sú mimoriadne obtiažne. Naviac je nadložie porušené viacerými prekládkami podzemných vedení, ktorých zásyp nebol vôbec zhutnený a po povrchu, konštru-

NAVRHNUTÁ ÚPRAVA OSTENIA KANALIZAČNÉHO „A“ ZBERAČA



- 1 - SEGMENT OSTENIA, 2 - VÝPLŇOVÁ INJEKTÁŽ, 3 - ÚPRAVA LÍCA,
- KERAMICKÉ DLAŽDICE, 5 - PODKLADOVÝ BETÓN, 6 - LÍCE VÝRUBU

OBR. 7

vanom pôvodne ako promenáda jazdia pred a po výstavách aj ťažké kamióny s exponátmi. Banské stavby nasadili na razenie nožový štít a nadložie dôsledne zabezpečujú tesniacou aj spevňujúcou injektážou z povrchu aj vnútra štítu. Napriek tomu sadanie nadložia prevyšuje aj tu hodnotu 100 mm a došlo aj k viacerým prípadom vykomínovania. Úsek pod frekventovanou komunikáciou Nábřežia Arm. gen. Ľudv. Svobodu bude Ingstav raziť banický, úsek na nádvori Lafronconi realizuje Doprastav v otvorenom výkope.

Na tejto stavbe bolo vyskúšaných viacero novinek, ktorých cieľom bolo zabezpečiť stabilitu stropu a zmenšiť sadanie povrchu:

– Ingstav Bratislava vkladá v koncovej časti štítu za stropný panel 6-segmentového ostenia vak z geotextílie, do ktorého sa ihneď za štítom vháňa zmes na báze cementu, čím sa nadvýlom vyplní.

– Banské stavby montujú 40 cm dlhé prstence z 3 veľmi kvalitných segmentov. Do styčných škár vkladajú lepenku IPA, styčné škáry ihneď za štítom zatierajú a čelo prvého prstenca oproti plášťu štítu tesnia, takže môžu robiť výplňovú injektáž ihneď za štítom. Injektáž je dvojstupňová: najprv sa nadvýlom zaľukáva drobným triedeným ťaženým štrkom „kačirkom“ (frakcia 4–8 mm), ktorý sa potom vždy po 3 prstencoch zainjektuje ílocementovou suspenziou.

Po dokončení razenia sa horninový masív utesní tesniacou injektážou a v štólňi zriadi kineta z keramických segmentov do podkladného betónu, siahajúca do polovice výšky prierezu (obr. 7). O konštrukcii v hornej časti prierezu nie je ešte rozhodnuté.

7. Z ďalších väčších stavieb ešte spomenieme:

a) Výstavbu kolektorov v historickom jadre Bratislavy, ktorú realizuje š. p. Subterra Bratislava „baníckym“ razením s dočasným výstrojom vo veľmi uľahnutých, zahľinených terasových piesčitých štrkoch s členeným prierezom.

Dočasný výstroj tvoria ocelové korýtkové skruže, pažiaca sieťovina a striekané betóny. V predstihu sa razí stropná časť, potom sa prierez nadol rozširuje, pričom dolná časť je miestami už pod HPV. Výstavba je však pre nedostatok finančných prostriedkov v značnom útlme.

b) Výstavba kolektoru na hradnom vrchu v Bratislave, ktorú realizuje súkromná firma Fabrický. Výstavba prebieha opäť razením s dočasným výstrojom v pevných žulách a granodioritoch. Výrub je zabezpečovaný skružami ohýbanými zo starých koľajníc úzkokoľajky a prílohným pažením.

c) Výstavbu ČOV a kanalizačného zberača v Dobšinej realizujú Banské stavby Prievidza. Pri výstavbe kanalizačného zberača sa používajú 3 technológie: otvorený výkop, pretláčanie a banícke razenie.

Výstavba v otvorenom výkope sa používa, pokiaľ je na povrchu terénu dostatok miesta a zberač je navrhovaný v nevelkej hĺbke pod povrchom.

Pretláčanie je navrhnuté na úseku dĺžky 390,4 m na miestach, kde sa v trase nachádzajú zeminy pokryvných útvarov (uľahnuté

navážky, zahľinený piesčité štrk, hlina) a kde sú podmienky na povrchu stiesnené. Pretláčajú sa železobetónové rúry IZX 121/100 svetlého priemeru DN 1 200 a dĺžky 2 000 mm. Trasa je rozčlenená dvomi medziľahlými šachtami na tri úseky. Pretláča sa z časti pod hladinou podzemnej vody. Na zmenšenie zatlačacej sily sa používa bentonitová mazacia injektáž. Na nasadenie sú pripravené aj tlačné medzistanice.

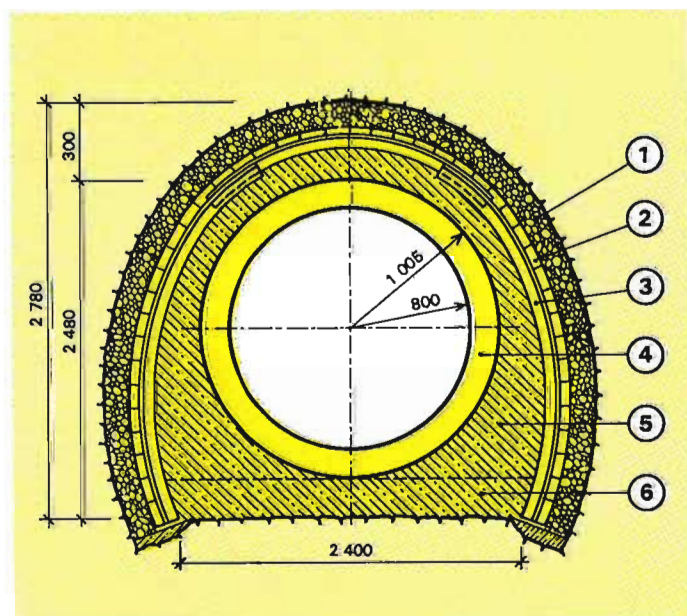
Banícke razenie bude na dĺžke 336 m, pričom výška nadložia je do 20 m. Geologické podmienky v trase sú veľmi rozdielne – na začiatku a konci úseku sú zvetrané horniny a svahové sedimenty pod HPV, väčšina trasy je v pevných horninách – liatej skale. Vlastnostiam horniny je prispôsobený aj dočasný výstroj. Kým v liatej skale postačuje 50 mm torkrétovej omietky, v horninách 3° raziteľnosti sú navrhnuté ocelové korýtkové skruže s prílohným železobetónovým pažením a kamennou základkou nadvýlom, resp. s ocelovou mrežovinou a 80 mm torkrétovou omietkou (obr. 8). Dĺžka záberov sa pri razení volí 0,6 až 1,2 m. Po dokončení výrubu sa do štólne zasunú železobetónové rúry TZR 131/160 svetlého priemeru 1 600 mm a volný priestor sa až po dočasný výstroj dobetónuje.

d) Výstavbu kanalizačného zberača a ČOV v Kropáčoch realizujú opäť Banské stavby Prievidza. Na úseku dĺžky 575 m sa zberač razí nemechanizovaným tunelovacím štítom priemeru 2,56 m. Pozdĺžny sklon zberača je jednotný – 2,5 %, výška nadložia kolíše medzi 3 až 16 m. Ostenie zberača je trojsegmentové, rovnaké, ako na „A“ zberači v Bratislave. Po dokončení razenia sa v spodnej časti prierezu vytvorí betónova kineta. Horná časť prierezu ostane bez úpravy (obr. 9).

8. Záver

Z prehľadu nových podzemných stavieb Slovenskej republiky vidno, že podzemné staviteľstvo sa teraz uplatňuje pri výstavbe vodárenských a energetických vodných diel, pri výstavbe mestských podzemných vedení, kanalizácií a vodovodov a ďalej pri rekonštrukciách železničných tunelov. To sú tie nezanedbateľné práce, ktorých uskutočňovanie je možné odsunúť do budúcnosti. Zároveň tieto práce umožňujú – ako ukazuje účasť baníkov na nich – preklenúť prechodné obdobie neistoty v slovenskom baníctve.

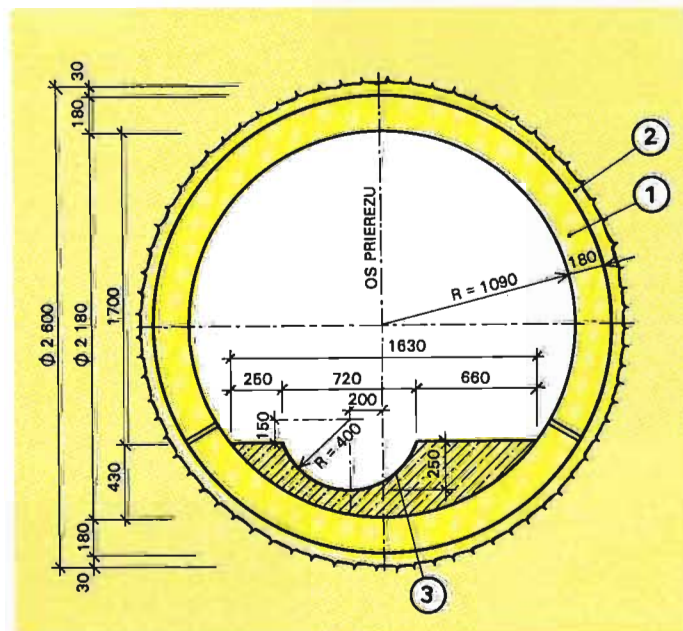
PRIEČNY REZ RAZENÝM ÚSEKOM KANALIZAČNÉHO ZBERAČA V DOBŠINEJ V ŤAŽKÝCH GEOLOGICKÝCH PODMIENKACH



- ZAKLÁDKA, 2 - ŽEL. BET. PAŽINY, 3 - SKRUŽ K., 4 - ŽELEZOBETÓNOVÁ RÚRA,
- VÝPLŇOVÝ BETÓN, 6 - PODKLADNÝ BETÓN

OBR. 8

PRIEČNY REZ ŠTÍTOVANÝM ZBERAČOM V KROPÁCHOCH



1 - SEGMENT OSTENIA, 2 - VÝPLŇOVÁ INJEKTÁŽ, 3 - KINETA

OBR. 9

POUŽITÍ IZOLAČNÍCH DESEK (FÓLIÍ) PŘI OCHRANĚ KANALIZAČNÍCH STOK

ING. LUBOMÍR SEDLÁŘ, ING. PAVEL ŠTĚPÁN, PROJEKČNÍ ATELIER a. s. SUBTERRA PRAHA

THE ARTICLE DESCRIBES THE TECHNOLOGY OF PROTECTION OF SEWERAGE CONCRETE CONSTRUCTIONS USING INSULATION FOILS. IT PRESENTS AN EXAMPLE OF THE USAGE AT THE CONSTRUCTION OF A SEWERAGE IN PRAGUE, PERFORMED BY a. s. SUBTERRA.

ÚVOD

Technologie ochrany betonových konstrukcí a kanalizačních stok pomocí desek (fólií) s kotvicími prvky do betonu je v zahraničí běžně používána. Tyto materiály nacházejí uplatnění při ochraně žlábků stok, celých profilů a nádrží.

Jako příklad uvádíme firmu Friedrichsfeld z Mannhaimu. Některé druhy touto firmou používaných desek jsou uvedeny na obr. č. 1. Detail zabetonované izolační desky je na obr. č. 2. Z obr. č. 3 je zřejmá izolace žlábků prefabrikovaného dílce.

V České republice byly izolační desky na ochranu horní části kanalizační stoky poprvé použity v Praze při výstavbě sběrače v ulici V olšínách. Tento sběrač byl vybudován v rámci stavby „Rekonstrukce oddělovače v ulici U seřadiště v Praze 10“. Investorem stavby byly PKVT, generálním projektantem Hydroprojekt Praha, dodavatelem a. s. SUBTERRA Praha, divize 01.

Způsob uložení izolační desky (fólie) je zřejmý z příčného řezu na obr. č. 4.

POSTUP PRACÍ

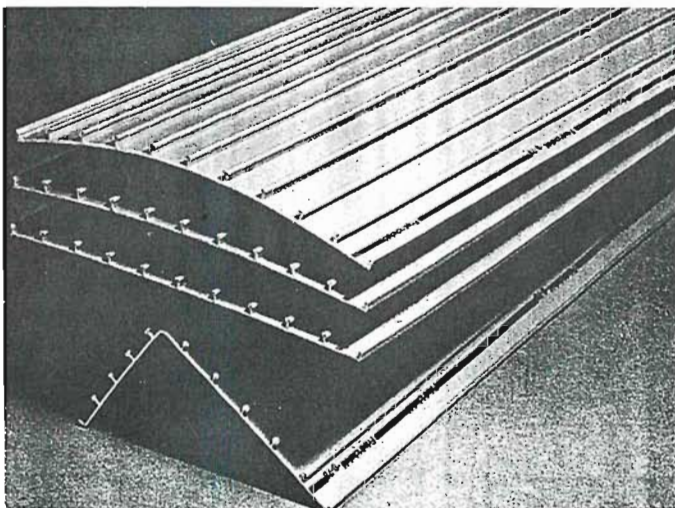
Po vyražení a provizorním zabezpečení sběrače byla provedena 1. část definitivní betonáže pomocí ocelové hydraulicky ovládané formy (viz obr. č. 5). Na vnější obvod formy byly položeny jednotlivé díly fólie, připravené na povrchu. Řady kotvicích výstupků byly orientovány kolmo k ose sběrače. Jednotlivé díly ochranné fólie byly ukládány s přesahem 4–6 cm, k formě připevňovány pomocí ocelových pásek a drátů.

Podkladní beton (2. část) a vyzdění kynety keramickými dlaždicemi byly provedeny klasickým způsobem.

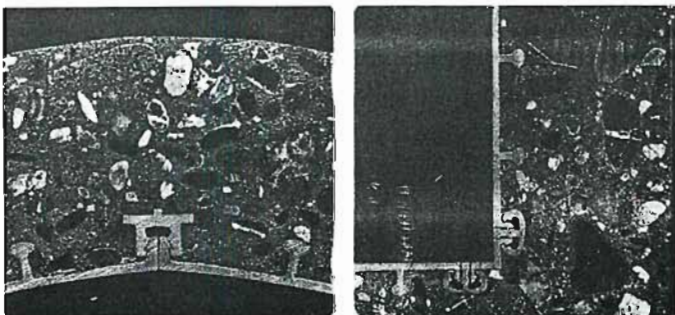
Celkový pohled na ještě ne úplně dokončený úsek sběrače (chybí dokončení horní části kynety) a její vyčištění je na obr. č. 6.

