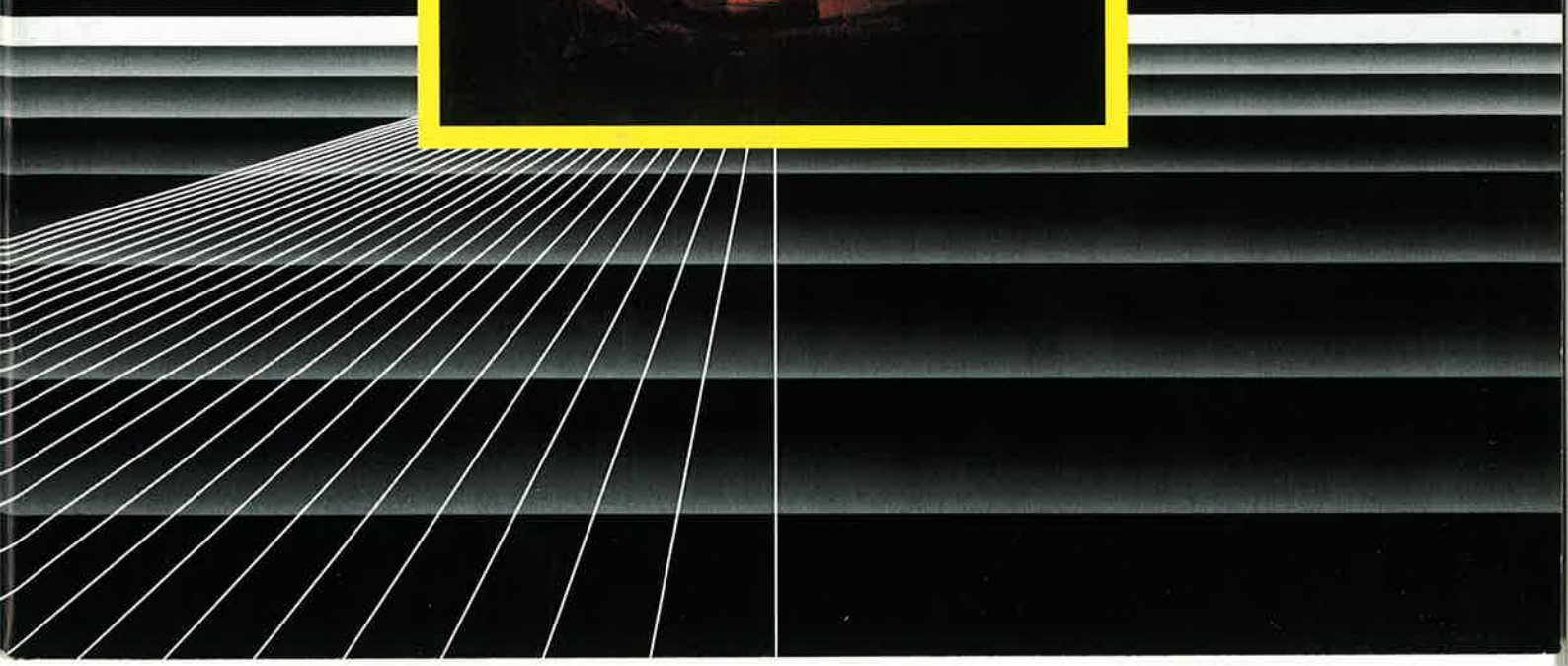
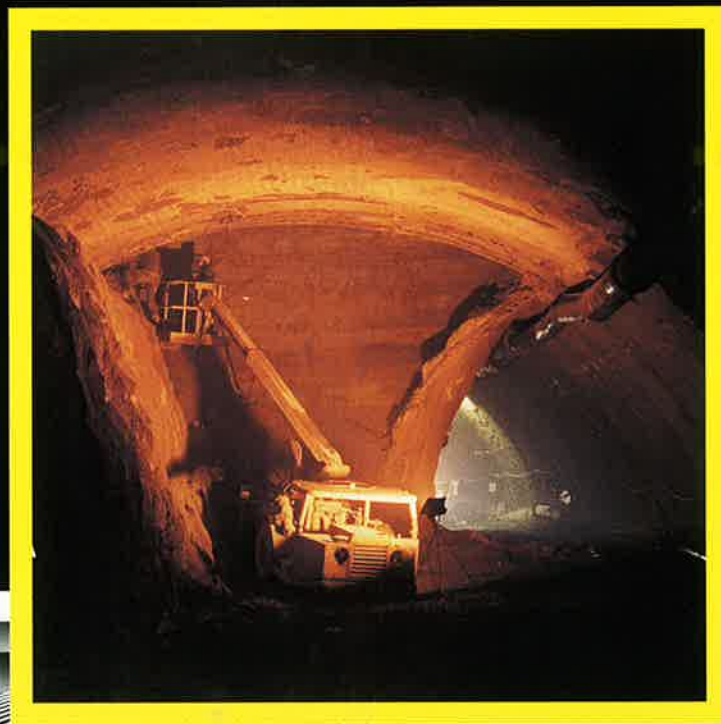


