

Tunel

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



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

MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH AND SLOVAK TUNNELLING COMMITTEES

AD SERVIS TERRABOR, s. r. o.

Bělohorská 157/188
169 00 Praha 6

AMBERG ENGINEERING BRNO

Orlí 27
602 00 Brno

AQUATIS, a. s.

Botanická 56
656 32 Brno

CARBOGROUTING, a. s.

Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

CARBOTECH-BOHEMIA, s. r. o.

Smíchovská 31
Praha 5-Reporyje

ČERMÁK A HRACHOVEC s. r. o.

Smíchovská 31
Praha 5-Reporyje

DESCRIBO, s. r. o.

Stavební projekty
U krčského nádraží 19
140 00 Praha 4

ELTODO, a. s.

Novodovrská 1010/14
142 00 Praha 4

EREBOS, s. r. o.

Malé Svatoňovice 249
542 34

GEOTEST, a. s.

Šmahova 112
659 01 Brno

IKE, s. r. o.

Plzeňská 166
150 00 Praha 5

ILF CONSULTING

ENGINEERS s. r. o.
Sazečská 8
108 25 Praha 10

INGSTAV BRNO, s. r. o.

Kopečná 20
675 15 Brno

INGUTIZ CZ, s. r. o.

Třeboradická 1/1275
182 00 Praha 8

INŽENÝRING

DOPRAVNÍCH STAVEB, a. s.
Na Moráni 3
128 00 Praha 2

INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE

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

KANKOL, s. r. o.

Nový Jáchymov 48
267 03 Hudlice, okr. Beroun

METROPROJEKT Praha, a. s.

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

METROSTAV a. s.

Dělnická 12
170 04 Praha 7

OKD, DŮLNÍ PRŮZKUM

A BEZPEČNOST, a. s.
739 21 Paskov

POHL, a. s.

Nádražní 25
252 63 Roztoky u Prahy

PŮDIS, a. s.

Nad vodovodem 2/169
100 00 Praha 10

SATRA, s. r. o.

Podhoří 2879
276 01 Mělník

SG GEOTECHNIKA, a. s.

Geologická 4
150 00 Praha 5

SOLETANCHE ČR, s. r. o.

K Botiči 6
101 00 Praha 10

STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT

Thákurova 7
166 29 Praha 6

SUBTERRA a. s.

Bezová 1658
147 14 Praha 4

SUDOP, a. s.

Olšanská 1a
130 80 Praha 3

TUBES, s. r. o.

Londýnská 29
123 00 Praha 2

ÚSTAV GEONIKY AV ČR

Studentská ul.
708 33 Ostrava-Poruba

VIS, a. s.

Bezová 1658/1
147 00 Praha 4

VODNÍ STAVBY PRAHA, a. s.

divize 05
Dobronická 635
142 25 Praha 4

VOJENSKÉ STAVBY, a. s.

Revoluční 3
110 15 Praha 1

VOKD, a. s.

Českosobotská 7
701 40 Ostrava

VYSOKÁ ŠKOLA BĀŇSKÁ

tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba

ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.

Rohanský ostrov
180 00 Praha 8

ZÁPADOČESKÉ UHELNÉ

DOLY ZBŮCH, a. s.
z. **VÝSTAVBA PLZEŇ**

Radčická 40
301 17 Plzeň

ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ

BRNO, a. s., DIS

Heršpická 1
639 00 Brno

BANSKÉ STAVBY, a. s.

Košovská cesta 16
971 01 Prievidza

DOPRASTAV, a. s., GR

Drieňová 27
826 56 Bratislava

DOPRAVOPROJEKT, a. s.

Kominárska 2
832 03 Bratislava

GEOCONSULT, a. s.

Werferova 1
040 11 Košice

GEOCONSULT, spol. s r. o.

Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOMONTA, spol. s r. o.

Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza

GEOSTATIK, spol. s r. o.

Bytčická 32
010 39 Žilina

HYDROSANING

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

HYDROSTAV, a. s.

Miletičova 21
820 06 Bratislava

INCO, a. s.

Pri starej prachárni 14
831 50 Bratislava

INGEO, a. s.

Bytčická 16
010 01 Žilina

INŽINIERSKE STAVBY, a. s.

Priemyselná 7
042 45 Košice

IZOFOL, spol. s r. o.

Odborárska 52
831 02 Bratislava

KERKO, a. s.

Tomášikova 35
043 22 Košice

MAGISTRÁT hl. m. Bratislavy

Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

RUDNÝ PROJEKT,

Inžiniering, a. s.
Festivalové nám. 1

041 95 Košice

SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST

Milotičova 7
813 44 Bratislava

SLOVENSKÉ TUNELY spol. s r. o.

Lamačská 16
841 03 Bratislava

SOLHYDRO, spol. s r. o.

Ml. nivy 61, P. O. BOX 31
820 06 Bratislava

STRENA, spol. s r. o.

P. O. BOX 71, Ružova dolina
820 13 Bratislava

STU Bratislava, Stavebná fakulta

Radlinského 11
813 68 Bratislava

ŠPECIÁLNE ČINNOSTI

Ing. Ján Fabrický
Kuklovská 60

841 05 Bratislava

TECHNICKÁ UNIVERZITA

KOŠICE,

Fakulta Berg

Lethá 9
042 00 Košice

TERAPROJEKT, a. s.

Podunajská 24
821 06 Bratislava

TUNEL NRC-SBS

Račianska 190
831 05 Bratislava

UNIVERZITA KOMENSKÉHO

Katedra inž. geológie

Mlynská dolina
842 15 Bratislava

URANPRES, spol. s r. o.

F. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV

KOŠICE

Watsonova 45
040 01 Košice

VÁHOSTAV, a. s., GR

Hlínská 40
011 18 Žilina

VŠDS Žilina,

Stavebná fakulta

Komenského 52
010 26 Žilina

VUIS – Zakladanie stavieb,

spol. s r. o.

Lamačská 8
817 14 Bratislava

ŽELEZNICE SR, GR

Klemensova 8
813 61 Bratislava

7. ROČNÍK, č. 2/98
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

Tunel

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

OBSAH

Úvodník: Ing. Petr Pohl	str. 1
Výstavba raženého energotunelu Praha-Červený vrch	str. 2
Ing. Petr Pohl, Ing. Igor Fryč, POHL, a.s.	
Spirálová výztuž	str. 4
Ing. Richard Šňupárek CSc., Ústav geoniky AV ČR	
Podzemní voda a příčný rez tunelem	str. 8
Ing. Ladislav Pazdera, ILF CE Praha, a.s.	
Vyhledávání podzemních dutin geofyzikálními metodami	str. 11
Ing. Milan Stoniš, OKD, DPB Paskov, a.s.	
Severní portál tunelu Mrázovka	str. 14
Prof. Ing. Jiří Barták, Dr.Sc., SvF ČVUT	
Metro Bratislava	str. 18
Ing. Pavol Vlček, Pragoprojekt, a.s.	
Výstavba diaľničného tunela Königshainer Berge v SRN	str. 22
Prof. Ing. František Klepsatel, SvF STU Bratislava	
Inženýrsko-geologické poměry a podmínky pro ražení tunelů na dálnici D8 – tunel Radejčín	str. 24
RNDr. Otakar Tesař DrSc., IKE Praha, s.r.o.	
Razenie tunelov trhavinami s použitím válcových zálomov (pokr.)	str. 26
Prof. Ing. Onderj Dojčiar, CSc., Ing. Andrea Molnárová, Technická univerzita Košice	
O maceškách a dětských hřištích	str. 28
Ing. František Polák, Metrostav, a.s.	
Ze světa podzemních staveb	str. 29
Technické zajímavost	str. 30
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu	str. 32
Informace	str. 32
Bibliografie článků a jmenný rejstřík autorů za rok 1997	příloha

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik – METROSTAV a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, Dr.Sc. – ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč – POHL a. s.
Ing. Milan Krejcar – IKE, s.r.o.
Ing. Josef Kutil – INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB a. s.
Ing. Miloslav Novotný – VODNÍ STAVBY PRAHA a. s., divize 03
Ing. Pavel Polák – METROSTAV a. s.
Ing. Pavel Přibyl, CSc. – ELTODO a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. – METROPROJEKT Praha a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. – Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner – AQUATIS a. s.
Ing. Miroslav Uhlík – SUBTERRA a. s.
ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STK ITA/AITES: Ing. Jozef Frankovský – BANSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. – TERRAPROJEKT a. s.

VYDAVATEL:

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

Dělnická 12, 170 04 Praha 7

tel./fax: 667 93 479

Ved. redaktor: Ing. Karel Matzner

Odborní redaktoři: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Grafická úprava: Petr Míšek

Sazba, tisk: GRAFTOP

Redakce v případě zájmu poskytne odborný překlad do angličtiny

Fotografie na obálce: Ražba energotunelu Červený vrch
(archiv firmy POHL)

VOLUME 7, No. 2/98
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

Tunnel

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

CONTENTS

Editorial: – Ing. Petr POHL	pg. 1
Driven cable tunnel construction Prague-Červený vrch	pg. 2
Ing. Petr Pohl, Ing. Igor Fryč, POHL, a.s. Stability of the steel framework reinforcement used into the shotcrete tunnel lining	pg. 4
Ing. Richard Šňupárek CSc., Ústav geoniky AV ČR Ground water in the tunnel cross section	pg. 8
Ing. Ladislav Pazdera, ILF CE Praha, a.s. Looking for underground cavities using geophysical methods	pg. 11
Ing. Milan Stoniš, OKD, DPB Paskov, a.s. Northern portal of the Mrázovka tunnel	pg. 14
Prof. Ing. Jiří Barták, Dr.Sc., SvF ČVUT Metro Bratislava	pg. 18
Ing. Pavol Vlček, Pragoprojekt, a.s. Construction of the Königshalner Berge Tunnel in the Federal Republic of Germany	pg. 22
Prof. Ing. František Klepsatel, SvF STU Bratislava Engineering geological conditions for tunnels driving on the D8 highway - RADEJČÍN tunnel	pg. 24
RNDr. Otakar Tesař, DrSc., IKE Praha, s.r.o. Design of blasting in tunnels by using cylindric cuts (sequel)	pg. 26
Prof. Ing. Onderj Dojčiar, CSc., Ing. Andrea Molnárová, Technická univerzita Košice About pansies and playgrounds	pg. 28
Ing. František Polák, Metrostav, a.s. World of underground constructions	pg. 29
Technical matters of interest	pg. 30
Czech Tunnelling Committee reports	pg. 32
Information	pg. 32
Bibliography of articles and authors within the year 1997	inset

EDITORIAL BOARD

Chairman: Ing. Petr Vozarik – METROSTAV a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, Dr.Sc. – ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč – POHL a. s.
Ing. Milan Krejcar – IKE, s.r.o.
Ing. Josef Kutil – INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB a. s.
Ing. Milošlav Novotný – VODNÍ STAVBY PRAHA a. s., divize 03
Ing. Pavel Polák – METROSTAV a. s.
Ing. Pavel Přebyl, CSc. – ELTODO a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. – METROPROJEKT Praha a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. – Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Törner – AQUATIS a. s.
Ing. Miroslav Uhlík – SUBTERRA a. s.
ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STK ITA/AITES: Ing. Jozef Frankovský – BANSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. – TERRAPROJEKT a. s.

PUBLISHED FOR SERVICE USE:

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

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 667 93 479

Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner

Technical editors: Ing. Milošlav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Graphic designs: Petr Míšek

Printed: GRAFTOP

The editorial board provides translations into English by request

Cover photo: Červený vrch Cable tunnel driving (archives of POHL a.s.)



VÁŽENÍ PŘÁTELE,

již při prvních úvahách o obsahu tohoto článku jsem zjistil, jak je obtížné říci něco nového a objevného. A tak mi dovoluťe využít vymezeného prostoru k úvaze o budoucnosti českého podzemního stavitelství a ke krátkému představení naší společnosti.

Základy naší organizace byly položeny v době rozjezdu soukromého podnikání v Československé republice v roce 1990. Po období dětských nemocí a učňovských let máme za sebou úspěšné období realizací akcí, jejichž hodnota se počítá na desítky miliónů korun a postupujeme o řád výše. Podařilo se nám vytvořit kolektiv, jehož největší starostí už není jak a co budeme dělat dnes a zítra, ale který se dokáže zamyslet nad dlouhodobými výhledy a perspektivou i v době, která stavebnictví příliš nepřeje. Jsme připraveni podílet se společně s ostatními členy Českého tunelářského komitétu na propagaci našeho oboru a na vytváření příznivého prostředí pro vznik dalších zakázek. Jsme schopni převzít i část povinností souvisejících s propagací českého podzemního stavitelství za hranicemi naší republiky.

Budoucnost klepe na dveře a naše země se chystá ke vstupu do Evropy, což je samozřejmě ten nejlogičtější krok pro národ, jehož počet občanů je srovnatelný s většími velkoměsty ve světě. Je na nás, abychom prostředí, do něhož vkročíme, co nejlépe znali, dokázali s ním komunikovat a byli jím respektováni.

V blízké budoucnosti budeme mít šanci, která zároveň bude i životní nutností – vydělávat na svůj každodenní chléb už ne na trhu České či Slovenské republiky, ale celé Evropy. S naším vstupem na evropské trhy ztratíme postupně jednu z našich výrazných konkurenčních výhod – nízké mzdové náklady. Tuto ztrátu musíme kompenzovat svými znalostmi, zkušenostmi a fortelem své práce. I přesto, že nás vnitřní trh staví mnohdy do pozic tvrdých a nesmlouvavých konkurentů, měli bychom být schopni poté, co doběhneme v maratónu získávání zakázky na druhém, třetím či dalším nebodovaném místě, poplácat vítězi po zádech a přemýšlet o tom, v čem byl lepší, či zda by nebylo příště výhodnější spojit s ním své síly a hledat cesty vzájemně výhodné spolupráce.

Náš Komitét má předpoklady pro to, aby se stal platformou pro koordinaci našeho úsilí na světovém trhu. Může se tak stát spolustavebníkem mostu, po kterém se nám a našim firmám podaří do jednotné Evropy přejít.

Dovolte mi, abych Vám popřál neutuchající chuť do života a práce a optimismus při řešení každodenních problémů.

Ing. Petr Pohl
předseda představenstva POHL, a.s.

VÝSTAVA RAŽENÉHO ENERGOTUNELU PRAHA-ČERVENÝ VRCH

ING. PETR POHL, ING. IGOR FRYČ, POHL S.R.O.

DRIVEN CABLE TUNNEL CONSTRUCTION PRAHA-ČERVENÝ VRCH

THE ARTICLE DESCRIBES THE CONSTRUCTION OF CABLE UTILITY TUNNELS IN PRAGUE EXECUTED BY POHL S.R.O. THERE ARE MANY PROBLEMS WITH THE CONSTRUCTION IN THE CITY DISTRICT WITH A DENSE HOUSE-BUILDING. THE EFFECTIVE ENVIRONMENT PROTECTION IS TO OBSERVE VERY CAREFULLY. THE DRIVING HAS BEEN COMPLICATED BY DIFFICULT GEOLOGICAL CONDITIONS HAVING TO BE RESPECTED BY THE METHOD OF DRIVING AND SECONDARY LINING EXECUTION.

ÚVOD

Pražská energetika a.s. je v současné době provozovatelem řady ražených kabelových tunelů a celých tunelových sítí, které nesou názvy čtvrtí a částí Prahy, jejímž podzemím vedou (např. KT Střed, Holešovice, Žižkov apod). Tyto tunely propojují jednotlivé transformovny a rozvodny kabelů 22 a 110 kV a jsou skutečnými energetickými tepnami města.

Vybudováním nové transformovny 110/22 kV v Praze 6 na Červeném vrchu vyvstala otázka vyvedení výkonu k Evropské třídě. V průběhu přípravy stavby byla zvážena řada různých tras kabelovodu a dvě varianty způsobu provádění: hloubená a ražená. V konečné fázi byla vybrána varianta raženého tunelu pod ulicí Vokovická, která se ukázala technicky a ekonomicky schůdnější než varianta hloubená, proti které hovořilo jednak veliké množství podmiňujících investic (např. nutné rozsáhlé přeložky inženýrských sítí, úplná rekonstrukce komunikací) a jednak znemožnění běžného silničního provozu na místních komunikacích po dobu výstavby. Poškození a zatížení životního prostředí výstavbou byl již samozřejmý protiargument, který doprovází každý návrh na realizaci podzemního díla klasickou výstavbou v otevřeném výkopu.

Ražená varianta má nejmenší dopad na obyvatelstvo této klidné části Prahy,

zůstává zachována dopravní obslužnost všech nemovitostí ležících v ulici Vokovická. Hluk a prašnost jsou po dobu výstavby rovněž výrazně nižší.

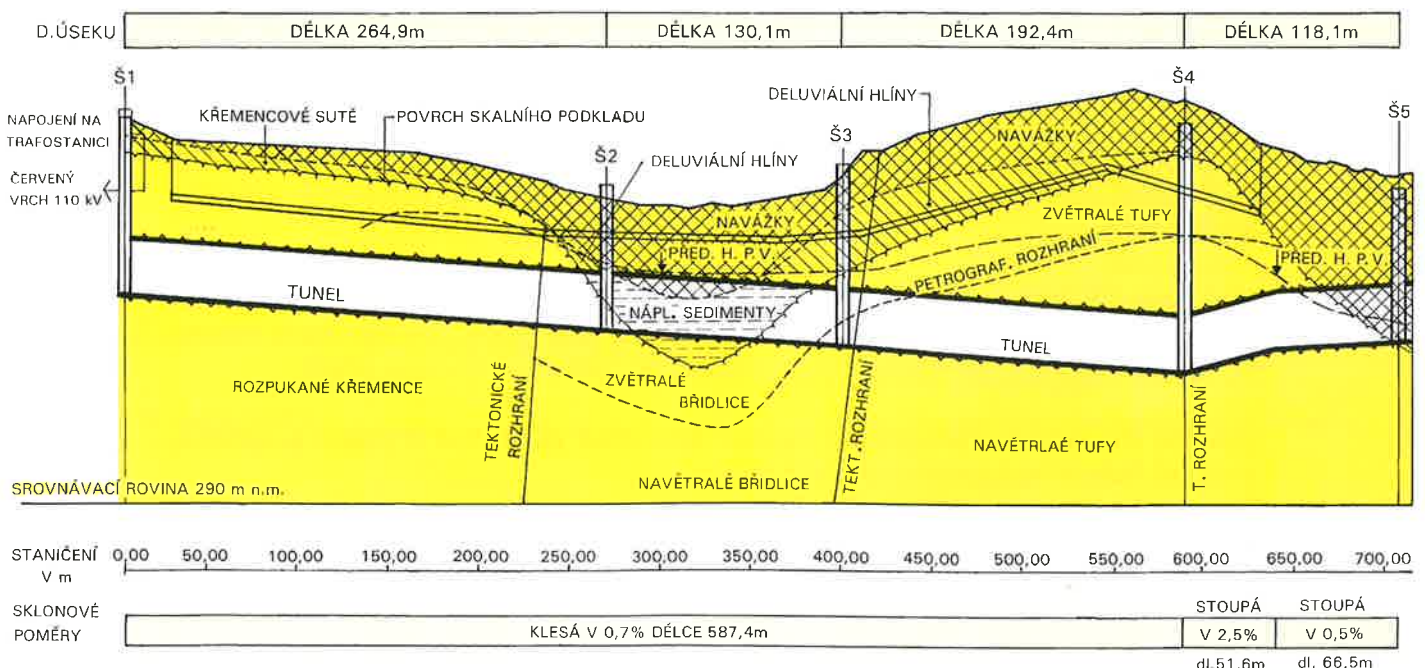
Prostřednictvím firmy ABB Energo s.r.o. pak investor vyhlásil v červnu 1996 soutěž na dodavatele stavby. V konkurenci všech renomovaných dodavatelů zabývajících se výstavbou děl obdobného charakteru byla nakonec vybrána nabídka firmy POHL spol. s r. o.

Oproti původním předpokladům, podle kterých měly být práce zahájeny už v říjnu roku 1996, došlo, z důvodu komplikací při stavebním řízení, k posunu termínu realizace až na přelom roků 1997 a 1998.

ZÁKLADNÍ A TECHNICKÉ ÚDAJE STAVBY

Objednatel	: Pražská energetika a.s.
Organizace provádějící inženýrskou činnost	: ABB Energo s.r.o.
Generální projektant	: Ingutis Praha s.r.o.
Generální dodavatel	: POHL s.r.o.
Celková délka energotunelu	: 730 bm
Ražený profil štoly	: 11,4 m ² (DN 3600/3600 mm)

PODÉLNÝ ŘEZ ENERGOTUNELEM



Definitivní profil kolektoru : 6,9 m² (DN 2650/2800 mm)
 Maximální a minimální výška nadloží : 12 m a 3,5 m

VEDENÍ TRASY TUNELU

Celá trasa raženého energovodu vede v husté městské zástavbě různého charakteru (rodinné vilky ze 30. let a 15-ti podlažní obytné domy) v ulici Vokovická. V závěru pak energotunel kříží Evropskou třídu. Ta je důležitou pražskou dopravní tepnou se silným dopravním zatížením včetně tramvajové dopravy, která nesmí být výstavbou nijak omezena.

Stejně jako u všech staveb tohoto rozsahu i zde se neobešla její příprava bez problémů. Tím nejzávažnějším, kterému musel investor PRE a.s. čelit, byl masivní odpor veřejnosti proti zahájení stavby, jehož důsledkem bylo odsunutí termínu výstavby o 9 měsíců. I přesto, že investor nechal vypracovat řadu variant a nakonec zvolil tu, jenž je pro veřejnost nejšetnější a nejschůdnější.

Radikální vztah obyvatel k budovanému dílu dopadá neintenzivněji na dodavatele, který s nimi přichází do každodenního styku. V této situaci je bezpodmínečně nutné dodržování všech hygienických norem s hlavním důrazem na hladinu zvuku. Čistota a pořádek v bezprostředním okolí staveniště jsou pak samozřejmým předpokladem. V tváří tvář těmto podmínkám pak zjišťujeme, že řada obvykle používaných mechanismů a pracovních postupů těmto přísným požadavkům nevyhovuje. Je nablíženo, že v budoucnu se budou nároky na omezení dopadu stavební činnosti na životní prostředí a chod města, ještě dále stupňovat.

Přes všechny potíže by nám, tunelářům, měl tento trend vyhovovat, protože jakékoli podpovrchové technologie výstavby by měly i z těchto důvodů mít v dnešní době priority.

GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

I na této stavbě se projektant a dodavatel potýkají s obvyklým problémem, kterým je nedostatečný inženýrsko-geologický průzkum v trase vrtanými sondami nebo jiným druhem geofyzikálních měření. Tato skutečnost ve svém důsledku vede k riziku výskytu odlišných geologických podmínek či nepředvídatelných poruch. Následně se pak změny v očekávané geologii zákonitě projevují v nákladech stavby, což při pevné smluvní ceně zvyšuje ekonomická rizika dodavatele.

Inženýrsko-geologické podmínky v trase ražeb lze charakterizovat (jak je v Praze téměř pravidlem) jako velmi různorodé. V první třetině trasy se vyskytují souvislé vrstvy těžko rozpojitelých křemenců ($E_{def} = 250-600$ MPa), kde je vyloučena strojní ražba. Tyto vrstvy pak přecházejí do kvartérních resp. náplavových sedimentů v místě bývalého koryta potoka se silnou přítomností podzemních vod. Délka tohoto úseku činí cca 110 m, obtížnost ražby je v těchto místech znásobena i relativně nízkým nadložím. Dále pak trasa tunelu pokračuje ve vulkanickém souvrství tufů a tufitů s těžko odhadnutelným stupněm zvětrání. V samotném závěru pak na nejnevýhodnějším místě pod ulicí Evropskou dojde ke střetu s vrstvou navážek neurčitého složení.

TECHNOLOGIE RAŽBY

Úsek Š1–Š2 (rozpukané křemence)

Ražba probíhá za použití trhacích prací malého rozsahu za přísného sledování vlivu seizmiky na okolní zástavbu.

Primární ostění štoly je tvořeno důlní TH výztuží z materiálu K21 a stříkaným betonem vyztuženého svařovanou sítí S35.

Úsek Š2–Š3 (kvartérní sedimenty)

Ražba resp. rozpojování v čelbě probíhá mechanicky za současného hnaného pažení pomocí pažnic UNION přes TH výztuž osazenou na příčné prahy RU 180. Nebezpečí boření rámů štoly do zvodněného podloží je eliminováno pažním počvým v celé její ploše. Následně je primární ostění zajištěno síťovinou a stříkaným betonem za současného „maltování“ mezi předraženými pažnicemi.

Úsek Š3–Š5 (tufy a tufity)

V těchto dnech je zahájena ražba na 3 čelbách (dvě z šachty Š4 a jedna z šachty Š5). V závislosti na hydrogeologických podmínkách jsou znovu přehodnocovány varianty strojní ražby frézou AH 50 či použití trhacích prací.

SEKUNDÁRNÍ OSTĚNÍ KOLEKTORU

Definitivní podoba sekundárního ostění štoly byla původně zvažována jako klasická aplikace stříkaného betonu B20-HV4 (s přísadami pro zajištění vodotěsnosti) mokrou technologií přes síťovinu v tloušťce 200 mm, což je standardní postup při výstavě kolektorů.

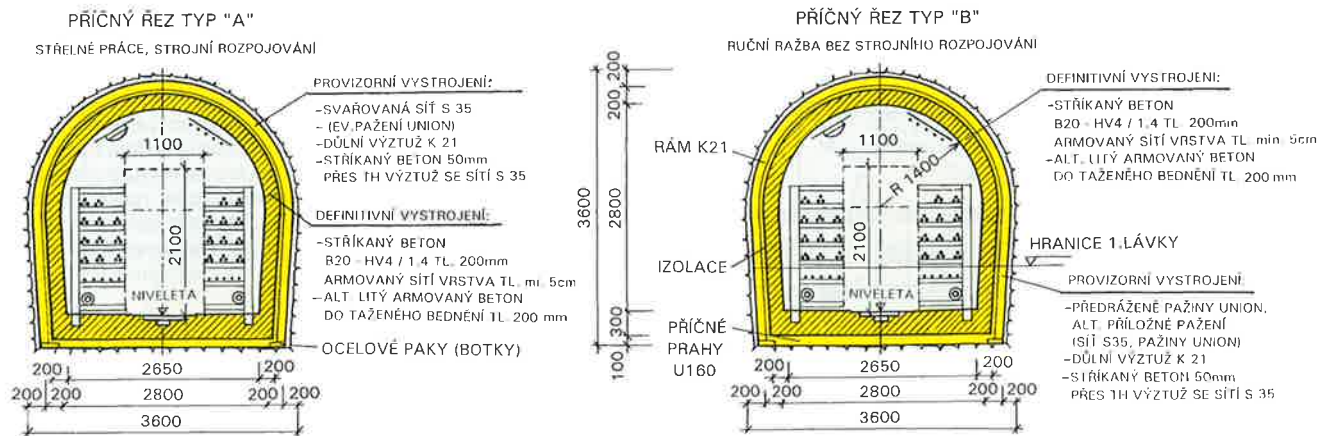
V současné době však je zvažována možnost realizace obezdívky z litého betonu. Při ekonomickém porovnání vychází tato alternativa definitivního ostění nepatrně dražší, ale sama technologie litého betonu, s omezením vlivu lidského faktoru, je zárukou kvalitního vodotěsného ostění a i hladkost povrchu betonu působí příznivějším dojmem.

ZÁVĚR

Ke dni 16. 12. 1997 je na trase energotunelu vyraženo 105 m štoly a práce probíhají v souladu s časovým harmonogramem výstavby. Pro další postup prací bychom chtěli vyslovit přání, aby na této náročné geotechnické stavbě probíhala konstruktivní a věcná spolupráce mezi všemi stranami zúčastněnými stejně jako doposud, čímž je vytvořen jeden ze základních předpokladů pro vybudování kvalitního díla. Tímto bychom chtěli všem účastníkům výstavby poděkovat.

O postupu výstavby a jejím ukončení budeme odbornou veřejnost informovat v dalších číslech časopisu Tunel.

VZOROVÉ PŘÍČNÉ ŘEZY ENERGETUNELU



VÝPIS VÝMĚR ENERGETUNELU:

VÝRUB PROFILU 11,42 m³
 OBVOD VÝROBU PROFILU 12,68m
 VNITŘNÍ PLOCHA PROFILU 6,89m²
 VNITŘNÍ OBVOD PROFILU 9,93m
 PLOCHA DEFINITIVNÍ OBEZDÍVKY PROFILU 2,41m²
 OBVOD PROVIZ. OBEZDÍVKY PROFILU 11,44m

OBSAZENÍ ENERGETUNELU:

SDĚL. KABELY: PRO OVLÁDÁNÍ A ŘÍZENÍ PROVOZU BUDOV
 ULOŽENY NA ROŠTY NA STROP

KABELY 22 kV: KAPACITA TRAFOSTANICE JE 22 KABELŮ - 8 LÁVKY

KABELY 110 kV: 3 KUSY - ULOŽENY NA LÁVCE PO DVOU

SDĚLOVACÍ KABELY PRE 2 LÁVKY

STABILITA PŘÍHRADOVÉ VÝZTUŽE DO STŘÍKANÉHO BETONU TUNELOVÝCH STAVEB

ING. RICHARD ŠŤUPÁREK, CSc., ÚSTAV GEONIKY AVČR, OSTRAVA
DOC. ING. PETR HORYL, CSc., VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA, OSTRAVA

STABILITY OF THE STEEL FRAMEWORK REINFORCEMENT USED INTO THE SHOTCRETE TUNNEL LINING

SPRAYED CONCRETE IN TUNNELS IS OFTEN REINFORCED BY STEEL FRAMEWORKS. THE LOADING CAPACITY AND SHAPE STABILITY OF LATTICE GIRDERS DEPENDS SIGNIFICANTLY NOT ONLY ON THE BEARING RODS, BUT ALSO ON THE CONSTRUCTION OF TRANSVERSE STIFFENERS. THE ARTICLE COMPARES ON THE BASE OF MATEMATICAL MODELLING AND LABORATORY TESTING DIFFERENT KINDS OF TRELLIS CASINGS, USED IN TUNNEL SUPPORT CONSTRUCTIONS.

Stříkaný beton dnes představuje jednu z nejčastěji používaných vyztužovacích technologií v tunelářství a podzemním stavitelství. Je to základní technologie moderních tunelářských metod (NRTM apod.), využívajících pevnostních vlastností okolního horninového masivu a založených na spolupráci výztuže s horninou. Vedle konsolidace a okamžitého zajištění výrubu se nyní stříkaného betonu používá i pro vytváření definitivního a někdy i jediného ostění tunelových staveb.

Pro zvýšení zejména tahové pevnosti a deformačních vlastností stříkaného betonu se používá různých metod jeho zesílení. Jsou to jednak přísady do vlastní betonové směsi, především ocelová nebo syntetická vlákna, jednak výztuže v podobě svařovaných mřížovin a sítí, na něž je beton nastříkan.

Specifické řešení představují rámové obloukové výztužné konstrukce, používané zejména v obtížných stabilizačních podmínkách. Jejich funkce spočívá jednak v dočasném zajišťování stability otevřeného

výrubu před nástřikem a vytvrzením betonové směsi, jednak v trvalém zesílení a vyztužení ostění ze stříkaného betonu.

Tento typ výztužných konstrukcí byl odvozen z obloukových podpěrných výztuží, používaných zejména v hornictví pro zajištění stability důlních chodeb. K tomu účelu se používá především speciálních válcovaných ocelových profilů, ohýbaných do potřebného tvaru důlního díla, které byly aplikovány i pro zajišťování tunelářských staveb. Při použití v kombinaci se stříkaným betonem však tyto důlní plnostěnné výztuže vykazovaly vážné nedostatky. U standardně ohýbaných korýtkových či pohárových profilů a částečně též I-profilů nebylo možné zastříkat prostor za profilem, čímž vznikaly nežádoucí dutiny a snižoval se potřebný kontakt výztuže s horninou. Zároveň pinoprofilové oblouky rozdělávaly stříkaný beton do jednotlivých polí a omezovaly podélnou kontinuitu ostění.

Pro použití v kombinaci se stříkaným betonem by-

ly válcované profily nahrazeny příhradovými oblouky, umožňujícími dokonalé zastříkání všech volných prostor a plnou integraci do vrstvy stříkaného betonu. V současné době se používá řady různých konstrukcí těchto příhradových nosníků, které jsou voleny podle velikosti očekávaného zatížení. Příhradové rámy jsou vesměs vyráběny z žebírkových resp. hladkých tyčí pro výztuž do betonu. Jen pro velmi obtížné podmínky je navrhována čtyřúhelníková výztuž se čtyřmi podélnými pruty. Nejčastěji se používá trojúhelníkového tvaru průřezu se třemi podélnými nosnými prvky a těmto konstrukcím je též věnován náš příspěvek.