IZOLAČNÍ KOTVICÍ DESKA

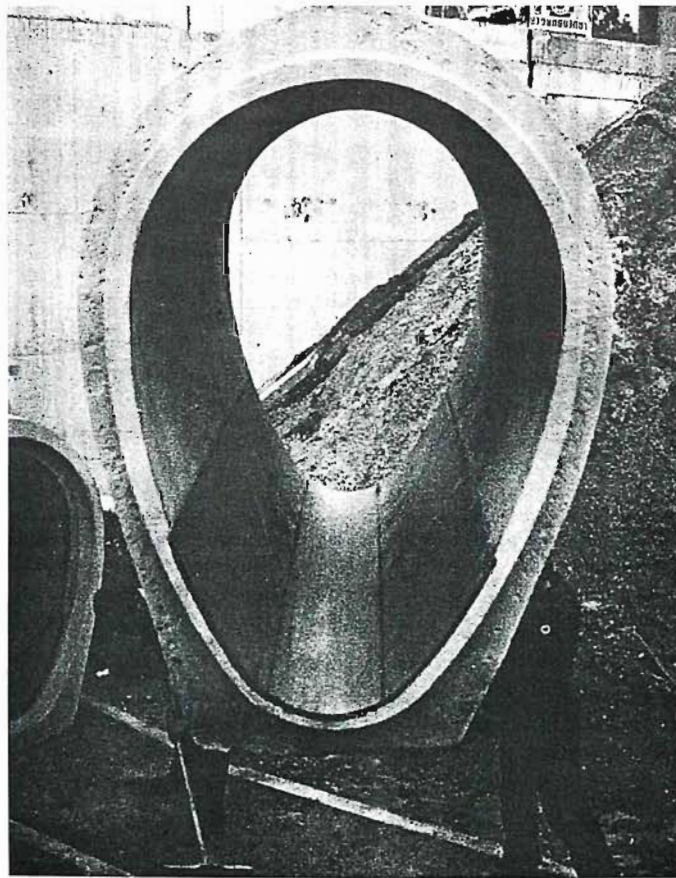
Pro izolaci byla použita kotvicí deska z PE-LD, druh 1233, která je výrobkem a. s. Fatra Napajedla. Dodávána je v rolích o šířce 1 000 mm s tolerancí ± 30 mm. Je silná 1,80 mm, z jedné strany



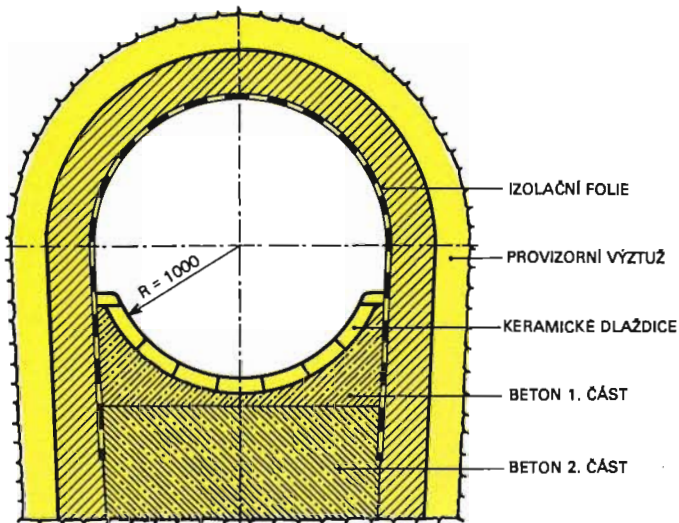
OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3

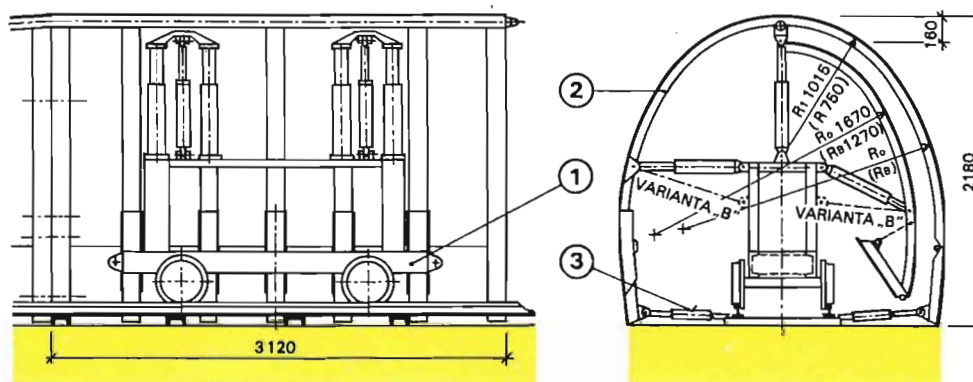


OBR. 4

opatřena 24 kotvicemi výstupky tvaru „V“ pro kotvení do betonu (detail zabetonované části desky je na obr. č. 7). Je dobře svařitelná.

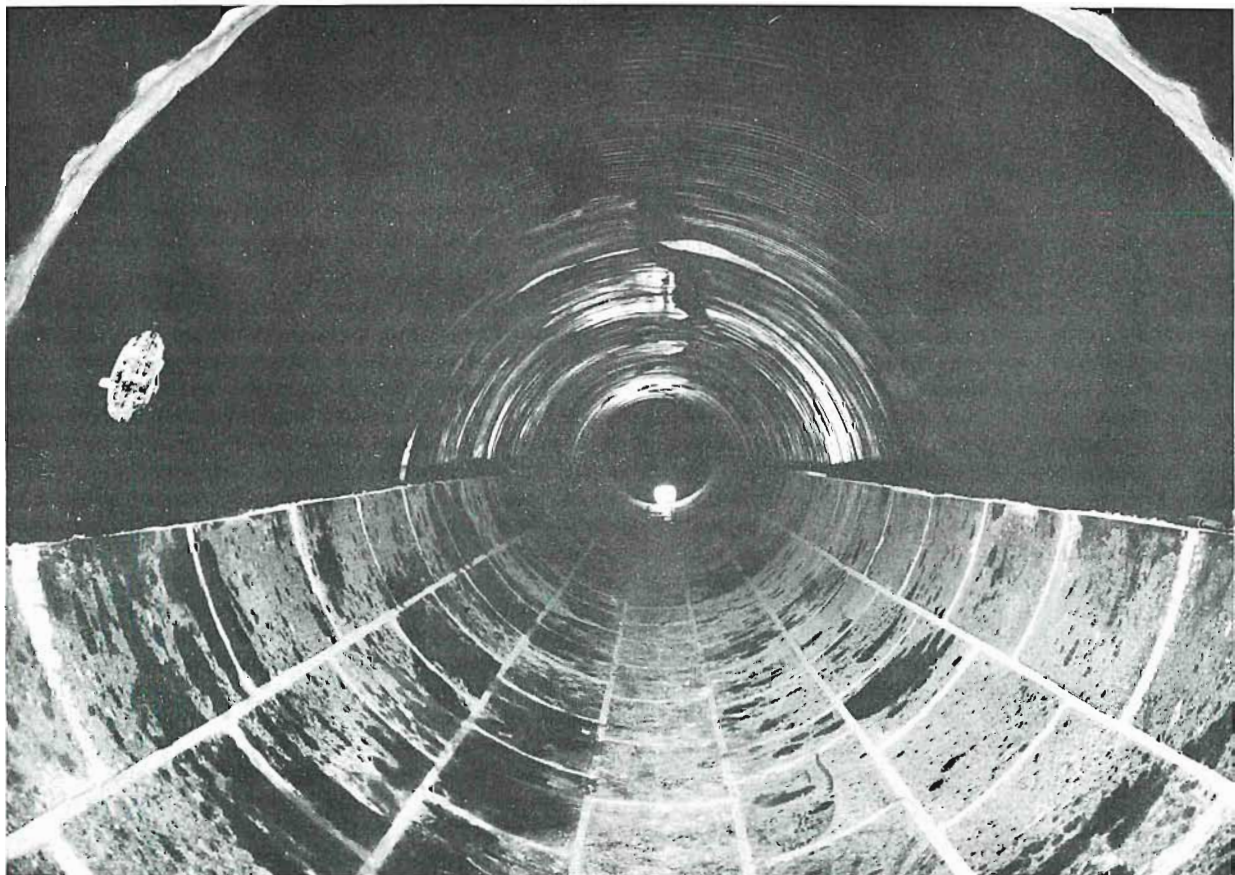
Odolnost proti plísním (podle ČSN 03 8826, mat. Ja a ČSN 64 0781 – mat. A a B) – dobrá. Biologická odolnost – podle metody respiračních testů – vyhovuje. Zkoušky odolnosti provedl Elektrotechnický a zkušební ústav – Státní zkušebna 201 v Praze.

Pevnost spojení desky s betonem byla testována Kloknerovým ústavem ČVUT v Praze. Přilnavost desky k betonu byla ověřována na zkušebních tělesech (viz obr. č. 8) a u betonu B 20 ve stáří 28 dní činí minimálně 0,26 MPA.



1 - BEDNÍČÍ VŮZ 2 - FORMA 3 - ROZPĚRA

OBR. 5



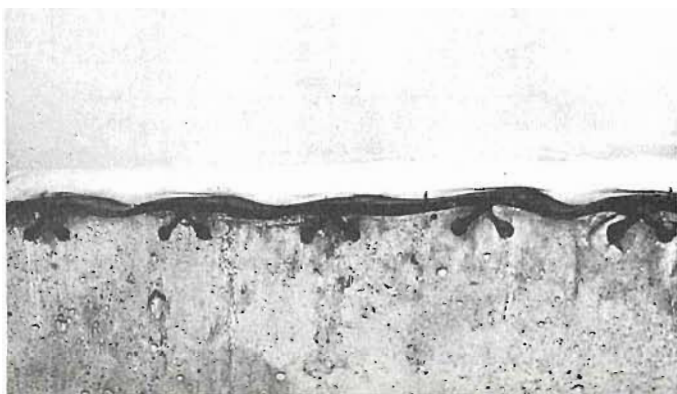
OBR. 6

ZÁVĚR

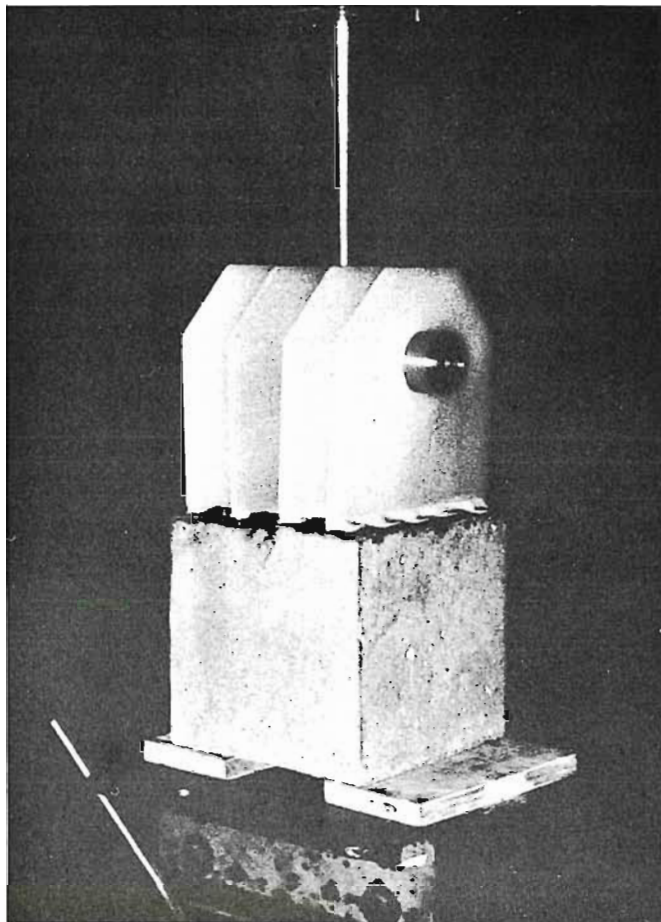
Použití technologie izolace se plně osvědčila. Určité problémy při výstavbě byly s kvalitou fólie a jejím připevňováním k formě.

Zejména mírné zakřivení pásu fólie ztěžovalo svařování jednotlivých dílů a ve svém důsledku vedlo ke „kosmetické“ vadě – vlnění podlahy, což je zřejmé i na obr. č. 6. Z hlediska funkčního však nelze hovořit o snížení kvality díla.

OBR. 7



OBR. 8 ▶



MALÝ ZAČÁTEK VELKÉ STAVBY? (1. část)

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ, VODNÍ STAVBY PRAHA

THE ARTICLE BRIEFLY INFORMS ABOUT THE PLANNED USAGE OF THE NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD (NATM) DURING DRIVING THE FIRST METRES OF THE FUTURE CONDUIT TO A NEW PRAGUE WATER TREATMENT PLANT.

Laická i odborná veřejnost sleduje se zájmem budoucnost čištění odpadních vod, které jsou produkovány na území města Prahy. Nejvíce odpadních vod je samozřejmě v současné době čištěno v Ústřední čistírně odpadních vod v Praze-Troji, která však nevyhovuje současným požadavkům ani z hlediska množství odpadních vod, které na čistírnu přitékají.

Město Praha tuto situaci samozřejmě chce řešit, avšak jde o projekt finančně velmi náročný. Přesto zřejmě vítězí názor na vymístění čistírny mimo město, protože z tohoto pohledu Trojský ostrov a trojská kotlina je dnes organickou součástí města a není to žádná periferie.

Na ÚČOV v Troji bude provedena intenzifikace, aby čistírna lépe plnila své poslání do doby výstavby nové ČOV mimo území města. Současně se však v rámci 1. stavby NČOV Praha připravují podmínky pro převedení odpadních vod přes řeku Vltavu vč. průchodu územím pražské zoologické zahrady.

Součástí stavby je také provedení prvních několika desítek metrů tunelového stokového přivaděče na novou čistírnu; jakási „zarážka“ budoucího několikakilometrového sběrače.

Realizaci celé 1. stavby NČOV Praha a také ražbu a vystrojení stokového přivaděče realizuje firma Vodní stavby Praha, konkrétně stavební divize 05 Praha.

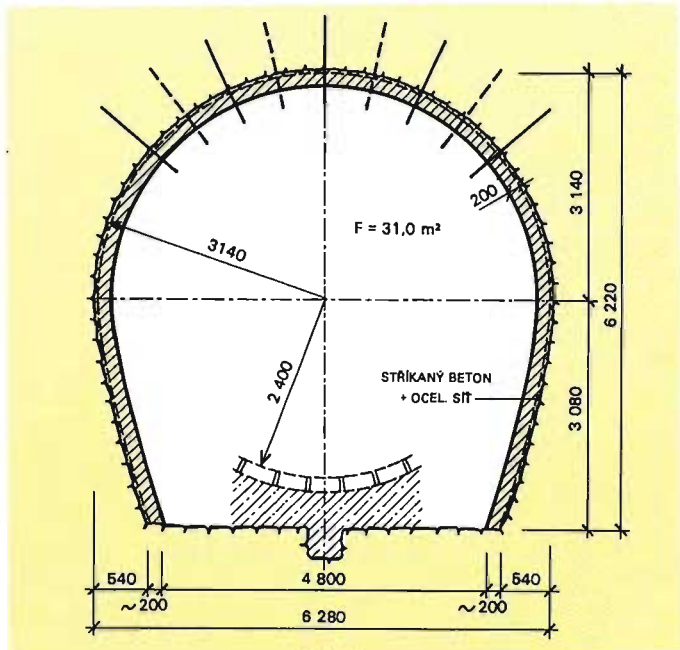
Po zkušenostech z použití nové rakouské tunelovací metody na stoce F na této stavbě bylo rozhodnuto, že i pro ražbu velkého přivaděče bude metoda NRTM použita. Statické řešení provizorního ostění zpracoval opět prof. Ing. Jiří Barták, DrSc za spolupráce s Ing. Svatoslavem Chamrou, CSc. Podkladem pro řešení byl prováděcí projekt objektu 0107, zpracovaný Hydroprojektem Praha, geologický průzkum Stavební geologie z prosince 1988, návrh trhačích prací, zpracovaný Ing. Bartošem v listopadu 91 a samozřejmě zkušenosti z uplatnění NRTM (vč. výsledků měření) na stoce F.

Komplex hornin zastižených v zájmové oblasti patří k svrchnímu proterozoiku (algonkin). Nejčastějším horninovým typem jsou prachové až drobové břidlice, místně až droby – převládající typ v oblasti raženého přivaděče jsou prokřemenělé břidlice.