TUNEL

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

*MAGAZINE OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE
AND SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA/AITES
UNDEGROUND CONSTRUCTIONS (DEVELOPMENT, RESEARCH, DESIGN, REALIZATION)*



ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKÉ TUNELÁŘSKÉ ASOCIÁCE ITA/AITES

MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE AND SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA/AITES

AD SERVIS TERRABOR, s. r. o.

Bělohorská 157/188
169 00 Praha 6

AMBERG ENGINEERING BRNO, a.s.

Ptašinského 10
602 00 Brno

ANGERMEIER ENGINEERING PRAHA s.r.o.

U Dvou srpů 2
150 00 Praha 5

AQUATIS, a.s.

Botanická 56
656 32 Brno

CARBOGROUTING, a.s.

Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

CARBOTECH-BOHEMIA, s.r.o.

Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

ČERMÁK A HRACHOVEC s.r.o.

Smíchovská 31
155 00 Praha 5 - Řeporyje

DESCRIBO, s.r.o.

Stavební projekty
U krčského nádraží 19
140 00 Praha 4

ELTODO, a.s.

Novodvorská 1010/14
142 00 Praha 4

EREBOS, s.r.o.

Malé Svatoňovice 249
542 34

GEOTEC GS, a.s.

Chmelová 2920/6
106 00 Praha 6

GEOTEST BRNO, a.s.

Šmahova 112
659 01 Brno

HONEYWELL, s. r. o.

Budějovická 1
140 21 Praha 4

ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.

Jirská 5
186 00 Praha 8

INGUTIS CZ, s.r.o.

Třeboradická 1/1275
182 00 Praha 8

INSET, s.r.o.

Novákových 6
180 00 Praha 8

INŽENÝRING

DOPRAVNÍCH STAVEB, a.s.

Na Moráni 3
128 00 Praha 2

KANKOL, s.r.o.

Nový Jáchymov 48
267 03 Hradištko, okr. Beroun

KELLER SPECIÁLNÍ

ZAKLÁDÁNÍ, s.r.o.

K Ryšánce 16
147 54 Praha 4

METROPROJEKT PRAHA, a.s.

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

METROSTAV, a.s.

Dělnická 12
170 04 Praha 7

OKD, DBP PASKOV, a.s.

739 21 Paskov

POHL CZ, a.s.

Nádražní 25
252 63 Rostoky 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

ČVUT STAVEBNÍ FAKULTA

Thákurova 7
166 29 Praha 6

VUT STAVEBNÍ FAKULTA

Veveří 95
662 37 Brno

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, a.s.

Dělnická 12
170 04 Praha 7

VOJENSKÉ STAVBY CZ, a.s.