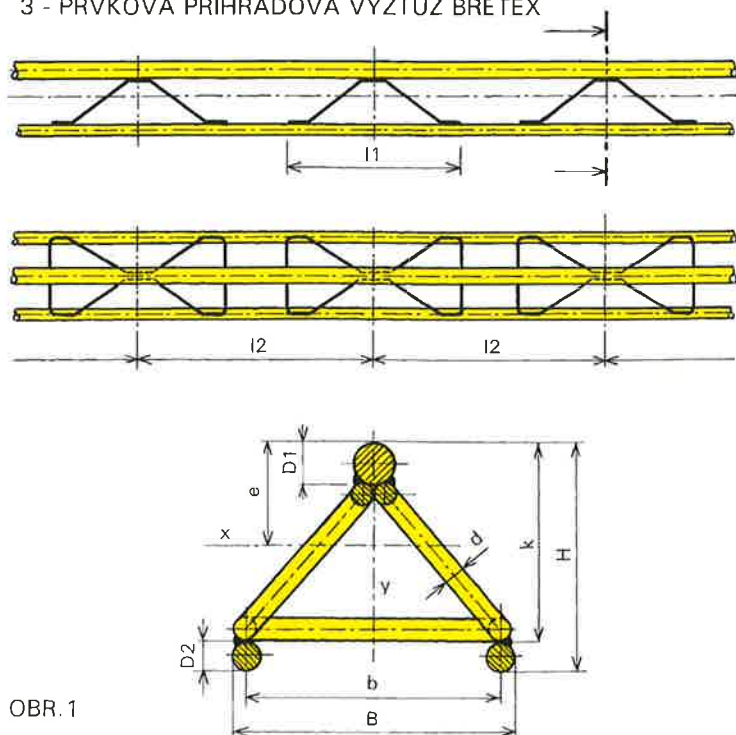
Jak bylo uvedeno, příhradové oblouky musí v první řadě zajistit výlom raženého díla v období bez stříkaného betonu a rovněž v období tuhnutí betonové směsi. To znamená, že ještě před tím, než je lze posuzovat jako součást železobetonové výztuže, je vhodné je testovat jako samostatné nosné obloukové rámy resp. pro srovnání jednotlivých konstrukcí jako rovné příhradové nosníky.

V současnosti nejpoužívanější trojúhelníkové příhradové konstrukce jsou velmi podobné pokud jde o celkové rozměry, průměry prutů a vlastnosti materiálu a liší se především konstrukcí a provedením diagonálních a příčných spojovacích prvků. Vlastnosti jednotlivých profilů jsou charakterizovány rozměrovými a základními statickými parametry profilu (momenty setrvačnosti, moduly průřezu k oběma osám), které však, jak se ukazuje, nevyjadřují dostatečně únosnost a tvarovou stabilitu nosníků s rozdílnými spojovacími prvky. Provedli jsme proto na základě laboratorních zkoušek a matematického modelování srovnávací studii hlavních konstrukcí trojúhelníkových nosníků.

Základní typy srovnávaných konstrukcí jsou uvedeny na obr. 1 a 2. Obr. 1 znázorňuje nejčastěji používanou konstrukci Bretex (Metrostav), odpovídající nosníkům Pantex (fa TAT – SRN), kde diagonální spojovací prvky mají tvar uzavřených prostorových mašliček, přivařených k podélným prutům. U srovnávané konstrukce, označené jako ASTA (Ankra) – obr. 2, je diagonální spojení nosných prutů zajištěno navařenými vlnovkami, doplněnými ještě příčnými výztuhami, umístěnými u základny a vrcholu profilu a navařenými na podélné pruty i na diagonální spojovací prvky.

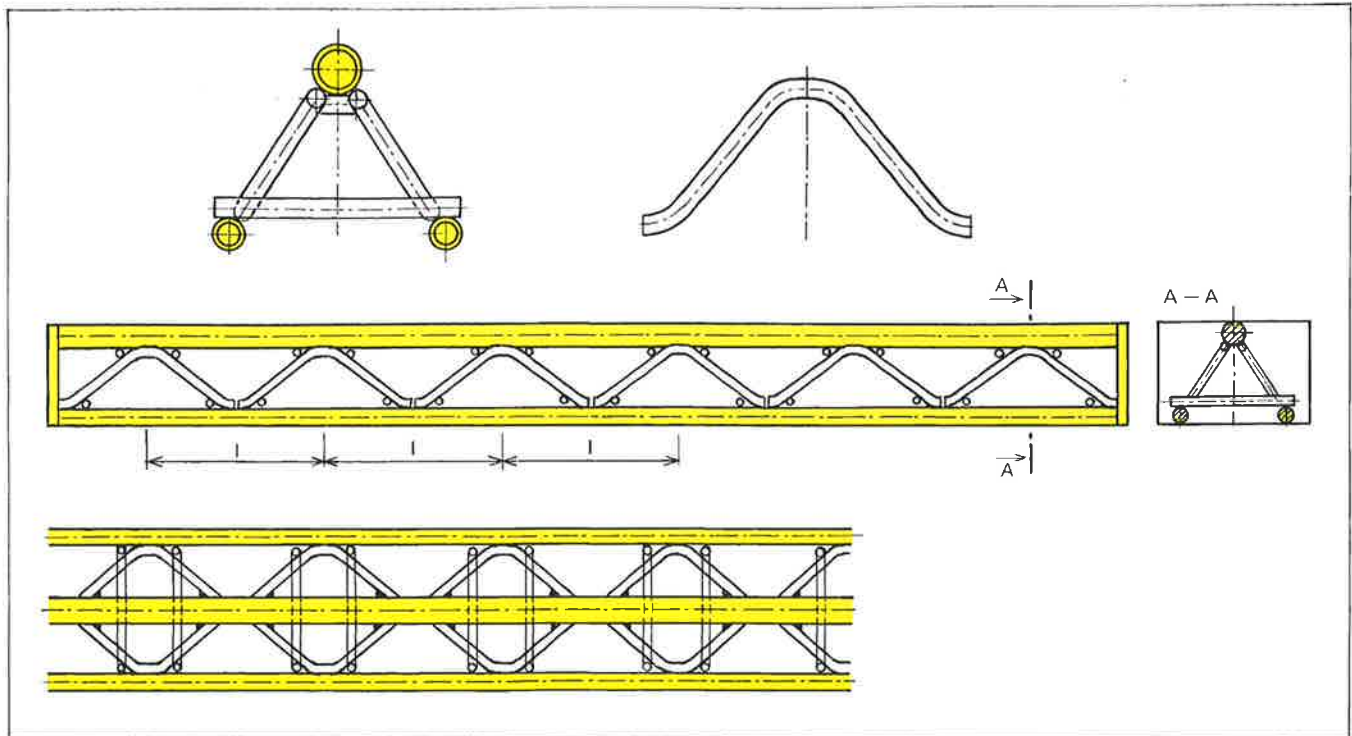
Na obr. 3, 4 a ilustrační fotografii 5 jsou uvedeny typické výsledky srovnávacích ohybových zkoušek dvou typů profilu pod lisem. Uspořádání zkoušek je patrné z náčrtů. Na obr. 3 je uveden záznam

3 - PRVKOVÁ PŘÍHRADOVÁ VÝZTUŽ BRETEX



OBR. 1

3 - PRVKOVÁ PŘÍHRADOVÁ VÝZTUŽ ASTA



OBR. 2

zkoušky profilu Bretex bez příčných výztuh, na obr. 4 je záznam zkoušky obdobného profilu ASTA s delšími příčnými výztuhami u základny profilu (viz obr. 2). Rozdíl hodnot maximální ohybové únosnosti je patrný. Podobné výsledky zatěžovacích zkoušek byly získány ze srovnání rozdílných typů dle obr. 1 a 2.

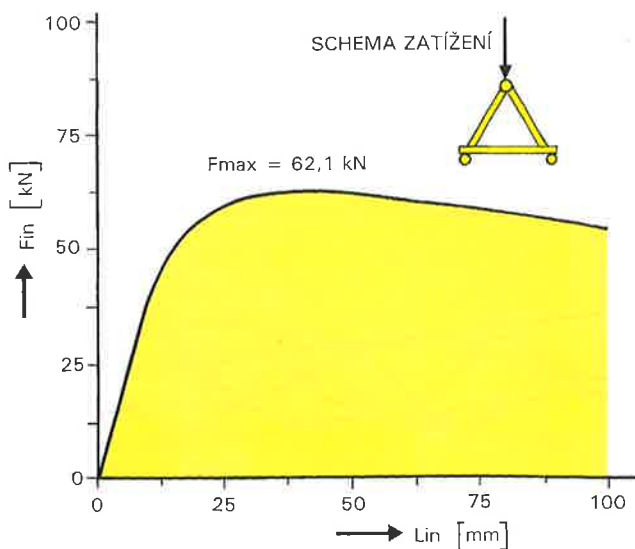
Pro objasnění vlivu konstrukce příhradových nosníků na jejich stabilitu byla provedena výpočtová studie ztráty stability tvaru nosníků. Pro numerické modelování problému byla zvolena metoda konečných prvků a to ve své deformační variantě. Vlastní výpočty byly prováděny za pomoci programového systému ANSYS verze 5.3. Použitý výpočetní systém má jako jeden z mála certifikát kvality ISO 9001.

Úkolem úlohy lineární ztráty stability tvaru (tzv. vzpěrné pevnosti) je nalézt pro „normové“ zatížení $\{F_n\}$ kritický součinitel λ pro případ, kdy zatížení $\lambda \cdot \{F_n\}$ způsobí ztrátu stability tvaru a konstrukce se při výrazném tvarovém vybočení zhroutí.

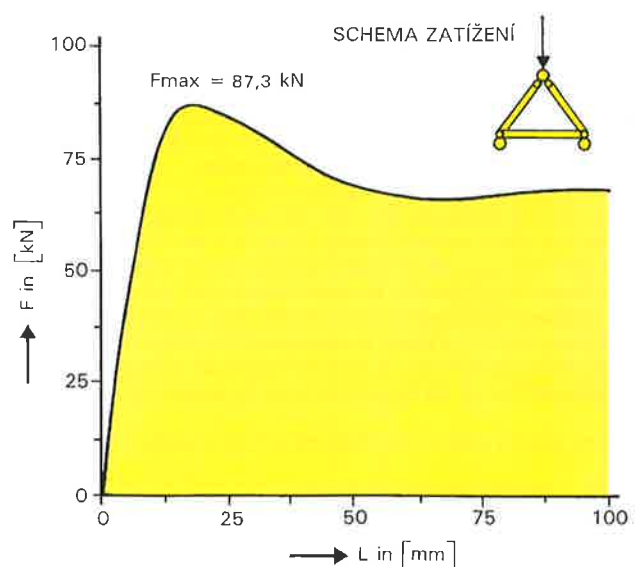
Jde v podstatě o numerické řešení maticové rovnice

$$([K] + \lambda[S]) \cdot \{X\} = 0$$

kde $[K]$ je matice tuhosti konstrukce, $[S]$ je matice počátečních napětí vyvolaná normovým zatížením $\{F_n\}$, λ je hledaný kritický součinitel a $\{X\}$ je hledaný tvar vybočení konstrukce při dosažení kritického zatížení. Obvykle se počítá nejnížší kritický součinitel λ_1 a jemu odpovídající tvar $\{X\}_1$. Zdá se, že výpočet hodnot kritických součinitelů λ_2, λ_3 atd. nemá praktický smysl, poněvadž konstrukce je již zhroutená. To však platí pouze pro čistě lineární model, který je geometricky dokonale symetrický a souosý. Pokud bude mít konstrukce počáteční tvar již předem deformován ve shodě s nějakým vyšším „kritickým“ tvarem (hovoříme zde o počáteční imperfekci tvaru), může v praxi nastat kolaps tvaru dříve i pro nižší hodnoty odpovídajících sil (důvodem mohou být deformace po svaření, výrobní nepřesnosti, výrobní tolerance tyčí, vměstky a vady materiálu atd.). Z tohoto dů-



OBR. 3



OBR. 4



Obr. 5 Ohybová zkouška pod lisem

vodu bylo vypočítáno 5 nejnižších kritických hodnot součinitelů s odpovídajícími tvary. Poněvadž pro namáhání uvedeného typu konstrukcí jsou rozhodující ohybové momenty, kritické součinitele λ_1 byly hledány při ohybovém zatížení výztužného nosníku. Vzdálenost podpěr u modelovaného vzorku byla volena 1,5 m v souladu s experimentálními zkouškami. Vlastní numerické modelování probíhalo tak, že každý prvek příhradového nosníku byl zcela samostatně modelován jako „prostorový nosník“, (v ANSYSu jako BEAM 4). Aby bylo možné sledovat všechna zaoblení, byla konstrukce poměrně jemně dělena na konečné prvky, jak vyplývá z obr. 6. Jednotlivé modely měly 315 až 385 uzlů a 310 až 370 prvků. Průměr horní tyče je 32 mm, spodní pruty mají průměr 22 mm a diagonální vlnovce a příčky jsou z drátu 12 mm, resp. u modelu NU4 průměru 10 mm.

Pro vlastní výpočty byly zvoleny čtyři varianty výpočtových modelů s pracovním označením NU1 až NU4:

NU1 je výztužný příhradový nosník s oběma příčnými výztuhami

NU2 je výztužný nosník bez krátkých (horních) příček

NU3 je výztužný nosník bez obou příčných výztuh

NU4 je výztužný nosník bez obou příčných výztuh, vlnovec průměru 10 mm.

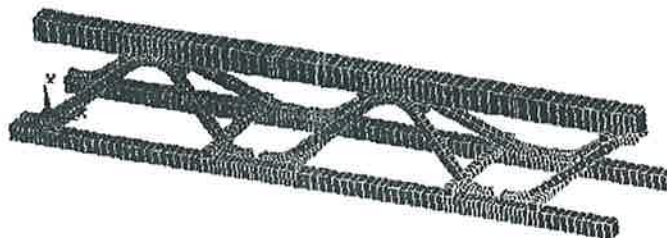
Zatížení bylo voleno uprostřed nosníku v hodnotě 10 kN. Příslušným koeficientem λ je pak nutno tuto hodnotu násobit, abychom dostali skutečné kritické zatížení. To vše platí za předpokladu, že v celém rozsahu platí lineární vztah mezi napětím a deformací. Ve skutečnosti dojde obvykle dříve k překročení meze kluzu, vytvoření plastických zón a kolaps konstrukce nastává podstatně dříve, než odpovídá teoretické hodnotě (obr. 7). Výsledky modelů tak nelze posuzovat z hlediska absolutních hodnot, ale jako výstižné srovnání jednotlivých konstrukcí.

Všechny výsledky výpočtů jsou přehledně shrnuty v tabulce 1 a 2.

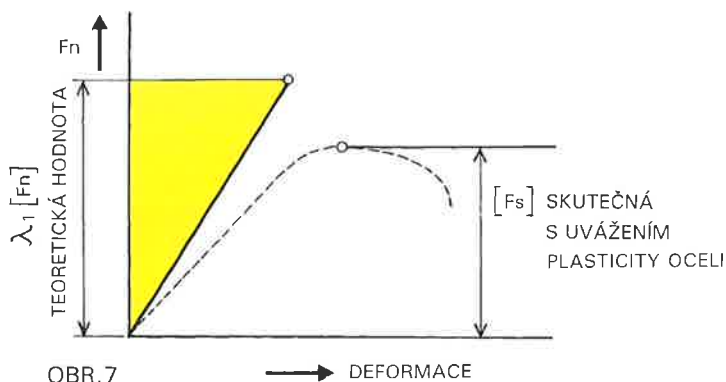
Tabulka 1: Hodnoty kritických součinitelů

Typ výztuže	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
NU1	83,65	104,34	104,47	112,21	130,48
NU2	64,84	67,09	69,45	78,45	91,16
NU3	43,59	49,78	51,11	54,12	54,51
NU4	24,36	25,96	26,46	27,89	29,46

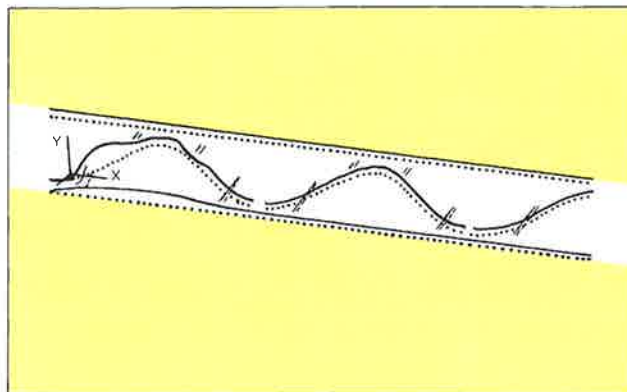
VÝPOČTOVÝ MODEL NU1



OBR.6

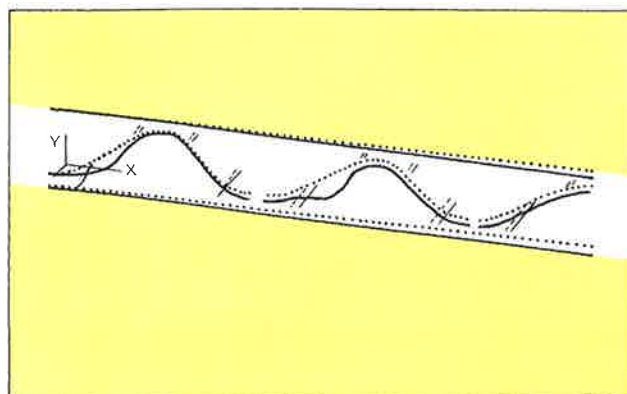


OBR.7

VÝPOČTOVÝ MODEL NU1,
KRITICKÝ TVAR ZTRÁTY STABILITY Λ_1 

PRIM. VÝZT. d = 12mm, 1.TVAR ZTRÁTY STABILITY, LAMBDA1 = 83,652

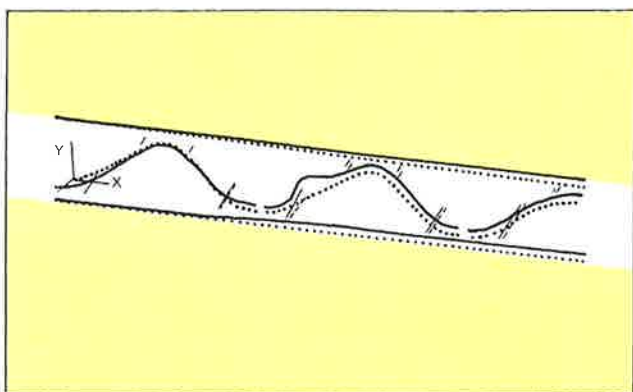
OBR.8

VÝPOČTOVÝ MODEL NU1,
KRITICKÝ TVAR ZTRÁTY STABILITY Λ_2 

PRIM. VÝZT. d = 12mm, 2.TVAR ZTRÁTY STABILITY, LAMBDA2 = 104,34

OBR.9

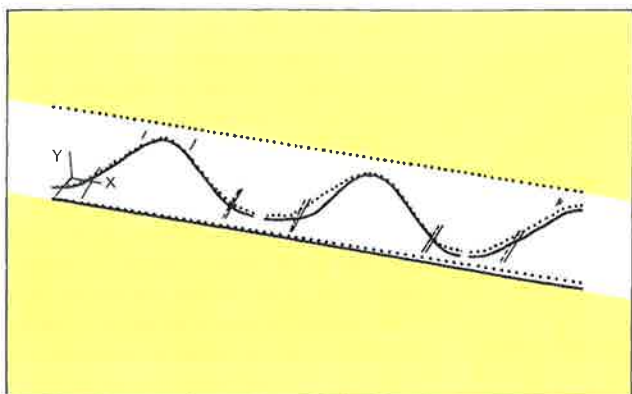
VÝPOČTOVÝ MODEL NU1,
KRITICKÝ TVAR ZTRÁTY STABILITY Λ_3



PRIM. VÝZT. $d = 12\text{mm}$, 3.TVAR ZTRÁTY STABILITY, $\Lambda_{33} = 104,47$

OBR.10

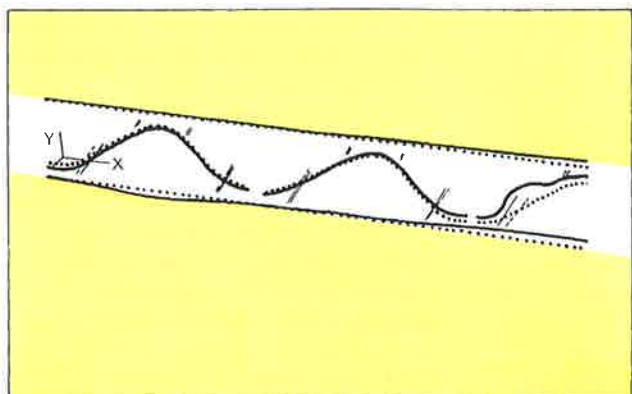
VÝPOČTOVÝ MODEL NU1,
KRITICKÝ TVAR ZTRÁTY STABILITY Λ_4



PRIM. VÝZT. $d = 12\text{mm}$, 4.TVAR ZTRÁTY STABILITY, $\Lambda_{44} = 112,21$

OBR.11

VÝPOČTOVÝ MODEL NU1
KRITICKÝ TVAR ZTRÁTY STABILITY Λ_5



PRIM. VÝZT. $d = 12\text{mm}$, 5.TVAR ZTRÁTY STABILITY, $\Lambda_{55} = 130,46$

OBR.12

Tabulka 2: Hodnoty kritických součinitelů v procentním vyjádření (za 100 % jsou vzaty hodnoty výp. modelu NU1)

Typ výztuže	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
NU2	77,5	64,3	69,9	69,9	69,9
NU3	52,1	47,71	48,9	48,2	48,6
NU4	29,1	24,9	25,3	24,9	22,6

Z tabulky 2 je zcela zřejmé, že z příhradových výztužných nosníků má největší odolnost proti stabilitě tvaru model NU1, protože všechny ostatní modely mají poměrně hodnoty menší než 100 %. Dokonce u modelu NU4 je to jen cca 30 % pro první kritickou hodnotu. Je možno obecně říci, že při srovnání konstrukce bez příčných výztuh s obdobnou konstrukcí s příčnými výztuhami (porovnání NU3 vers. NU1) je dosaženo výztuhami, které zkracují vzpěrnou délku „hadovitěho prvku“ přibližně dvojnásobně odolnosti proti ztrátě stability tvaru.

Pro důkladnější analýzu jsou uvedeny kritické tvary konstrukcí pro vybrané případy. Nejdříve je uvedena konstrukce NU1, kde je z obr. 8–12 patrné, že o ztrátě stability rozhoduje vesměs vzpěrná odolnost diagonálních „hadovitých“ prvků. U prvního kritického tvaru dojde ke ztrátě stability u diagonální vzpěry blízko podpěry výztuže, u dalších tří kritických tvarů se porušují střední části vlnoveců a u posledního kritického tvaru je nejméně stabilní „hadovitý“ prvek pod zatěžující silou (obr. 12).

Pro srovnání jsou uvedeny alespoň první dva kritické tvary pro výpočtový model bez příčných výztuh a s menším průměrem vlnovce ($d_3 = 10\text{mm}$) – obr. 13a, b. Tvary se příliš neliší až na to, že ke ztrátě stability dochází při podstatně nižší úrovni zatěžujících sil.

ZÁVĚRY

Výpočtová studie a experimentální zkoušky prokázaly, že únosnost a tvarová stabilita příhradových nosníků se stejnými nosnými prvky je výrazně ovlivněna konstrukcí příčných a diagonálních výztuh.

Z kritických tvarů jednoznačně vyplynulo, že limitujícím faktorem je vzpěrná délka rovných částí diagonálních výztuh. Konstrukční provedení těchto prvků rozhodujícím způsobem ovlivňuje celkovou ohybovou vzpěrnou pevnost příhradového nosníku.

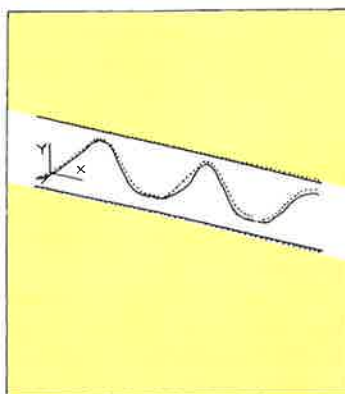
Nejvyšší ohybovou pevnost u vyšetřovaných konstrukcí vykazuje konstrukční řešení s příčnými výztuhami u základny i vrcholu profilu, přivařenými jak na nosné prvky, tak na diagonální vlnovce.

Pro další upřesnění hodnot vzpěrné pevnosti bude nutné zavést do výpočtů vliv plastického chování oceli po překročení meze kluzu, což umožní zohlednit i případnou rozdílnost materiálů jednotlivých konstrukčních prvků.

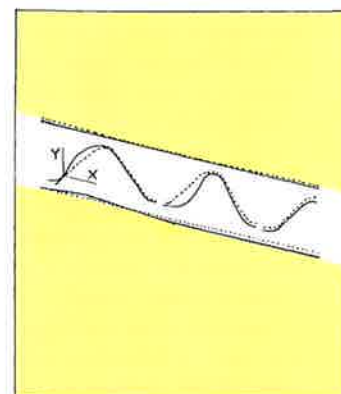
LITERATURA

- [1] Příhradová výztuž BRETEX. Metrostav – firemní materiály, 1994.
- [2] Paloncy, L.: Příhradové výztužné komplety firmy Ankra. Sborník konf. Použití prostorové trojúhelníkové výztuže pro železobetonové konstrukce, TaZUS Ostrava 1994, str. 78–82.

VÝPOČTOVÝ MODEL NU4 : a) KRITICKÝ TVAR ZTRÁTY STABILITY Λ_1
b) KRITICKÝ TVAR ZTRÁTY STABILITY Λ_2



BEZ VÝZTUH $d = 10\text{mm}$, 1.TVAR ZTRÁTY STAB., $\Lambda_{11} = 24,36$



PŮVODNÍ NOSNÍK $d = 10\text{mm}$, 2.TVAR ZTRÁTY STAB., $\Lambda_{22} = 25,96$

OBR.13

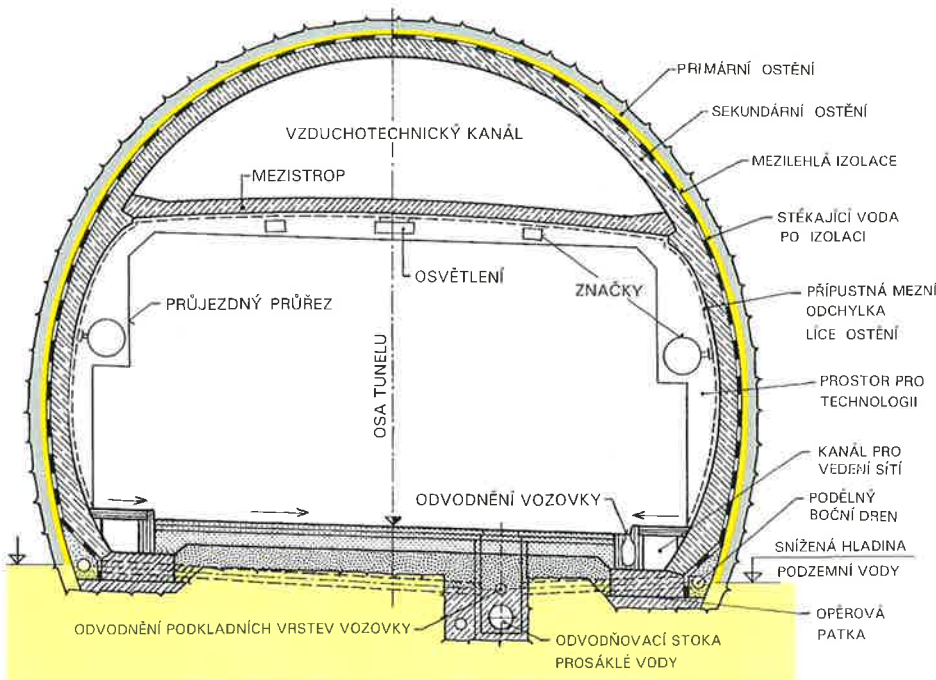
PODZEMNÍ VODA A PŘÍČNÝ ŘEZ TUNELEM

ING. LADISLAV PAZDERA, ILF CE PRAHA, SPOL. S R. O.

GROUND WATER IN THE TUNNEL CROSS SECTION

THE PAPER DESCRIBES THE EFFECTS OF GROUND WATER ON THE TUNNEL LINING, TAKING INTO CONSIDERATION OTHER CIRCUMSTANCES. THE PROTECTION AGAINST GROUND WATER IS BY HELP OF AN INTERMEDIATE INSULATION LAYER EITHER ABOVE THE LONGITUDINAL DRAINS OR AROUND THE WHOLE TUNNEL PROFILE. IN THE TUNNEL WITHOUT SURFACE PORTALS THERE IS A POSSIBILITY TO DIVERT THE WATER FROM THE LONGITUDINAL DRAINS BY HELP OF A DRAINAGE GALLERY.

PŘÍČNÝ ŘEZ TUNELEM S PODÉLNÝMI BOČNÍMI DRÉNY, IZOLACE V HORNÍ ČÁSTI TUNELU, HORNÍ KLENBA ZALOŽENA NA PATKÁCH, TYP 1



OBR. 1

Nejvýznamnější charakteristikou každého konkrétního tunelu je, vedle podélného profilu, příčný řez, který vypovídá o jeho funkci, prostředí do jakého byl navržen a je z něho zřejmá i doba, kdy byl navržen.

Bezprostředním podnětem pro zpracování tohoto příspěvku byla neuzavřená diskuze na toto téma na konferenci „Podzemní stavby 97“.

Předmětem vlastního návrhu příčného řezu konkrétního tunelu je zohlednění prostorových nároků, určení konstrukce primárního a sekundárního ostění a rozsahu mezilehlé izolace.

Prostorové nároky vnitřního prostoru tunelu jsou dány průjezdným průřezem, u silničních tunelů prostorem větracího kanálu a nebo umístěním ventilátorů, dále prostorem pro osvětlení a další technologická zařízení a vedení inženýrských sítí.

Konstrukce sekundárního ostění a rozsah mezilehlé izolace je dán následujícími činiteli:

- přítomností podzemní vody
- charakterem horninového nadloží
- přípustností dlouhodobého snížení hladiny podzemní vody
- přípustnými deformacemi nadloží s ohledem na zástavbu
- podélným profilem tunelů
- polohou portálů k terénu a vodotoku
- možností odvedení prosáklé vody z podélných bočních drénů.

Přítomnost podzemní vody na rubu ostění je závislá na poloze této hladiny vůči tunelu a propustností horninového nadloží. Při horninovém nadloží dochází k přítoku vody k rubu ostění tunelu:

- po puklinách v hustě rozpukávaných horninách a v tektonicky porušených zónách
- propustnými horninami se značným rozsahem póru

- porušenými horninami trhacími pracemi podél tunelu.

Při poloze tunelu ve zvodněných údolních náplavech je tunel celý ponořen v tlakové vodě.

Kvalita horninového nadloží ovlivňuje konstrukci ostění dvojím způsobem:

- působením různě velikého horninového tlaku, což se projeví různým zajištěním výrubu a konstrukcí primárního ostění a u sekundárního ostění zejména tím, že horní klenba je založena na patkách nebo na spodní klenbě
- propustností horniny.

Trvalé snížení hladiny podzemní vody způsobené podélnými bočními drény není jenom záležitostí konstrukce ostění, ale souvisí s dopady, které takové snížení vyvolá. Je věcí projektu, aby zhodnotil jak se změní hydrologické poměry záměrným vytvořením drény, které výrazně ovlivní úroveň podzemní vody.

Zástavba v poklesové zóně vždy vyvolá požadavek určitých omezených deformací. V případě nízkého nadloží, mnohdy dochází k takové úpravě podélného profilu, že je nutno provést spodní klenbu a celobvodovou izolaci.

Podélný profil tunelu může být záměrně navržen tak, aby spád tunelu směřoval k jednomu nebo k oběma portálům, což umožní provést tunel s bočními drény a izolaci v horní části.

V případě, že tunel ústí portálem na povrch, má vhodný spád a není pod velkým přítokem, je možno provést tunel s izolací nad podélnými drény se založením horní klenby na patkách a nebo na klenbě. V případě, že neústí, je možno odvést prosáklou vodu do vodotoku štolou.

Optimální návrh příčného řezu v různých částech trasy jednoho tunelu může být proveden pouze na základě komplexního posouzení hydrogeologických poměrů a požadavků investora.

Přiměřený přítok podzemní vody přes horninové nadloží, nevýrazné snížení hladiny podzemní vody, vyústění tunelu portálem a nebo možnost odvedení zachycené podzemní vody z částí tunelu nad 100letou vodou řeky, je předpokladem pro provedení mezilehlé izolace pouze v horní části nad podélnými bočními drény. Horní klenba může být založena na patkách nebo na spodní klenbě.

Vysoké přítoky, nebo tunel vyložený pod hladinou

podzemní vody s nízkým a propustným nadloží, upravený podélný profil se spádem doprostřed, vyžaduje v každém případě tunel se spodní klenbou a mezilehlou izolací po celém obvodu bez podélných drenů.

S ohledem na všechny uvedené činitele se mohou v zásadě vyskytnout 3 typy ostění.

1. Sekundární ostění horní klenby je založeno na patkách, mezilehlá izolace je provedena nad bočními dreny. Konstrukce ostění je zatížena částečným horninovým tlakem bez působení hydrostatického tlaku. Vyloučení hydrostatického tlaku je podmíněno provedením výklenků pro čištění podélných bočních drenáží a jejich pravidelným čištěním. Omezené přítoky podzemní vody přes horninu jsou po mezilehlé izolaci sváděny do podélných drenů a odtud hlavním sběračem k portálu a nebo štolou samospádem bez přečerpání do vodotoku. Velikost horninového tlaku nevyžaduje provedení spodní klenby, vyhovuje založení na patkách, obr. 1.