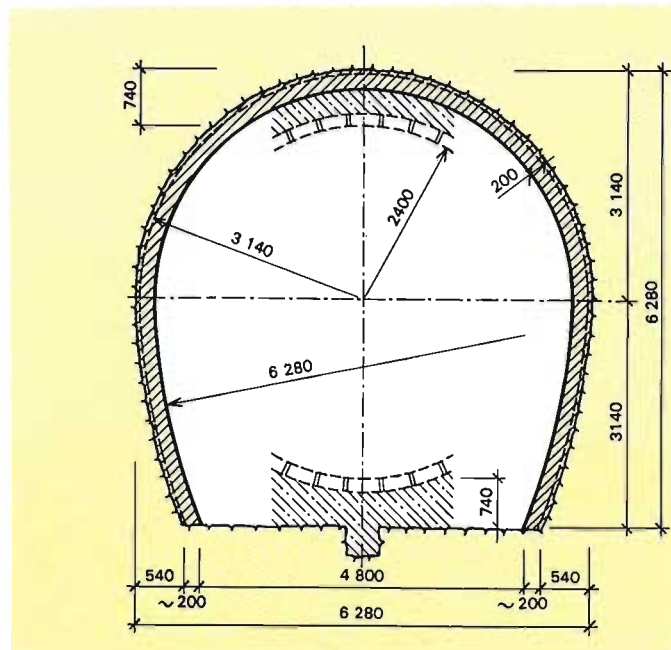
Tektonicky jsou horniny postiženy v různé míře – v oblasti raženého přivaděče je tektonické porušení slabé až střední.

V proterozoických horninách dané lokality existuje poměrně intenzivní dislokační a puklinový oběh podzemní vody.

Podmínky pro ražbu jsou dobré, což vyplývá z doby stability nevystrojeného výrubu, která byla prokazatelně delší než 2 dny při volné délce 6,0 m.



OBR. 1



OBR. 2

Geotechnické charakteristiky:

- Objemová tíha $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$
- modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 1\,000 \approx 4\,500 \text{ MPa}$
- Poissonovo číslo $\sigma = 0,1$
- součinitel pevnosti $f_p = 5$ ($\psi = 60^\circ$)
- index RQD = 75 \approx 100
- index QTS = 51 \approx 63
- technologická skupina Ib (dle QIS), tj. dobré horninové prostředí z hlediska ražby, doba stability nevystrojeného výrubu 2 = 20 dní, ojedinělé nadvýlomy.

Základní geometrické schéma ostění je uvažováno v souladu s alternativním řešením vzorového příčného řezu, uvedeným v projektové dokumentaci Hydroprojektu (viz obr. 1).

Ve spodní části profilu (pod vodorovným průměrem kruhové vnitřní vyzdívky stoky) byla provedena úprava geometrie profilu tak, aby poloměr opěrových částí výrubu byl dvojnásobný oproti poloměru kaloty a vzdálenost dna vnitřní vyzdívky od počvy stejná jako vzdálenost klenby od výrubu kaloty (obr. 2).

Na základě statického výpočtu bylo pro profil přivaděče, který je větší než traťový tunel metra, navrženo primární ostění ze stříkaného betonu B 20 tl. 20 cm s jednou vrstvou ocelové sítě osazené na líc výrubu.

Ražba byla provedena pomocí trhacích prací s využitím řízeného výlomu. Předpokládaná délka záběru pro 1. část přivaděče 1,0 m se postupně zvětšovala a ustálila se na optimálních 2 m.

Ražba byla členěna na horní část profilu (od kóty stávajícího terénu cca 177,70 m n. m. výše) a po vyrazení bylo provedeno prohloubení spodní části profilu na kótu cca 175,80 m n. m.

Primární výstroj v základním provedení předpokládá **hydraulické svorníky „Swellex“** délky 2,0 m, v roztečích 1,5 × 1,0 m vystřídáné v sousedních záběrech.

Únosnost hydraulických svorníků byla zjištěna trhacími zkouškami. Pro případné zhoršení místních geotechnických podmínek byly připraveny svorníky dlouhé 3 m, alternativně vyztužené pomocí profilů TH 0-00-19, K 24.

Korekce primární výstroje je možná na základě měření konvergencí profilu.

Na líc výrubu se osazuje **ocelová síť S 100 × 100 × 6,3** a zastříkává betonem tl. 20 cm. Stříkání primárního ostění se provádí ve vzdálenosti jednoho až tří záběrů od přídě v závislosti na akceptovatelné velikosti deformací výrubu.

Ražba byla zahájena v září 1993.

(Dokončení v Tunelu 1/94.)

BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE POŽADAVEK DOBY
BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE PŘEDPOKLAD ÚSPĚCHU

PROTO JE ROZUMNÉ ČÍST



VYDÁVÁ HOSPODÁŘSKÉ VEDENÍ A.S. METROSTAV

Redakce čtrnáctideníku Metrostav
Dělnická 12, 170 04 Praha 7
telefon 87 23 499, fax 87 74 95

PŘEDBĚHNE SLOVENSKÁ REPUBLIKA ČESKOU REPUBLIKU V REALIZACI PRVNÍHO DÁLNIČNÍHO TUNELU?

AUTOŘI: ING. MIROSLAV KUPKA, ING. GEORGIJ ROMANCOV, CSc. – ABP CONSULTING a. s.,
RNDr. OTAKAR TESAŘ, DrSc – IKE

*ON THE D1 HIGHWAY IN THE HYBE – PREŠOV SECTION IN SR UNDER
THE BRANISKO MASSIVE A TUNNEL WILL HAVE TO BE BUILT. HOWEVER, WHAT
IS THE RIGHT WAY TO ENSURE THE MAXIMUM EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTATION
IN THE SHORTEST TIME POSSIBLE WITH THE LOWEST COSTS?*

Jedním z nejdůležitějších odvětví národního hospodářství je v každém vyspělém státě doprava. Stále narůstající nároky na dopravu vyžadují a budou vyžadovat výstavbu dalších kapacitních, rychlých, moderních, efektivních komunikací – v silniční dopravě zejména dálnic i rychlostních komunikací různých typů, v železniční dopravě pak vysokorychlostních tratí.

Většina území bývalého Československa svým pahorkovitým až hornatým reliéfem krajiny klade na výstavbu dopravních staveb značné nároky. Modernizace železničních tratí pro vysoké rychlosti dosud zahájena nebyla, a výstavba dálnic probíhala v oblastech, ve kterých nebylo nutno realizovat tunelové úseky. Dosud tedy nebyl na území České republiky, ani Slovenské republiky realizován jediný dálniční tunel.

Vzhledem k tomu, že otázka rozvoje železnic je zatím pouze v úrovni prvních studií, věnujme se přednostně výstavbě dalších úseků dálnic. V České republice bude nutno plánovanými dálnicemi překročit pohraniční horská pásma (např. u dálnice ve směru Praha – Drážďany Krušné hory), ve Slovenské republice pak vedení dálnice D1 zasahuje do vyloženě horských oblastí. Takové úseky dálnic (v Čechách i na Slovensku) se bez výstavby tunelů neobejdou. Ve 2. čísle letošního ročníku tohoto časopisu byly uvedeny dva příspěvky našich slovenských kolegů na toto téma.

Že se otázka výstavby dálničních tunelů stává dnes již skutečně aktuální, dokladují skutečnosti, s nimiž bychom chtěli tunelářskou veřejnost touto cestou blíže seznámit.

Ředitelství dálnic Bratislava si v rámci přípravy výstavby dálničního tunelu „Branisko“ vyžádalo u několika skupin odborníků zpracování expertního posudku „Předběžného inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu pro tunel Branisko na dálnici D1“. Jedněmi ze zpracovatelů expertního posudku byli i autoři tohoto článku.

Vzhledem k tomu, že zpracovatelé „Předběžného průzkumu“ doporučovali pro co nejmenší narušení existujících vodních zdrojů v oblasti plánovaného tunelu posun trasy dálnice poněkud jižněji, a vzhledem k tomu, že v I. etapě výstavby tunelu by měla být postavena pouze jedna tunelová roura pojižděná obousměrně – odstraňující dnes již neúnosné dopravní potíže přejezdu přes horská pásma, bylo nutno v rámci expertního posudku věnovat se i otázkám dopravním a trasovacím.

Autoři tohoto článku si práci na expertním posudku rozdělili takto:

Posouzení z trasovacího a dopravního hlediska a celková koordinace posudku – Ing. Miroslav Kupka

Posouzení z hlediska metodiky a výsledků průzkumu – RNDr. Otakar Tesař, DrSc.

Posouzení z hlediska konstrukcí a provádění stavby – Ing. Jiří Romancov, CSc.

Po seznámení se s předloženými materiály autoři posudku konstatovali, že výstavba tunelu v předemné lokalitě je nejen možná, ale i nutná a vysoce účelná. Charakter inženýrsko-geologických podmínek i hydrogeologických podmínek je takový, že umožňuje i posun trasy a tunelu jižněji o cca 400 m aniž by byla ohrožena realizovatelnost výstavby.

Dopravní hledisko

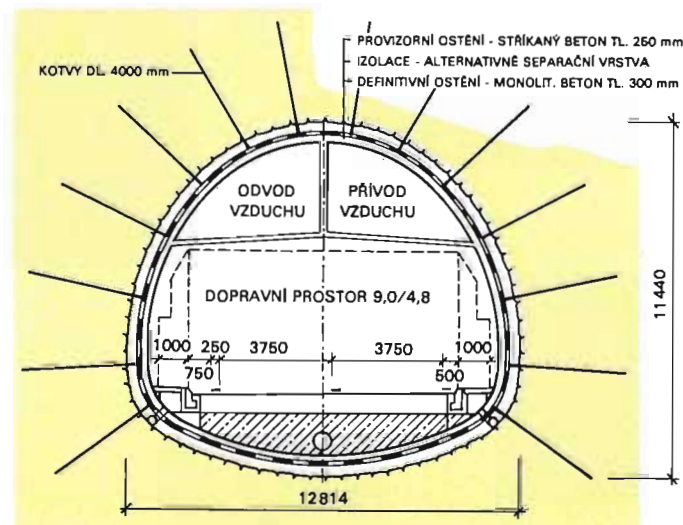
Rozhodující pro posouzení průzkumem doporučeného posunutí tunelu byly proto možnosti směrového a výškového vedení trasy dálnice v předemné oblasti ve vztahu ke konfiguraci terénu, a zejména pak podmínka dočasného provozování jediné tunelové roury obousměrně. Tunel Branisko je tunelem vrcholovým, dle původní studie ve stoupání 2,5 % (ve směru západ–východ), při tom niveleta dálnice před západním portálem stoupá téměř 4,0 % a za východním portálem klesá cca 3,5 %. Jsou to tedy podmínky vyžadující z obou stran tunelu budování pruhu pro pomalá vozidla. Takovéto řešení by bylo možno přijmout s určitými úlevami při normálním dálničním provozu, tedy při jednosměrném provozu v obou tunelových rourách. Při dočasném provozu (předpokládá se minimálně 20 let) obousměrně v jediné tunelové rourě by směrem stoupání od západu docházelo před portálem i ve vlastním tunelu k nepříjemným dopravním potížím vyvolanými pomalu jedoucími vozidly.

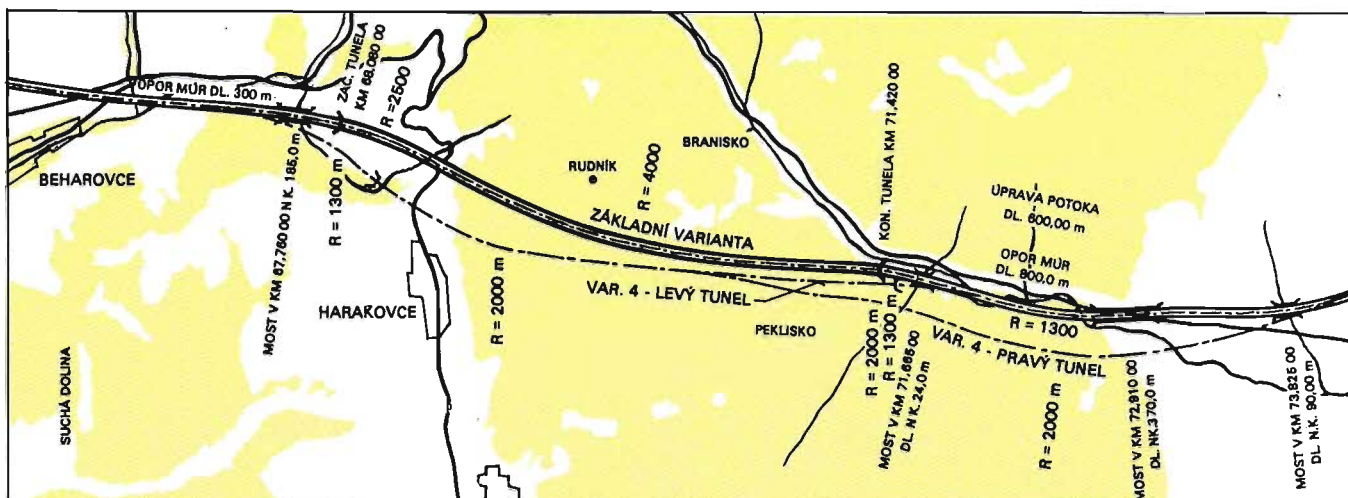
S cílem řešit optimálně uvedené podmínky bylo v rámci expertního posudku posouzeno několik variant výškového a směrového umístění tunelu (pochopitelně ve vazbě na přilehlé úseky dálnice), z nichž bylo pro 5 provedeno podrobné porovnání. Zpracovateli expertního posudku byla doporučena varianta označená jako 4, která navrhuje výškové i směrově oddělené vedení obou tunelových rour.

Prvá budovaná a provozovaná tunelová roura bude sice delší než dle původní studie, ve vlastním tunelu bude však stoupání menší než 1,0 %, a pruh pro pomalá vozidla před západním portálem bude možné ukončit ještě před tunelem. Dopravní podmínky před obousměrně pojižděným jediným tunelem budou pak pomalými vozidly ovlivněny minimálně. Druhá tunelová roura

OSTĚNÍ TUNELU BRANISKO

TECHNOLOGICKÁ TŘÍDA NRTM - IV – PŘÍČNÝ ŘEZ





Situace s vyznačením základní a doporučené varianty

tunelovou rouru – nepodařilo uvést do provozu dříve než za 7–8 let od zahájení výstavby, nemluvě o časech potřebných na rozhodování a přípravu. Doufejme, že takového doby výstavby se i u nás stanou brzy zcela neúnosnými. I z toho důvodu proto bude nutné spojením dokonalé organizace, strojního vybavení a finančního zajištění přejít na kvalitativně jiný systém realizace investic tohoto druhu.

Z ryze technologického hlediska bude nutné ražbu vést minimálně z obou portálů, ještě lepší by bylo (využitím předstihových štol, příp. technologických prostorů, zejména větracích, ev. obojího) rozvinout práce nejméně na 4 čelbách současně. Takový postup by pak – ve spojení s výše uvedenými podmínkami – umožnil provést vlastní ražby během 2–3 let, a tedy tunel uvést do provozu nejpozději do 5 let od zahájení stavby, což by byl již slušný evropský průměr.

ZÁVĚR

Námi doporučovaná řešení sledují několik cílů: především zvolit rozsah, metodiku i hloubku průzkumu takovým způsobem, aby

umožnil zcela bezpečně tunel v předpokládaném čase a s předpokládanými náklady realizovat. Dále odděleným vedením tunelových rour a etapizací výstavby dosáhnout toho, aby se co nejdříve, s minimem investic, dopravní poměry v tomto kritickém úseku radikálně zlepšily, a to i výstavbou pouze jediné tunelové roury. Jedině pak totiž bude možno další finanční prostředky vrhnout na jiná, obdobně kritická místa, a druhou tunelovou rouru pod Braniskem vybudovat teprve jako pozvednutí úrovně tohoto dálničního tahu na skutečně komfortní úroveň. Konečně pak navrhnout takovou metodu výstavby a takovou konstrukční skladbu, která umožní pružně se přizpůsobovat jak geologické stavbě území, tak i prostorovým nárokům v každém místě tunelu bez radikálních změn technologie a stavební a jiných mechanismů, samozřejmě při zaručené kvalitě a trvanlivosti výsledného díla.

Náš autorský kolektiv si pokládá za čest, že se mohl k této problematice vyjádřit. Vidíme v tom praktické naplňování záměrů Českého i Slovenského tunelářského komitétu, jejichž krédem je, i po rozdělení ČSFR do dvou suverénních republik, co nejvyšší spolupráce, vzájemná pomoc i výměna zkušeností v oblasti podzemních staveb.