Revoluční 3
110 15 Praha 1

VOKD, a.s.

Československá 7
701 40 Ostrava

VYSOKÁ ŠKOLA BĀŇSKÁ-

TU OSTRAVA

tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba

ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a.s.

Rohanský ostrov
180 00 Praha 8

ŽS BRNO, a.s.

závod MOSAN
Burešova 17
660 02 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
823 03 Bratislava

GEOCONSULT, spol. s r.o.

Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOMONTA, spol. s r.o.

Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza

GEOTECHNIK, spol. s r.o.

Spišská Nová Ves

GEOSTATIK, spol. s r.o.

Bytčická 32
010 39 Žilina

GEOFOS, spol. s r.o.

Veľký diel 3323
010 08 Žilina

HYDROSTAV, a.s.

Miletičova 21
820 06 Bratislava

HYDROTUNEL

Mojmírova 14
972 01 Bojnice

HORNONITRIANSKE BANE, a.s.

ul. Matice slovenskej 10
971 71 Prievidza

CHÉMIA-SERVIS

Kopčianska 65
851 01 Bratislava

INCO, a.s.

Prí starej prachárni 14
831 50 Bratislava

INGEO, a.s.

Bytčická 16
010 01 Žilina

INFRAPROJEKT, s.r.o.

Kominárska 4
823 02 Bratislava

KŘIŽÍK, a.s.

Solvárska 1
080 01 Prešov

MAGISTRÁT hl. m. Bratislavy

Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

RUDNÝ PROJEKT

Holding a.s.
Festivalové nám. 1
041 95 Košice

SLOVENSKÁ BANÍČKA

SPOLOČNOSŤ

ul. 9. mája č. 2
974 01 Banská Bystrica

SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST

Miletičova 19
820 09 Bratislava

SLOVENSKÉ TUNELY, spol. s r.o.

Lamačská 16
841 03 Bratislava

SOLHYDRO, spol. s r.o.

Ml. nivy 61, P.O. BOX 31
826 06 Bratislava

STU BRATISLAVA STAVEBNÁ FAKULTA

Radlinského 11
813 68 Bratislava

ŠPECIÁLNE ČINNOSTI

Kuklovská 60
841 05 Bratislava

TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠICE,

Fakulta BERG
Letná 9
042 00 Košice

TERRAPROJEKT, a.s.

Podunajská 24
821 06 Bratislava

ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV

KOŠICE

Watsonova 45
043 53 Košice

UNIVERZITA KOMENSKÉHO

Katedra inž. geológie
Mlynská dolina
842 15 Bratislava

URANPRES, spol. s r.o.

Fr. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

VÁHOSTAV, a.s., GR

Hlínská 40
011 18 Žilina

VODOHOSP. VÝSTAVBA, š.p.

Karloveská 2, P.O. BOX 45
840 00 Bratislava

IVUIS - Zakladanie stavieb, spol. s r.o.

Stará Vajnorská cesta 16
832 44 Bratislava

ZIPP BRATISLAVA, spol. s r.o.

Stará Vajnorská cesta 16
832 44 Bratislava

ŽELEZNICE SR, GR

Klemensova 8
813 61 Bratislava

ŽILINSKÁ UNIVERZITA

Katedra geotechniky
Komenského ul.52
010 26 Žilina

ŽELBA, a.s.

Šafárikovo nám. 4
052 54 Spišská Nová Ves

9. ROČNÍK č. 3/2000

MK ČR 7122

ISSN 1211 - 0728

Tunel

Časopis Českého tunelářského komitétu
a Slovenské tunelářské asociácie ITA/AITES
Založen Ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992

OBSAH

str.