2. Konstrukce sekundárního ostění je tvořena vedle horní klenby, bočních drenů a izolací nad nimi, spodní klenbou. Horní klenba přenáší zvýšený horninový tlak bez tlaku hydrostatického, spodní klenba je zatížena horninovým tlakem a také hydrostatickým tlakem o výšce cca 1,5–2 m. Ostění tohoto typu se navrhuje v příportálových úsecích a v místech geologických poruch. Proti proniknutí podzemní vody přes beton spodní klenby je nutno osadit v pracovních spárách těsnící pasy.

3. Sekundární ostění je provedeno se spodní klenbou a mezilehlou izolací po celém obvodu (obr. 3). Horní i spodní klenba je vedle horninového tlaku zatížena i tlakem hydrostatickým. Tento typ tunelu vyžaduje dokonale provedenou izolaci, protože je namáhána tlakovou vodou. Ostění tohoto typu je navrhováno v místech trasy, kde celý tunel je pod hladinou, kdy přítoky by byly příliš veliké a nebo není přípustné trvalé snížení hladiny podzemní vody.

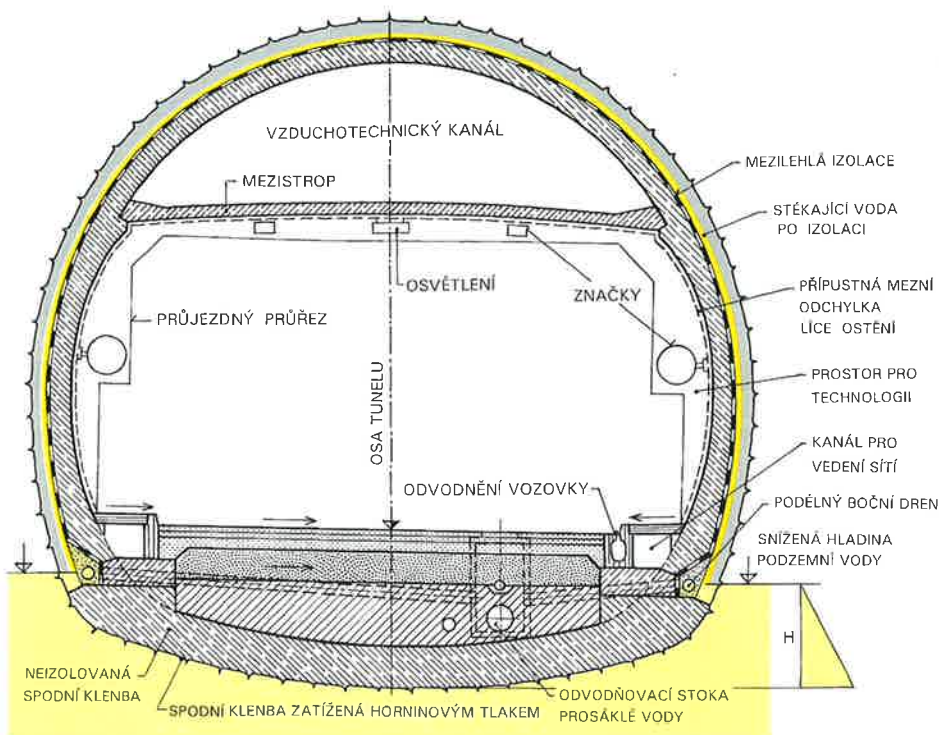
Tyto tři typy konstrukce ostění a rozsahu izolace pokryjí všechny možnosti, které mohou nastat. Při optimálním návrhu dlouhého tunelu, zejména v městském prostředí a výškovými rozdíly je možno navrhnout všechny tři typy.

Dále jsou uvedeny příklady možného použití jednotlivých typů ostění.

Na obr. 4 je podélný profil dlouhého silničního tunelu se spádem k oběma portálům, s přijatelnými průsaky. V tomto případě je navrhováno ostění s patkami a spodní klenbou s bočními drenážemi a izolací v horní části. Založení horní klenby je závislé na geologických poměrech. V příportálových úsecích a v poruchových zónách je navržena spodní klenba, v ostatních úsecích patky. Zachycená podzemní voda v podélných drénech je sváděna gravitačně bez nároku na přečerpání do vodotoku a nebo má-li přijatelnou kvalitu je možno ji využít pro zásobování, minimálně jako vodu požární.

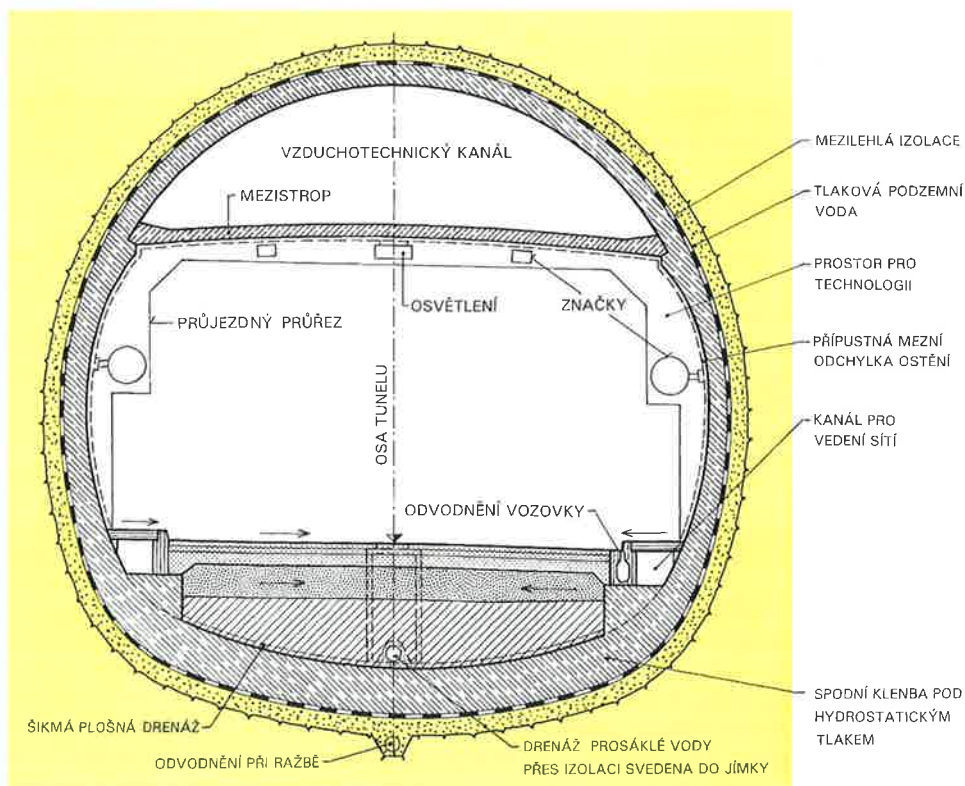
Na obr. 5 je uveden městský silniční tunel, který podchází řeku a překonává velké výškové rozdíly. Na tomto tunelu je možno navrhnout všechny tři typy ostění. Pod úrovní hladiny 100leté vody a řeky je nutno vždy navrhnout uzavřený tunel se spodní klenbou a celoobvodovou izolací. Nad úrovní 100leté vody je možno navrhnout boční obvodové dreny

PŘÍČNÝ ŘEZ TUNELEM S PODÉLNÝMI BOČNÍMI DRÉNY, IZOLACE V HORNÍ ČÁSTI TUNELU, HORNÍ KLENBA ZALOŽENA NA PATKÁCH, TYP 2



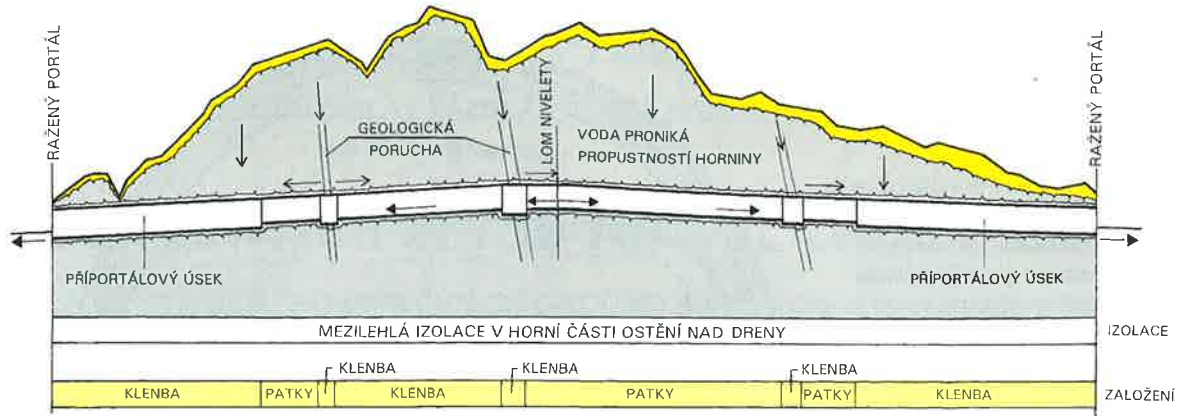
OBR. 2

PŘÍČNÝ ŘEZ TUNELEM SE SPODNÍ KLENBOU A CELOOBVODOVOU IZOLACÍ, TYP 3



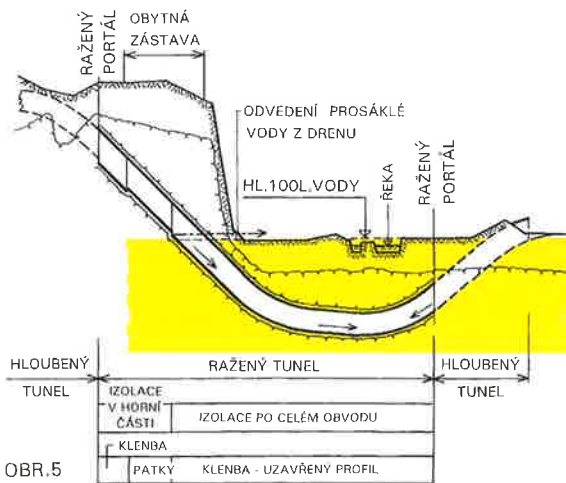
OBR. 3

PODÉLNÝ ŘEZ DLOUHÝM SILNIČNÍM TUNELEM, TYP 1,2



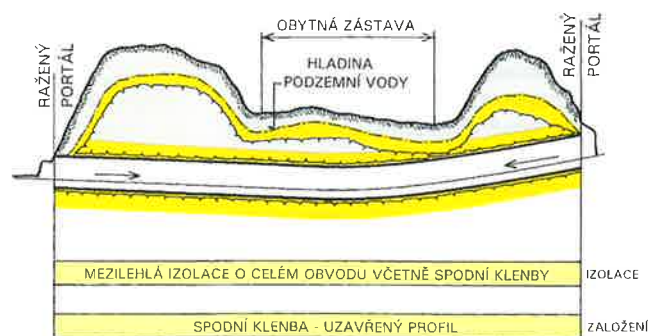
OBR. 4

PODÉLNÝ ŘEZ MĚSTSKÝM SILNIČNÍM TUNELEM, PODCHÁZEJÍCÍ ŘEKU A PŘEKONÁVAJÍCÍ VÝŠKOVÉ ROZDÍLY TERÉNU, TYP 1,2,3



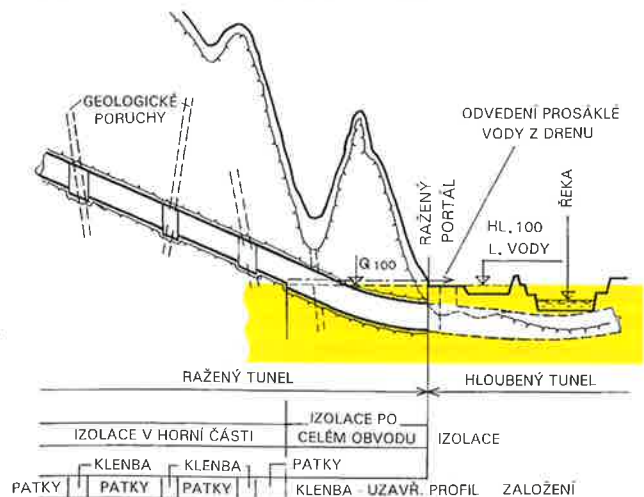
OBR. 5

PODÉLNÝ ŘEZ MĚSTSKÝM SILNIČNÍM TUNELEM POD ZÁSTAVBOU, TYP 3



OBR. 6

PODÉLNÝ ŘEZ TUNELEM METRA A PŘEKONÁVAJÍCÍ ŘEKU A VÝŠKOVÉ ROZDÍLY TERÉNU, TYP 1,2,3



OBR. 7

s izolací v horní části a založení na patkách a nebo na klenbě. Vzhledem k tomu, že tunel neústí na povrch je nutno odvést prosáklou vodu zvláštní štolou do vodotoku.

Na obr. 6 je městský tunel pod zástavbou. S ohledem na nízké horninové nadloží a požadavek omezených poklesů pod zástavbou, bylo nutno změnit podélný profil z možného jednostranného spádu, jako spojnicí výšek obou portálů, na střechovitý do středu. S ohledem na nemožnost odvodnit konkávní část tunelu je nutno provést uzavřený profil s izolací i ve dně a s klenbou.

Na obr. 7 je tunel metra, který podchází řeku a překonává velký výškový rozdíl. Tunel pod řekou a hladinou 100leté vody je nutno navrhnout se spodní klenbou a celoobvodovou izolací. Tunel nad hladinou 100leté vody je možno provést s bočními drény a izolací v horní části. Odvedení zachycené vody je nutno provést samostatnou štolou gravitačně do vodotoku.

ZÁVĚR

Je jisté, že i v našich poměrech je NRTM s mezilehlou izolací, bočními podélnými drény a celoobvodovou izolací v tlakové vodě, řádově na vyšší úrovni než montované ostění a splní i ta nejnáročnější kritéria těsnosti měrných průsaků.

Z předchozího je zřejmé, že optimální příčný řez není tak zcela jednoznačnou záležitostí a to zejména v městském prostředí při překonávání velkých výškových rozdílů a s podchodem řeky a zástavby. Ostění se spodní klenbou a mezilehlou izolací po celém obvodu pokryje všechny možnosti, které mohou nastat, ale za cenu zvýšených investičních nákladů a někdy i za cenu toho, že tunel je pod tla-

kovou vodou, což je vždy pro ostění, izolaci a vnitřní prostředí tunelu horší. Mělo by se tedy, když to dovolí ostatní požadavky, posoudit možnost provedení podélných drénů s izolací v horní části a to i za cenu realizace zvláštní odvodňovací štolky.

VYHLEDÁVÁNÍ PODZEMNÍCH DUTIN GEOFYZIKÁLNÍMI METODAMI

ING. MILAN STONIŠ, OKD, DPB PASKOV, A.S.

LOOKING FOR UNDERGROUND CAVITIES USING GEOPHYSICAL METHODS

THE UNDERGROUND CAVITIES NEAR TO SURFACE BRING GREAT PROBLEMS IN MINING DISTRICTS DUE TO INSTABILITY OF SURFACE AND DANGER OF GAS ESCAPES. LOOKING FOR THEM IS OFTEN THE BASIC PROBLEM. MORE AND MORE NONDESTRUCTIVE GEOPHYSICAL METHODS SOMETIMES TOGETHER WITH CLASSICAL DRILLING METHODS ARE USED.

RESISTIVITY PROFILING AND GROUT PENETRATING RADAR ARE SUCCESSFULLY USED BY DPB PASKOV AT THE SOLUTION OF SUCH PROBLEMS IN OSTRAVA COAL MINE DISTRICT. EXAMPLES OF THE APPLIED GEOPHYSICAL METHODS FOR EXPLORATION OF OLD SHAFTS AND OTHER WORKS, THE POSITION OF THEM IS NOT KNOWN, ARE INTRODUCED.

Závažným problémem lokalit s mnohaletou hornickou tradicí je vyhledávání a sanace mělce pod povrchem uložených starých důlních děl a podzemních staveb, jejichž poloha, způsob předchozí likvidace a hloubka uložení jsou mnohdy známy značně nepřesně. V takovýchto případech se stávají geofyzikální měření jednou z výchozích metod pro vyhledání zájmového projektu.

Následně po útlumu hornické činnosti v ostravské části ostravsko-karvinského revíru (dále jen OKR) vyvstala potřeba urychleného ověření existence a stavu mnoha desítek starých důlních jam vyhloubených a likvidovaných v průběhu celého období těžby uhlí na Ostravsku. Spolu s jinými firmami se na této činnosti začala podílet i akciová společnost OKD, DPB PASKOV (dále jen DPB), která zajišťuje i realizaci geofyzikálního průzkumu, jehož některé výsledky jsou dále uvedeny.

Jako jedna z nevhodnějších metod pro vyhledávání podzemních dutin, a tedy i starých důlních děl, se osvědčila metoda georadarová (známá zpravidla pod zkratkou anglického názvu „Ground Penetrating Radar“ jako metoda GPR), doplněná případně elektroodporovým profilováním (EOP). Základní principy obou metod jsou v geologických i hornických odborných kruzích dostatečně známy, takže není nutné je blíže specifikovat. Pouze u georadarových měření považují za vhodné zdůraznit, že prezentované záznamy z měření jsou vzhledem k řešené problematice pořízeny pomocí stíněné antény 110 MHz.

První geofyzikální práce související s existencí a vyhledáváním starých důlních děl byly DPB realizovány mimo OKR, a to na lokalitě cín-wolframového ložiska Dolu Jeroným v Čisté, okres Sokolov.

1. OVĚŘENÍ PÁSMO PODOLOVÁNÍ SILNICE II/210 STARÝMI DŮLNÍMI DÍLY DOLU JERONÝM

Důl Jeroným, ležící nedaleko bývalého městečka Čistá (okr. Sokolov), patří již od 16. století mezi důležitá těžební místa Slavkovského lesa. Vzhledem k několikerému „ukončení těžby“ (v tomto i minulých stoletích) došlo postupně ke ztrátám většiny mapové dokumentace a její zbytky byly odvezeny do Německa v průběhu 2. světové války. Při restaurování části starých důlních děl, jako technické památky, firmou GEOMONT bylo zjištěno, že jejich rozsah je daleko větší, než byl původní předpoklad, a že výrazně ovlivňují stabilitu silnice Sokolov–Krásno. Pro ověření skutečného rozsahu podzemních dutin v blízkosti silnice (návrh sanačních prací), bylo použito elektroodporového profilování.

V souladu s dostupnými geologicko-technickými podklady byly vytyčeny 2 profily (obr. 1) tak, aby byl pokryt zájmový úsek silnice. Hloubkový dosah byl volen mezi třemi až sedmi metry pod úrovní terénu, kde je vedena většina děl.

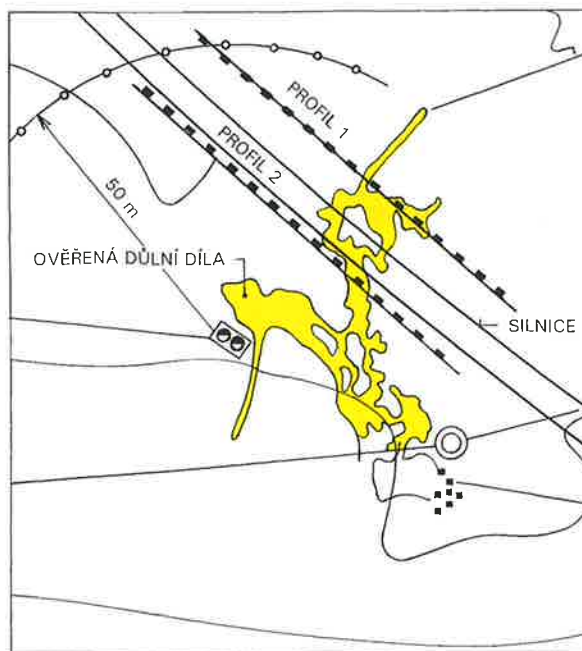
Podle zpracovaných izoohmických řezů (případně podle průběhu grafů zdán-

livého elektrického odporu) je možno usuzovat na existenci důlních děl v souladu s obecným principem – maximální zdánlivý elektrický odpor odpovídá dutině (silně pórovitému prostředí), tj. starému důlnímu dílu (obr. 2). Je však nutno poznamenat, že vzájemná korelace mezi jednotlivými profily by, vzhledem k rozmanitosti vedení důlních děl, byla značně spekulativní.

2. STARÉ DŮLNÍ JÁMY NACHÁZEJÍCÍ SE V OSTRAVSKÉ ČÁSTI OKR

Nedostatečně dokumentované a nezabezpečené staré důlní jámy, které se nacházejí v ostravské části OKR, mohou v současné době představovat nemalé

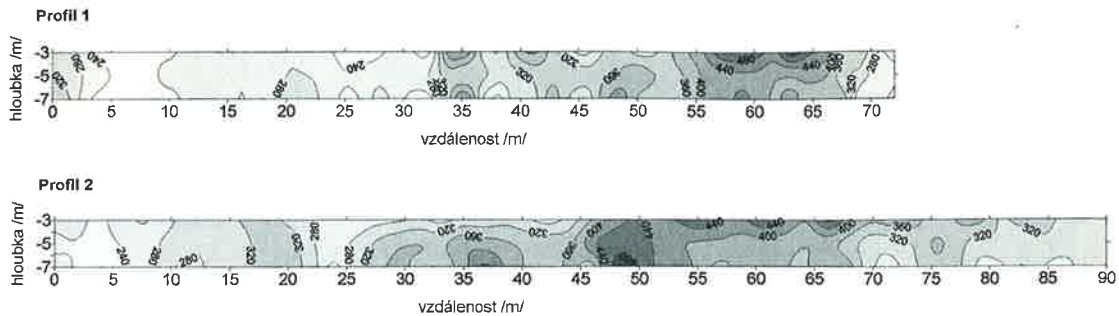
SITUACE ELEKTROODPOROVÝCH PROFILŮ
NA LOKALITĚ ČISTÁ - DŮL JERONÝM



OBR. 1

ČISTÁ - DŮL JERONÝM

Izoohmické řezy na profilech podél silnice Sokolov - Krásno



OBR. 2

riziko jako případné komunikační kanály uniků metanu ze stařin likvidovaných dolů. Toto riziko je často násobeno situováním „jaksi před lety zlikvidované“, jámy přímo uprostřed městské zástavby, případně i její ne příliš spolehlivě (převody souřadných systémů, absence dokumentace, často více než století od doby likvidace) stanovenou polohou.

Určení polohy starého jámového stvolu a pozůstatků podzemních částí souvisejících staveb (sklípky, kanály atd.) je dalším problémem, který umožňuje řešit aplikovaná geofyzika.

Stejně jako v předchozím případě je možno při řešení této problematiky využít elektroodporového profilování. Praktická realizace však často naráží na překážky, které nelze ovlivnit, a které mnohdy aplikaci této metody zcela znemožní, např.:

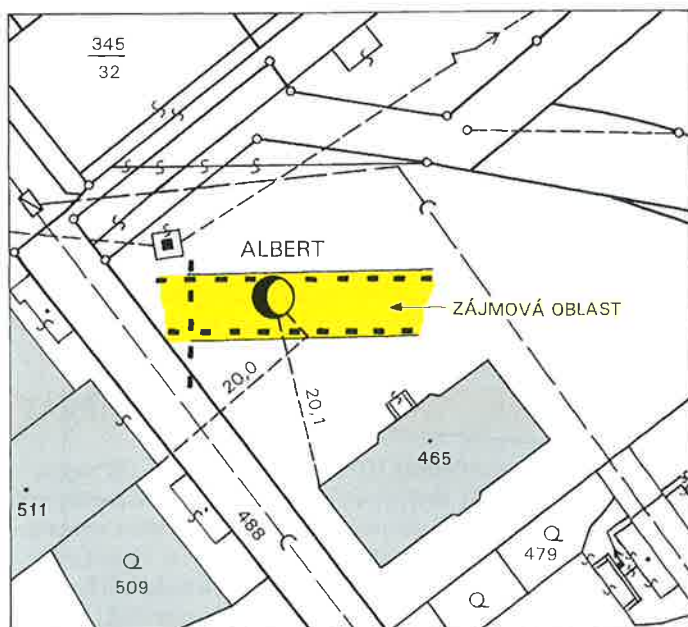
- prostor v městské zástavbě je natolik malý, že nelze zajistit dostatečné roztažení elektrod,
- povrch terénu bývá upraven asfaltem, betonem nebo těsnou dlažbou a elektrody nelze zabodnout.

Z uvedených důvodů je tedy možné elektroodporové profilování použít jen u menší části zájmových lokalit. DPB aplikoval EOP na několika lokalitách jako metodu doplňující georadarová měření, která byla v rámci 1. etapy průzkumu starých jam (v roce 1996) realizována akciovou společností SG Geotechnika.

Příkladem elektroodporového měření uskutečněného s velmi dobrým výsledkem je průzkum na lokalitě staré jámy Albert. Situace lokality je patrná z obr. 3.

Plocha, na které byla podle historických materiálů jáma měřicky vytyčena, byla proměřena ve 2 hloubkových úrovních na 6 profilech. Výsledky měření byly zpracovány ve formě map izoohm v hloubkové úrovni 3 a 5 m pod úrovní terénu. V těchto hloubkách by již měly být eliminovány případné pozůstatky po terénních úpravách a stavební činnostech na povrchu. Za předpokladu, že v místě stvolu likvidované staré důlní jámy a v jejím nejbližším okolí se případné deformace a porušení terénu projeví nejvýrazněji, je možno v obou hloubkových úrovních lokalizovat jámu do míst s největšími zdánlivými elektrickými odpory (obr. 4). Odlišnosti v lokalizaci „středu“ anomálie v jednotlivých hloubkách, stejně jako odlišnosti jejího tvaru, jsou způsobeny charakterem a mírou porušení zásypu jámy a jejího okolí. Stará jáma byla v označeném místě následně ověřena průzkumným vrtem a sanována.

Z výsledků prezentovaných v kapitolách 1. a 2. je zřejmé, že metoda elektroodporového profilování je pro vyhledávání starých horizontálních i vertikálních důlních děl, nacházejících se v malé hloubce pod povrchem, použitelná. Hloubkový dosah je závislý na vlastnostech horninového prostředí. Úspěšnost měření je rovněž silně ovlivněna již výše zmíněnými podmínkami na povrchu (volný prostor, zpevnění povrchu) a velikostí a tvarem důlního díla.

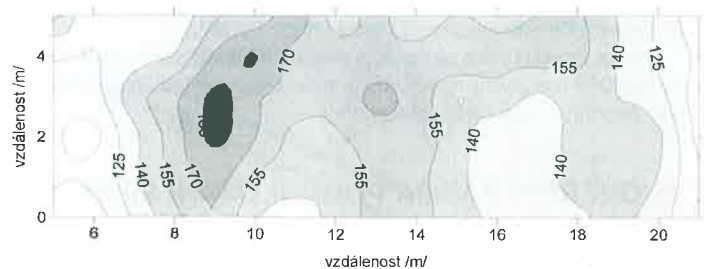
SITUACE LOKALITY STARÉ JÁMY ALBERT,
OSTRAVA - HRUŠOV

OBR. 3

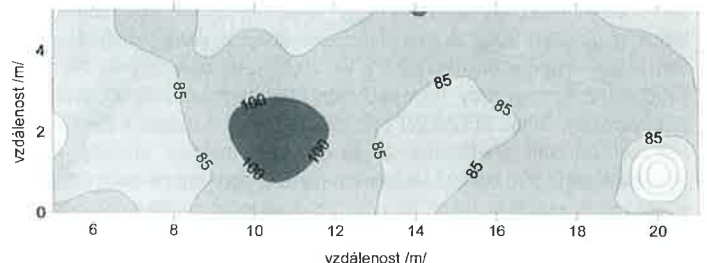
JÁMA ALBERT

Mapy izolinií zdánlivého elektrického odporu v hloubkách 3 a 5 m

Hloubková úroveň -3m pod povrchem



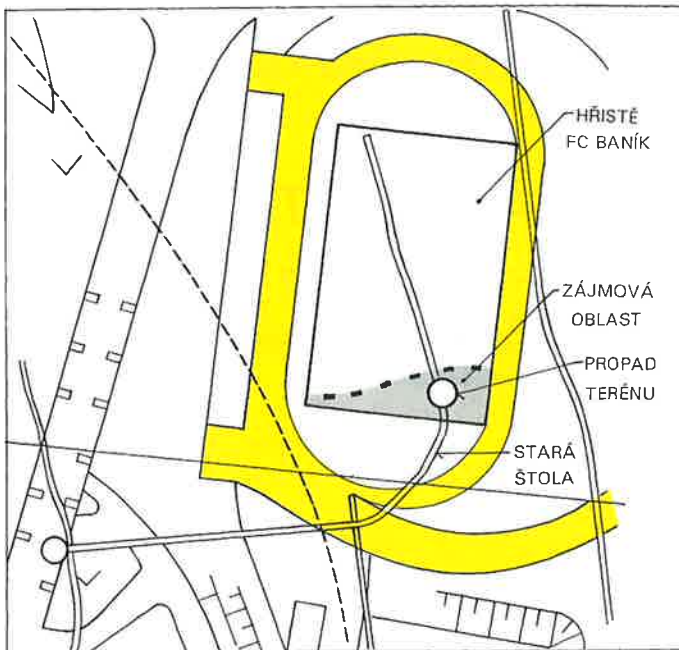
Hloubková úroveň -5m pod povrchem



OBR. 4

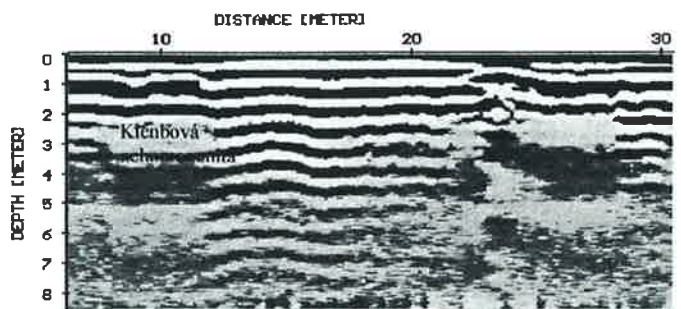
SITUACE ZÁJMOVÉ OBLASTI PROPADU
NA HRŠTĚ FC BANÍK OSTRAVA

OBR. 5



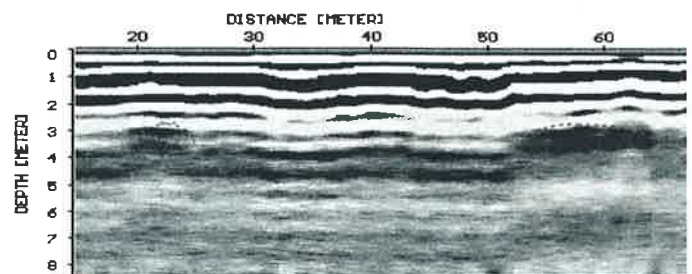
OBR. 6

Georadarový záznam na profilu vedeném v blízkosti propadu. Ve střední části řezu je slabě patrná klenbová nehomogenita od hloubky cca 1 m. V hloubce 0–2 m jsou v této oblasti zřetelně deformovaná reflexní rozhraní, jedná se o projev nehomogenního prostředí s poklesy povrchu. Mělkými vrty byla ověřena existence silně pórovitých písků



OBR. 7

Georadarový řez je veden přes sanovaný kryt. Střední část řezu má zřetelně odlišné fyzikální vlastnosti oproti krajům. Jde o zabetonovanou část krytu. Tomu odpovídá i náznak klenbové struktury ve vzdálenosti 15 m



OBR. 8

Georadarový řez je veden přes území, kde se předpokládá výskyt pozůstatků krytu. Zhruba ve 20–23 m je patrný projev „dutiny“ (vrtem ověřeny pórovité pisky), obdobně jako v 52–63 m (vrt zjistil porušení

vrchem. Určitá módnost georadaru, spolu s efektností jím pořízených záznamů, odsouvají elektroodporová měření neprávem na vedlejší kolej. Rovněž zde hraje negativní roli i nechuť odběratele zdánlivě „dubovat“ rychlejší měření radarem měřením elektroodporovým a zvyšovat tak cenu průzkumu.

Tento článek nemá v žádném případě poskytnout vyčerpávající informace o výsledcích geofyzikálních prací na zmíněných lokalitách. Jeho cílem je pouze prezentovat některá geofyzikální měření v problematice, která doposud nebyla právě běžná a která se dnes, zejména v historických hornických regionech, dostává stále více do popředí zájmu.

3. STARÝ PROTILETECKÝ KRYT POD HRŠTĚM FC BANÍK

Propad terénu hřiště FC Baník v Ostravě a jeho možná vazba na důlní díla související s odnožemi dědičné Jaklovecké stoly, které pod hřištěm procházejí (obr. 5), byly impulsem k zahájení rozsáhlého průzkumu lokality fotbalového stadionu. Jednou z výchozích metod byl i geofyzikální průzkum metodou georadaru, který v souladu s požadavky objednatele prací proběhl v několika etapách.