DRŽÍME SLOVO

METROSTAV

náročné stavby požadované na klíč

akciová společnost
 Dělnická 12, Praha 7
 FAX 800275
 IČO 014 915

VINOHRADSKÉ TUNELY V PRAZE

ING. KAREL BOROVSÝ, METROSTAV a. s. DIVIZE 1

THIS CONTRIBUTION SUMS UP THE HISTORY OF TUNNEL CONSTRUCTION IN THE AREA OF VINOHRADY UP TO THE CURRENT CONSTRUCTION OF THE RAILWAY AT WILSON'S RAILWAY STATION AND FINISHING THE III. VINOHRADY TUNNEL.

1. ÚVOD

V minulých číslech časopisu Tunel byly uveřejněny historické materiály z výstavby tunelů na moravsko-slovenských železničních tratích. V posledním letošním čísle se pokusím nastínit stručnou historii výstavby tunelů pod pražskými Vinohrady.

V polovině srpna roku 1842 předložilo Generální ředitelství železnic rozvrh staveb železničních tratí z Olomouce do Prahy. Náklad staveb činil 15 400 tisíc zlatých – a v roce 1845 byla trať uvedena do provozu. 21. srpna 1845 bylo provedeno na pražském nádraží (nynějším Masarykově) svěcení lokomotivy Čechy a byl zahájen provoz na trati Olomouc–Praha. 10. září téhož roku zemřel vrchní inženýr na úseku Pardubice–Praha Perner na následky úrazu, jež utrpěl v choceňském tunelu. Celá tato epocha byla světlou kapitolou dějin výstavby železnic 1. poloviny 19. století v Čechách. Následný rozvoj průmyslu v Rakousku-Uhersku dal podnět nebo si vynutil budování dalších tratí železniční sítě.

Jedním z hlavních úkolů bylo propojení Čech s historickými zeměmi Rakouskem a Uhry. Na hlavní, tehdy jednokolejné trati dráhy Františka Josefa Gmund–Praha, jejíž stavba byla zahájena v roce 1866 po okupaci českých zemí Prusy, byla v roce 1869 zahájena stavba tunelu, označeného jako I. Vinohradský. Ten byl dokončen v roce 1871. Stal se tehdy branou na jih českých zemí a do Rakouska. Další rozvoj dopravy a průmyslu si v následných letech vynutil rozšíření tohoto spojení stavbou dalších dvou tunelů, o jejichž historii výstavby pojednává další text.

2. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologická stavba masivu v němž jsou vyraženy 3 vinohradské tunely je dostatečně známa. Jednak z průzkumu pro zmíněné tunely, jednak při provádění povrchové zástavby. Navíc zde v blízkosti procházejí traťové tunely metra.

Nadloží tunelů (celkem 22 m) tvoří 12 m břidlic letenského souvrství (3 m zvětralé), 8 m sedimentů Vltavy – tzv. vinohradská terasa a vrstevní sled uzavírá 2m vrstva navážek.

Podrobná geologie, jak byla dokumentována ve směru od portálu nádraží Wilsonova:

– jílovité břidlice osecko-kváňské	30 m
– drabovské křemence	90 m
– jílovité břidlice s přítoky vody	250 m
– drobovité břidlice s lavicemi křemenců (zahořanské vrstvy)	470 m

- drobovité břidlice s lavicemi křemenců a písky u vinohradského portálu

3. VÝSTAVBA TUNELŮ

Vinohradský tunel I.

Stavba I. vinohradského tunelu byla zahájena v roce 1869 jako součást spojení na trati Praha–Gmund dráhy císaře Františka Josefa a byla dokončena během dvou let v roce 1871.

Dráha byla stavěna jako soukromá, koncesionářem byla akciová společnost. Bylo to v době po prusko-rakouské válce, v době rozvinuté investiční činnosti. Ročně bylo uváděno v Rakousku-Uhersku do provozu přes 1 250 km železničních tratí. Tento hospodářský rozvoj netrval dlouho. Po vídeňském krachu v květnu 1873 nastala hospodářská krize, jež zasáhla i stavebnictví. V železniční výstavbě to znamenalo pokles z 1 250 km tratí na 48 km ročně, což byl citelný zásah. Tehdy však už byl I. tunel v provozu.

První vinohradský tunel serazil ze dvou portálů a dvou těžních šachet, vyhloubených v ose tunelu z povrchu tehdy ještě nezastavěných Vinohrad. Po dokončení tunelu sloužily tyto šachty jako větrací. Začátkem 20. století byly zasypány. Po dobudování tunelu nastal prudký rozvoj výstavby Královských Vinohrad. Mnozí stavitelé se následně uplatnili i při povrchové výstavbě. Dopravní spojení tunelem umožnilo rovněž rozvoj výstavby předměstí, zejména na vršovické straně.

Trasa tunelu byla vedena od bývalé vinohradské zastávky na jižním svahu Vinohrad, probíhá v přímce severním směrem, krátkým obloukem se stáčí k východu a v přímé trase vychází na povrch v jižním zhlaví Wilsonova nádraží. Tunel byl ražen ručně.

Na kvalitě stavebních prací se projevil tehdy v negativním směru soukromý systém podnikání v této náročné stavební oblasti. Bylo zjištěno několik vážných závad na stavebním díle. Směrově byl nepřesně vyměřen, což se projevilo při pokládce druhé koleje. Tloušťka obezdívky činila jen 60 až 80 cm oproti projektem dané 95cm. Klenba nebyla chráněna proti agresivní podzemní vodě, byl zvolen nekvalitní pískovec pro konstrukci obezdívky, malta z hydraulického vápna byla na mnoha místech vyplavena.

Za obezdívkou byly později zjištěny nezaložené prostory, spodní klenba nebyla vůbec zřízena. Vlivem výše uvedených závad došlo za provozu k deformacím obezdívky v příčném i podélném směru.

Stabilita tunelu budila pochybnosti již od roku 1903, tedy cca 30 let po jeho dokončení. V roce 1909 se tímto problémem zabýval

známý tunelář Ing. Groger v souvislosti s návrhem výstavby druhého, souběžného tunelu. Stabilita a celkový stav tunelu byl opětovně prozkoumán až v roce 1940 a v zímě 1943/44. Výsledkem šetření bylo doporučení na urychlenou přestavbu tunelu. Na konci války toto bylo znemožněno okupační německou mocí, neboť nebylo možno přerušit spojení na jih od Prahy. K rekonstrukci bylo přistoupeno až po roce 1945. Rekonstrukce byla dokončena v roce 1949.

VINOHRADSKÝ TUNEL II.

Ing. František Zitta ve Zprávách veřejné služby technické z roku 1946 se zabývá výstavbou II. a části tunelu III. Za zmínku stojí zveřejnění části jeho textu: „Za další a na všechny časy definitivně již poslední okupace našich zemí Němci byl v letech 1940 až 1944 zcela vybudován tunel II pod Královskými Vinohrady a rozestavěna část tunelu III.“ (Tehdy netušil, že další okupace se bude konat za 22 let a na mnohem delší dobu než okupace německá. Není tudíž záhodno dělati upřílišněné historické závěry. I když jsou vysloveny v souvislosti s technickou problematikou.)

Rozvoj průmyslu a dopravy začátkem 20. století si vynutil především budování železničních tratí. Možnost realizace II. vinohradského tunelu se začala studovat už v roce 1909, dále při řešení problému pražského železničního uzlu v roce 1926, dále v roce 1930, kdy byl proveden geologický průzkum trasy a přílehlého území budoucí trasy tunelu.

Realizaci záměru druhého tunelu bylo bráněno různými objektivními potížemi a překážkami.

Za Rakouska-Uherska bránilo výstavbě protičeské stanovisko a nálady Vídně, ve 30. letech to byla všeobecná hospodářská krize celého hospodářství československé republiky. K vážným záměrům výstavby došlo až po třiceti letech od prvního záměru v roce 1909. Opět jeden z důkazů naší národní váhavosti, pokud jde o závažné rozhodnutí. Kritický stav tunelu I., prudký růst dopravních výkonů byl motivem pro tehdejšího ministra dopravy doc. Dr. J. Havelku, aby v roce 1939 zcela osobním nasazením vynutil na železniční správě kladné rozhodnutí k výstavbě tunelu. V lednu a únoru 1940, po prozkoumání dispozičního řešení do-

pravy pro Velkou Prahu z roku 1926 bylo rozhodnuto doplnit oblast o III. tunel. Po vypracování projektu byla stavba tunelu II zadána v celé délce a severní (pražská) část tunelu III v délce 300 m. Práce byly zahájeny 10. října 1940, tunel II byl dokončen stavebně v dubnu 1944, provoz po jedné koleji byl zahájen 15. srpna 1944 (směrem do Vršovic). Provoz po obou kolejích následně 16. listopadu 1944.

Tunely II a III jsou situovány na východ od tunelu I. Vzájemná vzdálenost tunelových os na pražské straně je mezi tunely I a II 21,50 m a 15,75 m mezi tunely II a III. Na straně vinohradské (jižní) pak v témže pořadí 34 a 41 m.

Délka tunelu I je 1 139 m, tunelu II 1 122,50 m.

Stavba tunelu II a části tunelu III byla rozdělena do dvou stavebních úseků:

– 1a) (pražský) zahrnoval 1 313,50 m tunelu II a 300 m tunelu III, některé stavební práce na Wilsonově nádraží, opěrnou zeď pod ulicí Božetěchovou a podchycení řady domů nad trasou tunelu na Vinohradské třídě.

Tento úsek stavělo konsorcium firem Kapsa a Muller, Konstruk-tiva, Ing. Kruliš, Ing. Záruba–Pfeffermann a spol.

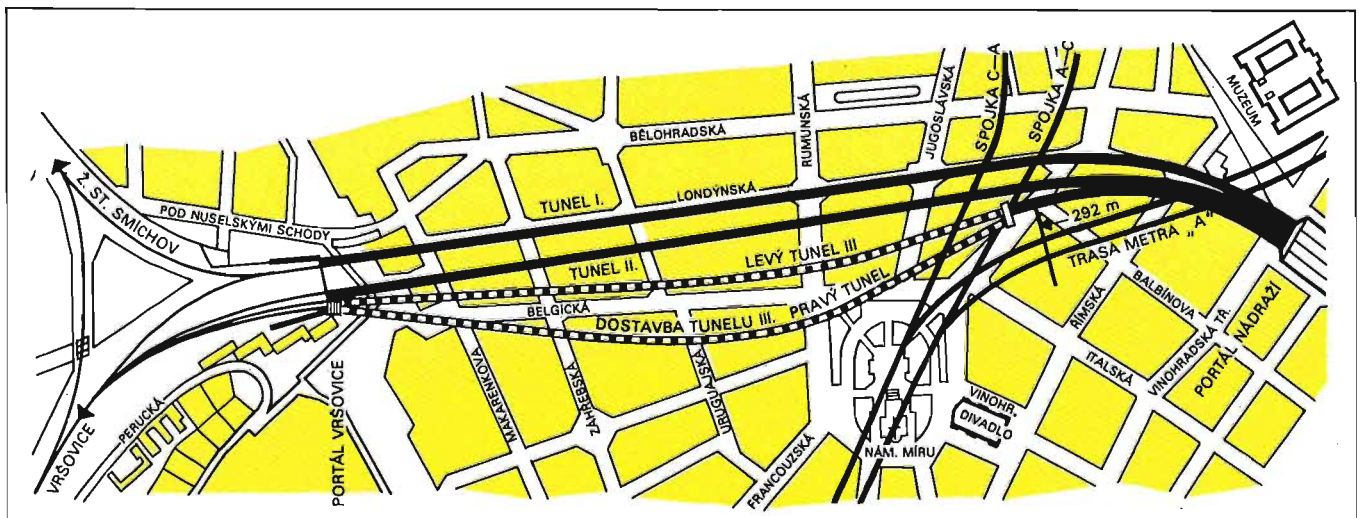
– 1b) (vinohradský) zahrnoval 809 m tunelu II a zabezpečení domů u jižního portálu v ulicích Jugoslávské a Anglické.

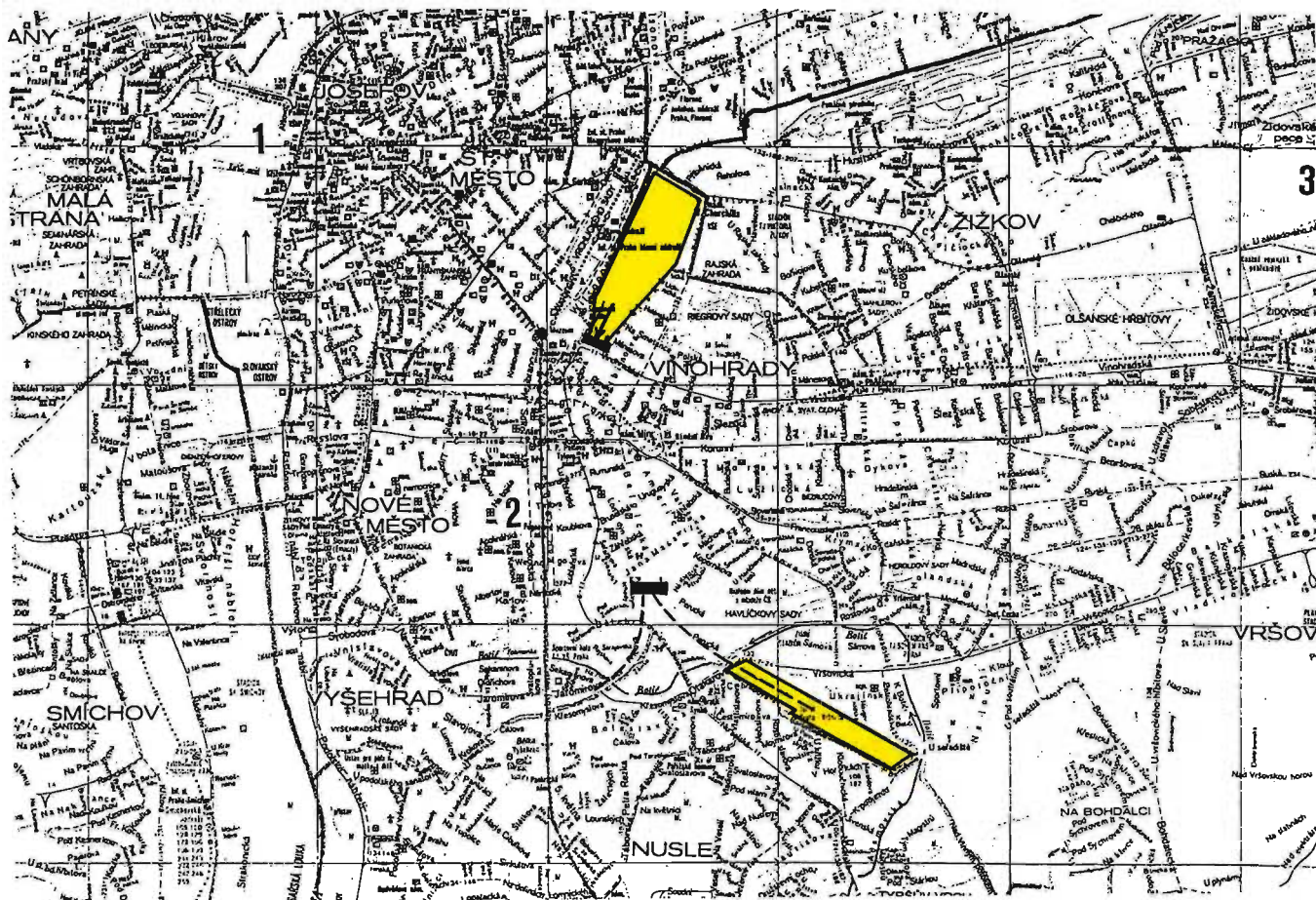
Oba stavební úseky představovaly stavby ve složitých geologických i situačních poměrech.