Úvodník: Ing. Jindřich Hess, předseda Českého tunelářského komitétu ITA/AITES ...	1
Konference „PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2000“ - shrnutí hlavních myšlenek a stručná charakteristika příspěvků	
Tématický okruh A: Ing. František Dvořák, Ing. Miloslav Novotný, Ing. Georgij Romancov CSc.	2
Tématický okruh B: prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	6
Tématický okruh C: Ing. Petr Vozarik.	10
Tématický okruh D: prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc.	14
Podokruh C1: prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	16
Nové tunely na území Bratislavy	
Ing. Martin Bakoš, Ing. Viktória Chomová, Ing. Ján Kušnír, INFRAPROJEKT, s.r.o.	18
Kolektor Poděbradova v Ostravě	
Ing. Karel Dolínek, VOKD, a.s.	25
Fotoreportáž ze stavby tunelu Mrázovka	
Ing. Pavel Polák, METROSTAV, a.s., Ing. Josef Dvořák, SATRA s.r.o.	29
Geostatická napjatost a změna modulu pružnosti spojitě nehomogenního kontinua ve výpočtech metodou konečných prvků	
Ing. Libor Švejda, RIB STAVEBNÍ SOFTWARE, s.r.o., Ing. Jaromír Zlámal, POHL, CZ, a.s.	33
Výstavba kolejového svršku bez šterkového lože v tunelech metra	
Ing. Jaromír Zlámal, POHL, CZ, s.r.o.	38
HOBAS, trubní materiál pro inženýrské stavby	
Ing. Jaroslav Kunc, HOBAS, CZ, s.r.o.	43
Ze světa podzemních staveb	48
Technické zajímavosti	51
Životní jubilea	53
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu ITA/AITES	54
Zprávy z tunelářských konferencí	56
informace	56

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a.s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč - POHL, a.s.
Ing. Milan Krejcar - INSET, s.r.o.
Ing. Josef Kutil - INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a.s.
Ing. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.
Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.
Ing. Richard Šrňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner - AQUATIS, a.s.
Ing. Miroslav Uhlík - SUBTERRA, a.s.
ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STA ITA/AITES: Ing. Miloslav Frankovský - TERRAPROJEKT, a.s.
Ing. Peter Dinga - GEOCONSULT, s.r.o.
Ing. Ondrej Vida - BANSKÉ STAVBY a.s.

VYDAVATEL

Český tunelářský komitét a Slovenská tunelářská asociácia
ITA/AITES pro vlastní potřebu

REDAKCE

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 667 93 479
e-mail: matzner@metrostav.cz
internet: http://www.ita-aites.cz
Vedoucí redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktoři: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Grafická úprava: Petr Míšek

Tisk: GRAFTOP

VOLUME 9. No. 3/2000

MK ČR 7122

ISSN 1211 - 0728

TUNEL

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

CONTENTS

pg.

<i>Editorial: Ing. Jindřich Hess, President of the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES</i>	1
The „UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAHA 2000“ conference – summarisation of main ideas and a brief characteristics of the papers	
<i>Topic A: Ing. František Dvořák, Ing. Miloslav Novotný,</i>	
<i>Ing. Georgij Romancov CSc.</i>	2
<i>Topic B: prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.</i>	6
<i>Topic C: Ing. Petr Vozarik</i>	10
<i>Topic D: prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc.</i>	14
<i>Sub-Topic C1: prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.</i>	16
New tunnels in the territory of Bratislava	
<i>Ing. Martin Bakoš, Ing. Viktória Chomová, Ing. Ján Kušník, INFRAPROJEKT, s.r.o.</i>	18
Poděbradova Collecting duct in Ostrava	
<i>Ing. Karel Dolínek, VOKD, a.s.</i>	25
Photoreport from the Mrázovka tunnel	
<i>Ing. Pavel Polák, METROSTAV, a.s., Ing. Josef Dvořák, SATRA s.r.o.</i>	29
Rock mass strength and variability of elasticity modulus of continuously inhomogenous continuum in finite element method computations	
<i>Ing. Libor Švejda, RIB STAVEBNÍ SOFTWARE, s.r.o., Ing. Jaromír Zlámal, POHL, CZ, a.s.</i>	33
Installation of ballastless track in MRT tunnels	
<i>Ing. Jaromír Zlámal, POHL, CZs.r.o.</i>	38
HOBAS, tube material for engineering constructions	
<i>Ing. Jaroslav Kunc, HOBAS, CZ s.r.o.</i>	43
World of underground constructions	48
Technical matters of interest	51
Life-jubilees	53
Czech tunneling committee reports	54
News from tunnelling conferences	56
Information	56