Georadarový průzkum byl orientačně proveden po celé ploše hřiště, zejména se však koncentroval v bezprostřední blízkosti existujícího propadu (obr. 5), s cílem ověřit existenci případné podpovrchové dutiny. Na záznamech pořízených v blízkosti propadu byly skutečně zjištěny nehomogenity, které svými projevy odpovídaly existenci dutin nebo alespoň poloh silně porušených hornin. Měření byla doplněna realizací několika krátkých vrtů do hloubky maximálně 4 m (ruční soupřavy). Ty nejenže potvrdily, že v některých místech skutečně existují méně pevné, silně pórovité pískové horizonty, ale jeden z vrtů narazil přibližně v hloubce 2,5 m na rozsáhlou dutinu.

Následný vrtný průzkum zjistil (mimo častý výskyt jemných a velmi pórovitých písků) existenci rozsáhlé dutiny, která byla specifikována (na základě ústní informace reagující na zprávy v tisku) jako protiletcecký kryt zbudovaný v době 2. světové války. Že se jedná o kryt, sice značně poškozený vodními splachy, ale nicméně stále identifikovatelný (existence oblouků kovové TH výztuže včetně odbočky chodby) bylo ověřeno nasnímáním dutiny kamerou zapuštěnou do vrtu.

Vzhledem k potřebě urychleného zprovoznění hřiště a ke skutečnosti, že zachovaná dokumentace krytu nebyla dostatečně kvalitní a neodpovídala současné situaci, vyžádal si objednatel realizaci dalších georadarových měření, která měla ověřit nejen existenci předpokládaných odboček z hlavních prostor, ale i rozsah provedené sanace (zaplavení popilkocementovou směsí).

Výsledky měření na jednotlivých profilech prokázaly existenci nehomogenit, které byly způsobeny, stejně jako v případě měření v blízkosti vlastního propadu, jak pórovitými horninami, tak dutinami (včetně projevu likvidovaného krytu). Příklady jsou uvedeny na obrázcích 6 až 8.

4. ZÁVĚR

Z prezentovaných výsledků několika měření je zřejmé, že jak metoda elektroodporového profilování, tak georadarový průzkum jsou zejména v kombinaci velmi dobře využitelné při vyhledávání starých důlních děl uložených mělce pod po-

SEVERNÍ PORTÁL TUNELU MRÁZOVKA

PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DrSc., FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT

NOTHERN PORTAL OF THE MRÁZOVKA TUNNEL

MRÁZOVKA ROAD TUNNEL IS ONE OF THE MOST IMPORTANT PARTS OF THE PRAGUE CITY RING. THE NORTHERN PORTAL OF THE TUNNEL IS STABILIZED BY THE TIE-ROD PILE WALLS WHICH HAVE BEEN BUILT IN TWO STEPS BECAUSE THE DESIGNED DEPTH OF THE OPEN PIT WAS CHANGED SUBSEQUENTLY

Silniční tunel Mrázovka bude součástí pražského městského okruhu (dříve střední dopravní okruh – SDO) a bude tvořit spojnicí provozovaného Barrandovského mostu (s přímou vazbou na dálnice D1 a D5) a na konci roku 1997 konečně otevřeného Strahovského tunelu (obr. 1).

Výstavba dvou třípruhových tunelů délky 1,8 km (výrubní šířka cca 16,0 m), které se budou větvit do tunelů dvoupruhových a jednopruhových, vyvolá celou řadu problémů, k nimž patří zejména:

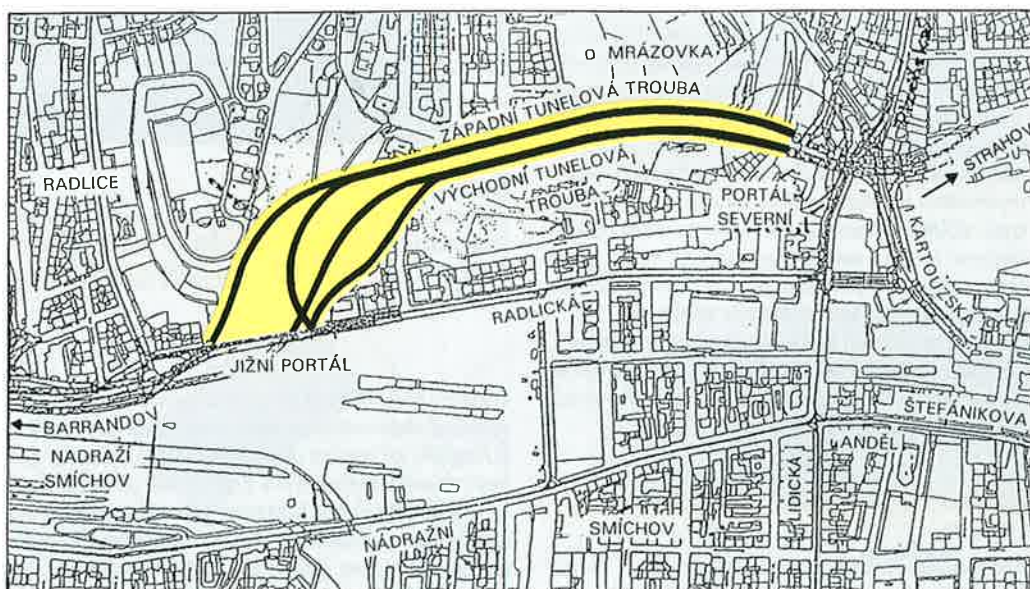
- zajištění stability portálových partií,
- zajištění stability výrubů při jejich značné šířce (zejména v rozpletech), nízkém nadloží a v proměnlivých geologických poměrech,
- zajištění objektů v nadloží tunelů proti vlivům deformací, vznikajících při tunelování,
- zajištění stability horninového pilíře mezi tunelovými troubami,
- stanovení technologie tunelování adekvátní všem výše uvedeným požadavkům.

Prvním postupným cílem, bez něhož nešlo zahájit ani práce na ražbě průzkumné štoly, byla nutnost zajištění stability svahu Mrázovky, v němž bude umís-



FOTO 1 Celkový pohled na oblast severního portálu tunelu Mrázovka

TUNEL MRÁZOVKA - SITUACE



OBR. 1

BIBLIOGRAFIE ČLÁNKŮ A STATÍ UVEŘEJNĚNÝCH V TUNELU, ČASOPISU ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES V ROCE 1997

Zpracoval ing. Pavel Polák

	číslo:	strana:		číslo:	strana:
ÚVODNÍK			při výstavbě tunelu Hřebeč ing. Jaromír Zlámal		
ing. Miroslav Uhlík	1/97	1	Geologické poměry trasy IV. C metra Jiří Růžička	3/97	11
ing. Vojtech Belčák	2/97	1	Průzkumná štola silničního tunelu Mrázovka v Praze ing. Jiří Hudek	3/97	13
prof. ing. Jiří Barták, DrSc.	3/97	1	Prieskumné štolne pre slovenské diaľničné tunely ing. Jozef Frankovský	3/97	17
ing. Jindřich Hess	4/97	1	Tenzometrický měřicí svorník a jeho použití v geomechanickém monitoringu ing. Richard Šňupárek, CSc. ing. Zdeněk Rambouský	4/97	9
PODZEMNÍ URBANISMUS, VÝHLEDOVÉ STAVBY			Laserová technika při pokládce potrubí a při řízení tunelovacích strojů doc. ing. Milan Kašpar, CSc. doc. ing. Věra Voštová, CSc.	4/97	13
Prioritní tunelové projekty v transevropské dopravní síti prof. ing. Jiří Barták, DrSc. ing. Petr Doubek	1/97	2			
Tunel pod Beringovou úžinou – fikce nebo realita ing. Georgij Romancov	1/97	6			
TECHNOLOGIE			PROVÁDĚNÉ STAVBY		
Sanace betonu v podzemí ing. Pavel Lebr	1/97	12	Zajištění stěn stavební jámy pro objekty stavby intenzifikace ÚCOV Praha Ivan Božek	1/97	18
Kam kráčí technologické vybavení tunelu ing. Pavel Příbyl	2/97	6	Tunel Hřebeč před ukončením ing. Karel Matzner	1/97	18
První nasazení tunelovacího systému Iseki v České republice ing. Antonín Formánek ing. Karel Franczyk	2/97	11	Kam kráčí technologické vybavení tunelu ing. Pavel Příbyl	2/97	6
Definitivní ostění tunelu Hřebeč – betonáž ing. Jan Škrábek	2/97	15	První nasazení tunelovacího systému Iseki v České republice ing. Antonín Formánek ing. Karel Franczyk	2/97	11
Výstavba železničních tunelů Melk a Wachberg v Rakúsku prof. Ing. František Klepsatel, CSc.	2/97	20	Definitivní ostění tunelu Hřebeč – betonáž ing. Jan Škrábek	2/97	15
Technologické vybavení tunelů na pozemních komunikacích ing. Pavel Příbyl	3/97	19	Prodloužení sběřeče P ing. Miloslav Novotný	2/97	17
Razenie tunela Branisko od západného portálu ing. Jozef Frankovský	4/97	7	Výstavba železničních tunelů Melk a Wachberga v Rakúsku prof. ing. František Klepsatel, CSc.	2/97	20
Technologické vybavení tunelu Hřebeč ing. Pavel Příbyl, CSc. ing. M. Vohnout	4/97	19	Současné technologie budování tunelových staveb v Japonsku Dr. ing. Jiří Pícha	2/97	22
Rekonstrukce železničního tunelu Telgárt Antonín Straka ing. Ján Voloch	4/97	27	Ražené a hloubené tunely metra na Taiwanu ing. Jaromír Zlámal	2/97	24
TEORIE, VÝZKUM, SLEDOVÁNÍ			Průzkumná štola silničního tunelu Mrázovka v Praze ing. Jiří Hudek	3/97	13
Ukládání odpadů v podzemí z hlediska geomechaniky doc. ing. Petr Konečný, CSc.	2/97	2	Výstavba sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brno po 5 letech ing. Břetislav Sedláček	3/97	24
Stanovení kritérií pro analytické hodnocení deformací podzemního díla ze zkušeností	3/97	8			

číslo: strana:

číslo: strana:

Razenie tunela Branisko od západného portálu ing. Jozef Frankovský	4/97	7
Dokončovací práce na tunelu Hřebeč ing. Miloslav Salač	4/97	18
Technologické vybavení tunelu Hřebeč ing. Pavel Příbyl, CSc. ing. M. Vohnout	4/97	19
Přečerpávací vodní elektrárna dlouhé stráně v provozu ing. Ervín Šíma ing. Václav Torner	4/97	23
Rekonstrukce železničního tunelu Telgár Antonín Straka ing. Ján Voloch	4/97	27

KANALIZACE, KOLEKTORY, MALÉ PROFILY

Zajištění stěn stavební jámy pro objekty stavby intenzifikace ÚČOV Praha Ivan Božek	1/97	18
První nasazení tunelovacího systému Iseki v České republice ing. Antonín Formánek ing. Karel Franczyk	2/97	11
Prodloužení sběrače P ing. Miloslav Novotný	2/97	17
Výstavba sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brno po 5 letech ing. Břetislav Sedláček	3/97	24

DOPRAVNÍ STAVBY

Tunel Hřebeč před ukončením ing. Karel Matzner	1/97	21
Kam kráčí technologické vybavení tunelu ing. Pavel Příbyl	2/97	6
Definitivní ostění tunelu Hřebeč – betonáž ing. Jan Škrábek	2/97	15
Výstavba železničních tunelů Melk a Wachberg v Rakúsku prof. Ing. František Klepsatel, CSc.	2/97	20
Současné technologie budování tunelových staveb v Japonsku Dr. ing. Jiří Pícha	2/97	22
Ražené a hloubené tunely metra na Taiwanu ing. Jaromír Zlámal	2/97	22
Stanovení kritérií pro analytické hodnocení deformací podzemního díla ze zkušeností při výstavbě tunelu Hřebeč ing. Jaromír Zlámal	3/97	13
Průzkumná štola silničního tunelu Mrázovka v Praze ing. Jiří Hudek	3/97	13
Prieskumné štoly pre slovenské diaľničné tunely ing. Jozef Frankovský	3/97	17
Technologické vybavení tunelů na pozemních komunikacích ing. Pavel Příbyl	3/97	19
Razenie tunela Branisko od západného portálu ing. Jozef Frankovský	4/97	7
Dokončovací práce na tunelu Hřebeč ing. Miloslav Salač	4/97	18
Technologické vybavení tunelu Hřebeč ing. Pavel Příbyl, CSc. ing. Ján Voloch	4/97	19

SANACE, REKONSTRUKCE, ÚDRŽBA, OPRAVY

Sanace betonu v podzemí ing. Pavel Lebr	1/97	12
Rekonstrukce železničního tunelu Telgárt Antonín Straka ing. Ján Voloch	4/97	27

ZKUŠENOSTI

Sanace betonu v podzemí ing. Pavel Lebr	1/97	12
První nasazení tunelovacího systému Iseki v České republice ing. Antonín Formánek ing. Karel Franczyk	2/97	11
Definitivní ostění tunelu Hřebeč – betonáž ing. Jan Škrábek	2/97	15

**Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ
ZAJINTERESOVANÝCH DO PODZEMNÍCH
STAVEB**

Sekce silniční tunely silniční společnosti Praha v roce 1996 a plán na rok 1997 prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. ing. Jiří Smolík	1/97	22
První společné jednání odborných společností ing. Karel Metzner	2/97	26
Konference Výstavba a rozvoj dopravy v hlavním městě Norska – Oslo ing. Jiří Smolík	2/97	26
Co je nového v oblasti No-dig technologií doc. ing. Ivo Vávra, CSc.	3/97	29
Činnost sekce silniční tunely společnosti, silniční konference ing. Jiří Smolík	4/97	31

METRO

Ražené a hloubené tunely metra na Taiwanu ing. Jaromír Zlámal	2/97	24
Geologické poměry trasy IV. C metra Jiří Růžička	3/97	11

**ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO
KOMITÉTU ITA/AITES**

Zápis z jednání valného shromáždění Českého tunelářského komitétu ITA/AITES, které se konalo dne 10. 12. v Litomyšli ing. Karel Matzner ing. Jindřich Hess	1/97	23
--	------	----

	číslo:	strana:		číslo:	strana:
Statut redakční rady časopisu Tunel	1/97	24			
Změna stanov Českého tunelářského komitétu ITA/AITES	1/97	24			
Tuneláři a sport ing. Stanislav Horák	1/97	24			
Ze zasedání předsednictva	2/97	27			
Ze zasedání předsednictva	3/97	31			
Zápis z jednání valného shromáždění Českého tunelářského komitétu ITA/AITES, které se konalo dne 21. 5. 1997 v Blansku ing. Karel Matzner	3/97	31			
Fotbalový turnaj tunelářů JUDr. ing. Jiří Černý	3/97	32			
Informace o konferenci PS '97 ing. Karel Matzner	4/97	31			
ZPRAVODAJSTVO ZO SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES			KONFERENCE		
Render-vous tunelárov v Prievidzi ing. Jozef Frankovský	1/97	25	Konference „Zakládání staveb Brno 1996“ ing. Alois Kouba prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	1/97	22
Informácia o činnosti STK v prvých mesiacoch roka 1997 ing. Jozef Frankovský	2/97	27	Washington 1996 prof. Ing. Jiří Bárta, DrSc.	1/97	26
Z činnosti Slovenského tunelářského komitétu ing. Juraj Keleši	3/97	32	Tunneling Asia '97 – New Delhi ing. Richard Šňupárek, CSc.	2/97	30
Zpravodajstvo zo slovenského tunelářského komitétu ing. Juraj Keleši	4/97	32	Světový tunelářský kongres ve Vídni ing. Georgij Romancov	2/97	30
			Podzemní stavitelství z hlediska urbanismu a ekologie měst a krajinných oblastí (generální referát k 1. tématu konference '97) ing. Georgij Romancov	3/97	2
			Dopravní tunely (generální referát k 2. tématu konference '97) prof. ing. Jiří Barták, DrSc.	3/97	3
			Sanace a rekonstrukce podzemních staveb (generální referát k 3. tématu konference '97) prof. ing. Josef Aldorf, DrSc.	3/97	6
			Zamyšlení sira Alana Muir Wooda zakladatele a čestného presidenta ITA/AITES ing. Karel Matzner	4/97	2
			Konference „Podzemní stavby '97“ úvodní projev prof. Dr. ing. Alfreda Haacka ing. Karel Matzner	4/97	2
			Podzemní urbanismus a ekologické aspekty podzemních staveb Konference PS '97 – úvodní tematický projev ing. František Dvořák ing. Miloslav Novotný ing. Georgij Romancov	4/97	3
			Mezinárodní symposium „Rock support“ v Norsku ing. Richard Šňupárek	4/97	30
			Mezinárodní konference v Montrealu ing. Karel Matzner	4/97	30
ZPRAVODAJSTVÍ MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE ITA/AITES			RŮZNÉ		
Kalendář akcí ITA/AITES	2/97	32	Bibliografie článků a statí uveřejněných v Tunelu, časopisu Českého tunelářského komitétu ITA/AITES v roce 1996 ing. Pavel Polák	1/97	29
XXIII. výroční shromáždění ITA/AITES – Vídeň '97	3/97	30	Jmenný rejstřík autorů statí časopisu Tunel za rok 1996 ing. Pavel Polák	1/97	32
Z činnosti pracovních skupin WG ITA/AITES ing. Karel Matzner	3/97	30	Dodatek k článku „Geologické poměry trasy IV C Metra“ zveřejněném v předchozím čísle tohoto časopisu Jiří Růžička	4/97	32
Zamyšlení sira Alana Muir Wooda zakladatele a čestného presidenta ITA/AITES ing. Karel Matzner	4/97	2			
Mezinárodní symposium „Rock support“ v Norsku ing. Richard Šňupárek, CSc.	4/97	30			
Mezinárodní konference v Montrealu ing. Karel Matzner	4/97	30			
TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI					
Novinky laserové techniky ve stavebnictví doc. ing. Milan Kašpar, CSc.	1/97	25			
Minikonference Subterra o použití mikrotunelingu ing. David Švábenský	2/97	28			
Kam směřuje stříkaný beton? ing. Pavel Polák	3/97	27			
Poklad v jihoafrickém podzemí ing. Karel Matzner	4/97	29			

JMENNÝ REJSTŘÍK AUTORŮ STATÍ ČASOPISU TUNEL ZA ROK 1997

Jméno:	číslo:	strana:	Jméno:	číslo:	strana:
A			N		
Aldorf Josef, prof. ing., DrSc.	3/97	6	Novotný Miloslav, ing.	2/97	17
B			Novotný Miloslav, ing.	2/97	29
Barták Jiří, prof. ing. DrSc.	1/97	2	Novotný Miloslav, ing.	4/97	3
Barták Jiří, prof. ing. DrSc.	1/97	22	P		
Barták Jiří, prof. ing. DrSc.	1/97	26	Pícha Jiří, Dr. ing.	2/97	22
Barták Jiří, prof. ing. DrSc.	3/97	1	Polák Pavel, ing.	1/97	29
Barták Jiří, prof. ing. DrSc.	3/97	3	Polák Pavel, ing.	1/97	32
Bělčák Vojtěch, ing.	2/97	1	Polák Pavel, ing.	3/97	27
Božek Ivan	1/97	18	Příbyl Pavel, ing.	2/97	6
Č			Příbyl Pavel, ing.	3/97	19
Černý Jiří, JUDr. ing.	3/97	32	Příbyl Pavel, ing.	4/97	19
D			R		
Doubek Petr, ing.	1/97	32	Rambouský Zdeněk, ing.	4/97	9
Dvořák František, ing.	4/97	3	Romancov Georgij, ing.	1/97	6
F			Romancov Georgij, ing.	2/97	30
Formánek Antonín, ing.	2/97	11	Romancov Georgij, ing.	3/97	2
Franczyk Karel, ing.	2/97	11	Romancov Georgij, ing.	4/97	3
Frankovský Jozef, ing.	1/97	25	Romancov Georgij, ing.	3/97	11
Frankovský Jozef, ing.	2/97	25	Růžička Jiří	3/97	11
Frankovský Jozef, ing.	3/97	17	Růžička Jiří	4/97	32
Frankovský Jozef, ing.	4/97	7	S		
H			Salač Miloslav, ing.	4/97	18
Hess Jindřich, ing.	1/97	23	Sedláček Břetislav, ing.	3/97	24
Hess Jindřich, ing.	4/97	1	Smolík Jiří, ing.	1/97	22
Horák Stanislav, ing.	1/97	24	Smolík Jiří, ing.	2/97	26
Hudek Jiří, ing.	3/97	13	Smolík Jiří, ing.	4/97	31
K			Straka Antonín	4/97	27
Kašpar Milan, doc. ing. CSc.	1/97	25	Š		
Kašpar Milan, doc. ing. CSc.	4/97	13	Šima Ervín, ing.	4/97	23
Keleši Juraj, ing.	3/97	32	Škrábek Jan, ing.	2/97	15
Keleši Juraj, ing.	4/97	32	Šňupárek Richard, ing., CSc.	2/97	30
Klepsatel František, prof. ing., CSc.	2/97	20	Šňupárek Richard, ing., CSc.	4/97	9
Konečný Petr, doc. ing., CSc.	2/97	2	Šňupárek Richard, ing., CSc.	4/97	30
Kouba Alois, ing.	1/97	22	Švábenský David, ing.	2/97	28
L			T		
Lebr Pavel, ing.	1/97	12	Torner Václav, ing.	4/97	23
M			V		
Matzner Karel, ing.	1/97	21	Vávro Ivo, doc. ing., CSc.	3/97	29
Matzner Karel, ing.	1/97	23	Vohnout M., ing.	4/97	19
Matzner Karel, ing.	2/97	26	Voloch Ján, ing.	4/97	27
Matzner Karel, ing.	3/97	30	Voštová Věra, doc. ing., CSc.	4/97	13
Matzner Karel, ing.	3/97	31	U		
Matzner Karel, ing.	4/97	2	Uhlík Miroslav, ing.	1/97	1
Matzner Karel, ing.	4/97	29	Z		
Matzner Karel, ing.	4/97	30	Zlámal Jaromír, ing.	2/97	24
Matzner Karel, ing.	4/97	31	Zlámal Jaromír, ing.	3/97	8

těn severní portál tunelu (foto 1). Tomuto problému je také věnována následující část příspěvku.

Známky starých svahových pohybů nejsou vizuálně patrné; reliéf terénu je překryt řadou stavebních úprav v dané oblasti (opěrné zdi, terasy, komunikace, zbytky bývalé zástavby).

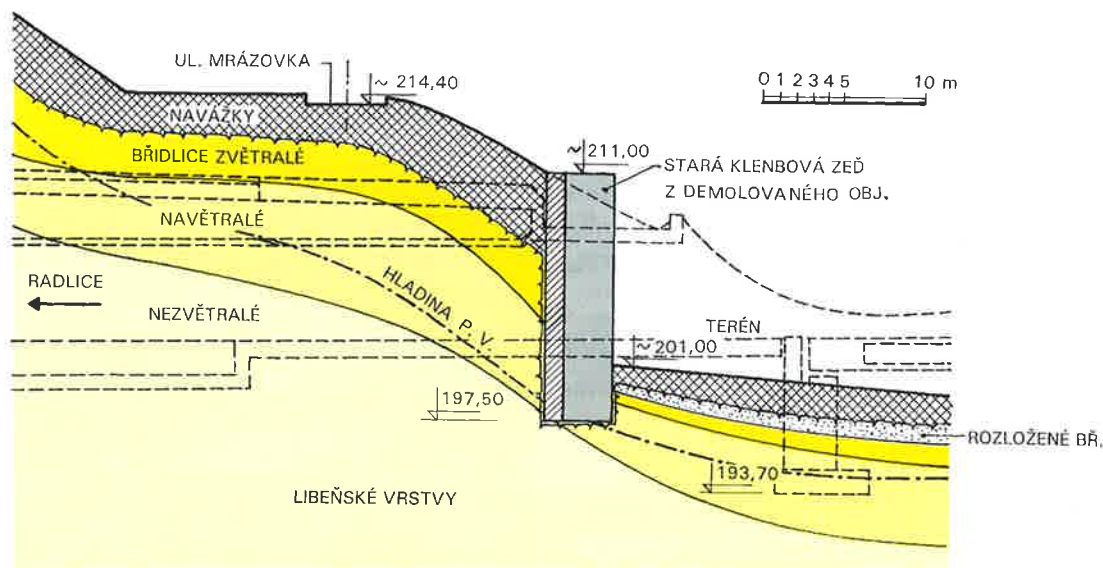
GEOLOGICKÉ POMĚRY V OBLASTI SEVERNÍHO PORTÁLU

Geologická skladba území je dokumentována v podkladu [1] a schematicky vyznačena v obr. 2. Skalní podloží je tvořeno jílovito-prachovitými břidlicemi li-

GENEZE ZAJIŠTĚNÍ STABILITY SVAHU MRÁZOVKY

Po demolici původní zástavby v r. 1992 byla stabilita svahu zajišťována starou

SCHÉMATICKÝ GEOLOGICKÝ PROFIL - MO ZÁPAD



OBR. 2

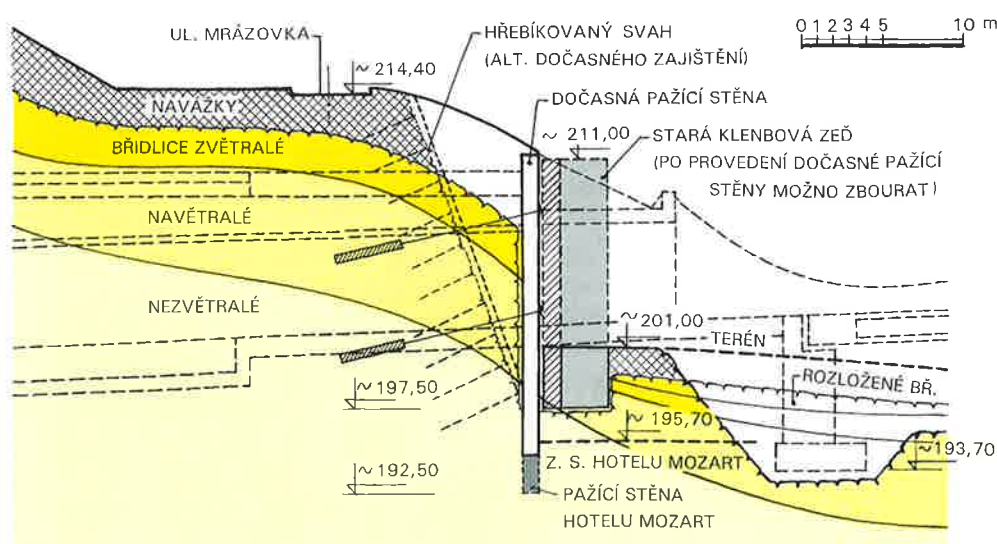
beňského souvrství pražského ordoviku; pokryv tvoří navážky proměnlivé mocnosti cca 1 až 3 m. Břidlice jsou alterovány do celkové hloubky až 10 m. V zóně alterace je možno rozlišit jako obvykle oblast rozložených břidlic (mocnost cca 1 m), zvětralých břidlic (mocnost cca 1 až 3 m) a navětralých břidlic (mocnost cca 2 až 5 m).

Horniny jsou středně až silně rozpukané, provrásněné, místy výrazně tektonicky porušené. Hladina podzemní vody se pohybuje v zóně zvětralých břidlic a zasahuje i do výkopů hloubených pro základové konstrukce v dané oblasti.

klenbovou zdi (ponechaný fragment zbourané zástavby). Do tohoto dočasného podpěrného systému začala velmi nepříznivě zasahovat stavební jáma hotelu Mozart a posléze i výkop pro jižní opěru rampového mostu, který spojuje jižní portál Strahovského tunelu a severní portál tunelu Mrázovka.

Vyřešení tohoto problému vyžadovalo buď zajištění svahu kotvenou pažicí konstrukcí, provedenou za rubem staré klenbové zdi s její následnou demolicí, nebo etapovitě bourání klenbové zdi po sestupných etážích se současným hřebíkováním svahu (obr. 3).

ŘEZ OSOU MO ZÁPAD - PŮVODNÍ NÁVRH



OBR. 3

V obou případech šlo o konstrukce dočasné, které by musely být v průběhu výstavby hloubené části tunelu Mrázovka vybourány.

Jako podstatně racionálnější se jevil návrh globálního zajištění stability svahů Mrázovky, realizované spojením pažicích stěn jámy hotelu Mozart s definitivní portálovou stěnou ražených tunelů [2].

Negativní vlivy opakovaných napěťodeformačních změn v oblasti stávající paže svahu jsou v tomto případě eliminovány stabilizujícími konstrukcemi, výhodně umístěnými v dosud stavebně neovlivněné části masivu. Realizace všech situací a časově „předsunutých“ prací pak mohla probíhat v prostoru spolehlivě zajištěném proti vzniku zásadních svahových pohybů (obr. 4).

Předpokladem pro realizaci tohoto technicky i ekonomicky výhodného řešení bylo:

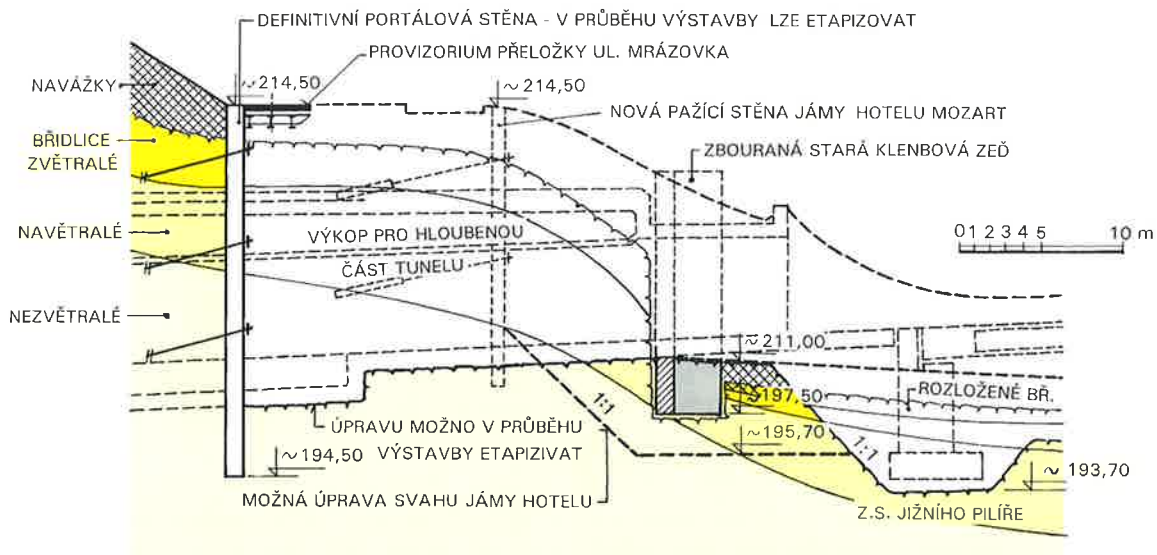
- převedení ulice Mrázovka a inženýrských sítí v ní vedených na provizoria umístěná podél portálové zdi raženého tunelu,
- zbourání domů čp. 492–494 v ulici Mrázovka.

V obou případech byla možná realizace v etapách, takže okamžité bourání domů či kompletní provedení portálové stěny i s křídly nebylo požadavkem aktuálním. Projekčně bylo třeba najít řešení optimální jak z hlediska technického, tak z hlediska časové organizace výstavby.

PAŽICÍ KONSTRUKCE PORTÁLOVÉ STĚNY RAŽENÝCH TUNELŮ

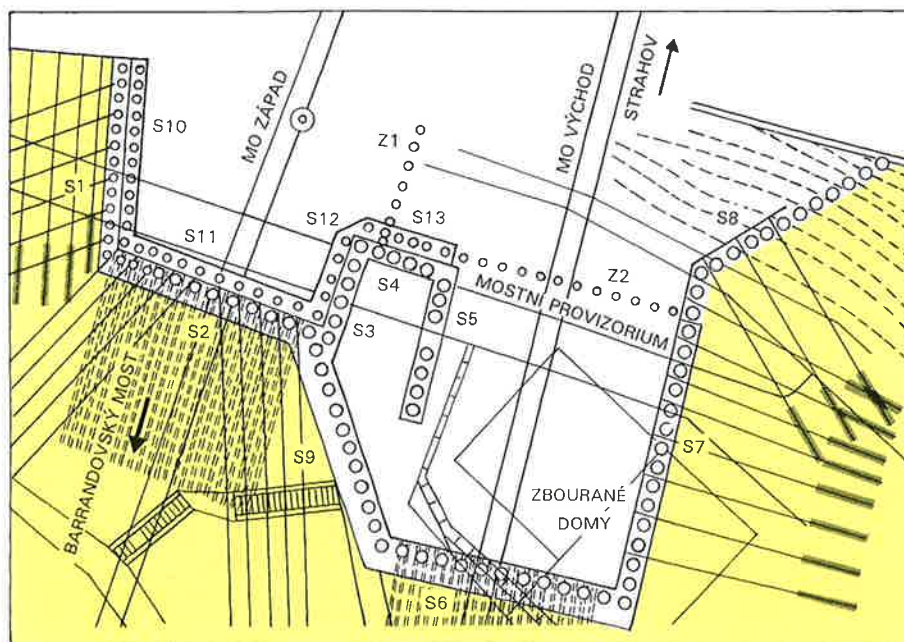
Část pažicí konstrukce portálové stěny u západní tunelové trouby byla převe-

ŘEZ OSOU MO ZÁPAD - NOVÝ NÁVRH PORTÁLOVÉ STĚNY



OBR. 4

DEFINITIVNÍ ŘEŠENÍ PORTÁLU SE ZDVOJENÝMI PILOTOVÝMI STĚNAMI U MO ZÁPAD



OBR. 5

dena v 1. etapě v rámci zajištění stability svahu Mrázovka. Jednalo se o pilotové stěny S1, S2, S3, S4, S5 a záporovou stěnu Z1 (obr. 5) a související výkopy. Nesouvislé pilotové stěny byly tvořeny vrtnými pilotami \varnothing 900 mm à 1500 mm s meziklenkami ze stříkaného betonu; kotvení bylo provedeno třemi řadami pramencových kotev s $F_{dov} = 650$ kN. Kolem budoucího ostění západní tunelové trouby byl vytvořen ochranný mikropilotový deštník (foto 2).