V úseku 1a) u tunelů II a III šlo o stavbu sružených tunelů světlosti až 9,75 m se společnou opěrou i střední průběžnou chodbou šířky 6 m a vnějšími opěrami tl. 2 m. Výlom pro společné tunely byl široký 30 m a vysoký 11 m, ve vzdálenosti od osy tunelu I 21,50 m. Mezi rubovými plochami tunelu I a II je 8,50 m mocný blok horniny, což je na mezi statické přípustnosti. Navíc výlom tohoto prostoru probíhal v nepříznivých geologických podmínkách – v břidlicích, sutích, v balvanitém zásypu starého křemencového lomu, s nízkým nadložím a v zastavěném území. Podchycování domů na povrchu představovalo značný stavební objem. Problémy nezanedbatelného rázu přinášela i německá okupace a světová válka.

Přímo na stavbě bylo gestapem zatčeno 19 lidí, z nichž bylo 9 popraveno, za pražského povstání v květnu 1945 padlo 6 pra-

SCHEMATICKÁ SITUACE VINOHRADSKÝCH TUNELŮ I. AŽ III.





Situování tunelů v městské zástavbě

covníků, při stavbě došlo k 753 úrazům, z nichž byly 3 smrtelné. Celkový počet obětí na životech byl tedy 18 lidí.

Stavba tunelů II a III a rekonstrukce tunelu I v celkové délce 3 360 m si vyžádala nákladů 950 až 1 000 tis. Kčs, průměrně 280 až 300 tis. Kčs/m díla. Výstavba této etapy byla ukončena až v roce 1949. Zahrnovala celkově tunel II, rekonstrukci tunelu I a 292 m dvukolejného tunelu III.

V roce 1949, v prvním roce po komunistickém puči, v době překotného budování socialismu v Československu byla výstavba přerušena na dalších 33 let a až v roce 1983 bylo započato s dostavbou tunelu III v celé délce.

VINOHRADSKÝ TUNEL III.

Jak bylo v předchozím textu řečeno, bylo do roku 1949 vyraženo 292 m tunelu III. Období jeho dostavby není příliš vzdálené – není nutno hovořit o historii, neboť byl dokončen v roce 1989. O této stavbě byla publikována řada technických materiálů, mj. i ve Zpravodaji Metro 3/83. Pokusím se o shrnutí těchto údajů do přehledné formy.

Název stavby: Dostavba III. tunelu, Praha hlavní nádraží
 Investor: Správa přestavby železničního uzlu Praha
 Dodavatel: Vojenské stavby Praha, závod inženýrských staveb
 Projektant: SÚDOP Praha

Návrh vedení trasy a stavby tunelu byl zpracován v několika variantách. Schváleno bylo řešení – ražení dvou jednokolejných

tunelů destruktivním způsobem a raženým rozpletem, částečně provedeným v otevřené stavební jámě.

Celková délka jednokolejných tunelů ražených je 1 468 m, délka jednokolejných tunelů hloubených je 48 m, délka dvukolejného raženého tunelu je 35 m a konečně délka dvukolejného, hloubeného ve stavební jámě rozpletu je 6,5 m.

Jednokolejné tunely byly raženy prstencovou metodou s předražnou pilotní štolou, umístěnou v kalotě tunelu. Štoly byly raženy od vršovického portálu. Ražba byla prováděna po záběrech na 1 až 2 prstence ostění s okamžitým vystrojením tunelu žel. bet. prefabrikovaným ostěním kruhového profilu 7,8/8,8 m typu stanic pražského metra. Ostění bylo budováno erektorem.

Hlavní směr postupu výstavby byl od vršovického portálu. Rozplet byl vybudován ze stavební jámy v Anglické ulici.

Doba výstavby: leden 1983 až září 1989

Ing. Roman Smida ze SÚDOPu uvádí, že stavba III. vinohradského tunelu byla pozoruhodná z několika pohledů. Pro zajímavost je zde uvádím v souvislosti s dnešními náhledy na tunelování NRTM.

- Poprvé se výrazně použilo prefabrikace pro tunelové ostění železničního tunelu a mechanizace při ražení.
- Poprvé se použil uzavřený kruhový průřez tunelu.
- V raženém dvukolejném úseku rozpletu se u nás použilo tunelové dopravní konstrukce s největší plochou výrubu (140 m²) a rozpětím klenby 11,5 m v náročných geologických poměrech.



Pohled do vyražených tuneů

4. ZÁVĚR

Dobudováním III. vinohradského tunelu a dostavbou kolejíště Wilsonova nádraží, které se v současné době realizuje, nastane

plynulé zprovoznění tohoto významného železničního uzlu v centru hlavního města. Uvědomíme-li si, že výstavba započala roku 1866 a doposud není ukončena, je to jedna celá historická epocha. Pro úplnost uvádím přehled o výstavbě všech tří tunelů.

tunel	doba výstavby	délka (m)	prům. postupy (m za rok)
I	1869–1871	1 139	569,50
II	1940–1944	1 122,50	374
III	1940–1949	292	
	01/83–09/89	1 509 raž. 1 47 hl. 1 35 raž. 2 8 hl. 2	228 dost.

Stavby I., II. a části III. Vinohradského tunelu byly prvními velkými podzemními stavbami v centru Prahy. Zkušenosti získané při jejich realizaci následně sloužily při přípravě a výstavbě traťových tunelů metra.

Použité podklady

Zprávy veřejné služby technické 1946
Sborník Podzemní stavby 1988
Zpravodaj Metro 3/1983

PODZEMNÍ ELEKTRÁRNA LIPNO – POZORUHODNÁ TUNELÁŘSKÁ STAVBA PRVNÍCH POVÁLEČNÝCH LET (2. část)

ING. JOSEF ZAJÍC, CSc. – RNDr. KAREL RŮŽIČKA

THIS ARTICLE IS THE SECOND PART OF THE SERIES ON A REMARKABLE WATER-WORKS BUILT IN THE SOUTHERN PART OF THE CZECH REPUBLIC ON UPPER VLTAVA. IT DESCRIBES BREAKING AND ENSURING LARGE UNDERGROUND CAVERN AND WASTE TUNNEL AND CONTAINS THE RESULTS OF LONG-TERMED OBSERVATION OF BREAKING STABLENESS.

Hlavní kaverna

Pro strojovnu hydrocentrály bylo nutno ve skalním masivu vylámat kavernu 22 m širokou (v klenbě 30 m), 65 m dlouhou, o výšce stěn 20 až 39 m. Prostor kaverny byl umístěn podle předpokladu v pevné žule, nikoliv však v nejvýhodnější poloze. Podrobným vyšetřením směrových štol byl získán dobrý obraz o strukturní stavbě masivu v daném prostoru. Výrub hlavní kaverny byl rozdělen do dvou po sobě následujících etap: výlom a zajištění stropu kaverny definitivní betonovou klenbou a výlom jádra a stěn kaverny a jejich dočasné zajištění pomocí kotev.

Stabilita skalního masivu nad stropem hlavní kaverny dané šířky byla předmětem četných úvah a výpočtů. Na základě rozboru strukturních poměrů v hornině nad kavernou, provedeného podle podrobné prohlídky vrcholové a obou patních štol, vylámaných v prostoru klenby (obr. 9), bylo doporučeno počítat s výškou uvolněné horniny nad klenbou po jejím plném výlomu až 18 m a bezpečně dimenzovat ochrannou betonovou klenbu na toto zatížení. První dva šestimetrové pasy klenby ze železobetonu byly na to dimenzovány. Jejich provádění však bylo velmi obtížné a pomalé a tak po expertize sovětských odborníků byl původní, příliš opatrný předpoklad zatížení podstatně zredukován. Armované pasy nahradil pak tříkloubový oblouk převážně z prostého betonu o vzepětí 6,5 m a tloušťce ve vrcholu 1 m. Poměry v masivu potvrdily při dalším výlomu stropu příznivější předpoklad. Šířka pasů byla postupně zvětšována a v závěru dosáhla až 12 m plného výlomu. Během prací nedošlo nikde k tlakům nebo uvolňování horniny se stropu s výjimkou jediného místa, kde došlo v masivní žule k náhlému odprysku skalní čochky 1,2 × 2,1 m, která dopadla již na ramenáty pro bednění. Při výlomu pro klenbu bylo dosaženo průměrného denního výkonu 20,5 m³ horniny. Výlom a betonáž ochranné klenby nad kavernou trvaly celkem 18 měsíců.

U několika pasů klenby byly po dokončení dlouhodobě sledovány deformace pevných bodů opakovanou nivelací v období, kdy k nim byl přístup (obr. 10). Maximální pokles činil u středního pasu ve vrcholu klenby 4,6 mm. Z toho lze usuzovat, že zatížení ochranné klenby nikde nepřestoupilo uvažovanou nižší hodnotu.

Druhým závažným úkolem při výlomu hlavní kaverny bylo zajištění vysokých skalních stěn na obvodu kaverny během výlomu jejího jádra a následujících stavebních prací. Na přechodnou dobu asi 1 roku bylo nutno zabezpečit stabilitu stěn tak, aby bylo možno ve vylámaném prostoru bezpečně a volně provádět železobetonovou konstrukci definitivní výstroje kaverny. Pro tento účel byl projektem zvolen jako nejvhodnější novodobý způsob kotvení, s nímž však tehdy bylo u nás ještě málo zkušeností. Byly proto v podzemí vyzkoušeny tři typy kotev, upnuté ve vrtu cementovou

maltou, pomocí klínu a rozštěpu a rozpínavou ocelovou objímkou. Nejlépe se osvědčily ocelové tyče se zdrsňeným koncem, osazeným do cementové malty, dopravené ke konci vrtu ve skleněné trubici. Ta se při zaražení tyče rozdrtila. Po ztvrnutí malty vydržely tyto svorníky tah až 22 tun.

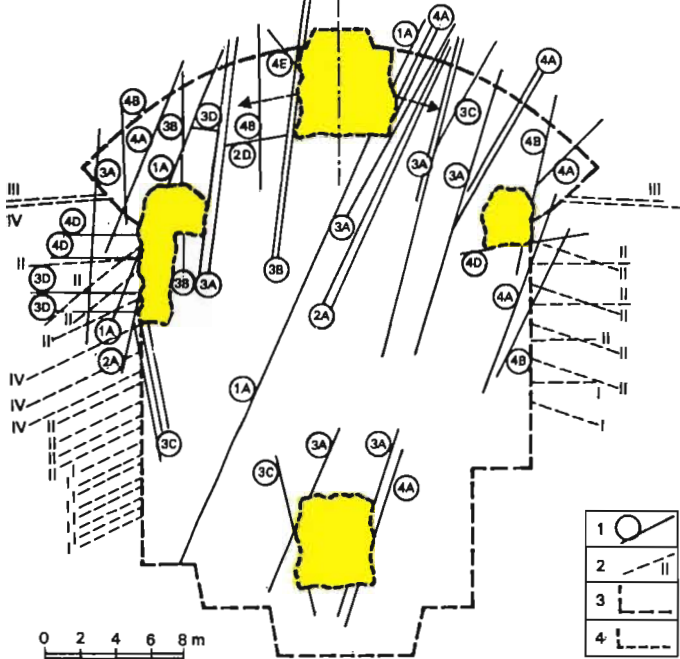
Při statickém výpočtu potřebného množství kotev pro zajištění celkové stability skalních stěn na celou výšku kaverny byl uvažován možný pohyb skalních bloků účinkem vlastní tíhy po puklinách v rozsahu uvolněného pásma horniny kolem výlomu. Podkladem pro předběžné rozmístění kotev po výšce skalní stěny v jednotlivých příčných profilech kaverny byla extrapolace puklinových systémů ze směrových štol, které byly k dispozici (viz obr. 9).

Výlom jádra hlavní kaverny byl zahájen u vyústění šikmého tunelu. Průměrný denní výkon byl až 106 m³. S postupným odkrýváním skalních stěn shora dolů bylo vyznačováno osazení jednotlivých kotev podle skutečného stavu rozpuštění horniny tak, aby všechny na povrch stěn vycházející výraznější pukliny byly kotvami prořaty a počet kotev, požadovaný projektem pro celkovou stabilizaci stěn byl spolehlivě zachován. Ke kotvení byly použity ocelové tyče \varnothing 36 mm, délky podle potřeby 4 až 9 m (obr. 11). Kotvy byly po ztvrnutí malty ve vrtu předpínány tahem 5 až 8 tun a zainjektovány. Předpětím bylo podstatně zvýšeno tření na puklinách a zabráněno dalšímu uvolňování skalního povrchu.

Odkrývání a následné kotvení stěn mělo se dít v etážích o výšce 3 m. S postupem výlomu se však výška zvětšovala až na 8 m. Tento překotný postup měl v místech, kde poruchové pásmo protínalo návodní a severní čelní stěnu kaverny, za následek samovolné vyjetí asi 10 m³ horniny po příčných puklinách, skloněných do výlomu. Obě místa byla stabilizována rychle osazenými, mechanicky upínanými svorníky, propojenými ocelovými nosníky, za něž bylo zataženo drátěné pletivo a dusán beton. Samotné drátěné pletivo, přichycené na kotvy, bylo použito i na dalších místech s hustým rozpuštěním horniny jako ochrana před opadávajícími kameny. Celkem bylo během 8 měsíců plného výlomu osazeno na stěnách kaverny 795 předpjatých kotev. Průměrně připadla jedna kotva na zajištění 4 m² svíslého výlomu stěn. Zakotvení stěn bylo zcela úspěšné a až do doby, kdy funkce opěry skalních stěn kaverny převzala vnitřní železobetonová konstrukce strojovny, nedošlo zde k žádné vážné destrukci (obr. 12, 13).

Dobrou stabilitu ukázala hlavní kaverna i ostatní podzemní objekty hydrocentrály nejen po dobu uplynulého mnohaletého provozu, ale i při dvou zemětřeseních, která s epicentrem jižně od Vídně v prosinci 1963 a v říjnu 1964 postihla i oblast centrálního masivu v jižních Čechách v síle IV až V° RichtEROVY stupnice.