EDITORIAL BOARD

Chairman: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a.s.

Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT Praha

Ing. Igor Fryč - POHL, a.s.

Ing. Milan Krejcar - INSET, s.r.o.

Ing. Josef Kutil - INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a.s.

Ing. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.

Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.

Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO, a.s.

Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.

Ing. Richard Šňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR

Ing. Václav Torner - AQUATIS, a.s.

Ing. Miroslav Uhlík - SUBTERRA, a.s.

ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner

STA ITA/AITES: Ing. Miloslav Frankovský - TERRAPROJEKT, a.s.

Ing. Peter Dinga - GEOCONSULT, s.r.o.

Ing. Ondrej Vida - BANSKÉ STAVBY a.s.

PUBLISHED FOR SERVICE USE

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

OFFICE

Dělnická 12, 170 04 Praha 7

tel./fax: 667 93 479

e-mail: matzner@metrostav.cz

internet: <http://www.ita-aites.cz>

Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner

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

Graphic designs: Petr Míšek

Printed: GRAFTOP

Vážení čtenáři, kolegyně a kolegové,



Dear readers, dear colleagues,

činnost Českého tunelářského komitétu ITA/AITES završuje každé tři roky mezinárodní tunelářská konference pořádaná letos pod názvem PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2000. Přináší informace, poznatky a zkušenosti z našeho oboru a stala se pravidelným forem k výměně názorů. Význam konference je v tomto roce zdůrazněn tím, že se koná pod záštitou primátora hlavního města Prahy a že jejím sponzorem je ITA/AITES, jejíž Výkonný výbor zde současně zasedá. Obsažný Sborník příspěvků sedmdesáti autorů a desítek spoluautorů z tuzemska i zahraničí dokumentuje široký zájem odborné tunelářské veřejnosti.

Tunelářství a podzemní stavitelství vůbec je v České republice všeobecně hodnoceno jako stavební obor s velkou perspektivou. Přispívá k tomu na jedné straně bouřlivě se rozvíjející doprava a na druhé straně hustota osídlení a řada chráněných krajinných oblastí, kde není průchod dopravních sítí po povrchu povolován. Využití podzemí je pak jedinou možností k uspokojení dopravních nároků. Výstavba městských automobilových tunelů je převážně vyvolána skutečností, že v hustě zastavěném území neexistuje jiná uzemní rezerva, než podzemí. Další perspektiva českého tunelářství - dálniční tunely - jsou většinou vyvolány tvrdými požadavky na ochranu krajiny. Především z těchto důvodů je plánována řada tunelů na rozvíjející se dálniční síti, kde k dosud provozovaným cca 500 km má v časovém horizontu 10 až 15 let přibýt dalších 500 km. Mezi tato plánovaná díla patří především tunel na dálnici D5 u Plzně a několik tunelů na dálnici D8 z Prahy do Drážďan.

Tunely velkých profilů pro silniční a železniční dopravu nejsou však jediným zájmovým územím české tunelářské veřejnosti. Často se neprávem opomíjí stejně náročné a technicky mnohdy velice inspirativní úkoly při realizaci např. již zmíněných kolektorů, ale i podzemních čistíren odpadních vod, energetických staveb apod. Samostatným problémem pak je řešení dopravy v klidu (tedy parkování), kde mají speciálně česká města ohromný dluh. Např. v Praze by se dle schváleného územního plánu mělo v následujících deseti letech vybudovat zhruba 15000 podzemních parkovacích stání pro automobily.