Konstrukce 1. etapy byly navrženy a provedeny na základě statického řešení, jež nepředpokládalo v severním hloubeném úseku pod nivelitou tunelu žádné podlaží. Prostorové požadavky na technologické vybavení tunelů si dostatečně vyžádaly podzemní podlaží pod nivelitami obou tunelových trub. To znamenalo zvětšení stavební jámy a současně její prohloubení v celém rozsahu o cca 6,0 m.

Provedené konstrukce kotvených pilotových stěn však nevyhovovaly novým požadavkům. Základová spára již provedených pilotových stěn S1, S2, S3 a S4 je nad úroveň nového definitivního dna jámy. V 2. etapě byly proto před patou



FOTO 2 Západní tunelová trouba – pohled na portál se vstupem do průzkumné štoly

těchto stěn navrženy další kotvené pilotové stěny S10, S11, S12 a S13, které jsou tvořeny pilotami \varnothing 600 mm à 1500 mm a zapuštěny dostatečně hluboko pod nové definitivní dno stavební jámy [3].

Dříve navržené, ale v 1. etapě neprovedené stěny S6, S7 a S8, jsou v současné době realizovány se čtyřmi kotevními řadami až na nově požadovanou úroveň základové spáry (foto 3). Půdorys technologického podlaží si vyžádá provedení nové čtyřnásobně kotvené pilotové stěny S9 z pilot \varnothing 900 mm (foto 4).

Vzhledem k podstatným změnám v uspořádání pažicích konstrukcí byl proveden podrobný statický výpočet [4], posuzující jak nové konstrukce, tak již prove-



FOTO 3 Hloubení jámy před pilotovou stěnou S7



FOTO 4 Východní tunelová trouba – pohled na pilotovou stěnu S6 a S9

dené stěny a jejich kotvy, které nebylo možno prodlužovat. U všech již provedených stěn stávající uspořádání, doplněné další řadou pramencových kotev dl. 18 m s $F_{dov} = 650$ kN, vyhovělo novým podmínkám.

Návrh pažicích konstrukce a výsledky statického řešení pro 1. etapu byly ověřovány u portálu západní tunelové trouby observačním měřením deformací pažicích konstrukce a velikosti kotevních sil. Měřené deformace podpor pažení a předpětí v kotvách se pohybovaly v oblasti hodnot stanovených statickým výpočtem.

ZÁVĚR

Zajištění stability svahu Mrázovka bylo prováděno v několika etapách. Rozhodnutí o použití kotvených pilotových stěn v místě portálové stěny ražených tunelů bylo technicky správné a ekonomicky výhodné, a to i za cenu vytvoření mostního provizoria nad stavební jámou pro ulici Mrázovka.

V 1. etapě provedené zajištění portálu západní tunelové trouby umožnilo vytvoření pracovní plošiny, z jejíž úrovně mohla být zahájena ražba průzkumné štoly, která (jak se později ukázalo) umožnila získat zásadní a současně varovné poznatky o možném chování horninového masivu při další ražbě v jeho oslabených partiích.

2. etapa zajištění portálu umožní prohloubení jámy až na úroveň nově požadovaného technologického podlaží pod hloubenou částí tunelů. Statický systém první etapy byl posouzen jako vyhovující při začlenění do pažicích konstrukce, zajišťující stavební jámu o 6 m hlubší.

Statické řešení a vyhodnocení observačního měření je realizováno v rámci grantového projektu č. 103/97/0022, podporovaného Grantovou agenturou České republiky.

PODKLADY

- [1] Dílčí zpráva IGP pro objekt 2501. Zpracoval PÚDIS Praha, XI/1993.
- [2] Stabilita svahu Mrázovka – nultá stavba. Zpracoval prof. Barták, XII/1993.
- [3] Výkresová dokumentace zajištění stavební jámy Mrázovka. Zpracovala firma IK – Ing. Mařík, V/1996.
- [4] Statické řešení stavební jámy Mrázovka. Zpracoval prof. Barták, IV/1997.

METRO – BRATISLAVA

ING. PAVOL VLČEK, PRAGOPROJEKT A. S.

METRO – BRATISLAVA

CAPITAL REPRESENTATIVES OF SLOVAK REPUBLIC HAD DECIDED IN THE YEAR 1987 TO OPEN THE PREPARATION OF NEW BASIC CITY MASS TRANSPORT SYSTEM ON THE BASE OF THE SEGREGATE RAILWAY SYSTEM. THERE WAS SUGGESTED AUTOMATIC SYSTEM OF SIMPLE SUBWAY METRO VAL 208 PRODUCED BY THE FRENCH FIRM MATRA.

NOSNÝ SYSTÉM MHD V BRATISLAVĚ

V posledních letech byla různými studii i odbornými posudky vícekrát prokázána potřeba řešení problematiky městské hromadné dopravy v Bratislavě na bázi segregovaného nosného systému MHD. Poslední komplexně dopravně-urbanistická studie prokázala, že nejvýhodnějším řešením dané problematiky je vybudování nového nosného systému, který bude úplně oddělený od ostatních druhů dopravy a bude tvořit novou základní kostru systému MHD. Byl navržen automatický dopravní systém francouzské firmy MATRA s vozidly typu VAL 208. Provoz na trati bude automatický, bez přítomnosti řidiče ve vozidle. Cílevědomá dopravní politika městských orgánů při zabezpečení dobrého, spolehlivého a ekonomicky funkčního systému hromadné dopravy může zabránit také nekontrolovatelnému nárůstu individuální automobilové dopravy. Rozmístění demografických aktivit je v Bratislavě značně nevyvážené, neboť v Petržalce je umístěno pouze 6,7 % pracovních příležitostí, ale bydlí zde 29,9 % obyvatel Bratislavy. Proto potřeba budovat 1. provozní úsek vychází z požadavku spojit největší městskou část na Slovensku – Petržalku – s centrem Bratislavy.

POPIS TRASY – 1. ETAPY

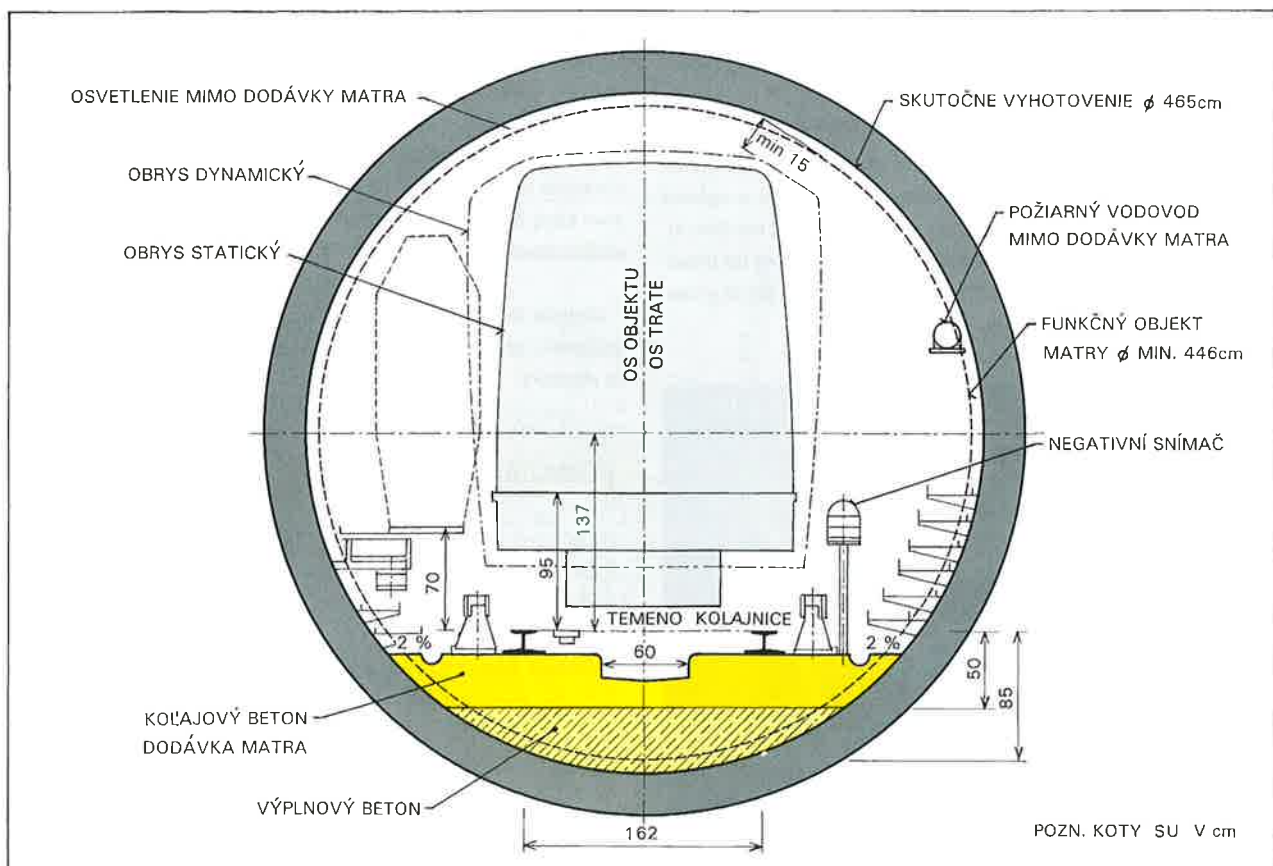
Navrhovaný segregovaný dopravní systém bude v Petržalce převážně na estakádě; na ní je zde šest stanic, podzemní je jedna. Přejechání Dunaje bude provedeno raženým tunelem. V centru města jsou stanice navrženy jako hloubené, mezistaniční traťové úseky budou budovány v neogénu ražením metodou TBM. Pro každý směr je navržen samostatný tunel. Poslední úsek mezi stanicí „Hlavná stanica“ a „Trnavské Mýto“ budou tunely z poloviny své délky raženy v granodioritech technologií NRTM, druhá polovina bude buď ražena mechanickým štítem, případně hloubená.

Depo, které je navrženo pro potřeby technologie VAL, je situováno do lokality „Janíkov dvor“. Mimo prostory pro garážování, opravy a údržbu vozidel bude zde řídicí dispečink a zkušební kolej.

Pro základní informaci uvádím, že na pravém břehu Dunaje bylo postupně od roku 1975 vybudováno 42 000 bytů převážně v panelové zástavbě, bydlí zde více než 127 000 obyvatel na ploše cca 28,7 km².

VZOROVÝ PRIEČNY REZ RAZENÝM JEDNOKOLAJNÝM TUNELOM BUDOVANÝ METÓDOU TBM

(VNÚTORNÝ SVETLÝ PRIEMER JE 465cm, HRÚBKVA OBMUROVKY ZO ZELEZOBETÓNOVÝCH TLAČIVÝCH TUBINGOV JE 30 cm)



HLAVNÍ UKAZATELE STAVBY

Celková provozní délka sítě – cílový stav po roce 2030	
Provozní délka trasy A (Dúbravka–Rača)	18,902 km
Provozní délka trasy B (Petržalka–Ružinov)	13,679 km
Provozní délka 1. etapy trasy B 9 (Petržalka–CMO–Trnavské Mýto)	733 km
Počet stanic	12
Celková délka sítě pro cílový rok 2030	32,581 km
Okolo centra vytvoří obě trasy uzavřený kruh se dvěma přestupnými stanicemi (Kamenné náměstie, Trnavské Mýto).	

GEOLOGICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMĚRY

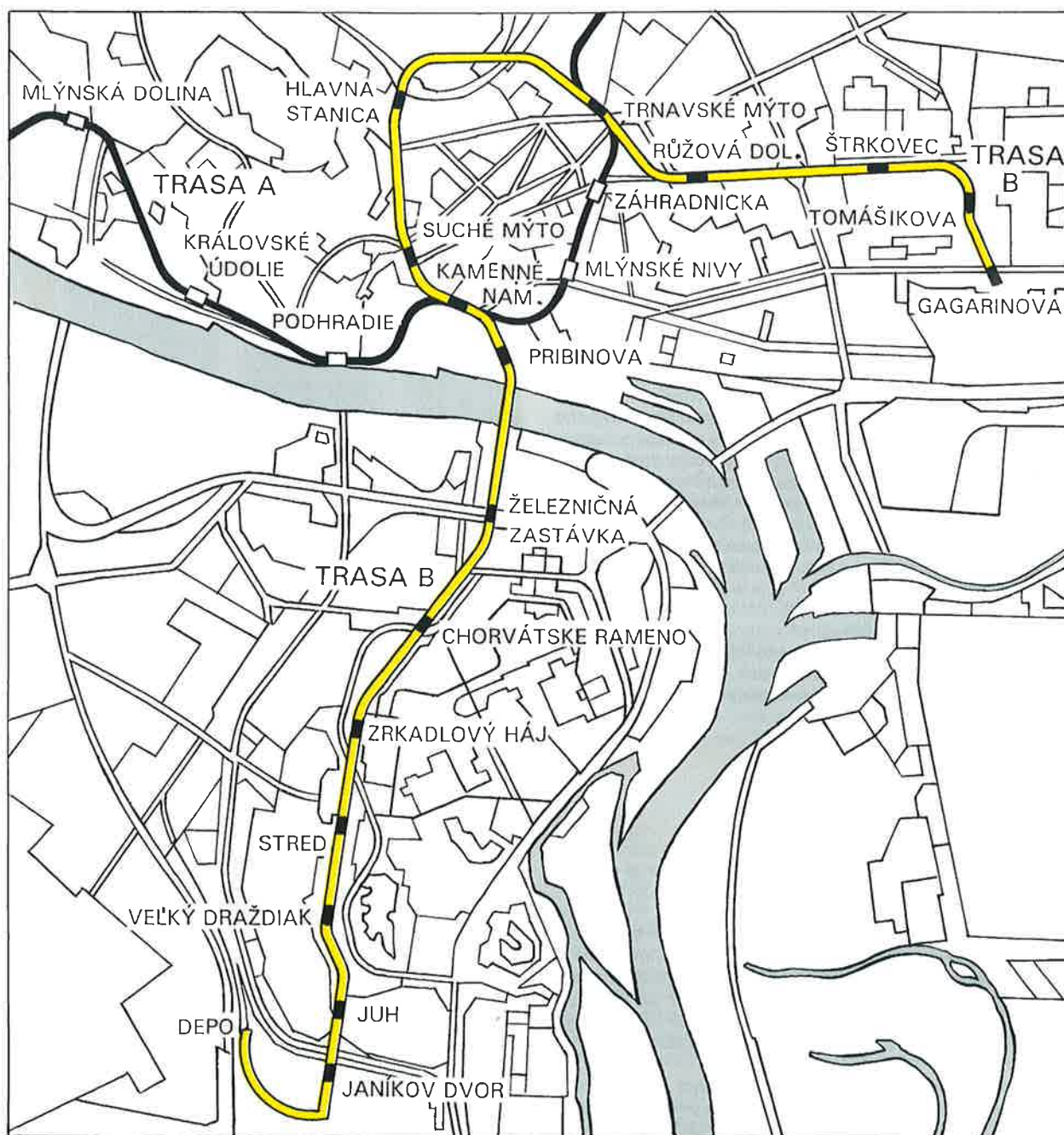
Předmětné území je tvořeno následnými geologickými útvary:

- usazenými horninami terciéru a kvartéru (úsek trasy od hlavní železniční stanice na jih),
- krystalinikum bratislavského masivu, reprezentováno převážně granitoidy (část severně od hlavní železniční stanice).

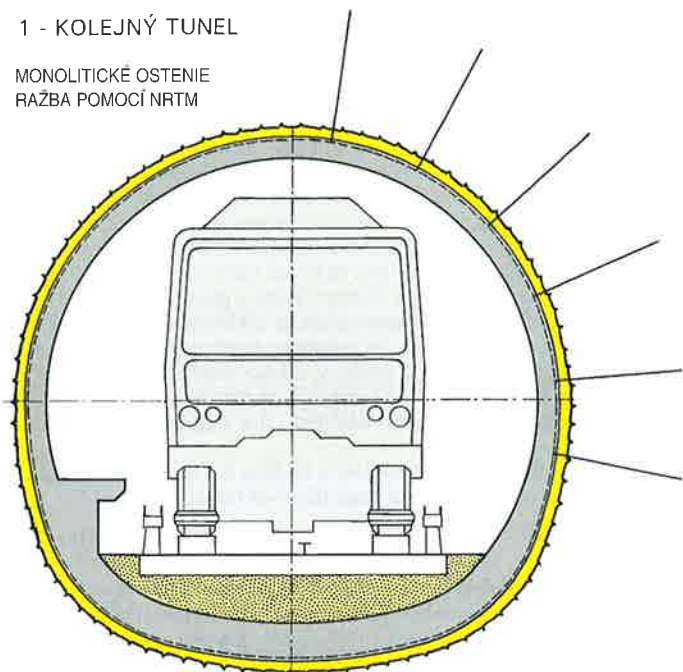
Převážnou část zkoumaného území trasy B (na jih od hlavní železniční stanice) tvoří kvartérní a neogenní (terciér) sedimenty.

Kvartérní sedimenty jsou v celém svém rozsahu produktem agrační činnosti Dunaje, který svojí erozně-akumulační činností ovlivnil charakter povrchu tohoto území. Komplex těchto fluvialních sedimentů představuje šterkopísčité souvrství tloušťky cca 12–15 m. Granulometricky se jedná o šterky a písky, které jsou v závislosti od geneze v různém poměru zastoupení jednotlivých frakcí navzájem, s překrytím povodňovými jemnozrnnými hlínami a písky. Na levém břehu Dunaje, v oblasti CMO, vytvářejí fluvialní sedimenty kvartéru terasy tzv. „bratislavského trasového území“. Báze nejvyšší terasové úrovně je v průměru 144 m n. m. a báze mladších šterkových akumulací jsou na kótách 132 m n. m., 128 a 122 m n. m. Terasové akumulace jsou tvořeny písčitymi šterky s převahou křemitých valounů. Šterky starších teras jsou limonitizovány se značným obsahem rezavohnědých hlín. Čím je terasa mladší, tím méně jsou šterky zvětrány, hlinitý komponent klesá a převládá komponent písčité. V hlubších polohách přibývají větší valouny průměru 150 až 200 mm a na rozhraní s podložními jíly je možno narazit na balvany průměru 400–600 mm i více (cca 1,0–1,2 m) nepravidelně roztroušenými na této kontaktní vrstvě.

Povrchové vrstvy území tvoří navážky o tloušťce 2–6 m, jejichž vlastnosti se mění v závislosti od obsahu hlinité, resp. šterkovité frakce.

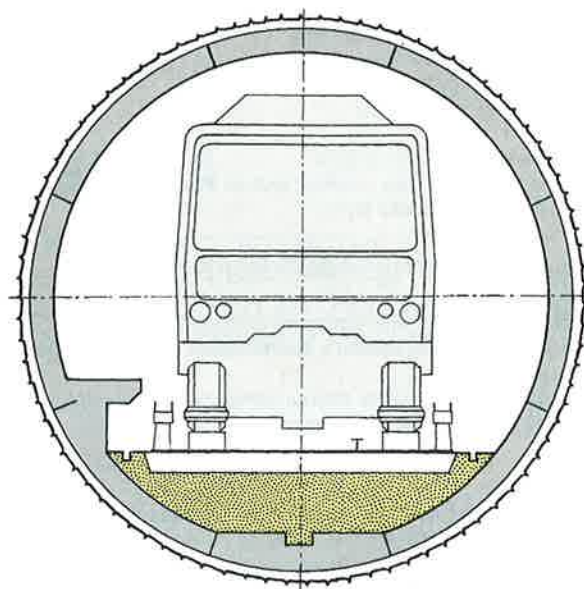
SITUÁCIA I. ETAPY TRASY B JANÍKOV DVOR - TRNAVSKÉ MÝTO

1 - KOLEJNÝ TUNEL

MONOLITICKÉ OSTENIE
RAŽBA POMOCÍ NRTM

1 - KOL'AJNÝ TUNEL - VAL

SKLADANÉ OSTENIE - ŽLB TUBINKY RAŽBA POMOCOU TBM



Přímé podloží kvartérním fluvialním sedimentem tvoří na celé trase neogenní sedimenty. Jsou zastoupeny pliocenním (panonskými) jezerními pelitickými sedimenty. Sedimenty neogénu jsou v raných stádiích diagenese. Litologicky jsou to především jíly, hlinité a prachovité jemnozrné písky. Jednotlivé polohy těchto sedimentů netvoří průběžné souvislé horizonty, nýbrž jsou do sebe vklíněny a v horizontálním směru se střídají. Jejich proměnlivost se projevuje i ve vertikálním směru různou tloušťkou vrstev, které vytvářejí čočky nepravidelných rozměrů a tloušťky. Povrch neogénu je poměrně pravidelný, ne však rovný, což je dáno především erozivní činností řeky Dunaj a jejich bývalých ramen.

Variabilita inženýrsko-geologických poměrů a typické profily při ražení tunelů, které se budou v profilu kvartéru a neogénu vyskytovat, jsou na obrázku.

V zájmovém území se nachází podzemní voda, kterou jsou nasyceny horniny podloží. Podzemní voda, která stéká z úpatí Malých Karpát po povrchu neogénu do níže položené štěrkové akumulace, vytváří tu spolu s vodou infiltrující z Dunaje souvislou hladinu. Písečné štěrky pro svou vysokou propustnost (koeficient propustnosti se pohybuje v rozmezí 10^{-3} – 10^{-2} ms^{-1}) umožňují intenzivní pohyb vody, tedy i úroveň hladiny spodních vod se bude měnit v závislosti na kolísání vody v Dunaji. Za povodně je v štěrkovité formaci hladina podzemní vody v bezprostřední blízkosti Dunaje na kótě 135–136 m n. m. (průměrně 131,0–131,5 m n. m.) a směrem k úpatí Malých Karpát mírně stoupá v terasovém vývoji štěrků, sledující povrch neogénu (bázi terasových akumulací). Podložní neogenní sedimenty jsou navzdory mnohým nepravidelným málo propustným polohám jílu napájené vodou z vyšších poloh kvartéru, a proto jemné až prachovité písky jsou v důsledku toho náchylné ke stekutění.

Uvedené geologické prostředí pro ražení traťových tunelů si vyžaduje použití štitovací metody s aktivní podporou čela výrubu.

Na geologické stavbě bratislavského území se podílejí i granitoidy krystalinika (severně od hlavní železniční stanice), kterými bude trasa metra procházet. Výstavba traťových tunelů se tady uskuteční konvenčními metodami.

TECHNOLOGIE VÝSTAVBY

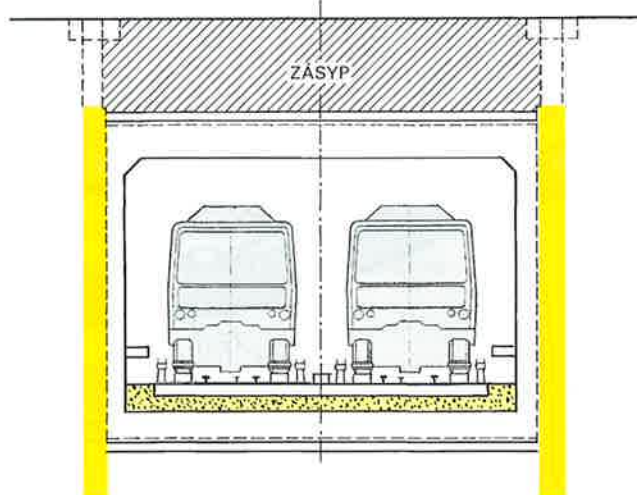
RAŽENÉ TUNELY

Ražené úseky tunelů ve zvlněných fluvialních sedimentech kvartéru, na rozhraní kvartéru a neogénu, případně v neogénu, je možno realizovat efektivně pouze s využitím bentonitového štítu se speciálními doplňky (drtič, řezné kotouče na balvany aj.)

Při ražbě pod CMO je nutné počítat kromě rizik technologických také s riziky kvalitativně odlišnými od rizik ražby pod vodou. Jedná se především o možné (a často neoprávněné) nároky majitelů objektů, které by mohly být ražbou dotčeny. Předjetí tomuto nebezpečí je třeba věnovat mimořádnou pozornost, zejména v oblasti prognózy velikosti a rozsahu poklesové kotliny vyvolané ražbou a dokonalou inventarizací stavu objektů a jejich založení v této zóně před zahájením výstavby.

Tunely ražené NRTM jsou uvažovány pro úsek mezi stanicí „Hlavná stanica“ a sdruženým objektem v ulici „Pionierska“. Předpokládá se povrchová výstavba dvojkolejného tunelu od sdruženého objektu směrem k železniční stanici, krátka

2 - KOL'AJNÝ TUNEL HLOUBENÝ - VAL

PODZEMNÍ STENY PAŽÍCÍ - TUNEL ŽELBET. VODOSTAVEBNÝ BETON
BEZ IZOLACE PO CELÉM OBVODĚ

koncová část má dva tunely jednokolejné. Prvních 150 m tohoto úseku bude tunelováno v kvartérních a neogenních sedimentech, v nichž bude spolu s členěním výrubu nutné používat doplňující technologie pro zajištění stability výrubu (mikropiloty, trysková injektáž, jehlování, provizorní spodní klenby).

Převážná část úseku bude tunelována v granodioritním masivu se střední až vysokou pevností (třídy R2 až R3), kde lze předpokládat průběh ražby a vystrojování bez větších komplikací, se subtilním def. ostěním bez spodní klenby.

TUNELOVÝ PODCHOD DUNAJE

Tato část stavby patří svou geologicko-litologickou stavbou k nejsložitějším úsekům bratislavské podzemní dráhy. Jedním ze základních požadavků na výškové vedení trasy je požadavek na mocnost překrytí tunelu pod řekou. Lze konstatovat, že překrytí tunelu vrstvami neogénu by mělo být nejméně mocnosti profilu tunelu. Je zde ale mocnost určité komunikace hydraulického propojení neogenních písčitéch poloh s napjatou hladinou a vysoce propustnými fluvialními štěrky ve dně Dunaje.

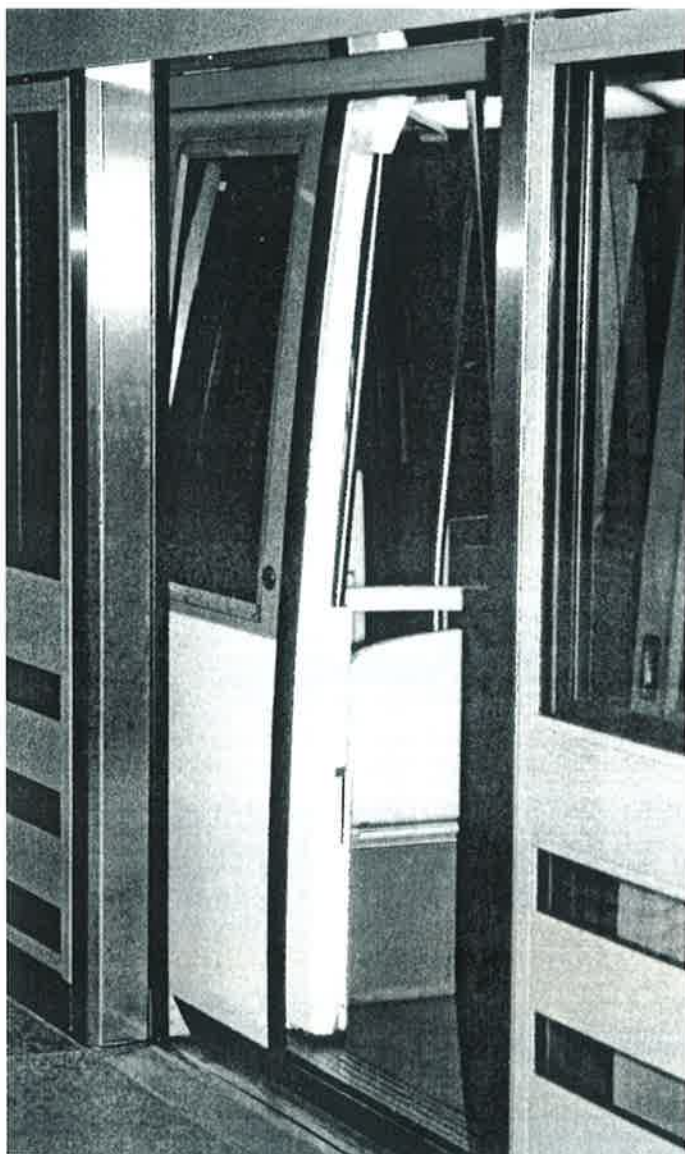
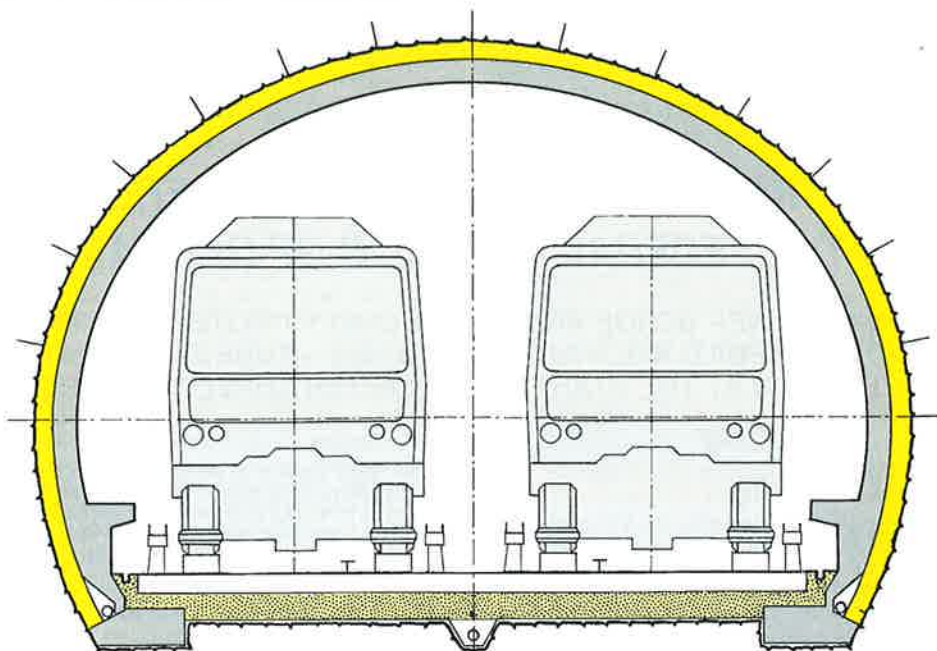
Z uvedených informací vyplývá, podchod pod korytem Dunaje představuje určité riziko při výstavbě a je třeba pokračovat v dalším upřesňování geologického prostředí v řece, především pomocí geofyzikálních metod. Toto bude zároveň sloužit pro upřesňování požadavků na parametry razičního mechanismu.

PASPORTIZACE OBJEKTŮ

Pro každou tunelovou stavbu je třeba v etapě její přípravy a zpracování doku-

2 - KOĽAJNÝ TUNEL - VAL

RAŽBA POMOCOU NRTM - V GRANITOIDNOM MASIVE



mentace vyřešit vznik a působení všech nepříznivých účinků, vyvolaných jak vlastní stavbou, tak i budoucím dopravním provozem tunelu. Řešení této problematiky spadá v různém rozsahu do jednotlivých etap zpracování dokumentace. Je nutné v rámci DUR provést inventarizaci objektů v zóně ohrožení, v rámci DSP pak stavebně technický průzkum. Podrobná pasportizace bude provedena až těsně před zahájením stavebních prací. Jedná se o prokazatelné podrobné zajištění a zdokladování technického stavu objektů ještě před zahájením stavby. Vzhledem k velké hustotě zástavby musí být této problematice věnována mimořádná pozornost.

VÝSTAVBA HLOUBENÝCH STANIC V CMO

V podmínkách Bratislavy je zřejmé, že všechny stanice budou budovány v hlubokých jámách pažených pomocí podzemních stěn. Vzhledem ke hloubce jam a působení podzemní vody budou jámy kotvené nebo rozpírané. Pro výstavbu podzemních stěn se uvažuje především použití hydrofrézy, v menším rozsahu vedený drapak na teleskopické Kelly tyči.

Pro zabezpečení dna stavební jámy před účinkem podzemní vody je třeba zajistit čerpání vody z prostoru budoucí stavební jámy a dále zabezpečit dno před účinkem proudící podzemní vody. Jinou alternativu k tomuto problému je vytvoření těsného dna ve stavební jámě např. tryskovou injektáží. Vlastní konstrukce stanic bude z vodostavebního betonu. Budou budovány buď vzestupným nebo sestupným způsobem výstavby. Při vzestupném způsobu se při postupné realizaci kotev nebo dočasných rozpěr vykope stavební jáma a potom se z úrovně základové spáry zhotoví vnitřní konstrukce stanice postupem zdola nahoru. Při sestupném způsobu se konstrukce stanice buduje postupně po etapách shora dolů (vnitřní sloupy jsou zhotovené jako piloty) výkop je pažen definitivním stropem. Nejdříve se vybuduje horní strop, který slouží také pro provizorní převedení dopravy a pro zařízení staveniště. Tento postup je však nákladnější a pomalejší.