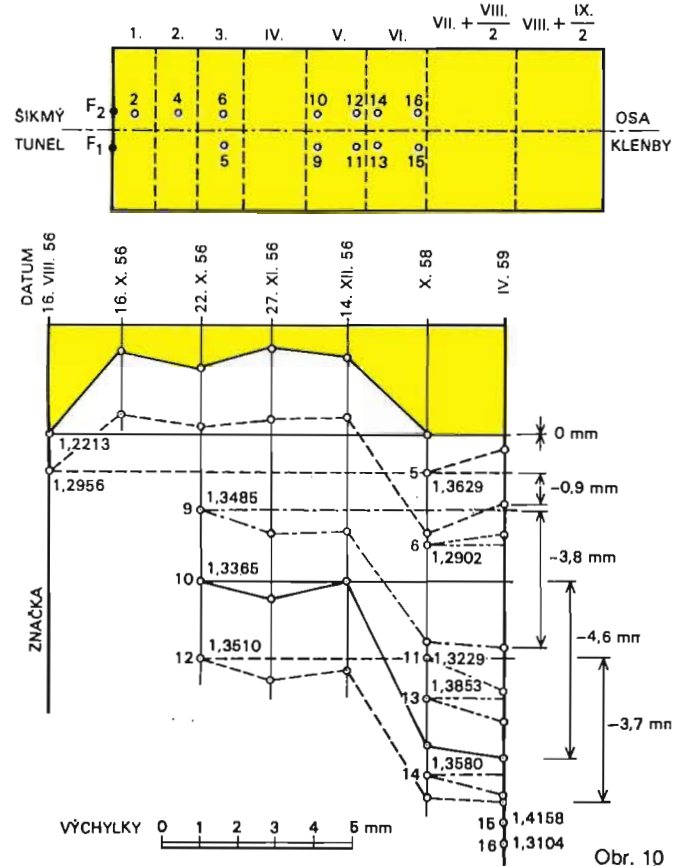
TYPICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ HLAVNÍ KAVERNOU HYDROCENTRÁLY SE STRUKTURNÍMI POMĚRY V ŽULĚ, KONSTRUOVANÝMI ZE SMĚROVÝCH ŠTOL, A PODLE NICH PROVEDENÉ ROZVRŽENÍ KOTVENÝCH OCELOVÝCH SVORNÍKŮ VE STĚNÁCH



- 1 — PRŮSEČNICE PUKLINOVÝCH PLOCH S ROVINOU ŘEZU S VYZNAČENÍM TYPEM PUKLINY
2 — KOTVY S VYZNAČENÍM DÉLKOVÝM TYPEM
3 — TEORETICKÝ OBRYŠ PLNÉHO VÝLOMU
4 — OBRYŠ VÝLOMU SMĚROVÝCH ŠTOL

Obr. 9

SITUACE OSAZENÝCH ZNAČEK A ČASOVÝ PRŮBĚH VÝSLEDKŮ NIVELAČNÍHO MĚŘENÍ DEFORMACÍ V KLENBĚ KAVERNY



Obr. 10

Odpadní tunel

Byl ražen mezi Lipnem a Vyšším Brodem v délce 3,5 km v okrajových částech žulového masivu, v nepatrném sklonu 1,4 promile. Převážná část tunelu procházela pevnou žulou. V několika úsecích pod Loučovickou horou a pod Čertovou stěnou byly tunelem zachyceny horniny kontaktního pláště masivu a polohy rulových ker, utopených v žulovém magmatu, ojediněle též žily dionitového porfyritu. Poslední úsek 360 m u vyústění tunelu před

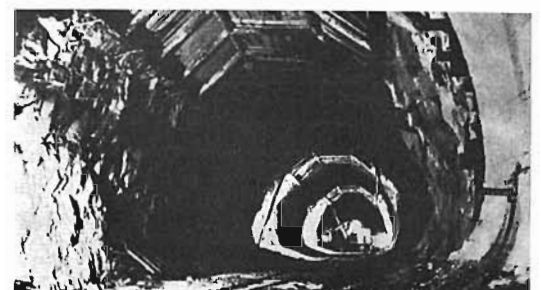
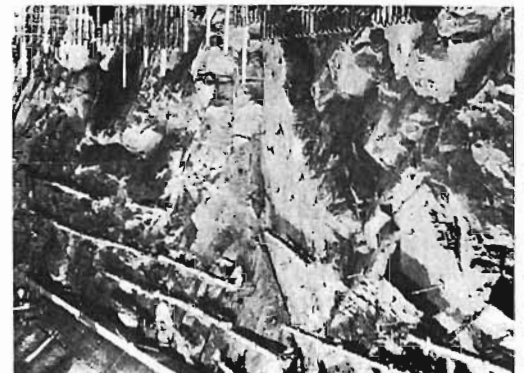
Celkový pohled na s. část plného výlomu hlavní kaverny. Vlevo dole přívodní štola ke druhé turbíně.



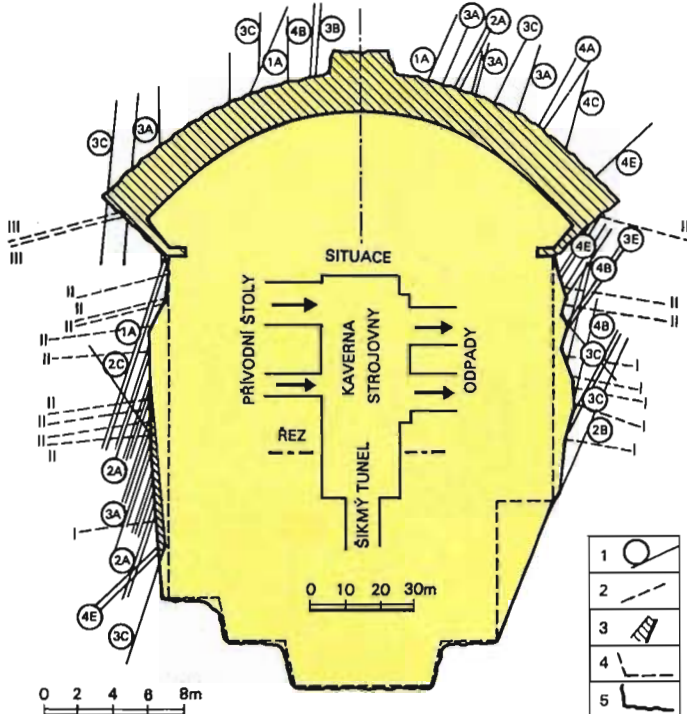
Vyšším Brodem byl ražen v dvojslídne rube. Ražba celého tunelu se prováděla rakouskou tunelovací metodou se spodní směrovou štolou ve značném předstihu. Plný výlom podkovovitěho tvaru měl plochu 48,5 m². Pro konečnou úpravu tunelu byly projektem stanoveny pouze dva typy: bez obezdívky a s betonovou obezdívkou

Zakotvená horní část návodní stěny hlavní kaverny. Zavěšená kulatina je zbytkem výdřevy rýhy, hloubené z patní štoly před výlomem pro klenbu.

Odpadní tunel v neobezděném úseku se zavěšenou výdřevou stropu.



TYPICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ HLAVNÍ KAVERNOU HYDROCENTRÁLY SE SKUTEČNÝMI STRUKTURNÍMI POMĚRY ZJIŠTĚNÝMI PŘI PLNÉM VÝLOMU KAVERNÝ A S OSAZENÝMI SVORNÍKY



- 1 — PŘÍČNICE PUKLINOVÝCH PLOCH S ROVINOU ŘEZU S VYZNAČENÍM TYPEM PUKLINY
 2 — KOTVY S VYZNAČENÍM DÉLKOVÝM TYPEM
 3 — BETON OCHRANNÉ KLENBY A PLOMBY VE STĚNĚ VÝLOMU
 4 — TEORETICKÝ OBRYŠ PLNĚHO VÝLOMU
 5 — SKUTEČNÝ OBRYŠ

Obr. 11

50 cm silnou. Dno bylo z hydrotechnických důvodů v celé délce tunelu vybetonováno. Plný výlom postupoval po 8m pasech a průměrný denní výkon výlomů v třísměnném provozu byl 3,75 m³.

Úkolem geotechnického průzkumu bylo určit na základě vyšetření ve směrové štolě úseky, které vyžadovaly vzhledem ke kvalitě horniny definitivní obezdění, a které bylo možno ponechat trvale bez zajištění. K obezdění byly navrženy především proti větrání méně odolné polohy rulové, provázené obvykle i hustým rozpukáním a ty úseky v žule, které byly výrazně tektonicky porušené. Z celkového počtu 438 pasů bylo obezděno 154, zatímco 284 zůstalo volných. Průsaky vody, pozorované v tunelu jen v malém rozsahu, stabilitu výlomů podstatně neohrožovaly. Přesto v jednom místě pod Loučovickou horou (v km 1,25) došlo v jinak čerstvé žule k náhlému zatopení směrové štoly, když po odstřelu čela naráz vytekla voda nadržovaná v rozsáhlé síti otevřených a průběžných puklin. Úseky ponechané bez obezdívek byly po celou dobu výstavby tunelu opatřeny ve stropě pouze ochrannou „zavěšenou“ výdřevou, přichycenou k hornině krátkými svorníky „na klín“ (obr. 14). Před zahájením provozu elektrárny byla pak odstraněna současně s dodatečným zajištěním betonovými plombami a svorníky u několika volných pasů, kde docházelo ještě k uvolňování horniny. Kotvení se provádělo z pořízdného lešení.

Odpadní tunel byl po dokončení a uvedení vodního díla do provozu v roce 1959 v pravidelných intervalech několikrát prohlížen a podroben některým dodatečným sanačním opatřením v neobezděných úsecích. Vzhledem k tomu, že bývá zřídka příležitost chování hornin v tunelech dlouhodobě sledovat a výsledky takovýchto pozorování jsou velmi poučné, budou poznatky z revizních prohlídek odpadního tunelu na Lipně předmětem dalšího článku.

ZPRAVODAJSTVÍ TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

ZÁPIS Z II. ZASEDÁNÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES



Zasedání se uskutečnilo dne 22. června 1993 na chatě Reváň poblíž Prievidze na pozvání Slovenského komitétu ITA/AITES. Zúčastnilo se ho 19 členů z celkového počtu 41.

V úvodu připomenul předseda komitétu ing. J. Hess zásluhy dlouholetého sekretáře komitétu ing. J. Grána, jehož památku uctili účastníci tichou vzpomínkou.

Dále ing. Hess informoval o činnosti předsednictva komitétu v období od posledního zasedání komitétu v únoru t. r. Rovněž informoval o stanovisku ministerstva vnitra k registraci Českého komitétu.

Dr. Rychlý podal informaci o stavu účtu a o pohybech na něm za první pololetí 1993. Komitét tuto informaci vzal bez připomínek na vědomí.

Dále byla podána informace o připravovaných mezinárodních akcích, na které komitét obdržel pozvání a zájemcům byly rozdány informační materiály.

Následovala diskuse o obnově činnosti malých pracovních skupin, k níž vyzval ing. Hess. Ing. Novotný připomenul bývalé iniciativy VS a Subtery v oblasti malých tunelů a upozornil na skutečnost, že malé štoly mají své specifické problémy. Vyzval zájemce, aby se přihlásili k práci na této problematice. Koncem října či počátkem listopadu se pak počítá se svoláním semináře k otázkám hydroizolace štól a tunelů. Ing. Doubek připomenul, že již na jaře se mělo uskutečnit pracovní setkání k problematice stříkaných betonů. Vyzval zájemce, aby se přihlásili k účasti na diskusním setkání o drátkobetonu, které by se mohlo uskutečnit v září 1993. Prof. Aldorf poukázal na možnost obnovení činnosti pracovní skupiny ing. Šťastného ve spolupráci s prof. Trávníčkem.

Rozsáhlá diskuse byla věnována možnosti svolání konference podzemní stavby 94. Většina diskutujících se shodla na tom, že takováto akce by byla užitečná jak odborně, tak v zájmu prokazování zájmů tunelářství poukázáním na nesporné výhody podzemních staveb zejména s ohledem na životní prostředí. Rovněž je třeba této akce využít k získání podpory příslušných

státních orgánů, zejména ministerstva životního prostředí. Bylo vypořádáno několik možných témat, zejména vztah ekologie a podzemních staveb, význam tunelů v pražském dopravním systému a městské kolektorové sítě. Účastníci se shodli na vytvoření přípravného výboru ve složení: ing. Vozárik, dr. Kadlec, prof. Aldorf, prof. Barták, ing. Romancov, prof. Trávníček, ing. Kutil, ing. Novotný. Ing. Vozárik byl pověřen svoláním této pracovní skupiny v září s cílem připravit předběžný rozpočet a rozdělit úkoly.

Dále prof. Aldorf informoval v průběhu o výsledcích soutěže studentů a o přípravě nového ročníku soutěže, který by měl být vyhodnocen letos v září. Na odměny bylo vyčleněno 20 000 Kč.

Bylo dohodnuto, že příští zasedání se uskuteční v říjnu v Praze, případně ve spojení se seminářem o hydroizolacích.

Po skončení zasedání Českého komitétu se uskutečnilo krátké společné zasedání obou národních komitétů, které se shodlo na pokračování spolupráce i v budoucnu, a to jednak formou společné organizace soutěže studentů (Slovenský komitét přislíbil příspěvek 8 000 Sk na odměny), účastí Slovenského komitétu na vydávání Tunelu a spoluprací při organizaci konference Podzemní stavby 94.

Na pozvání Slovenského komitétu se většina členů obou komitétů zúčastnila dne 23. června prohlídky vodního díla Turček.
-red-

ZPRAVODAJSTVÍ MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE ITA/AITES

OFT 93: MOŽNOSTI PRE TUNELÁRSTVO



PRIEREZ KONFERENCIU ITA/AITES V AMSTERDAME

ING. LADISLAV HUDÁK, BÁNSKÉ STAVBY, PRIEVIDZA

Pri príležitosti Svetového tunelárskeho kongresu v Amsterdame sa v dňoch 19.–22. 4. 1993 konala konferencia Options For Tunnelling' 93, zameraná na 5 hlavných tém:

- Všeobecné problémy
- Tunely v nesúdržných horninách
- Tunely v skalných horninách
- Výskum a vývoj
- Financovanie a rozloženie rizik

A. VŠEOBECNÉ PROBLÉMY

K prvej téme odznela štvorica prednášok:
– prehľad tunelových stavieb 80. rokov tohoto storočia,
– technologický postup ponarania tunelov,
– rizika pri veľkých tunelových stavbách,
z ktorých najviac zaujal príspevok holandských autorov o rizikách veľkých tunelových stavieb a význame správneho rozdelenia rizik pre zníženie nákladov a pre podporu tunelových variantov infraštruktúrnych stavieb.

B. TUNELY V NESÚDRŽNÝCH HORNINÁCH

Druhá téma konferencie OFT '93 bola rozdelená do troch častí:
– výber variantu
– hĺbené a ponárané tunely
– razené tunely

Výber optimálneho variantu pre tunel v nesúdržnej hornine
V tejto časti odznelo 12 prednášok, ktoré sa zaoberali voľbou riešenia (most. tunel alebo dvojica tunelov) a technológie (tunel ražený, budovaný v otvorenom výkope alebo ponáraný) a to na príkladoch železničných i cestných tunelov Numansdorp (Holandsko), Dedesdorf (SRN), Heinenoord (Holandsko), Toulon (Francúzsko), Hong Kong, Peking (Čína), Delft (Holandsko), Amsterdam (Holandsko) a podzemnej stanice metra v Los Angeles.

BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE POŽADAVEK DOBY
BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE PŘEDPOKLAD ÚSPĚCHU

PROTO JE ROZUMNÉ ČÍST



VYDÁVÁ HOSPODÁŘSKÉ VEDENÍ A.S. METROSTAV

Redakce čtrnáctidenníku Metrostav
Dělnická 12, 170 04 Praha 7
telefon 87 23 499, fax 87 74 95

Híbené, ponárané a plávajúce tunely

Z 12 prednášok tejto časti, 8 sa týkalo tunelov budovaných:

- otvoreným výkopom (železničný tunel pod letiskom Schiphol, podzemná železničná stanica Wilhelminapier v Rotterdame),
 - ponáraním – Noord Tunel (Holandsko), Boston (Mass, USA), Piet Heintunel v Amsterdame, Saltajän stunel v Stockholme a
 - kombinovanými technológiami (Wijker tunel a Rotterdamský železničný tunel, z časti ponorený a z časti budovaný v otvorenom výkope).
- Ostatné prednášky sa venovali:
- všeobecným otázkam (betonové konštrukcie pre ponárané tunely,
 - sily pôsobiace na plávajúce tunely,
 - nové typy konštrukcií plávajúcich tunelov,
 - budúce využitie konstrukčných dokov pre ponárané tunely.

Z tejto tématiky najzaujímavejší bol príspevok o tuneli pod letiskom Schiphol. Toto národné letisko aspirujúce na jedno z prvých piatich miest v Európe prijíma dnes 16 miliónov cestujúcich ročne. Do roku 2002 sa však má tento počet viac než zdvojnásobiť na 34 miliónov, z ktorých cca 40 % má cestovať na letisko a späť vlakom. Vlak ich dovezie priamo pod odbavovacie budovy do podzemnej stanice tunelom vedúcim pod letištnou plochu. Spomínaný predpokladaný vývoj si vyžaduje zdvojnásobiť kapacitu tejto železnice, t. j. vybudovať ešte jeden dvojkolajný tunel a podzemnú stanicu rozšíriť o ďalšie tri kolaje a to v extrémne krátkom termíne. „Nadmorská“ výška povrchu je -3,5 až -4 m, hladina spodnej vody je -4,5 m. Celý tunel sa nachádza pod hladinou spodnej vody. Proti vztlaku musí byť ukotvený k podložíu základovými pilotami rozmiestnenými v sieti 3 × 2,75 m. Tunel sa hlbil medzi pilotovými stenami za stáleho znižovania podzemnej vody, ale len po kótu -6,5 m odkiaľ sa v ďalšom výlome muselo pokračovať „za mokra“, pretože spodná voda bola slaná a znižovanie jej hladiny by zasolovalo sladkú vodu povrchových tokov. Až po utesnení pilotových stien a podhladinovom vybetonovaní dna sa vyčerpala voda z príslušného úseku tunela a ďalšia výstavba tunela mohla pokračovať za sucha. Odčerpávaná slaná voda sa injektovala späť do podzemných vrstiev pomocou 6 vrtov vzdialených stovky metrov od staveniska do hĺbky -100 až -150 m a to v množstve 5 × 50 m³/hod.