ZÁVĚR

V roce 1997 byla zpracována „Dopravno-urbanistická studie komplexního rozvoje nosného systému MHD v Bratislavě“ a „Dokumentace pro územní rozhodnutí pro 1. úsek trasy B Janíkov dvor–Trnavské Mýto“. V současné době se zpracovává „Dokumentace pro stavební povolení“. Dokončení a uvedení do provozu 1. etapy se očekává v roce 2004. Vybudování 1. provozního úseku lehkého metra s technologií VAL vytvoří ve městě novou základní dopravní osu, ke které připojí jako doplňkové druhy dopravy tramvaje, trolejbusy a autobusy. Tím dojde ke kvalitativní změně v městské hromadné dopravě. Tím se alespoň částečně vyřeší dnešní velmi nepříznivá situace MHD v Bratislavě.

Detail nástupištní stěny

VÝSTAVBA DIAĽNIČNÉHO TUNELA KÖNIGSHAINER BERGE V SPOLKOVEJ REPUBLIKE NEMECKO

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

CONSTRUCTION OF THE KÖNIGSHAINER BERGE TUNNEL IN THE FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

IN THE KÖNIGSHAINER BERGE AREA, A SPECIALLY PROTECTED LANDSCAPE, THERE WAS DECIDED TO BUILD A 3,3 KM LONG DOUBLE – TUBE TUNNEL. THE TUNNEL WILL BE SET INTO OPERATION AT THE START OF 1999 AFTER THREE YEARS CONSTRUCTION.

ÚVOD

Dvojrúrový diaľničný tunel Königshainer Berge má dĺžku 2 x 3,3 km a leží na trase diaľnice A4 Dresden–Wrocław pri meste Görlitz len niekoľko km od hraníc medzi SRN a Poľskom. Realizačné zabezpečenie projektu bolo zverené DEGES (Deutsche Einheit Fernstrassenplanungs- und Bau, GmbH Berlin). Celá výstavba má byť realizovaná za cca 3 roky, čím – rovnako ako celkovou dĺžkou tunelových rúr – je táto stavba podobná nášmu tunelu pod Braniskom. Nebude preto iste bez zaujímavosti porovnanie, ako sa so zadanou úlohou vysporiadávajú naši nemeckí kolegovia.

ZÁKLADNÉ PARAMETRE TUNELA

Tunel tvoria dve samostatné tunelové rúry podkovovitého prierezu, razené súbežne v osovej vzdialenosti cca 27,5 m. Majú šírku vozovky 7,5 m a obojstranné vyvýšené obslužné chodníky šírky po 1,0 m, takže svetlá šírka tunela v úrovni chodníkov je 9,5 m a maximálna šírka tunela 10,5 m. Vozovka má jednostranný priečny sklon 2,5 %. Výška prejazdného prierezu je 4,5 m. Tunel je vystrojený dvojrúrovňovým ostením s medziahľou pláštovou izoláciou a má pozdĺžnu ventiláciu so 6-timi dvojicami axiálnych ventilátorov (obr. 1). V oboch tunelových rúrach sú 4 jednostranné zálivy dĺžky 50 m na odstavenie nepojazdných vozidiel vo vzdialenostiach po 670 m. Tunelové rúry sú navzájom prepojené 9-timi spojovacími chodbami v osových vzdialenostiach 335 m, ktoré sú z dôvodov organizácie výstavby prejazdného prierezu pre stavebné stroje. Prie rez výrubu je 80,5 m², v zálive 120 m². Výška nadožitia je maximálne 60 m. Niveleta tunelov stúpa od oboch portálov 0,5 % (obr. 2).

GEOLOGICKÉ PODMIENKY

Prakticky po celej dĺžke sú obe tunelové rúry razené v žule, ktorá pred cca

290 mil. rokov prenikla do starších, predkambrských hornín. Tieto boli milióny rokov denudované, takže pred asi 65 miliónmi rokov sa dostala žula na povrch. Meniace sa klimatické podmienky spôsobili hĺbkové zvetranie a rozpukanie žuly, siahajúce až na úroveň nivelety tunela. V niektorých poruchách je žula rozložená až na piesok. Práve zvetranie však spôsobuje relatívnu vodotesnosť masívu, čo je v tomto prípade výhodou: vzhľadom na požiadavky ochrany podzemných vôd je z tunela povolený výtok len 5 l.s-1.

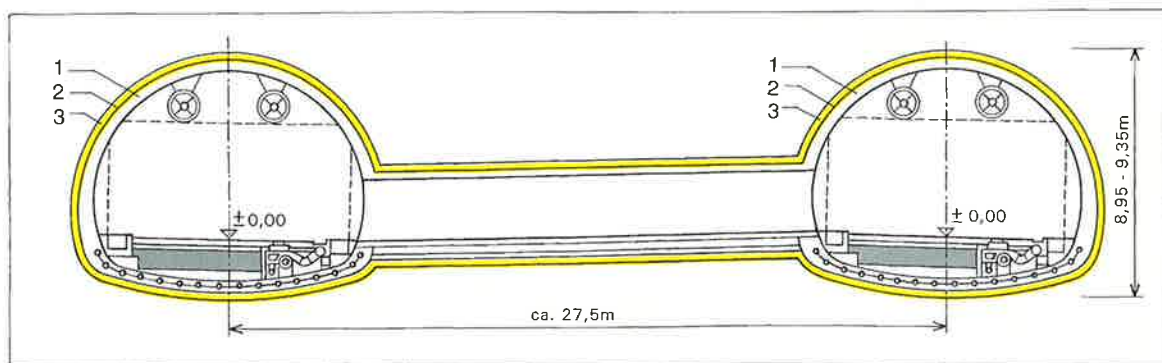
TECHNOLÓGIA VÝSTAVBY

Tento diaľničný tunel sa priam ponúkal na razenie s použitím plnoprofilových raziacich strojov (TBM) do skalných hornín. Pre túto technológiu razenia je vhodná dĺžka tunela aj geologické podmienky, o čom sa bolo možné presvedčiť vo viacerých kameňolomoch a odkryvoch v blízkosti trasy. Od myšlienky použiť TBM sa však rýchlo upustilo z týchto dôvodov:

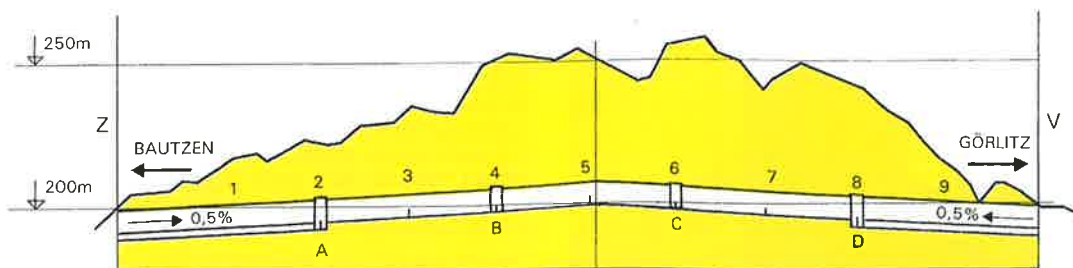
- v SRN nemajú s použitím TBM takých veľkých prierezov (cca 11,5 m) v skalných horninách dostatok skúseností,
- termín dokončenia tunelov (apríl 1999) je príliš napätý. Čas na objednanie, vyprojektovanie a dodávku raziaceho stroja je príliš krátky, kým s konvenčným razením možno začať prakticky ihneď.

Rozhodnutie preto padlo pre konvenčnú metódu razenia Novou rakúskou tunelovacou metódou (NRTM). Výstavbu tunelov realizuje združenie podnikov Tunnel Königshainer Berge, ktoré tvoria firmy Hochtief AG, Universale Bau a Schachtbau Nordhausen. Vypracovaním projektu, IG prieskumom, stavebným dozorom a hlavným vedením stavby bolo poverené Ingenierbüro Müller & Hereth. Razenie sa začalo v marci 1996, pričom súčasne sa od oboch portálov razia obidve tunelové rúry.

Keďže detailné geologické podmienky v trase sú veľmi premenlivé, bolo v štádiu prípravy veľmi ťažké rozčleniť trasu na kvázihomogénne úseky. Predpokladaný podiel jednotlivých výstužných tried na celkovej dĺžke tunela sa



OBR. 1 Priečny rez tunelovými rúrami cez spojovaciu chodbu: 1 – sekundárne ostenie, 2 – hydroizolácia, 3 – primárne ostenie



OBR. 2 Pozdĺžny rez tunelom: A až D – odstavné zálivy, Z – západný portál, V – východný portál, 1 až 9 – spojovacie chodby

preto vyjadril v % a detailné zatriedenie sa robilo až po otvorení výrubu. V trase tunelov sa vyskytli úseky v 6-tich zo 7 výstužných tried podľa DIN 18312. Razenie pritom v priortálových úsekoch komplikovalo aj veľmi nízke nadložie, keďže dĺžku predzárezov vzhľadom na prácu v chránenej krajinskej oblasti bolo nutné obmedziť na minimum (obr. 3).

Súbežné razenie a vzájomné prepojenie tunelových rúr umožňuje veľmi hospodárne stavebné vetranie, najmä v prípade požiaru. Vetranie je automaticky riadené, takže na stavbe nie je nutná nepretržitá zabezpečovacia služba. Pre prípad havárie je hlásič napojený na Stredisko pre údržbu diaľnic.

Príerez výrubu bol horizontálne členený. Kalota sa razila po záberoch dĺžky 0,6 až 0,8 m v priortálových úsekoch v horninách triedy 7, do 3,0 až 3,5 m v horninách triedy 2. Predpokladala sa priemerná rýchlosť razenia 7 m/deň. Skutočná rýchlosť razenia bola asi 2 m/deň v priortálových úsekoch, 5,5 až 7,0 m/deň vo východnej časti tunela, resp. 6,0 až 10,0 m/deň v západnej časti, kde boli priaznivejšie podmienky pre razenie. Dosiahnutý bol špičkový výkon 14 m/deň na jednom čele, resp. 23,0 m/deň na oboch čelách. Keď sa však započítajú aj všetky zdržania, spôsobené poruchovými zónami, razením zálivov, spojovacích chodieb a pod., bol priemerný denný výkon pri razení 4,65 m od východnej a 5,8 m od západnej strany.

Tieto relatívne vysoké výkony sa dosahovali vďaka výbornej organizácii práce a použitiu moderných, výkonných strojov. Vrty pre nálož sa v kalote vrtali 3-lafetovými vrtacím vozom Atlas Copco (obr. 4). Po osadení a zameraní do pracovnej polohy bol celý proces vrtania a premiestňovania vrtacích kladív riadený automaticky počítačom podľa zadanej vrtnej schémy. Rúbaninu nakladal výkonný hydraulický lopatový nakladač Broyt (obr. 5) a odvážala sa veľkokapacitnými dumpcami na pneumatikovom podvozku. Nasaďenie pracovných osádok a strojov bolo zosynchronizované, takže razenie a zabezpečovanie výrubu od západných aj východných portálov robila vždy len jedna pracovná osádka a na oboch portáloch bola len jedna strojná zostava. Po určitých „zadržkech“, sa však predsa v priebehu výstavby dokúpil tretí vrtací voz. Na vrtacie práce v opornej časti tunelov sa používali jednoduchšie a lacnejšie mechanicky ovládané dvojlafetové vrtacie vozy Tamrock. Stroje počas pracovného cyklu prechádzali medzi tunelovými rúrami cez spojovacie chodby. Po 10-tich mesiacoch sa razenie od východných portálov zastavilo aby sa bez pracovných obmedzení mohla betónovať spodná klenba, resp. dno a sekundárne ostenie.

Pre striekané betóny primárneho ostenia neboli žiadne obmedzujúce opatrenia, pretože sa nepredpokladalo negatívne ovplyvnenie podzemných vôd. Používal sa mokrý striekaný betón. Zmes sa dopravovala na miesto zabudovania v domiešavačoch, na striekanie sa používali roboty. Na urýchlenie tvrdnutia sa do betónu pridával tekutý urýchľovač Meyco SA 100 (6 až 8 %). Hrúbka primárneho ostenia je 5 až 30 cm. Primárne ostenie je vystužené 1 až 2 vrstvami oceľových rohoží a priehradovými oceľovými oblúkmi, v obtiažných geologických podmienkach sa použili plinoprofilové TH oblúky. Kotvenie výrubu sa použilo len v minimálnom rozsahu.



OBR. 3 Pohľad na východný portál



OBR. 4 Hydraulický lopatový nakladač Broyt

SEKUNDÁRNE OSTENIE

Sekundárne ostenie sa začalo robiť vo februári 1997. V priortálových úsekoch má hrúbku 50 cm, inde 30 cm. Ostenie je z betónu B 25 a je armované len v priortálových úsekoch a v zálivoch, inde je z prostého betónu. Pri betonáži sekundárneho ostenia sa permanentne dosahovali výkony 6 x 12 m za týždeň v oboch rúrach. Betonovalo sa do dvoch samohybných debniacich vozov. Na debnenie zálivov sa používa špeciálny debniaci voz, teleskopicky sklonný, takže môže prechádzať cez oddebnený tunel. Čerstvý betón ostenia sa na dĺžke 40 m chránil pojazdným ošetrovacím vozom s plášťom, brániacim rýchlemu vysychaniu a tým aj vzniku trhliniek na líci ostenia. Do betónovej zmesi sa pridávalo 60 až 80 kg úletových popolčiek na m³ a betón sa paril. Tunel má po celej dĺžke plášťovú izoláciu z fólie hrúbky 2 mm, chránenej z vonkajšej strany drenážnym rúnom z geotextílie.

SKÚSENOSTI Z RAZENIA

Geologické podmienky v trase sa líšili od predpokladaných. Veľmi dobrých a veľmi zlých úsekov bolo menej, ako sa očakávalo, kým úsek v triede výrubu 5 sa výrazne predžil, čo umožnilo vo väčšom rozsahu použiť ľahší oblúkový výstroj. Konvergencie výrubu boli zväčša malé – do 30 mm, len v poruchových zónach dĺžky cca 20 m dosiahli až 90 mm. Naproti tomu puklinatosť a stupeň zvetrania horniny si vynútili skrátenie dĺžky záberov – zväčša na 1,8 m, čo zase spôsobilo, že výkonné, automatizované vrtacie vozy neboli optimálne využité. Po vyrazení asi 1/3 tunela sa ukázalo, že požadovaný termín dokončenia stavby je ohrozený. Boli preto prijaté tieto opatrenia:

- zosilnili sa strojná zostava a pracovné osádky. To vyvolalo zvýšené nároky na vetranie, čo sa vyriešilo zriadením vetracej šachty, ktorá má slúžiť len počas výstavby,
- začal sa používať striekaný betón s rozptýlenou výstužou, čím odpadla zdĺhavá ručná manipulácia s výstužnými rohožami. Prinieslo to prekvapujúce zvýšenie výkonov pri zriaďovaní primárneho ostenia o 20 až 25 %. Treba však zdôrazniť, že striekaný vláknotbetón, najmä v dôsledku „striekacích tieňov“ za oblúkmi nie je rovnocennou náhradou za výstuž z oceľových rohoží v obtiažných geologických podmienkach.



OBR. 5 Detail debnenia, oddebneného čela a plášťovej hydroizolácie

ZÁVERY

Obidve tunelové rúry boli prerazené v nie optimálnych geologických podmienkach, keď problémy spôsobovalo predovšetkým extrémne nízke nadložie v priortálových úsekoch za 14 mesiacov. Zriadenie hydroizolácie a sekundárneho ostenia pri využití určitého súbehu činnosti má zabráť 16 mesiacov, takže hrubá stavba oboch tunelov bude ukočená za 30 mesiacov. Ďalších 6 mesiacov je rezervovaných na vnútorné vybavenie tunela, keďže toto sa zase čiastočne prekrýva so zriaďovaním sekundárneho ostenia. Pozoruhodné sú aj nízke náklady na výstavbu: všetko nasvedčuje tomu, že plánovaných 132 mil. DM, určených na

hrubú stavbu nebude prekročených. Cena za 1 m hrubej tunelovej rúry bude teda cca 20 000 DM, cena za 1 m hotového tunela včítanie prevádzkového vybavenia neprekročí 25 000 DM.

LITERATÚRA

- [1] Aus- und Neubau Bundesautobahn A4 Eisenach–Görlitz – firemný prospekt.
- [2] Kagere, W. at al.: Planung und Ausführung des Tunnels Königshainer Berge. In: Tunnel Nr. 7/1997.

INŽENÝRSKO GEOLOGICKÉ POMĚRY A PODMÍNKY PRO RAŽENÍ TUNELŮ NA DÁLNICI D8 – TUNEL RADEJČÍN

RNDr. OTAKAR TESAŘ, DrSc., IKE PRAHA, S. R. O.

ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS FOR TUNNELS DRIVING ON THE D8 HIGHWAY – RADEJČÍN TUNNEL

AFTER THE PRACKOVICE TUNNEL (SEE „TUNEL” No 4/97) RADEJČÍN IS THE NEXT ONE OF THE FOUR HIGHWAY D8 TUNNELS. ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS FOR DRIVING, IN THE ARTICLE BEING DESCRIBED, WILL BE DIFFICULT THERE AS WELL.

Směrové a výškové umístění tunelů Radejčín bylo předurčeno lokalizací tunelu Prackovice, na který, po přechodu údolí, které muselo být zachováno jako biokoridor, navazuje. Tunel do úrovně územního rozhodnutí projektovala firma TUBES s. r. o.

Opět se jedná o dva dvoupruhé tunely o délce každého tunelu cca 500 m. Maximální výška nadloží nad tunelem je cca 28 m. Mezi tunely je šířka horninového pilíře projektována 1,5násobkem šířky tunelu, tj. celkem cca 14 m.

V nadloží tunelu nejsou žádné objekty, které by mohly být ražbou tunelu ohroženy.

Výsledek inženýrskogeologických průzkumů, které realizovala firma PÚDIS a. s., vycházel z vertikálních průzkumných vrtů a výsledků laboratorních a terénních zkoušek. Inženýrskogeologické vyhodnocení z hlediska podmínek pro ražení a zařídění do technologických tříd zpracovala firma IKE s. r. o.

Na vyhodnocení inženýrskogeologických poměrů se dále podílel prof. Ing. J. Pašek, DrSc.

Jako optimální v tomto horninovém prostředí byla doporučena „Nová rakouská tunelovací metoda“.

VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA KVALITY HORNINY PRO TUNELOVÁNÍ

Podobně jako u tunelů Prackovice byly i zde využity všechny možnosti pro vyhodnocení kvality hornin z hlediska tunelování. Metodika vyhodnocení je shodná s metodikou použitou u tunelů Prackovice, tak jak byla popsána v předchozím čísle časopisu Tunel č. 1/98. Proto ji zde neopakují ale pouze předkládám její vyhodnocení v následujících tabulkách a obrázků.

Tab. 1.
Kvazihomogenní celky a zařídění do technologických tříd NRTM a ÖNORM B 2203, tunel Radejčín, dvoupruhý tunel

Č. úseku	Staničení LTT	Stručný popis horniny	tř. NRTM	ÖNORM B 2203
1	58,800 – 58,860	Tuť zvětralý, v přístropí a nadloží tuť rozloženy případně zeminy pokrývných útvarů	20% tř. 5b 50% tř. 5a 30% tř. 4	C4, C5 C2, C3 B3
2	58,860 – 58,948	Tuť zvětralý Tuť navětralý	15% tř. 5a 35% tř. 4 50% tř. 3	C2, C3 B3 B2
3	58,948 – 95,070	Tuť navětralý (v nadloží a přístropí bazalt nevětralý) – hl. podz. vody	60% tř. 4 40% tř. 3	B3 B2
4	59,070 – 59,160	Tuť zvětralý v horní části profilu a postupně v celém tunelu	15% tř. 5a 35% tř. 4 50% tř. 3	C2, C3 B3 B2

Tab. 2.
Vztah mezi technologickými třídami NRTM, hodnocením kvality Q a doporučenými opatřeními

Technolog. tř. NRTM	Hodnocení kvality Q (Barton at all)	Doporučená vzdálen. kotev (m)	Doporučená délka kotev (m)	Tloušťka střík. betonu s výztuží pletiva (cm)
5a	zcela extrémně špatná	1 m	4,5 m	70–100 cm
4	extrémně špatná	1,3 m	4,5 m	20–75 cm
3	velmi špatná	1,3–2,1 m	4,5 m	10–40 cm
2	velmi špatná	2,1 m	4,5 m	5–10cm

Tab. 3, 4, 5 a 6
Popis podmínek pro ražení a zabezpečení tunelu v jednotlivých technologických třídách NRTM dle „Směrnice pro inženýrskogeologický průzkum pro rozřazení NRTM, Tesař O. (1992)

Tab. 3

Technologická třída NRTM	2
Podmínky pro ražení stabilita horniny v čase: délka nevystrojených částí výrubu:	2 dny–2 týdny omezena stabilita výrubu jen částečně (> 2,5 m)
tvoreň nadvýlomů:	ojedinelé (ohrožují pouze bezpečnost práce)
Zabezpečení ražení a provizorní výstroj provizorní výstroj:	kotvení přístropí (kaloty) stříkaný beton 5–10 cm
členění výrubu: bezpečnost práce:	u výšky tunelů nad 7 m horizontální zajišťuje provizorní výstroj

Tab. 4

Technologická třída NRTM	3
Podmínky pro ražení stabilita horniny v čase: délka nevystrojených částí výrubu: tvoření nadvylomů:	zhoršené 2 hod–2 dny 1,5–2,5 m časté
Zabezpečení ražení a provizorní výstroj provizorní výstroj: členění výrubu: bezpečnost práce:	stříkaný beton, kotvy, ocelová síť u výšky tunelů nad 7 m horizontální zajišťuje provizorní výstroj

Tab. 5

Technologická třída NRTM	4
Podmínky pro ražení stabilita horniny v čase: délka nevystrojených částí výrubu: tvoření nadvylomů:	neprůznivé <2 hod 1,5–2,5 m u nesoudržných hornin velmi časté, jinak plastické přetváření
Zabezpečení ražení a provizorní výstroj provizorní výstroj:	nosný věnec ze stříkaného betonu, kotev a rámu, zajištění čelby stříkaným betonem
členění výrubu: bezpečnost práce:	horizontální co nejrychlejší zajištění nevystrojené části výrubu

Tab. 6

Technologická třída NRTM	5a
Podmínky pro ražení stabilita horniny v čase: délka nevystrojených částí výrubu: tvoření nadvylomů:	velmi neprůznivé minimální, hornina tlačivá 0 plastické přetváření
Zabezpečení ražení a provizorní výstroj provizorní výstroj:	rámy ocelová síť, stříkaný beton, místně hnané pažení, uzavření celého profilu, zajištění čelby stříkaným betonem
členění výrubu: bezpečnost práce:	horizontální, příp. další dílčí výrubu po vertikále okamžitě zajištění nevystrojené části výrubu

6. GEOTECHNICKÉ POSOUZENÍ

6.1 PORTÁLY

Jižní portál raženého úseku tunelu Radejčín ve staničení 58,800 LTT je tvořen zvětralými rozloženými tufy a soudržnými sedimenty pokryvných útvarů.

V tomto staničení je tedy více jak polovina profilu tvořena nestabilními horninami. Celková výška nadloží nad tunelem je zde cca 9 m.

Pokud bude portál realizován v tomto staničení, bude nutné jeho zabezpečení kotvenou pilotovou stěnou a svahováním. Vlastní ražení tunelu v části pokryvných útvarů a možná i v rozložených bobtnavých tufech bude realizováno pod ochranou deštníku z mikropilot.

Jakékoliv posunutí portálu technicky náročný počátek ražení tunelu neřeší.

Severní portál ve staničení 59,160 LTT je převážně tvořen zvětralým tufem překrytým až 3 m mocnou vrstvou jílovité hlíny s úlomky. Celková mocnost nadloží je cca 12 m.

Zabezpečení vlastního portálu doporučujeme kotvenou pilotovou stěnou a svahováním horní části.

Projekt zajištění portálu musí být doložen výpočtem stability.

6.2 RAŽENÝ ÚSEK

V počátečním úseku ražených tunelů až do staničení cca 58,860 LTT se v tunelu budou vyskytovat zvětralé tufy a v horní části profilu tufy rozložené. Přimo u portálu budou ještě zastíženy jílovité hlíny s úlomky, patřící k pokryvným útvarům. Vzhledem k předpokládanému ražení děleným čelem se nejneprůznivější horniny budou vyskytovat v horní části výrubu, kterou doporučujeme razit jako první dílčí výrub. V tomto případě horniny neprůznivé kvality budou odtěženy v relativně malém profilu a tím se zmírní možné neprůznivé působení bobtnavých minerálů v rozložených tufech.

Zbývající část profilu by měla být ražena bez větších problémů.

Od staničení 58,860–58,948 LTT (2. úsek) budou tunely raženy ve zvětralých a postupně v navětralých tufech, které jsou pro ražení poměrně příznivé. Od staničení cca 58,920 může při počvě do tunelu zasahovat podzemní voda o přítoku řádově v 0,1 l/sec-1, která podstatně neovlivní vlastní práce v tunelu. V tomto a dalším úseku nevyklučujeme, že do horní části profilu mohou zasahovat velmi pevné horniny nevětraleho bazaltu, které byly zjištěny geofyzikou.

Třetí úsek mezi staničením 58,948 až 59,070 LTT bude ražen v navětralém tufu, ale zvláště ke konci tohoto úseku bude do profilu zasahovat velmi pevný nevětralý bazalt ověřený vrtem PJ 555.

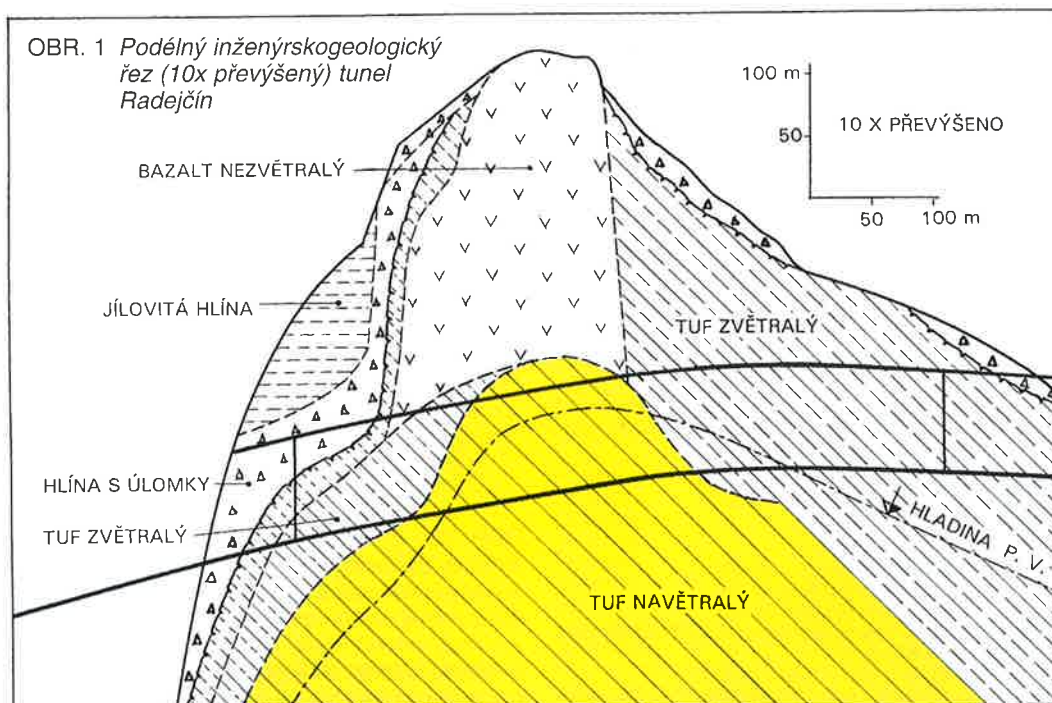
Výška hladiny podzemní vody v profilu postupně narůstá, ale vzhledem ke kvalitě navětralých tufů podstatněji neovlivní chování horniny ve výrubu. Totéž platí i o podzemní vodě, která může při zvětšených atmosférických srážkách pronikat až do tunelu puklinovým systémem, případně poruchovými zónami zjištěnými geofyzikem. Celkové přítoky vody na čelbu odhadujeme na 1 l/sec.

Úsek č. 4 do staničení 59,070 až k portálu ke staničení 69,106 LTT bude ražen převážně ve zvětralém tufu. Hladina podzemní vody se bude postupně snižovat. Podmínky pro ražení jsou podobné jako v úseku č. 2, ale nad profilem tunelu se nevyskytují pevné nevětralé bazalty.

Jak je patrné z předcházejícího textu, lze ve většině případů pro rozpojování použít rypadla typu Liebherr. Částečně v navětralých tufech a jednoznačně v nevětralých bazaltech bude nutné počítat s rozpojováním trhavinami.

Vzhledem k pravděpodobné možnosti výskytu bobtnavých jílových minerálů ve zvětralých tufech, které se mohou vyskytovat místně, uvažujeme i zde navrhnout předstihovou průzkumnou štolu jako součást dílčího výrubu.

Příště pokračují – tunely Kletečná



RAZENIE TUNELOV TRHAVINAMI S POUŽITÍM VÁLCOVÝCH ZÁLOMOV

PROF. ING. ONDREJ DOJČÁR, CSc., ING. ANDREA MOLNÁROVÁ,
KATEDRA DOBYVANIA LOŽÍSK A GEOTECHNIKY, TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH

POKRAČOVÁNÍ ČLÁNKU Z ČÍSLA 4/97 NAŠEHO ČASOPISU – PŘÍKLADY

DESIGN OF BLASTING IN TUNNELS BY USING CYLINDRIC CUTS

THE 2ND PART – EXAMPLES OF THE CHARGES CALCULATION

VÝPOČET VRTACEJ SCHÉMY TUNELA

1. VSTUPNÉ PODMIENKY

Priemer vrtu $d = 45$ mm
Priemer prázdneho vrtu $D = 102$ mm
Šírka tunela $S = 4,5$ m
Výška bokov tunela = 4,3 m
Výška stropného oblúka = 0,5 m
Priechny prierez tunela $S = 20,9$ m²
Hladký odstrel v strope
Divergencia obrysových vrto $\gamma = 3^\circ$
Chyba zo zavrtávania $\delta_v = 20$ mm
Chyba zo smeru $\delta_s = 10$ mm/m
Trhavina: vodovodná náložkovaná trhavina, priemer náložiek
 $d_n = 25 \times 600$ mm/0,35 kg, 32×600 mm/0,58 kg, 38×600 mm/0,82 kg,
výbuchové teplo $Q_{vj} = 4,5$ MJ/kg
merný objem spločin výbuchu $vol = 0,85$ m³/kg
hustota trhaviny $\rho_t = 1200$ kg/m³
Súčiniteľ vlastností horniny (horninového masívu) $\bar{c} = 0,55$
Akustická impedancia horniny $Z = 20$ t/m³ km/s.

2. RIEŠENIE

Relatívna pracovná schopnosť trhaviny, vzťah (29)

$$s = 0,83 \frac{4,5}{5,0} + 0,17 \frac{0,85}{0,85} = 0,92$$

Koncentrácia náložie pri zasunutí náložiek na dotyk, upravený vzťah (17)

$p = /d_n/36^2 \rho_t = /25/36^2 1,2 = 0,58$ kg/m	d_n (mm)	p (kg/m)
	25	0,58
	32	0,95
	38	1,34

Dĺžka vrto, vzťah (2):

$$H = 23 \cdot 0,102 + 0,9 = 3,2 \text{ m.}$$

Postup na odstrel, vzťah (4):

$$H_s = 0,93 \cdot 3,2 = 3,0 \text{ m.}$$

a) Prvý štvorec (vlastný zálom)

Maximálny záber, vzťah (6): $V_{max} = 1,7 \cdot 1,02 = 0,17$ m

Praktický záber na čelbe, vzťah (8):

$$V1 = 1,7 \cdot 0,102 - (0,01 \cdot 3,2 + 0,02) = 0,12 \text{ m.}$$

Potrebná koncentrácia náložie, vzťah (11):

$$p = 45 \cdot 0,045 (0,17/0,102)^{1,5} (0,17 - 0,102/2) : 0,92 = 0,58 \text{ kg/m}$$

Vyhovujú náložky $d_n = 25/600$ mm zasunutú na dotyk.

Hmotnosť dolnej náložie, vzťah (12): $Q_d = 40 \cdot 0,045 \cdot 0,17 = 0,3$ kg – vyhovuje

náložka 25/600 mm na dne vrtu (nie je treba zvláštna nálož Q_d); tento poznatok

platí pre valcové zálomy všeobecné.

Dĺžka upchávky $L_u = V_1 = 0,12$ m.

Počet náložiek v jednom vrte = $(3,2 - 0,12) : 0,6 = 5$ náložiek.

Hmotnosť náložie vrtu $Q_{vrt} = 5 \cdot 0,35 = 1,75$ kg.

Vzdialenosť náložie vo štvorci (šírka voľnej plochy):

$$B'_1 = \sqrt{2} V1 = 1,414 \cdot 0,12 = 0,17 \text{ m.}$$

Osová vzdialenosť vrto $C1 = V1 = 0,12$ m.

b) Druhý štvorec

Minimálna šírka voľnej plochy, vzťah (15):

$$B_1 = \sqrt{2} (0,12 - 0,05) = 0,10 \text{ m, resp. } B_1 = \sqrt{2} (C1 - F)$$

Maximálny záber, vzťah (14):

$$V_{max} = 0,15 \left[\frac{0,1 \cdot 0,58 \cdot 0,92}{0,045} \right]^{1/2} = 0,16 \text{ m pre } d_n = 25 \text{ mm}$$

$$= 0,21 \text{ m pre } d_n = 32 \text{ mm}$$

$$= 0,25 \text{ m pre } d_n = 38 \text{ mm.}$$

Vzťah (19) hovorí, že praktický záber V nesmie presiahnuť $2 B_1$. To predurčuje

použiť pre tento štvorec náložky 32×600 mm.

Praktický záber na čelbe, vzťah (16): $V_2 = 0,21 - 0,05 = 0,16$ m.

Vzdialenosť vrto vo štvorci $B'_2 = \sqrt{2} (0,16 + 0,17 : 2) = 0,35$ m.

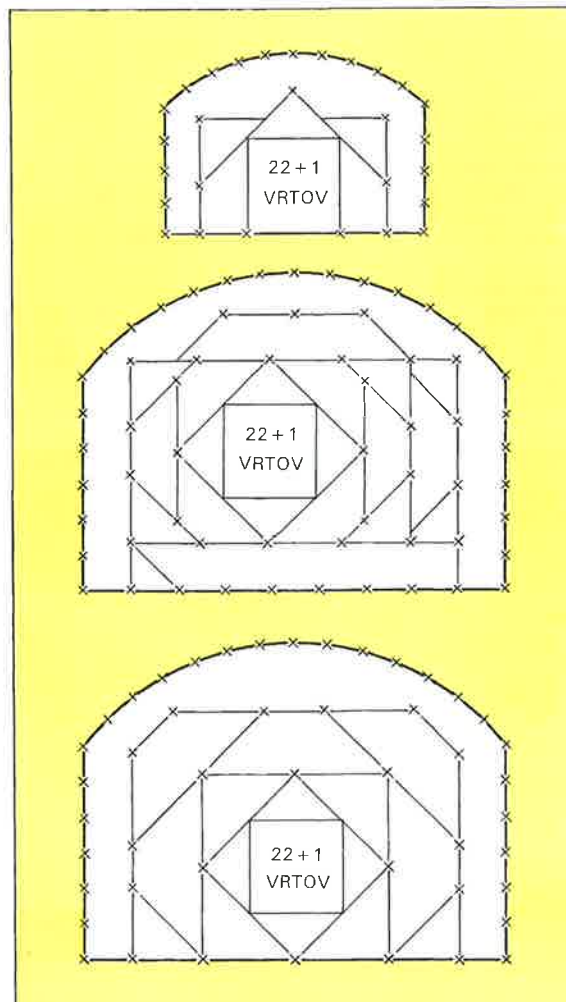
Hmotnosť dolnej náložie, vzťah (12): $Q_d = 40 \cdot 0,045 \cdot 0,21 = 0,35$ kg – vyhovuje

náložka 32×600 mm na dne vrtu.

Počet náložiek vo vrte = $(3,2 - 0,21) : 0,6 = 5$ náložiek.

Hmotnosť náložie vrtu $Q_{vrt} = 5 \cdot 0,58 = 2,9$ kg.

Osová vzdialenosť vrto $C_2 = 0,5 B'_1 + V_2 = 0,5 \cdot 0,17 + 0,16 = 0,245$ m.



OBR. 12

Příklady správného rozmiestňovania (časovania) príbierkových a obrysových náložie (rozpojovanie na neupnutú – neohraničenú šírku voľnej plochy) podľa Langeforsa-Kihlströma [2]

a – malý prierez diela,

b – veľký prierez tunela a malé priemery vrto ($d = 32-38$ mm)

c – veľký prierez tunela a väčšie priemery vrto ($d = 42-51$ mm)

c) Tretí štvorec

Minimálna šírka voľnej plochy, vzťah (15):
 $B_2 = \sqrt{2} (0,245 - 0,05) = \sqrt{2} (0,16 + 0,17 : 2 - 0,05) = 0,28 \text{ m}$.
 Vyhovujú náložky 38 x 600 mm, $p = 1,34 \text{ kg/m}$.
 Maximálny záber, vzťah (14):

$$V_{\max} = 0,15 \left[\frac{0,28 \cdot 1,34 \cdot 0,92}{0,045} \right]^{1/2} = 0,42 \text{ m}$$

Praktický záber, vzťah (16): $V_3 = 0,42 - 0,05 = 0,37 \text{ m}$.
 Hmotnosť dolnej náložky, vzťah (12): $Q_d = 40 \cdot 0,045 \cdot 0,42 = 0,76 \text{ kg}$ – vyhovuje náložka 38 x 600 mm.

Počet náložiek vo vrte = $(3,2 - 0,4) : 0,6 = 4,5$ náložky.
 Hmotnosť náložky vrtu $Q_{vt} = 4,5 \cdot 0,82 = 3,69 \text{ kg}$.
 Vzďialenosť vrtov vo štvorci $B'_3 = \sqrt{2} (0,37 + 0,35) : 2 = 0,77 \text{ m}$.
 Osová vzdialenosť vrtov $C_3 = 0,5 B_2' + V_3 = 0,5 \cdot 0,35 + 0,37 = 0,545 \text{ m}$.

d) Štvrtý štvorec

Minimálna šírka voľnej plochy, vzťah (15): $B_3 = 0,7 \text{ m}$.
 Maximálny záber, vzťah (14): $V_{\max} = 0,66 \text{ m}$.
 Praktický záber, vzťah (16): $V_4 = 0,61 \text{ m}$.
 Hmotnosť dolnej náložky, vzťah (12):
 $Q_d = 1,1 \text{ kg}$ – vyhovuje náložka 38 x 600 mm.
 Vzďialenosť vrtov vo štvorci $B'_4 = \sqrt{2} (0,61 + 0,77/2) = 1,41 \text{ m}$.
 Dĺžka upchávky $L_u = 0,6 \text{ m}$.
 Počet náložiek vo vrte: $(3,2 - 0,6) : 0,6 = 4$ náložky.
 Hmotnosť náložky vrtu $Q_{vt} = 4 \cdot 0,82 = 3,28 \text{ kg}$.
 Osová vzdialenosť vrtov $C_4 = 0,5 \cdot 0,77 + 0,61 = 1,0 \text{ m}$.
 Dĺžka strany štvorca je 1,41 m, čo je porovnateľné s $H^{1/2}$. Tým končí rozpojovacie na upnutú stenu, nie je možné ďalej rozmiestňovať vrty do štvorcov.

e) Rozpojovanie počvy

Použijú sa náložky $d_n = 38 \text{ x } 600 \text{ mm}$, s koncentráciou náložky $pd = 1,34 \text{ kg/m}$,
 $f_u = 1,45$, $\bar{c} = 0,55$, $m = E/V = 1$, $s = 0,92$.
 Maximálny záber, vzťah (24):

$$V_{\max} = 0,95 \left[\frac{1,34 \cdot 0,92}{0,55 \cdot 1,45 \cdot 1} \right]^{1/2} = 1,18 \text{ m}$$

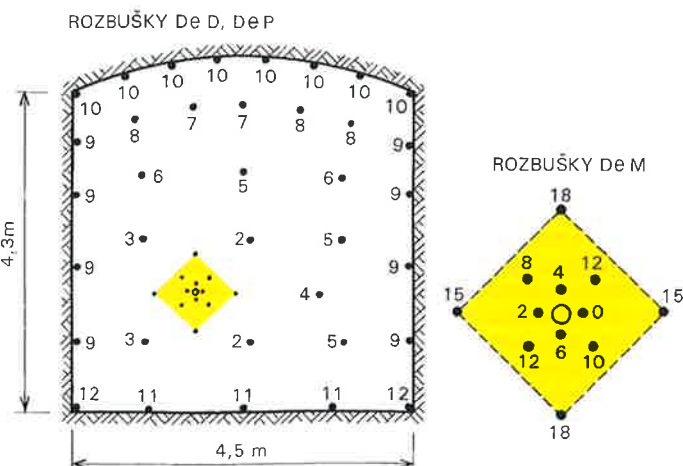
Praktický záber na čelbe, vzťah (35)
 $V = 1,18 - 3,2 \sin 3^\circ - 0,05 = 0,96 \text{ m}$.
 Počet počvových vrtov, vzťah (32)

$$N = \left[\frac{4,5 + 2 \cdot 3,2 \sin 3^\circ}{1,18} + 1 \right] = 5 \text{ vrtov}$$

Vzďialenosť náloží v rade, vzťah (33)
 $E = (4,5 + 2 \cdot 3,2 \sin 3^\circ) (5 - 1) = 1,21 \text{ m}$.
 Vzďialenosť náloží v rohoch, vzťah (34)
 $E = 1,21 - 3,2 \sin 3^\circ = 1,04 \text{ m}$.
 Dĺžka dolnej náložky, vzťah (28): $L_d = 1,25 \cdot 1,18 = 1,48 \text{ m}$.
 Hmotnosť dolnej náložky, vzťah (5): $Q_d = 1,34 \cdot 1,48 = 1,98 \text{ kg}$.
 Počet náložiek dolnej náložky: $1,98/0,82 = 2,5$ náložiek.
 Hmotnosť dolnej náložky vrtu $Q_d = 2,5 \cdot 0,82 = 2,05 \text{ kg}$.
 Dĺžka upchávky $L_u = 0,5 \cdot 0,96 = 0,48 \text{ m}$.
 Dĺžka hornej náložky vrtu, vzťah (30): $L_h = 3,2 - 1,5 - 0,48 = 1,22 \text{ m}$.
 Koncentrácia hornej náložky, vzťah (31): $p_h = 0,7 \cdot 1,34 = 0,94 \text{ kg/m}$.
 Hmotnosť hornej náložky, vzťah (5):
 $Q_h = 0,94 \cdot 1,22 = 1,15 \text{ kg}$, $0,6 = 2$ náložky 32 x 600 mm, $Q_h = 2 \cdot 0,58 = 1,16 \text{ kg}$.
 Hmotnosť náložky vrtu $Q_{vt} = 2,05 + 1,16 = 3,21 \text{ kg}$.

f) Stropné obrysovité vrty

Aplikuje sa hladký odstrel.
 Maximálny záber náloží, vzťah (38)
 $V_{\max} = 45 (22,8 - 0,15 \cdot 20) 0,92^{0,75} = 837 \text{ mm}$.



OBR. 13

Vrtacia a časovacia schéma riešeného príkladu razenia tunela 4,5 x 4,8 m

Praktický záber na čelbe, vzťah (35)
 $V = 0,837 - 3,2 \sin 3^\circ - 0,05 = 0,62 \text{ m}$.
 Vzďialenosť náloží v rade, vzťah (39)
 $E = 45 (17 - 0,1 \cdot 20) 0,92^{0,75} = 635 \text{ mm}$.
 Potrebná koncentrácia hornej náložky, vzťah (40)

$$p_h = \left[\frac{45}{132 - 2,2 \cdot 20} \right]^2 0,92^{-0,75} = 0,28 \text{ kg/m}$$

Najnižšia koncentrácia, ktorá je k dispozícii – 0,58 kg/m – je dvakrát vyššia.
 Súčiniteľ radiálneho odľahčenia náložky, vzťah (41)
 $k_o = 45/25 = 1,8$ – nezaručuje dobrý výsledok odstrelu, jeho efektívnosť bude blízka k odpaľu príberkových náloží. Riešením by bola napr. trhavina Gurit, $d_n = 17 \text{ mm}$, $k_o = 45/17 = 2,65$.
 Hmotnosť dolnej náložky vrtu, vzťah (42)

$$Q_d = \left[\frac{45}{71 - 20} - 0,4 \right] s^{-0,75} = 0,51 \text{ kg}$$
 – vyhovuje jedna náložka 32 x 600 mm,

$Q_d = 0,58 \text{ kg}$.
 Dĺžka dolnej náložky $L_d = 0,6 \text{ m}$.
 Dĺžka upchávky, vzťah (44): $L_u = 0,6 \cdot 0,64 = 0,38 \text{ m}$.
 Dĺžka hornej náložky/počet náložiek: $L_h = 3,2 - 0,6 - 0,38 = 2,22 : 0,6 = 3,5$.
 Hmotnosť hornej náložky vrtu $Q_h = 3,5 \cdot 0,35 = 1,23 \text{ kg}$.
 Nálož vrtu, $Q_{vt} = 0,58 + 1,23 = 1,81 \text{ kg}$.
 Počet vrtov v strope: $4,7/0,64 + 1 = 8$ vrtov.

g) Predobrysovité vrty (obr. 10) – vrty rozmiestňované pod stropnými, obr. 12.

Použijú sa náložky 25 x 600 mm, $pd = 0,58 \text{ kg/m}$.
 Záber náloží, vzťah (24)

$$V_{\max} = 0,95 \left[\frac{0,58 \cdot 0,92}{0,55 \cdot 1,45 \cdot 1} \right]^{1/2} = 0,78 \text{ m}$$

Praktický záber na čelbe $V = 0,78 - 0,05 = 0,73 \text{ m}$.

$$\text{Počet vrtov } N = \left[\frac{4,5 \cdot 2 \cdot 3,2 \sin 3^\circ}{0,78} + 1 \right] = 7 \text{ vrtov}$$

Vzďialenosť náloží v rade $E = 4,5/6 = 0,75 \text{ m}$.
 Nálož vrtu: 4,5 náložky, $Q_{vt} = 4,5 \cdot 0,35 = 1,58 \text{ kg}$.

h) Bočné obrysovité vrty

Výška bokov tunela je 4,3 m; záber náloží v počve 0,96 m, v strope 0,62 m a v predobryse 0,73 m, t.j. $4,3 - 0,96 - 0,62 - 0,73 = 1,99 \text{ m}$ výšky v bokoch zostáva rozpojiť.

Pre $f_u = 1,2$, $m = E/V = 1,25$, $pd = 1,34 \text{ kg/m}$, zo vzťahu (24)
 $V_{\max} = 1,14 \text{ m}$.

Praktický záber na čelbe $V = 1,14 - 3,2 \sin 3^\circ - 0,05 = 0,92 \text{ m}$.

Počet vrtov v rade $N = 1,99 : (1,25 \cdot 1,14) + 1 = 3$ vrty.

Vzďialenosť vrtov v rade $E = 1,99/2 = 1,0 \text{ m}$.

Dĺžka dolnej náložky $L_d = 1,25 \cdot 1,14 = 1,43 \text{ m}$, $0,6 = 2,5$ náložky.

Hmotnosť dolnej náložky $Q_d = 2,5 \cdot 0,82 = 2,05 \text{ kg}$.

Koncentrácia hornej náložky, vzťah (37): $p_h = 0,5 \cdot 1,34 = 0,67 \text{ kg}$ – vyhovujú náložky 25 x 600 mm, $p_h = 0,58 \text{ kg/m}$.

Dĺžka hornej náložky $L_h = 3,2 - 1,5 - 0,5 = 1,2 \text{ m}$, $0,6 = 2$ náložky.

Hmotnosť hornej náložky $Q_h = 2 \cdot 0,35 = 0,7 \text{ kg}$.

Nálož vrtu, $Q_{vt} = 2,05 + 0,7 = 2,75 \text{ kg}$.

ch) Príberkové vrty bočné (časť 2 na obr. 1)

Rozmer 4. štvorca je 1,41 m, záber bočných obrysových náloží 0,92 m, t.j. $4,5 - 1,41 - 2 \cdot 0,92 = 1,25 \text{ m}$ príberky zostáva rozpojiť, a to na šírke voľnej plochy $B'_4 = 1,41 \text{ m}$.

Maximálny záber zo vzťahu (14)

$$V_{\max} = 0,15 \left[\frac{1,41 \cdot 1,34 \cdot 0,92}{0,045} \right]^{1/2} = 0,93 \text{ m}$$

Praktický záber $V = 0,93 - 0,05 = 0,88 \text{ m} < 1,25 \text{ m}$. Použijú sa preto tri vrty; stredný vrť odsadený z radu so zberom 0,88 m, podľa obr. 13.
 Konštrukcia náložky rovnaká ako u bočných obrysových vrtov, $Q_{vt} = 2,75 \text{ kg}$.

ij) Príberkové vrty horné (časť 3 na obr. 1)

Maximálna výška tunela je 4,8 m; záber v počve 0,96 m, strana 4. štvorca 1,41 m, záber predobrysu 0,73 m, záber v strope 0,62 m, t.j. $4,8 - 0,96 - 1,41 - 0,73 - 0,62 = 1,08 \text{ m} = V$ predobrysových náloží. Pre $pd = 1,34 \text{ kg/m}$, $f_u = 1,45$, $m = 1$, $V_{\max} = 1,18 \text{ m}$, praktický záber $V = 1,13 \text{ m}$ – vyhovuje. Použijú sa tri vrty rovnakej konštrukcie ako v bočných obrysových vrtov, $Q_{vt} = 2,75 \text{ kg}$.

Príklady vrtiacich a časovacích schém razenia tunelov sú na obr. 11 a 12.
 Vrtacia a odpaľovacia schéma tohoto príkladu je na obr. 13. Spotreba trhaviny a vrtov je zhrnutá v tabuľke 1.

Tab. 1

Druh vrtov	Počet vrtov	Počet náložiek/hmotnosť náložky			Nálož vrtu (kg)	Celková nálož (kg)
		25 mm/kg	32 mm/kg	38 mm/kg		
1. štvorec	4	5/0,35			1,75	7,00
2. štvorec	4		5/0,58		2,90	11,60
3. štvorec	4			4,5/0,82	3,69	14,76
4. štvorec	4			4/0,82	3,28	13,12
počvové	5		2/0,58	2,5/0,82	3,21	16,05
stropné	8	3,5/0,35	1/0,58		1,81	14,48
predobrysovité	7	4,5/0,35			1,58	11,06
bočné – obrys.	6	2/0,35		2,5/0,82	2,75	16,50
príberkové	6	2/0,35		2,5/0,82	2,75	16,50

Spolu 48 x 3,2 = 153,6 m

121,07 kg

NÁSLEDUJÍCÍM ČLÁNEM SE JEŠTĚ VRACÍME KE KONFERENCI „PODZEMNÍ STAVBY '97“. POŽÁDALI JSME NA PŘÁNÍ DALŠÍCH ÚČASTNÍKŮ KONFERENCE PANA ING. FRANTIŠKA POLÁKA Z METROSTAVU, ABY SVŮJ ÚSTNÍ PŘÍSPĚVEK, KTERÝ BYSTE VE SBORNÍKU MARNĚ HLEDALI, ZNOVU FORMULOVAL DO NAŠEHO ČASOPISU. PŘEČTĚME SI O TOM, CO VŠECHNO JE TŘEBA TAKÉ PŘEKONAT, NEŽ SE VŮBEC Podaří PROSADIT REALIZACI VELKÉHO STAVEBNÍHO DÍLA – VEŘEJNÉ ZAKÁZKY.

O MACEŠKÁCH A DĚTSKÝCH HŘIŠTÍCH

ING. FRANTIŠEK POLÁK

ABOUT PANSIES AND PLAYGROUNDS

CONSIDERATION ON NONTECHNICAL PROBLEMS OF CONSTRUCTION GENERALLY
BY THE WAY TO REALIZATION

Stavební zakázka musí nejprve vzniknout, potom se musí vyhrát a následně postavit a to tak, aby jednak byla dobrou referencí pro zakázky další a jednak přinesla dodavateli zisk. Pořadí důležitosti mezi reklamou a ziskem není přitom ani zdaleka náhodné, viz pan Vorel, co si tak dobře zakouřil pěnovku. Víme poměrně přesně, co dělat abychom zakázku získali, musíme znát i to, jak ji realizovat. Mnoho nedorozumění však nastává, když zakázka vzniká, nebo spíše, když nevzniká.

Na mnoha konferencích a to nejen o tunelech, či podzemním stavitelství, ale i konferencích silničářů, či vodařů, jsem slyšel povzdechy techniků, managerů i představitelů vědy asi v tomto duchu: umíme postavit technické dílo, které řeší k všeobecné spokojenosti potřeby společnosti, jsme schopni doložit naše tvrzení čísly a rozbor, a přesto od nás naše služby nikdo nechce. Tyto povzdechy jsou tak časté, že zaslouží trochu pozornosti rozbor, zda jsou oprávněné a dá-li se touze techniků po realizaci jejich děl nějak napomoci. Na obě otázky je zajiště možno odpovědět kladně, musíme si však uvědomit v jakém prostředí se pohybujeme, znát jeho pravidla a přizpůsobit se jim. V tunelařině není tento postup nic nového, jsme zvyklí před realizací provést podrobný geologický průzkum a na základě jeho výsledků navrhout a pak uskutečnit odpovídající postup. Tedy: musíme znát prostředí, v kterém se pohybujeme, a chovat se podle toho.

Pokusme se tedy definovat prostředí, v kterém nové zakázky vznikají, co ovlivňuje rozhodovací proces, kdo skutečně rozhoduje.

Všechny výše uvedené zakázky, až na zanedbatelné výjimky, se týkají infrastruktury a jsou hrazeny zcela anebo v převážné míře z veřejných prostředků. O jejich realizaci rozhoduje tedy politická stěra a odpověď na výše uvedené otázky by měla být odpovědí na otázky:

1. Kdo je to politik?
2. Jaké jsou jeho motivy?
3. Jak jej ovlivnit?

Tedy za prvé: musíme předpokládat, že politik je laik, který se v daném oboru příliš neorientuje. Ani nemůže, protože logicky má na stole mimo naši kauzu řadu dalších případů ze všech oblastí života obce, či státu. Mnohé z nich jsou přitom stejně důležité a možná i důležitější, než ta naše kauza, i když si to nechceme či neumíme přiznat. Z toho vyplývá, že naše argumentace musí být přístupné jeho a ne našemu stupni znalosti problému, musí být zároveň tak krátká, aby se mu vešla na pracovní stůl, do díáře a nakonec i do hlavy. Jako příklad mohu uvést řadu jednání o pražské spalovně, kde projektant dokládal velice pečlivě likvidaci furanů, dioxinů a jiných škodlivin, zasvěceně mluvil o teplotách, filtrech a jiných technických vymoženostech. Na závěr jedné z takových besed jsem pomáhal do schodu staré babičce, která přišla na besedu s občany a celou přednášku shrnula do jednoduchého stanoviska: „Von mluvil pořád o nějakých vzorcích a já mu vůbec nerozuměla. A stejně je to jedovatý a my to tady nechceme.“ To byl hlas veřejného mínění a politici ho následovali (ostatně stále ještě následují). Politik totiž vždy kopíruje veřejné mínění, neboť to jest jeho posláním.

Dostáváme se tak k otázce druhé, jaké že jsou motivy politika? Tedy především, politik chce být znovu zvolen a to buď do téže, nebo do vyšší funkce. Myslí tedy logicky na příští volby. Jsou samozřejmě výjimky, Churchill kdysi prohlásil, že politik myslí na příští volby a státník na příští generaci a je možné, že při naší

přesvědčovací cestě narazíme na státníka. Moc se však na to spoléhat nedá, a proto čtěte dál.

Leitmotiv příštích voleb je hlavní překážkou v tom, aby politik rychle a rád přistoupil na ideu výstavby velkého infrastrukturního díla. Je to zcela logické, při kladném rozhodnutí jej totiž čekají pouze (opět s Churchillem) krev, slzy a pot. Každý infrastrukturní projekt čekají totiž v jeho začátcích spory o to kde, jak a proč. Ty nejsou nikdy příjemné a dá se při nich ztratit mnoho politického kreditu. Dá se odhadnout, že příprava, tedy období sporů trvá zhruba čtyři roky, to je většinou jedno volební období. V optimálním případě se v dalších čtyřech letech stává a to je další problém. Z rozpočtu obce (státu) jsou odčerpávány značné prostředky, které logicky chybějí jinde. Nejen, že chybějí, ale za jejich zlomek lze dosáhnout viditelných a ve volbách použitelných výsledků. Jako příklad možno uvést pražská čísla: stavba tunelu Mrázovka bude stát ročně zhruba miliardu korun, věčně kritizovaný úklid města stojí ročně cca 400 mil. Kč. Kdyby tedy vedení města místo Mrázovky věnovalo zlomek peněz na úklid města dosáhne viditelného výsledku, který ve volbách lze výhodně zúročit, z „ušetřené“ miliardy může ještě klidně výrazně zlepšit třeba pražskou zeleň a ještě zbyde na několik školek.

Stavba je konečně hotova tedy (v optimálním případě) za osm let po rozhodnutí a to je politik již smeten do opozice, protože – alespoň dle zkušeností ze západní Evropy – se politické garnitury po dvou volebních obdobích většinou střídají, nebo postoupil na politickém žebříčku výše, neb takový je algoritmus politického žití. V každém případě se dá tedy počítat, že pásku bude stříhat buď konkurent, nebo nástupce a politické body získá v obou případech kdosi jiný.

Výše popsané dilema politiků je již dlouho zkoumáno a v anglosaské literatuře jej najdete většinou pod heslem „public choice“. Je často používáno ke kritice demokracie vůbec a k jejím rozhodovacím procesům zvlášť. Bez dalších komentářů lze asi tuto otázku uzavřít třetím (slibuji, že posledním) výrokem sira Winstona: „Demokracie je nejhorším způsobem vlády kterou znám, s výjimkou těch ostatních.“

Lze tedy vůbec politiky ovlivnit, nebo jinak, lze mu usnadnit práci tak, aby se stal zastáncem našich projektů a veřejně se s nimi ztotožnil? Zřejmě ano, protože mnoho infrastrukturních projektů se staví. Lépe, než obecné rozbor, poslouží snad dva praktické příklady ze života. Oba jsou zahraniční, každý z jiné fáze výstavby a ukazují myslím přesně o co jde.

Začátkem devadesátých let jednoznačně vycházelo ze všech statistik a známých trendů, že ještě před koncem století bude v Praze velký problém s dopravou v klidu, tedy s parkováním a to nejen v centru města, ale i na Vinohradech, Letné, či Smíchově. Logické bylo i to, že stále vzrůstající potřeba bude moci být saturována pouze pod zemí. Snaha vedení města, jehož jsem byl tehdy členem však narážela na tvrdý odpor veřejnosti, tisku i mnoha komunálních politiků (argumenty byly věcně stejné: parkovací místa přinesou další dopravu do přeplázaného centra, stavba přinese hluk a prach, ať si bohatí pomohou sami atd., atp.). Jednání nevedla k cíli, politická vůle byla nulová, problém prostě neměl řešení.

Zorganizoval jsem tedy autobusový zájezd do Paříže, abych odpůrcům ukázal, o čem je skutečně řeč, že totiž podzemní garáže uvolní místo na povrchu, že cena parkování bude dopravu regulovat více, než zbožná přání, a že to skutečně

ně funguje. Vyjednal jsem návštěvu rozestavěných garáží na Champs Elysees, a při té příležitosti jsem zažil ukázkou, jak se s politiky jedná.

Na místě nás přijal slušně oblečený člověk s decentní kravatou a vysvětlil nám, že dostat dopravu pod zem je politickým přáním pana primátora Chiraka, který si uvědomil, že jedno parkovací místo je jeden hlas ve volbách od spokojené parkujícího Pařížana, že stavba bude hotova během dvou let, že platany (pod kterými stavba probíhala) navštěvuje denně dendrolog, který jim předepisuje speciální výživné kůry, a že po dokončení budou na stávajících parkovacích místech záhony macešek a že na Champs Elysees přibude tolik a tolik laviček pro penzisty. Výklad mne začal nudit a zeptal jsem se tedy, kde je hladina podzemní vody, a dostal jsem odpověď, že ty macešky budou v několika barvách a že budou zavlažovány automaticky. Na otázku, jaká je kapacita garáží jsem se dozvěděl, že mimo macešek tam budou ještě další květiny, které budou s maceškami barevně ladit. Usoudil jsem proto, že náš průvodce o stavbě nic není a pozoroval jsem okolí. Všiml jsem si s podivem, že mi čeští kolegové, tedy zastupitelé i novináři s ohromným zaujetím poslouchají, že přímo hltají každé slovo a absence jakýchkoliv faktů jim vůbec nevadí. Přednáška skončila k všeobecné spokojenosti, zastupitelé odešli užívat Paříž v obchodních domech a já pozval našeho průvodce na calvados. Na opakované technické otázky se mi dostalo dalších titrů o léčení platanů a barvě macešek, protože pro našeho průvodce jsem byl prostě náměstem pražského primátora a tedy největší politik z celé té české party. Objednal jsem proto další calvados a prohlásil, že jsem sice politik, ale jen dočasně (což se během dvou let prokázalo jako výrok věštecký) a že se normálně živím prací. Na to Francouz reagoval perfektním technickým výkladem a řekl mi i věci, na které bych se neuměl ani zeptat. Bez mučení připustil, že ty platany stavbu nepřezijí a proto mají již v záložní zahradě předpěstovány nové. Konečně přiznal, že pan Chirac řekl to o těch voličských hlasech až poté, co to dlouho říkali jiní. A já v té chvíli pochopil víc, než na jakémkoliv školení o public relations a zároveň strašně záviděl Francouzům a jejich firmě GTM, že na stavbě mají chlapa, který ji má technicky v malíčku a přitom dovede komunikovat s veřejností v míře, kterou jsem do té doby nechápal. Návštěva skončila happy endem, po návratu do Prahy mi podzemní garáže odhlasovali a bylo vypsáno výběrové řízení na osmnáct lokalit. Že se potom nepostavila ani jedna garáž je již kapitola jiná, možná, že chyběl další výlet do Paříže pro novou politickou reprezentaci města, možná, že stále se horšící čísla byla špatně prezentována . . .

Druhý příklad mnoho z tunelářů mohlo vidět na vlastní oči při tunelářském kongresu ve Vídni. Na stavbě metra, kterou bylo možno navštívit, mne nezaujala ani tak moc perfektní aplikace Nové rakouské tunelovací metody (ostatně, kdo jiný by ji měl umět, než Rakušané, i když ji dle Ing. Grána vymyslel Čech). Podstatně poučnější byla pro mne skutečnost, že doslova pár metrů od portálů, prakticky vedle míchacího centra bylo stavbou zřízené (myslím postavené, ne zdevastované) a udržované dětské hřiště. Na jeho okraji pak informační centrum, kde se občanům dostalo poučení co a jak se tu staví i brožur a letáků s obrázky, jak ta krása bude vypadat po dokončení. Tedy vzkaz politikům: když budeme stavět my, tak nebudete mít starosti s veřejným míněním, stavíme tak, že si vedle nás mohou hrát děti a občané se dovedí vše, co o naší stavbě znají.

Tato vstřícnost k veřejnému mínění se stává pomalu standardem, postup rážby podzemní dráhy v Los Angeles je denně publikován na Internetu, prakticky se zahájením stavby tunelu pod La Manchem bylo otevřeno muzeum této stavby. Veřejnost má prostě právo vědět, co se za její peníze staví a jak to bude vypadat.

Tunel pod kanálem není v příkladech uveden náhodou. Důraz na kladné stanovisko veřejnosti stále více kladou i subjekty privátní a podobné argumenty, jako platí na politiky platí často i na velké investory privátní. Struktura velkých institucionálních investorů je rozhodovacím mechanismům státu často podobná již proto, že velká průmyslová a finanční impéria rozsah státu, natož pak obce, většinou převyšují.

Všechno chování v průběhu stavby je vedeno snahou získat veřejnost (tedy i politiky) na svoji stranu a nepřipustit obavy politiků z možných potíží při stavbě další.

Uvědomíme-li si výše popsané, budeme snad na dalších konferencích méně lkát o tom, že nám naši politici nerozumí. Troufám si odvážně tvrdit, že chyba je spíše na naší straně, protože nejsme schopni mluvit jejich jazykem. Často se setkáváme s pýchou inženýra, který o své pravdě je přesvědčen na základě strohé mluvy čísel a odmítá se snížit ke komunikaci s laikem. Ti nejlepší technici touto vadou většinou netrpí. Einstein dovedl vysvětlovat svoji teorii relativity i novinářům a český astronom Grygar dovedl natočit populární pořad i o tak odtažitě věci, jakou je astronomie. Mimochodem tak dobře, že se dnes po mnoha letech úspěšně v televizi reprizuje.

Je prozatím bohužel i dluhem našeho školství, že technika těmto dovednostem neucí. Nedostatek znalosti komunikace s veřejností nelze totiž nahradit najmutím agentury pro public relations, i když těchto agentur i u nás vyrostlo jak hub po dešti. Technik totiž o své práci musí mluvit sám, jen tak jsou informace autentické a věrohodné.

A proto tedy prosím: při zdůvodňování stavby nezapomeňme na macešky a stavme tak, aby vedle našeho staveniště mohlo prosperovat dětské hřiště.

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

ALTERNATIVNÍ VYUŽITÍ PODZEMNÍCH PROSTOR

DOC. ING. MILAN KAŠPAR, CSc.,
ČVUT FAKULTA STAVEBNÍ

ALTERNATIVE USE OF UNDERGROUND TUNNELS.