Práce komplikuje bezprostredná blízkosť jestvujúceho tunela, ktorý je v prevádzke. Tento sa musel pred začatím výlomu nového tunela upevniť a utesniť proti vode. Okrem toho bolo potrebné cesty a koridory, popod ktoré tunel prechádza a ktorých prevádzka sa nesmie prerušiť, podopierať hydraulickými valcami proti poklesu.

O nič jednoduchšia nebola ani betonáž tunela. Niektoré konštrukcie betonovane pod vodou bolo potrebné upravovať, iné demolovať. Rovnako bolo potrebné demolovať provizorné konštrukcie, aby sa mohol povrch nad tunelom upraviť a vrátiť leštišnej prevádzke.

V podzemnej stanici okrem toho bolo ešte potrebné demonovať steny medzi tunelmi a ich nosnú funkciu nahradiť stĺpami.

K najnáročnejším problémom patrí výstavba úseku H, ktorého 7,5 mesačná lehota výstavby v žiadnom prípade nemohla stačiť na vybudovanie tunela predtým popísanou metódou híbenia. Preto sa v stavebnej jame susedného úseku H vyrobili štyri 125 m dlhé prefabrikované elementy, aby sa ihneď po vyhlbení „doplavili“ po vodou naplnenej, stavebnej jame na svoje miesto a tunel sa vlastne buduje technológiou ponáraného tunela.

Razené tunely v nesúdržných horninách

V rámci tejto témy 10 prednášok sa venovalo riešeniam použítým pri výstavbe

- dialničného tunela (2 × 10 km) pod **tokijským** zátivom razeného bentonitovým štítom mimoriadne veľkého priemeru 14,14 m, s automatizovaným ukladaním prefabrikovaných segmentov

pod 6 atmosférovým tlakom morskej vody, v oblasti s častými zemetraseniami,

- takmer podzemnej časti rychlodráhy z **Londýna** na letisko Heathrow, ktorej väčšina 4 × 5,4 km jednokolajných tunelov sa razí plnoprofilovým strojom priemeru 5,7 m,
- 13,5 km dlhého kanalizačného zberača, pod **Kahýrou**, razeného 5 bentonitovými štítmí s priermi 6,1 a 5,15 m, pri minimálnych poklesoch nadložia,
- časti 49 km dlhého systému vodovodných tunelov v **Londýne** s vynikajúcimi výkonmi (najlepšia smena 51 m, najlepší deň 100 m, najlepší 5-dňový týždeň 404 m, priemerný týždeň 200 m),
- vyše kilometra dlhého pretlaku kanalizačného zberača \varnothing 3,36 m v **New Jersey**, USA, kde spojenie bentonitového štítu s prvou 4 m dlhou železobetónovou rúrou pretlaku zamedzilo klesanie ťažkého štítu do nesúdržnej horniny,
- dvojkolajného (\varnothing 10,48 m) tunela metra **Nagoya** v Japonsku, zeminovým štítom kde plastifikátorom piesčitej zeminu bola chemická pena, ktorá zvyšovala stabilitu čelby, nepriepustnosť horniny, a hladkosť výrubu,
- podzemných staníc metra vo **Washington** USA, budovaných otvoreným výkopom i razením,
- 30 m širokej podzemnej stanice **milánskeho** metra, s nadložími 4–5 m v blízkosti mnohopodlažných budov razenej pod ochrannou klenby, ktorá sa vytvorí pred vlastným výlomom z vodorovných železobetónových rúr vložených do predvrtov v preinjektovanom prostredí,
- kablového tunela v **Toku** bentonitovým štítom v 27 % klesaní a
- dvojtunela v tvare ležatej osmičky razeného bentonitovým dvojtunelom v **Hirošime**.

Okrem toho obsahoval blok o razení v nesúdržnej hornine aj 5 všeobecných prednášok o:

- koncepčných požiadavkách na raziace štíty,
- japonskom superplastifikátore z papierenského odpadu pre zeminové štíty, ktorý okrem vynikajúcich výsledkov v razení priniesol aj efekt v likvidácii odpadu,
- meraní a výpočte poklesov nad bentonitovými štítmí vo Francúzsku,
- prefabrikátoch pre talianske metra v Janove a v Neapoli,
- o štítovaní s rozpínavou injektážou bez poklesu nadložia na Ukrajine.

Najväčšiu pozornosť vzbudil japonský dvojtunel z Hirošimy, ako hospodárne riešenie tunelov metra. Dvojkolajný kruhový tunel s priemerom 10,5 m by mal prierez takmer 87 m², kým dvojtunel v tvare ležatej osmičky má prierez o cca 40 % menší. Použitý dvojtunel bol zeminový, mal synchronizované rotory rotujúce v jednej rovine. Stredná časť štítu bola článkovaná, aby bolo možno raziť krivky s polomerom 135 m. Štít postupoval rychlosťou 5 až 30 mm/min. Napriek nízkemu nadložíu (0,86 až 1,36 D) sadanie stropu nepresiahlo 12 mm a šírka poklesu 5 m na každú stranu.

C. TUNELY V SKALNÝCH HORNINÁCH

Tunely razené plnoprofilovými strojmi

Tato téma bola naplnená 18 príspevkami o:

- švajčiarskych skusenostiach s veľkopprofilovými (Dzlúm) raziacími strojmi na desiatich tuneloch s celkovou dĺžkou 35 km,
- razení tunela pod La Manchom najmä z hľadiska vplyvu organizácie odťažby a dopravy materiálu na razenie,
- prvých dvoch Hong Kongských tuneloch razených plnoprofilovými strojmi s priemernými týždennými postupmi 100 resp. 135 m,
- japonskej metode stanovenia príťažnej sily na hlavu plnoprofilového stroja pri vysokom nadloží a silnom zovretí plastu štítu tlačivou horninou,
- skusenostiach z 35 tunelov Tajvanskej južnej železnice, kde vetracie jamy sa vrtali kominovacou súpravou \varnothing 1,5 m,

- vodnej stôlni \varnothing 3,5 m, dĺžky 3,7 km v severnom Taliansku s priemerným postupom 20,9 m/den a maximálnym mesačným postupom 652 m/mes,
- tajvanských úvahách o voľbe technológie raženia tunelov v skale,
- o skutočnostiach s raziacimi strojmi v podzemných dielach norských vodných elektrární Svartisen (57 km) a Trollbergett (40 km),
- 21 km dlhej severnej časti prírodného tunela vodného diela LHWP v Lesotho s priemerným postupom 122 m/tyž.,
- stavba cca 112 km dlhého tunela pre supravodivý urychlovač častíc v Dallase, USA,
- 8 km tunela Akima pre Šikanzen expres, výložníkovým raziacim strojom a s extrudovaným betónovým ostením,
- projekte 50 km Gotthardského úpätného tunela (3x dlhšieho než existujúci St. Gotthard z r. 1883),
- 13,6 km dlhej stôlni v Dhiazos na Cypre, v tlačivých horninách, s úspešným vyriešením náročného vystužovania s minimálnym dopadom na rychlosť raženia,
- 10,6 km dlhom prírodnom tuneli (\varnothing 8,3 m, pre elektrárň Dul Hasti v Indii, v rozpukanom masive,
- prefabrikovanej výstuži fy Mayreder Consult a prstencami CONEX, vzajomne spájanými pomocou drevených alebo plastových kolíkov ukladaných do dier v celách segmentov.

Tunely v skale ražené tradičnými metódami

V tejto tematickej skupine odznelo 8 prenášok:

- o empirickej analýze minimálnej hrúbky skalného nadložia 31 podmorských tunelov,
- o geotechnickom monitorovaní zosuvného terénu v oblasti portálov tunela pod La Manchom,
- ražení 8,5 km dlhého diaľničného tunela Somport popod Pyreneje medzi Francúzskom a Španielskom,
- prieskumných dielach pre 25 km dlhý tunel Iwate v Japonsku v silne puchnucích horninách,
- výskume chovania svorníkovej výstuže pri trhacích prácach v závislosti jej vzdialenosti od čelby v Severnom Walesu,
- ražení tunela Kurosaki v Japonsku so zákazom trhacej práce, pod mestskou zástavbou,
- talianskych výskumoch zvýšenia hladkosti výlomu pri trhacích prácach
- o tryskovej injektáži pri výlomových prácach v oblasti portálu tunela Kadživara v Japonsku v slabej hornine.

Z tohto bloku prednášok najzaujímavejšia bola posledná, rozoberajúca prípad raženia 14,5 m širokého a 10 m vysokého tunela vo veľmi rozpukanej sedimentárnej hornine. V oblasti portálu pri sklone svahu 40–50 stupňov a nepriaznivej orientácii tunela 45 stupňov voči spadnici terénu bolo veľké nebezpečenie zosunu svahu. Preto sa prvých 30 m tunelarazilo pod ochranou „dáždnikovej klenby“ budovanej pred výlomovými prácami technológiou tryskovej injektáže do 13 m dlhých vrtov rozmiestnených mimo obvodu výlomu so vzájomným rozstupom 0,6 m, do ktorých sa vkládali rúry s priemerom 90 mm a hrúbkou steny 10 mm. Pod ochranou takéhoto „dáždnika“ sa vylomil horný polkruh tunela na dĺžku 6 m a potom sa tryskovou injektážou vybudoval ďalší záber „dáždnika“. Výlom spodnej časti profilu sarazil s odstupom do 50 m.

D. VÝSKUM A VÝVOJ

Smery tunelárskych výskumov v popredných ústavoch a podnikoch ukázalo 8 príspevkov:

- o vplyve raženia plinoprofilovým strojom na zaťaženie základovej piloty pod zástavbou holandských miest v piesčitej základovej pôde
- o vývoji samonosného robotizovaného erektora prefabrikovaných segmentov ostenia u japonských firiem Obayashi a Mitshubishi

- o kritériách voľby medzi bentonitovým a zeminovým štítom, podľa fy Wayss und Freytag, demonstrovaných na praktických príkladoch 7 stavieb
- o anglicko-dánskych výskumoch optimalizácie nákladov sledovaním stavu konštrukcií v priebehu výstavby tunela,
- o francúzskych výsledkoch optimalizácie nákladov na stavbu tunelov, zavedením monitorovania stavu konštrukcie,
- o talianskom výskume vibrácií pri ražení trhacími pracami, impaktormi a plinoprofilovými raziacimi strojmi,
- o japonskom štíte pre raženie trojlodných staníc metra a
- o vývoji simulačného programu (Texaskou univerzitou Auctini) pre predpoklad výkonov na mechanizovaných ražbách na podklade analýzy viac než 200 podzemných diel ražených raziacimi strojmi.

Hoci všetky príspevky v tomto tematickom celku prinášali nové riešenia alebo nové prístupy, najzaujímavejšie boli obidva japonské príspevky:

Predovšetkým to bol robot na ukládanie lubingov. Erektor robota, ku ktorému sa prisunie šesť segmentov, automaticky uchopí segment, usadí ho presne na miesto, potom ho skrútkami upevní, matice utiahne predpísaným krútiacim momentom, uvoľní uchoopenie, vráti sa pro ďalší segment, a túto činnosť opakuje až kým nedokončí celý prstenec. Potom sa presunie do ďalšieho záberu a čaká na dodávku ďalších šiestich segmentov. Robot sa riadi programovateľným ovládacím procesorom, ktorý spracováva údaje zisťované snímačmi polohy a vydáva príkazy hydraulickému systému. Snímače polohy bezdotykovým spôsobom kontrolujú uhly a výsuvy manipulátorov. Orientujú sa podľa laserového lúča, polohy štítu a polohy už zabudovaných tubingov. Robot sa pohybuje kračaním tak, že dve dvojice rozpier, opierajúce sa o počvu a strop, sa striedavo uvoľňujú a presúvajú. Výhody sú zvýšenie bezpečnosti, zlepšenie presnosti a úspora živej práce.

Ďalším japonským prekvapením bol referát o vývoji bentonitového „trojštítu“ pre raženie podzemných staníc metra. Riešenie je založené na dvojici pomocných štítov, ktoré sa pripoja po oboch stranách k hlavnému štítu, raziacemu dvojkolajný tunel metra, keď dosiahne šachtu na začiatku stanice. Trojštít potom razí súčasne všetky tri lode stanice až kým nedosiahne šachtu na konci stanice, v ktorej sa bočné štíty odmontujú.

E. FINANCOVANIE A ROZLOŽENIE RIZÍK

Nedostatok investičných prostriedkov postihuje predovšetkým tunelové stavby vzhľadom na ich finančnú náročnosť a rizikovosť. Účinnou metódou na zníženie dopadu tejto situácie je tzv. koncepcia BOT (Build-Operate-Transfer), pri ktorej sa tunel razí na náklady dodavateľskej firmy, ktorá ho potom prevádzkuje, kým sa jej investícia nevráti a potom ho odovzda konečnému užívateľovi. Samozrejme, že pritom podstupuje dodavateľ značné rizika. Analýzou týchto rizík a metódami ich obmedzovania sa zaoberajú mnohí odborníci.

Na konferencii odznelo na túto tému, okrem už sponinanej prednášky v úvodnej všeobecnej časti, ešte ďalších 6 príspevkov, ktoré, väčšinou rozborom skutočných prípadov, ukazujú ako najrizikovejší faktor nepresnosť predpovede hustoty premávky v ukončenom tuneli. Okrem toho však nie sú bez významu aj ďalšie rizika: politické a najmä zahranično-politické rizika, rizika zo zmien kurzov cudzích mien, havárie, zmluvné rizika, inflácia, vývoj úrokových sadzieb a rizika z vyššej moci.

Pokiaľ by mal všetky tieto rizika znašať jeden subjekt, pravdepodobne by sa žiadna tunelová stavba nere realizovala. Preto sa odborníci vážne zaoberajú rozdelením rizík a skúmaním, akú mieru rizika je ochotný znašať bankar, majiteľ, dodavateľ, užívateľ a za akých podmienok. Taktiež je nesmierne dôležité odstrániť, prípadne zmenšovať, stupeň rôznych neistôt. Príspevky tejto časti poskytujú aj prehľad literatúry zaoberajúcej sa touto vysoko aktuálnou a tematikou.

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

PERSPEKTIVY MIKROTUNELOVÁNÍ V SRN



Vývoj a používání mikrotunelování je v Německu úzce spjato s výstavbou a přestavbou kanalizačních sítí. V tomto stavebním odvětví se potřeba staveb zvětšila, čímž se pro mikrotunelování otevírají nové šance. Lze očekávat, že se bude jeho dnešní podíl (jen asi 5 %) pravděpodobně zvyšovat.

Veřejná kanalizační síť Spolkové republiky Německo má dnes celkovou délku asi 350 000 km. Mezi jednotlivými spolkovými zeměmi jsou však značné rozdíly v počtech obyvatel připojených na kanalizaci, přičemž zejména ve venkovských oblastech a v nových spolkových zemích je stupeň připojenosti značně nižší. Jestliže se pro staré spolkové země předpokládá dosavadní roční přírůstek nových kilometrů kanalizací, a pro nové země bude platit, že se v nich do roku 2000 dosáhne dnešního stupně připojenosti ve starých spolkových zemích, bude se ročně muset v celé NSR postavit 9 500 km nových kanálů.

Vedle veřejné je tu ale i soukromá stoková síť, která je zhruba dvakrát delší než veřejná a je tedy dlouhá asi 700 000 km. Předpokládá-li se stejná délka nově postavených stok jako u veřejné kanalizace, bude i u ní ročně zapotřebí nových 9 500 km.

Meze tradičního postupu

Kromě potřeby rozsáhlé nové výstavby a rekonstrukce stokových sítí je nutné přihlížet i ke skutečnosti, že se radikálně změnily požadavky jak na techniku jejich výstavby, tak i na průběh příslušných stavebních prací. Vnitroměstské kanalizační stavební práce dnes vyžadují takové techniky a postupy, které by pokud možno nenarušily uliční dopravu, nebyly hlučné a byly rychlé, a jejichž výsledkem by byl vysoce jakostní produkt. Klasický způsob pokládání kanalizačních potrubí do otevřených výkopových rýh (otevřený způsob) se už jeví jako překonaný a téměř nepoužitelný. Lze předpokládat, že v lokalitách s hustou zástavbou, zejména pak v městských centrech, jej úspěšně nahradí tzv. uzavřený způsob vrtací nebo vtačovací, který má jen malé nároky na plochy pro zařízení staveniště, je nehluký a poměrně rychlý.

Předpoklady pro častější používání tzv. mikrotunelování se tedy na první pohled jeví jako příznivé, ale skutečnost je úplně jiná: zatím je stále jeho podíl na realizaci kanalizačních novo-

staveb nižší než 5 %! Příčinou tohoto překvapivého rozdílu mezi teorií a skutečností jsou náklady. U mikrotunelování se totiž projevují okrajové podmínky, které jsou předem dány projektem nebo půdou, na nákladech úplně jinak, než u prací v otevřeném výkopu. K tomu uvádíme několik příkladů.

Projektování, zadávání a vlastnictví

V projektování se liší uzavřený způsob od otevřeného přístupu k postranním přítokům a domovním přípojkám. Při novostavbě kanalizace otevřeným způsobem (kladením trub do výkopových rýh) se postranní přítoky obvykle připojují přímo na sběrač. Naproti tomu při uzavřeném způsobu se postranní přítoky svádějí do pozdějších vstupních nebo mezilehlých šachtic a k tomu se musí přihlížet už při projektování a zadávání stavebních prací.

Při rekonstrukcích kanálů je také nutno věnovat speciální pozornost postranním přítokům a domovním přípojkám. Při otevřeném postupu se na nový kanál připojí staré potrubí domovní přípojky tak těsně, jak to jen stísněné poměry ve výkopu dovolí. Vlastní domovní přípojka se zpravidla nerekonstruuje a tak nadále propouští část odpadních vod do podloží a do spodních vod. Jsou to často právní problémy vlastnické povahy, které ztěžují úplnou rekonstrukci a asanaci. I v případě mikrotunelování, které nabízí velmi dobrá řešení rekonstrukce domovních přípojek, je nutné, aby se potíže právní povahy co nejdříve odstranily.

Bezpečnost a jakost

Při zřizování pomocných výkopů a navážek se vždy znovu zjišťuje, že se u nich z nákladových, termínových nebo provozních důvodů často přehlíží jejich bezpečnostnětechnické aspekty a že právě při nich nejčastěji dochází k závažným úrazům. Tato potenciální nebezpečnost je při uzavřených razicích postupech daleko nižší. Obtížné pracovní podmínky v otevřené, poměrně úzké výkopové rýze mohou například vést při zhutňování zásypu v okolí potrubí k nevyhovující jakosti provedené práce. Příčinou převážného počtu závad je zde zpravidla neodborné provádění práce. Naproti tomu se při mikrotunelování dosahuje přímo ideálního uložení potrubí a prováděné práce se dají kontrolovat na základě dokumentace, která se při vtačovacích pracích pořizuje (tlaky lisů, výšková a stranová poloha vtačovaného potrubí a podobně).

Překážky a problémové půdy

Při všech pozitivních aspektech, které hovoří ve prospěch mikrotunelování, zůstává tu stále nevyřešen jeden technický problém. Jsou to překážky, na které může vhnáná trouba narazit. Většinou to jsou v zeminách se vyskytující bludné balvany nebo kvádry ze starých základů, které si vynutí přerušení razicích prací a obtížné odstraňování. Možnosti vybavení vrtacích hlav odpovídajícím demoličním zařízením jsou omezené a takto vybavené vrtací hlavy jsou v normálních půdních podmínkách spíše jen kompromisem. Logičtější by zde byl předběžný průzkum půdy, který by se prováděl plošně a nikoli jako dosud jen bodově. Předpoklady pro to už existují, a práce v tomto směru by se měly zintenzivnit.

Vyhlídky

Potenciální objem objednávek na používání mikrotunelovacích strojů a zařízení je i v dlouhodobém výhledu mimořádně obsáhlý. Jestliže se i při projektování a zadávání prací přemůže dosud rozšířená zdrženlivost proti této nové technice, stoupne podíl mikrotunelování na stavbách stok z dnešních méně než pěti procent na dvojmístné číslo. A novými odbytišti se pro tento druh prací stanou i krátké tunely a asanace různých dnes nevyhovujících skládek a deponií.

Podle časopisu *Strassen – und Tiefbau*
(bk)

STAVEBNÍ GEOLOGIE



GEOTECHNIKA a. s.

NEJVĚTŠÍ ODBORNÁ FIRMA S NEJDELEŠÍ TRADICÍ A NEJROZSAHLEJŠÍMI ZKUŠENOSTMI V ČR
V OBORECH INŽENÝRSKÁ GEOLOGIE A GEOTECHNIKA

NABÍZÍME, ZAJIŠŤUJEME, REALIZUJEME

- PRŮZKUMNÉ PRÁCE ● PROJEKTOVÁNÍ ● MĚŘENÍ A MONITORING ● SPECIELNÍ POLNÍ ZKOUŠKY
- KONZULTACE A ODBORNÉ PORADY ●

V CELÉM ROZSAHU DISCIPLIN

- GEOTECHNIKA ● INŽENÝRSKÁ GEOLOGIE ● ZAKLÁDÁNÍ STAVEB ● INŽENÝRSKÁ SEISMOLOGIE ● MECHANIKA ZEMIN ● MECHANIKA HORNIN ● HYDROGEOLOGIE ● GEOFYZIKA
- pro všechny stavby nové, rekonstrukce a opravy staveb a pro všechny úlohy, související s ochranou životního prostředí.

JSME PŘIPRAVENI VÁM POMOCI, PORADIT, REALIZOVAT PRO VÁS UVEDENÉ ČINNOSTI, PRŮZKUM, PROJEKCI, CONSULTING, ZNALECKOU ČINNOST:

- pro všechny druhy podzemních staveb (štoly, tunely, kolektory, sklady, zásobníky, garáže), včetně návrhů ostění a technologie ražby a odpovídajícího geotechnického monitoringu
- pro všechny stavby pozemní, občanské, průmyslové, energetické, dopravní a vodohospodářské, včetně návrhů založení objektů
- pro všechny stavby zemní a geotechnické (zářezy, násypy, výkopy, stavební jámy), včetně stabilizačního řešení, návrhu zajištění stability a potřebného monitoringu
- pro geotechnické úlohy při ukládání odpadu do horninového prostředí a úlohy při ochraně životního prostředí
- řešení jakýchkoliv speciálních a mimořádných geotechnických úloh

NAŠIM CÍLEM JE HÁJIT VAŠE EKONOMICKÉ ZÁJMY POMOCÍ KOMPLEXNOSTI, VYSOKÉ KVALITY A ODBORNÉ ÚROVNĚ NAŠICH PRACÍ

NAŠI ODBORNÍCI VÁM POMOHOU NALÉZT OPTIMÁLNÍ ŘEŠENÍ VAŠICH ÚLOH A PROBLÉMŮ

OČEKÁVÁME VAŠI NÁVŠTĚVU, NA VÝZVU PŘIJEDEME NA VAŠÍ STAVBU
PRVNÍ KONZULTACI A PORADU POSKYTUJEME ZDARMA

Informace:
S. G. GEOTECHNIKA a. s.
Geologická 4
152 00 Praha 5 - Břandov

Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.
ředitel

Telefony
02-590 688, 590 691, 590 692
590 709, 798 0161 (ústř.)
Fax: 590 689, 590 710

Geny pozemků v centrech evropských měst neustále stoupají. Stejně tak tomu je a bude zejména v Praze, Plzni, Brně a Bratislavě.

V případě, že jste majiteli obdobných realit příslušného rozsahu, je čas kvalifikovaně posoudit jejich možné zhodnocení. Například výstavbou objektů umístěných do podzemí pro tolik potřebné sklady, garáže, výrobní nebo obchodní prostory, výstavní a společenská centra, speciální provozy a podobně.

Na základě seriózní dohody Vám zpracujeme projektovou studii dalšího možného využití Vašeho pozemku, zajistíme její projednání s kompetentními orgány města, případně podnítíme ke spolupráci další investory. Dohodnutý objekt postavíme tzv. na klíč, v dohodnutém termínu.

Těšíme se na setkání s Vámi.

METROSTAV

**FIRMA, SE KTEROU STOJÍ ZA TO KONZULTOVAT
VAŠE INVESTIČNÍ ZÁMĚRY**

170 00 Praha 7, Dělnická 12
FAX 87 53 87
telex 12 12 21
telefon/tuzemsko 80 82 75
telefon/zahraničí 80 94 53



UNDERGROUND
CIVIL ENGINEERING
BEZOVÁ 1658
147 14 PRAHA 4
CZECH REPUBLIC
PODZEMNÍ
INŽENÝRSKÉ STAVBY
TELEPHONE (02)4781 111
TELEFAX 466 179
TELEX 122529-VIS

RAŽENÁ LINIOVÁ
PODZEMNÍ DÍLA
KANALIZAČNÍ SBĚRAČE
ODVODŇOVACÍ ŠTOLY A JÁMY
VODNÍ PŘIVADĚČE
MĚSTSKÉ KOLEKTORY
ŠTOLY PRO DÁLKOVÉ HORKOVODY
SILNIČNÍ A ŽELEZNIČNÍ TUNELY
ŠIKMÉ PŘIVADĚČE A CHODBY
VĚTRACÍ A DOPRAVNÍ ŠACHTY
KAVERNY - PODZEMNÍ HALOVÉ
PROSTORY
PODZEMNÍ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD
SKLADY EKOLOGICKY
NEBEZPEČNÝCH ODPADŮ
CHLADÍRENSKÉ SKLADY
ZÁSOBNÍKY PLYNU A ROPY

VŠE, CO NABÍZÍME,
JSME UŽ
POSTAVILI...

SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.

SERIÓZNÍ INFORMACE Z PODZEMÍ

Nejen z ekologického, ale i z finančního hlediska je a stále bude výhodné umísťovat celou řadu objektů do podzemí. Mimo již známých železničních, silničních a městských dopravních tunelů, vodovodních a kanalizačních štol, jsou ve vyspělých zemích do podzemí umísťovány zejména sklady, garáže, podzemní vodárny, čistírny odpadních vod, elektrárny, továrny, laboratoře, obchodní a administrativní centra, koncertní a divadelní sály, fitcentra, skládky odpadů a další. Potřebujete-li být v tomto směru průběžně informováni, zhodnotit pozemek, ušetřit finanční náklady při výstavbě a užívání nových objektů, doporučujeme Vám objednat si

ZPRAVODAJ ČESKÉ A SLOVENSKÉ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE ITA/AITES

Tunel

Čtyřikrát ročně, pokaždé na 32 stranách, celkem za 300 Kč přináší informace, inspiraci, technické novinky, příklady využívání podzemních prostor velkých měst i chráněných oblastí, zkušenosti a názory projektantů, dodavatelů i uživatelů.

Kontraktní adresa: a. s. Metrostav, Dělnická 12, 170 04 Praha 7
Objednávky přijímá: Milena Bedrnová, tel. 87 23 469, FAX: 80 98 18

METROSTAV

AKCIOVÁ SPOLEČNOST,

DIVIZE 8

ROHANSKÝ OSTROV

186 00 PRAHA 8

TEL. 24 81 12 56 - 24 81 12 53; 24 81 21 38 - FAX: 232 42 72

PROVÁDĚNÍ MONOLITICKÝCH ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Kontakt:

ing. Jan Kupeček, obchodně-technický náměstek
tel.: 02-232 42 05

ing. Vladimír Pánek, vedoucí přípravy a projekce
tel.: 02-232 42 64 fax: 02-232 42 72

VÝROBA, DODÁVKA A ČERPÁNÍ BETONOVÉ SMĚSI

Kontakt:

Miroslav Molhanec, vedoucí betonservisu
tel.: 02-232 58 15 fax: 02-2324492

VÝROBA A ZPRACOVÁNÍ BETONÁŘSKÉ OCELI VČETNĚ SÍTÍ A JEJÍ ULOŽENÍ

Kontakt:

Ivo Kukla, vedoucí armozávodu
Dušan Múdrý, vedoucí přípravy
ing. Daniel Riedl, stavbyvedoucí
tel. a fax: 02-232 48 15

TESAŘSKÉ PRÁCE KONSTRUKČNÍ I BEDNÍCÍ

Kontakt:

ing. Zdeněk Děd, výrobní náměstek

tel.: 02-66 31 01 71 fax: 02-232 42 72

ing. Karel Pěknice, stavbyvedoucí montáží

ing. Pavel Kasal, stavbyvedoucí montáží

tel.: 02-232 56 67 fax: 02-232 00 61

ing. Daniel Riedl, stavbyvedoucí montáží

tel. a fax: 02-232 48 15

PŮJČOVÁNÍ BEDNĚNÍ A LEŠENÍ, VČETNĚ PROJEKTŮ

Kontakt:

ing. Vladimír Hájek, vedoucí půjčovny

tel.: 02-232 56 67 fax: 02-232 00 61

POŘEZ KULATINY, PRODEJ ŘEZIVA, TRUHLÁŘSKÉ PRÁCE

Kontakt:

Jaroslav Kvasnička, vedoucí tesárny

tel. a fax: 02-232 00 61

U VŠECH ČINNOSTÍ ZAJISTÍME VLASTNÍ ODVOZ

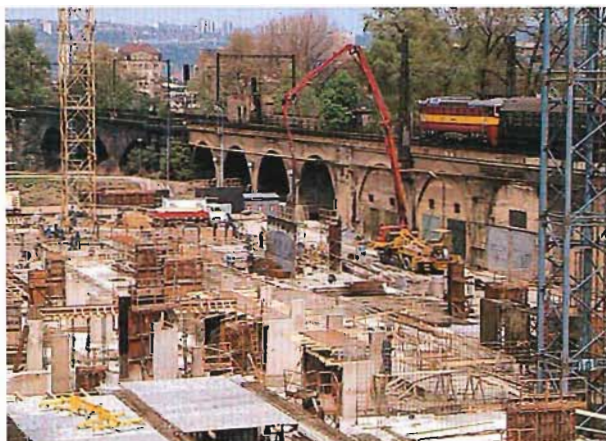
Kontakt:

Miloslav Čejka, vedoucí dopravy

tel.: 02-248 112 56 fax: 02-232 00 61

METROSTAV

AKCIOVÁ SPOLEČNOST,
DIVIZE 8
ROHANSKÝ OSTROV, 186 00 PRAHA 8
TEL. 24 81 12 56-24 81 12 53; 24 81 21 38
FAX: 232 42 72



**PROVÁDĚNÍ MONOLITICKÝCH ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ
VÝROBA, DODÁVKA A ČERPÁNÍ BETONOVÉ SMĚSI
VÝROBA A ZPRACOVÁNÍ BETONÁŘSKÉ OCELI VČETNĚ SÍTÍ A JEJÍ ULOŽENÍ
TESAŘSKÉ PRÁCE KONSTRUKČNÍ I BEDNÍČÍ
PŮJČOVÁNÍ BEDNĚNÍ A LEŠENÍ, VČETNĚ PROJEKTŮ
POŘEZ KULATINY, PRODEJ ŘEZIVA, TRUHLÁŘSKÉ PRÁCE
U VŠECH ČINNOSTÍ ZAJISTÍME VLASTNÍ ODVOZ**