Research center DESY (Deutsches Elektronen - Synchrotron) in Hamburg is dealing with basic research in high - energy and particle physics as well with the production and application of synchrotron radiation. Accelerator of solid particles are placed in underground tunnels DORIS, PETRA, HERA under the objects of research center. Some information about the symposium „Engineering Surveying - Actual“ and about the surveying instruments of this research center are given.

V rámci semináře dalšího vzdělávání Německého zeměměřického spolku DVW s názvem „Inženýrská geodézie - aktuálně“ jsem měl možnost navštívit toto obrovské výzkumné středisko DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron, Notkestraße 85, D - 22 607 Hamburg, WWW:http://www.desy.de).

Výzkumné středisko DESY založené v roce 1959 v Hamburku se zabývá zkoumáním základních vlastností hmoty alternativních částic s využitím synchrotronového záření ve fyzice povrchu a vlastností materiálu. Scházejí se zde vědci z celého světa, aby spolupracovali na experimentálních měřeních a dali odpověď na základní otázku, která lidstvo ovládá, spojenou se vznikem hmoty v oblasti základních částic. Fyzikové mají dnes k dispozici urychlovače částic „Supermikroskopy“, pomocí nichž díky vysokým energiím vytvářejí částice a mohou odhalit strukturu hmoty a které jsou 100 000 krát menší než jádro atomu. Zabývají se teorií elementárních částic, obecnou teorií pole a kosmologií.

V laboratořích DESY pracuje řada vědeckých pracovníků různých profesí (fyzika, chemie, molekulární biologie, lékařství, geologie, geofyzika aj), jímž např. urychlovač částic DORIS (Doppel-Ring-Speicher) nabízí jedinečný zdroj záření pro jejich experimenty. Od roku 1991 je v provozu urychlovač částic HERA (Hadron-Electron-Ring-Anlage). HASYLAB (Hamburger Synchrotronstrahlungslabor) vytváří v rámci DESY samostatné výzkumné středisko.

Na výzkumu DESY se podílí 2 900 vědeckých pracovníků z 280 vysokých škol a ústavů z 35 států světa včetně České republiky.

Urychlovače pevných částic jsou umístěny v podzemních tunelech v prostoru pod rozsáhlými objekty výzkumného střediska. Např. okruh PETRA (Positron-Elektron-Tandem-Ring-Anlage) ohraničuje prakticky celé výzkumné středisko (obr. 1 a obr. 2). Okruh HERA je ještě větší (obr. 2 a obr. 3). Je připraven projekt pro vybudování ve světě unikátního lineárního urychlovače částic v přímém tunelu délky 30 km.

Měřické oddělení MEA institutu DESY je vybaveno nejmodernější technikou, protože požadavky na přesnost geodetických prací při vlastních technologických procesech na rozměrných urychlovačích částic se pohybují hluboko pod 1 mm.



OBR. 1 Letecký snímek areálu DESA se zákresem tunelů urychlovačů částic

Kromě vlastních měřičů disponuje oddělení skupinou mechaniků, kteří podle jejich návrhů zhotovují nebo upravují unikátní měřické pomůcky (obr. 4). Náročné přístrojové vybavení a měřické výkony naplňují pojem tzv. průmyslových měření. Ve vybavení jsou např. digitální motorizované teodolity nejvyšší přesnosti s vestavěnými CCD kamerami pro sledování zacílení na speciální cílové koule, zaručující bezchybnou centraci (obr. 5 a obr. 6). Byly předvedeny i některé vlastní konstrukce např. speciální přenosný stativ s pákovým uzávěrem (obr. 7), různé měřické stolky a pod. Autokolimátor k určení přímky je na obr. 8. Gyroteodolit Gyromat 2000 s teodolitem ZEISS je na obr. 9.

Cílem vlastního semináře bylo poskytnout účastníkům (125 odborníkům převážně z Německa) přehled současného stavu techniky v různých oblastech inženýrské geodézie. Byl zaznamenán pokrok v digitální fotogrammetrii, uplatnění laser-trakeru a přesných tachymetrů, částečně s automatickým cílením. Další pokrok nastal ve vývoji GPS (Global Positioning System) technologií s možnostmi dalšího uplatnění v praxi.

Část jednání semináře patřil tunelářské problematice, která je nyní v souvislosti s výstavbou čtvrtého labského tunelu ve městě velmi aktuální.

Přehled dynamického vývoje razících metod od poloviny 19. století předal Dipl.-Ing. S. Zell z prováděcí firmy DYCKERHOFF WIDMANN. Dipl.-Ing. A. Poltinger z Mnichova referoval o technologii automatického řízení razících strojů (provoz se štítovou ražbou, mikrotunelování a protlačování, řízení strojů s částečným záběrem čelby a systémem profilování).

Následoval referát Dipl.-Ing. K.-H. Nerkampa z University Hannover, zaměřený k měřickým projektům při výstavbě čtvrtého labského tunelu.

Radu zajímavých informací přineslo vystoupení Dr.-Ing. W. Schwarze z hostitelské organizace DESY o měření na urychlovačích částic, kde pro segmenty délky vlny betatronu tj. 576 m, je vyžadována přesnost justáže v příčném směru 0,5 mm a ve výšce 0,1 mm. Celková délka urychlovače s více než 2 600 hlavními komponenty překračuje 18 km.

Účast na semináři i návštěva výzkumného střediska DESY byla velkým přínosem, protože byla možnost získat bezprostředně nejnovější informace o moderních technologiích a používaných přístrojích a pomůckách. Další informace event. sborník přednášek (bude vydán dodatečně) bude možno získat u autora na katedře speciální geodézie SvF ČVUT.

TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

TECHNICAL MATTERS OF INTEREST

TRANSJAPONSKÁ DÁLNIČNÍ TEPNA V PROVOZU

ING. KAREL MATZNER, ČTuK

TRANSJAPANESE HIGHWAY ARTERY IN OPERATION

THE LAST SECTION OF HIGHWAY CONNECTION WITH THE ISLAND SHIKOKU OVER THE SMALL ISLAND AWAJI HAS BEEN JUST PUT INTO SERVICE BY MEANS OF THE WORLD LONGEST SUSPENSION BRIDGE NEARBY KOBE.

I do našeho denního tisku pronikla zpráva o unikátní mostní konstrukci, která byla na počátku dubna uvedena do provozu v Japonském přímořském městě Kobe. Jde o poslední článek transjaponské dálniční tepny, která propojuje japonské ostrovy. Zároveň s mostem byl zahájen provoz v přilehlém tunelu a na navazujících úsecích dálnice.

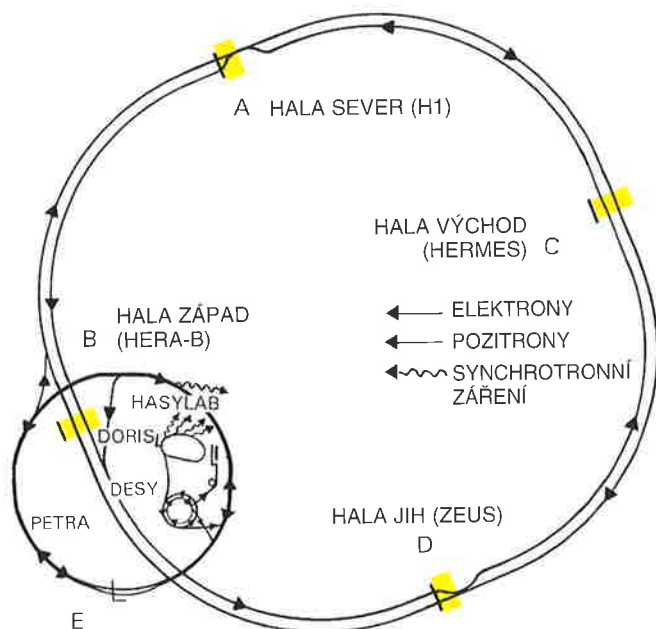
Technické parametry mostu Akashi-Kaikyo právem poutají pozornost veřejnosti. Délkou svého středního pole 1990 m získal světový primát mezi visutými mosty. Překlenuje mořskou úžinu mezi ostrovem Honshu a „malým“ ostrovem Awaji, který využívá trasa dálnice směřující na „velký“ ostrov Shikoku. Celková délka mostu je 3910 m, věže se tyčí do výše 297,2 m, mostovka se pne 65 m nad hladinou a účtyhodných rozměrů dosahují i nábržešní kotevní bloky. Vozovka je pro každý směr třípruhová o šířce 10,75 m, celková šířka mostu pak činí 35,50 m. Navazující tunel Maiko má dvě tunelové trouby každá o ploše příčného řezu přes 140 m² a celkové délce 3,3 km. Prochází hornatou oblastí Rokko, která lemují město Kobe na severu. Při ražbě byla použita NRTM, v místech s malým nadložím a povrchovou zástavbou doplněná předrážným ochranným deštníkem po dvanáctimetrových pasech (viz Tunel č. 2/97, Pícha J.).

K technickým pozoruhodnostem určitě patří i odolnost těchto staveb proti seismickým vlivům a odvaha japonských techniků taková mimořádná díla v tak tektonicky exponované oblasti vůbec stavět. Vždyť ještě před dokončením prošla výstražnou zkouškou. Most je navržen na odolnost proti zemětřesení o síle 8,5 stupně Richterovy stupnice. V lednu 1995 byla tato oblast postižena otřesy o síle 7,2 stupně, které způsobily velké škody v sousedním Kobe a okolí, v epicentru zemětřesení. Tunel Maiko i tehdy dosud nedokončený most odolaly beze škod, i když mostní pilíře se od sebe trvale oddálily o 1,30 m.

Rovněž uvádění těchto staveb do provozu stojí za zmínku a charakterizuje japonskou mentalitu. „Zatěžkávací zkoušku“ týden před oficiálním otevřením obstaralo 17 000 běžců-veteránů, kteří se sem sjeli ze všech kontinentů na své 4. mistrovství světa v silničním běhu a chůzi, tj. v půlmaratonu, v běhu na 10 km a chůzi na 30 km. Mezi závodníky vysoko převažovali Japonci, kteří brali účast jako národní pouť a byli na to náležitě hrdí.

Startovací čára byla u portálu tunelu a trati vedly přes most po dálnici stoupající za mostem do kopců na ostrově a po obrátce stejnou cestou zpět. Také obě tunelové roury byly pro závod využity – sloužily jako šatny.

O týden později se tu pak sešlo na 1300 oficiálních hostů v čele s korunním princem Naruhito a princeznou Masako, aby stavby předaly do užívání. Tisíce Japonců si pak udělalo přes most alespoň procházku. Až příště pojedou, zaplatí mýtné ve výši 3000 Y, tj. 24 USD. Stavba přišla totiž na 9,7 miliardy USD a stavěla se 10 let.

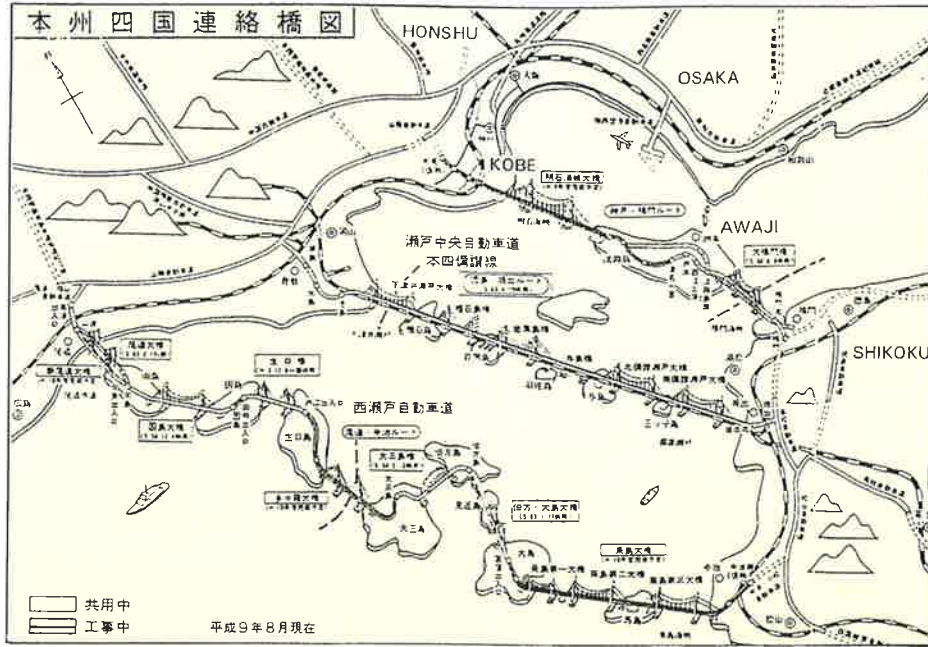


OBR. 2 Schematický tunelový okruh HERA, PETRA a DORIS

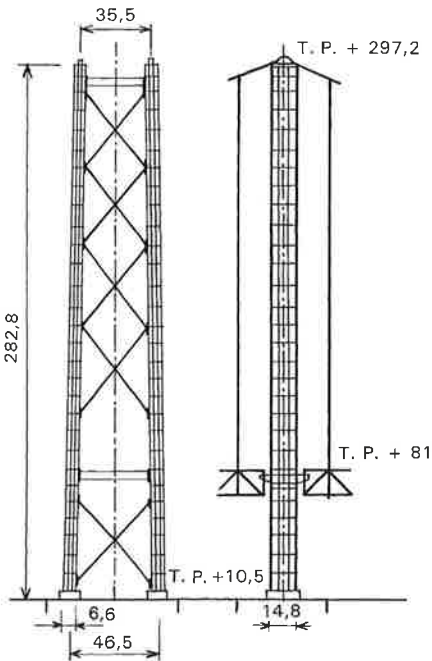


OBR. 3 Podzemní tunel HERA

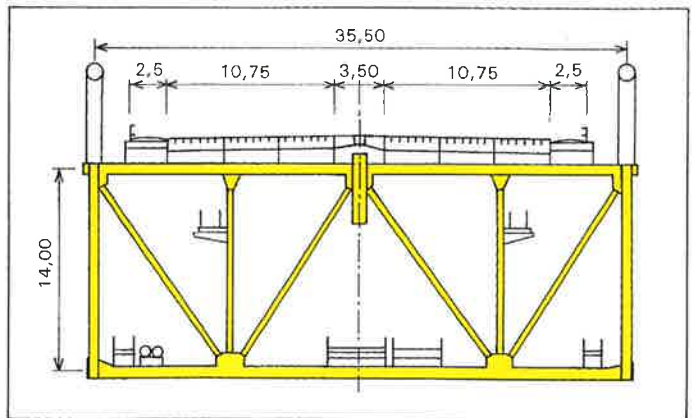
SITUACE



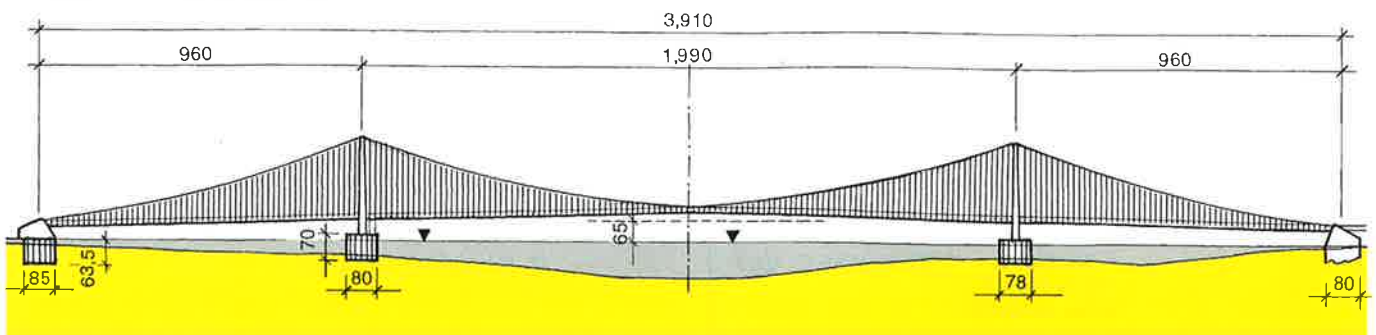
MOSTNÍ VĚŽE



PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTOVKOU



PODÉLNÝ PROFIL MOSTU



ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

CZECH TUNNELING
COMMITTEE REPORTS

INFORMACE

INFORMATION

Z JEDNÁNÍ PŘEDSEDNICTVA ČTuK

Na svém zasedání 19. 3. 1998 projednalo předsednictvo následující body programu:

- informaci předsedy Ing. Hesse o jednání ITA/AITES Council v Singapuru a o programu příštího valného shromáždění, které se bude konat u příležitosti světového tunelářského kongresu v Sao Paulu, ČTuK budou zastupovat: Ing. Kuchár, prof. Barták, Ing. Valeš (ve WG). Přidružení členové Metrostav a Subterra budou zastoupeni Ing. Šebestou a Ing. Doubkem.
- členství firem Kankol a Carbo-Grouting v ČTuK
- čerpání rozpočtu 1997, návrh rozpočtu 1998 a podporu prezentace odborných příspěvků našich členů na mezinárodním poli
- ediční záměry časopisu Tunel (barevné řešení, dvojjazyčné mutace aj.)
- stav rozvoje styků s příbuznými společnostmi
- propagaci Inženýrské kanceláře ČTuK
- program Valného shromáždění ČTuK
- výsledky studentské soutěže

SVĚTOVÝ TUNELÁŘSKÝ KONGRES V SAO PAULO

se konal v posledním dubnovém týdnu za vysoké účasti odborníků ze všech kontinentů. Pro ČTuK byl zvláště významný. U příležitosti kongresu se konalo též Valné shromáždění ITA/AITES a to na svém zasedání zvolilo předsedu ČTuK Ing. Jindřicha Hesse do funkce místopředsedy ITA/AITES. Podrobnější zpráva o kongresu přineseme v č. 3 našeho časopisu.

VALNÉ SHROMÁŽDĚNÍ ČTuK

se konalo 19. května v Brně. Účastnili se ho představitelé z 29 členských organizací, 10 individuálních členů, hosté, celkem 60 tunelářských odborníků. Hostitelské funkce se ujala akciová společnost Zakládání Group, která zajistila i exkurzi na stavbu hloubeného silničního tunelu na Velkém městském okruhu Brno-Kohoutova. Zápis z této výroční akce našeho Komitétu zveřejníme rovněž v příštím čísle.

INŽENÝRSKÁ KANCELÁŘ PŘI ČESKÉM TUNELÁŘSKÉM KOMITÉTU ITA/AITES

(IČO 49629972)

*nabízí orgánům státní správy a samosprávy, investorům,
projektantům a dodavatelům objektivní, vysoce kvalifikované*

- **expertízy** všech typů studií a projektů z oblasti podzemního urbanismu a podzemních staveb
- **návrhy a posuzování**
 - hloubených i ražených podzemních staveb
 - sanačních opatření a rekonstrukčních postupů při zakládání staveb a podzemním stavitelství
 - využití stávajících i nových podzemních prostor pro účely ukládání odpadů, skladování energetických médií, zásobování vodou, čištění odpadních vod, garážování apod.
 - stability skalních stěn
- **konzultace** koncepčních i dílčích problémů inženýrské geologie, mechaniky hornin, zakládání staveb a podzemního stavitelství

Kontaktní adresa:

Ing. Karel Matzner
Sekretariát Českého tunelářského komitétu ITA/AITES
Dělnická 12
170 04 Praha 7
Tel./fax: 66793479

ROZDĚLENÍ GESCÍ MEZI ČLENY REDAKČNÍ RADY ČASOPISU TUNEL

Redakční rada časopisu TUNEL rozhodla o tom, že její členové si mezi sebou rozdělí odpovědnost za soustavné udržování kontaktu s těmi členy Českého a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES, kteří nemají zastoupení v redakční radě časopisu TUNEL. Smyslem je podnitit tyto členy, aby se soustavně a ve větší míře podíleli na publikační činnosti v našem časopisu.

Člen redakční rady

Ing. Vozarik

Prof. Barták

Ing. Fryč

Ing. Krejcar

Ing. Kutil

Ing. Novotný

Ing. Polák

Ing. Romancov

Ing. Šňupárek

Ing. Torner

Ing. Uhlík

Ing. Matzner

Ing. Frankovský a Ing. Kusý si rozdělí členy Slovenského komitétu.

Přiřazená členská organizace

Zakládání Group, a. s.
Soletanche ČR, s. r. o.

Stavební fakulta VUT Brno
Vysoká škola báňská Ostrava
ostatní vysoké školy

EREBOS, s. r. o.

AD Servis Terrabor, s. r. o.
Descrigo, s. r. o.
Inženýrské konstrukce

IKE, s. r. o.
Západočeské uhelné doly Zbůch, a. s.

Ingutis, s. r. o.
Interprojekt, s. r. o.
Čermák a Hrachovec, s. r. o.

PŮDIS, a. s.
SATRA, s. r. o.

ILF Consulting Engineers, s. r. o.
Amberg Engineering Brno
SUDOP, a. s.

Geotest, a. s.
OKD, Důlní průzkum a bezpečnost, a. s.
Carbo Grouting, a. s.

Ingstav Brno, s. r. o.
Carbotech – Bohemia, s. r. o.

Železniční stavitelství Brno, a. s., DIS
VOKD, a. s.
TUBES, s. r. o.

SG – Geotechnika, a. s.
Kankol, s. r. o.

SLOVENSKÝ TUNELÁŘSKÝ KOMITÉT

oznamuje, že 17. dubna byla proražena průzkumná štola na tunelu Ovciaarsko u Žiliny dlouhá 2 300 m. Ražba byla komplikována silnými přítoky podzemní vody s vydatností místy až 300 l/min.

Ing. Jozef Frankovský, Banské stavby, a. s., Prievidza



METROPROJEKT Praha

akciová společnost

I. P. Pavlova 2/1786, 120 00 Praha 2, Česká republika

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

NEJEN PRAŽSKÉ METRO REPREZENTUJE NAŠI PRÁCI

Spojení:	Ředitel společnosti	tel.: [420]-(0)2/96 204 120
	Technický náměstek	tel.: [420]-(0)2/96 204 124
	telefonní ústředna: 420-2/96 154 111	tel.: [420]-(0)2/96 204 122



Inženýring

DOPRAVNÍCH STAVEB

a.s.

ZAJIŠŤUJE VEŠKERÉ ČINNOSTI K PŘÍPRAVĚ A REALIZACI STAVEB
INŽENÝRSKÁ ČINNOST VE STAVEBNICTVÍ
PROJEKTOVÁ ČINNOST V INVESTIČNÍ VÝSTAVBĚ
GEODETICKÉ, TOPOGRAFICKÉ A KARTOGRAFICKÉ PRÁCE, VČ. ČINNOSTI
ODPOVĚDNÝCH GEODETŮ
PROVÁDĚNÍ STAVEB
PORADENSKÁ A KONZULTAČNÍ ČINNOST V OBLASTI STAVEBNICTVÍ A ROZVOJE
DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ
SPRÁVA A PRONÁJEM NEMOVITOSTÍ

ZKUŠENÝ PARTNER – ZÁRUKA KVALITY

Na Moráni 3
128 00 PRAHA 2

tel. 02/291 714, 294 603
fax 02/292 769



ČERMÁK A HRACHOVEC S.R.O.

VÝSTAVBA INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ

SMÍCHOVSKÁ 31, 155 00 PRAHA 5-ŘEPORYJE
TELEFON: 02/652 32 46-7, 0602 204 837, 0601 200 419

PROVÁDÍME

- Kanalizační řady

Trubní

Zděné

V rýhách

Ve štolách

- Veškeré opravy, rekonstrukce a výstavbu nových objektů na stokové síti (spadiště, spojné a rozbočné komory, oddělovače apod.)
- Vodovodní řady a přípojky z tvárné litiny, PE, PVC.
- Mikrotunelovanou kanalizaci DN 300 mm z tuzemských kameninových trub. Na přání i větší profily ze zahraničních trub.
- Vrtané kanalizační přípojky DN 200 mm z kameniny a DN 150 z PVC.
- Řízené horizontální vrtání a zatahování trub do průměru 315 mm.
- Protlaky zemními raketami a ramované ocelové protlaky do průměru 1 000 mm.
- Obnovu stávajících vodovodních, kanalizačních a plynových potrubí metodou Cracking.

KANKOL

K

spol. s r. o.

FIRMA KANKOL, spol. s r. o.

Společnosti KANKOL pracuje se zkušeným kolektivem technických pracovníků a dělníků, který se již od roku 1996 specializoval v rámci bývalého závodu Praha, RD Příbram s.p., na výstavbu kanalizačních děl prováděných především hornickým způsobem.

Kontaktní kancelář:

Praha 6-Liboc

U stanice 4/11

PŠČ 160 00

Tel./Fax

(02) 2056 1575

Nabízíme investorům

- ražení tunelů a chodeb pro inženýrské sítě a vodohospodářská díla
- kompletní výstavbu kanalizačních děl
- opravy, renovace a sanace kanalizačních sítí a vodovodních řadů
- podzemní práce prováděné jak z povrchu tak hornickým způsobem
- další podobné stavební práce

Dodávky staveb zajišťujeme „na klíč“.

70 LET TRADICE



SG Geotechnika

Stavební geologie GEOTECHNIKA a.s. je jedinou firmou v České republice, která může svým klientům nabídnout komplexní řešení geotechnických problémů, navíc založené na více než sedmdesátileté tradici a zkušenostech.

Odborné informace, konzultace:

Pracoviště Praha, Geologická 4

Ing. J. Růžička, CSc. tel.: 02/581 84 40
Ing. A. Rozsypal, CSc. 02/581 84 90
RNDr. Z. Smolař 02/581 24 18

Pracoviště Příbram, Háje - šachta č. 16

J. Teska tel.: 0306/200 76
tel./fax: 0306/200 16

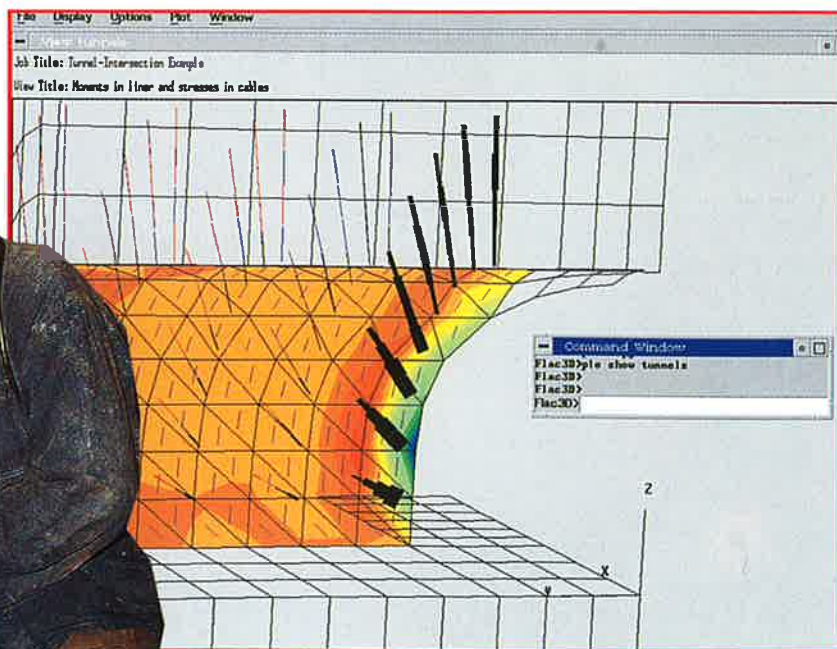
Sídlo společnosti:

Stavební geologie GEOTECHNIKA a.s.

Geologická 4, 152 00 Praha 5 - Barrandov
tel.: 02/581 84 90, 581 84 40, 581 62 40
fax: 02/581 79 95, 581 81 95
E-mail: SGGTPRG@MBOX.VOL.CZ
Internet: www.sgg1.cz

Pro těžební organizace Stavební geologie – GEOTECHNIKA a.s. nabízí:

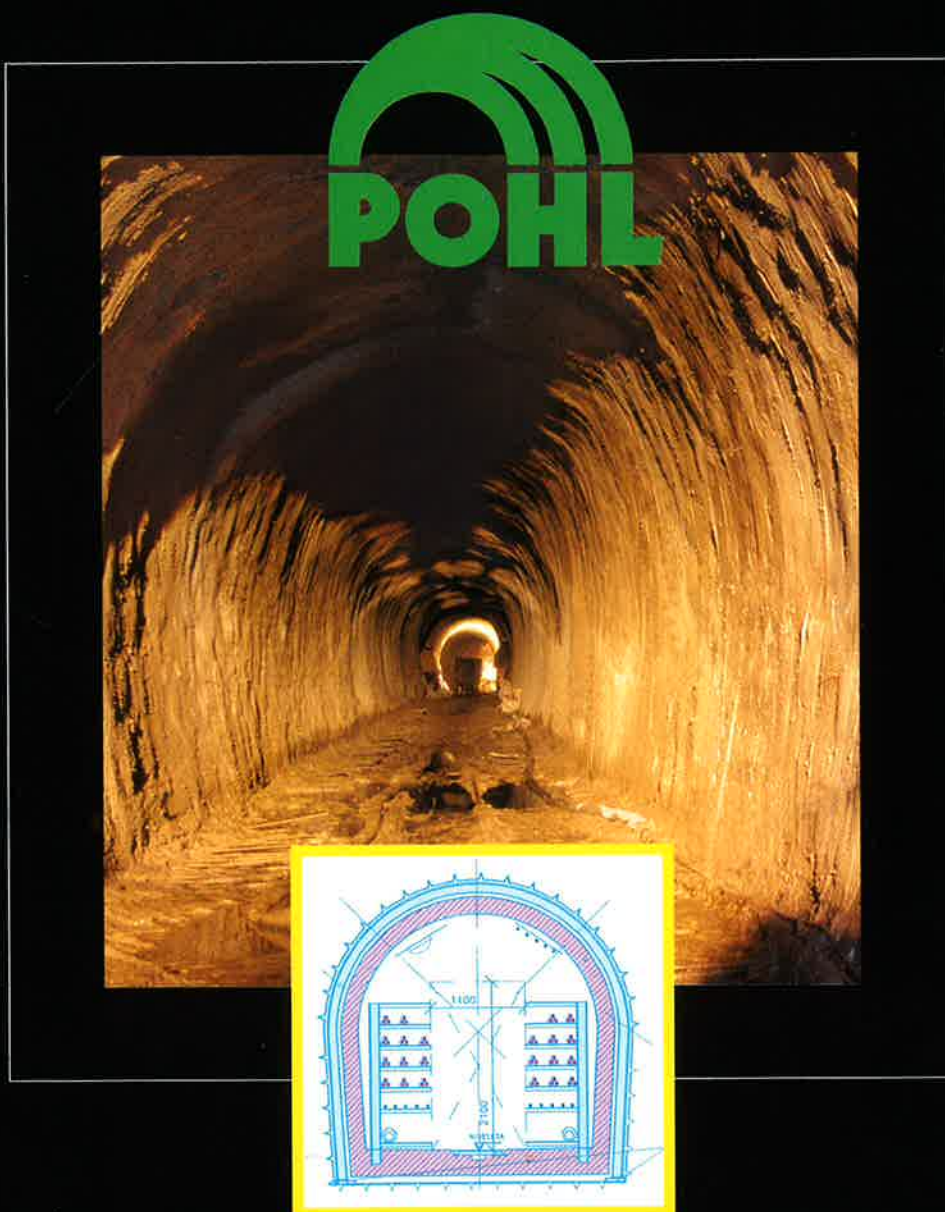
- projekce a zajištění provozu lomů a dolů
- projektování, provádění a vyhodnocování ložiskového geologického průzkumu
- oceňování ložisek nerostných surovin
- projekty likvidací a sanací důlních děl
- geotechnická a inženýrská činnost související s likvidací a sanací důlních děl
- laboratorní zkoušky zásypů úvodních důlních děl
- inženýrská seizmologie
- geotechnická spolupráce při projekci a výstavbě podzemních staveb
- stavebně geologické průzkumné práce
- geotechnické výpočty a numerické modelování
- projektování, organizace a řízení geotechnických a geoekologických staveb
- posuzování vlivů staveb na životní prostředí
- laboratorní zkoušky v akreditované laboratoři
- polní zkoušky a měření, monitoring
- geofyzikální průzkum včetně georadaru
- odborný geotechnický dozor a kontrolní zkoušky při realizaci staveb



70 LET ZKUŠENOSTÍ

POHL akciová společnost

Nádražní 25
252 62 Roztoky u Prahy



REALIZUJEME, REKONSTRUUJEME, NABÍZÍME

PODZEMNÍ INŽENÝRSKÉ STAVBY:

kanalizační sběrače, podchody, kolektory a kabelovody,
podzemní garáže, železniční a silniční tunely

RAŽBY:

klasicky, razíciemi štíty, frézami, trhacími pracemi

INŽENÝRSKÉ A PRŮMYSLOVÉ STAVBY:

kanalizační řady, vodovody, plynovody, čistírny odpadních vod, průmyslové objekty
bezvýkopové technologie, protlaky všech profilů

PROJEKTOVOU A INŽENÝRSKOU ČINNOST, STATICKÉ VÝPOČTY

Tel: 02 - 20 105 323

FAX: 02 - 20 105 294

E mail: pohl@pohl.cz