Česká tunelářská veřejnost si vzhledem k perspektivám oboru velice cení spojení se světem prostřednictvím ITA/ITES. Vzájemná výměna informací je zároveň i inspirací a trvalý kontakt odborníků je nezbytnou podmínkou pro splnění velice ambiciózních cílů při rozvoji infrastruktury státu a jeho předpokládanému vstupu do Evropské unie.

the activity of the Czech Tunnelling Committee culminates every three years by an international tunnelling conference, this year being organized under designation UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAHA 2000.

There are being gathered information, scientific knowledge and experience of our profession there. The conference has become regular forum for an exchange of views and opinions. Its importance has been highlighted by its arrangement under the patronage of Prague's Lord Mayor and under the sponsorship of ITA/AITES. Its Executive Council is holding a session within the same time there. The wide interest of the general tunnelling public is manifested by the comprehensive Proceedings of the conference, assembled by 70 authors and tens of co-authors both local and from abroad.

Tunnelling and underground works themselves are, in the Czech Republic, generally rated as a field of civil engineering with a significant prospect. A wildly developing traffic contributes to this on the one hand while density of the settlement and a number of protected landscape areas, where at grade transportation routes are not allowed, on the other hand. Utilization of the underground is then the only possibility to satisfy the transportation demands.

Construction of the urban road tunnels is evoked by the reality, that in densely built-up areas there exists no other territorial reserve than beneath the ground. Another prospect of the Czech tunnelling-highway tunnels - are mostly evoked by harsh claims for the landscape preservation. Mostly for these reasons, a number of other tunnels on the developing highway network is being projected, where today's app. 500 km in operation should be, in the prospect of 10 to 15 years, extended by another 500 km. Above all, the tunnel near Plzeň (highway D5) and several tunnels of the highway D8 from Prague to Dresden belong to these projects.

Tunnels of large profiles for road as well as railroad transportation are, however, not the only areas of interest of the Czech tunnelling community. Equally ambitious and often technically very inspiring tasks - for example during construction of the above mentioned utility tunnels, but also during underground sewage treatment works, power constructions etc. - are often unjustly left out. A solution of the still transportation (parking) is an individual problem, where especially Czech cities have a huge debt. For example in Prague, there should be, according to the approved master plan, approximately 15000 underground car-parking spaces built in the following ten years.

The Czech tunnelling community, with regards to its industry prospects, is greatly appreciating the connection with the world through ITA/AITES. A bilateral information exchange is therewithal an inspiration, and a permanent contact of professionals is an essential condition in order to achieve very ambitious objectives in development of the state infrastructure and its presumptive accession to the European Union.

Ing. Jindřich Hess

Viceprezident ITA/ITES - ITA/AITES Vice-President

Předseda Českého tunelářského komitétu - President of the Czech Tunnelling Committee

Předseda představenstva a generální ředitel a.s. Metrostav - Chairman of the Board of Directors and Managing Director of Metrostav a.s.

**KONFERENCE „PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2000“
SHRNUTÍ HLAVNÍCH MYŠLENEK A STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PŘÍSPĚVKŮ
TÉMATICKÝ OKRUH A - EKOLOGICKÉ ASPEKTY PODZEMNÍCH STAVEB
A PRŮZKUM PRO PODZEMNÍ STAVBY**

**THE "UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAHA 2000"
CONFERENCE**

**SUMMARISATION OF MAIN IDEAS AND A BRIEF CHARACTERISTICS OF THE PAPERS
TOPIC A - ENVIRONMENTAL ASPECTS OF UNDERGROUND CONSTRUCTION AND
EXPLORATION FOR UNDERGROUND STRUCTURES**

(COMPILED BY ING. FRANTIŠEK DVOŘÁK, ING. MILOSLAV NOVOTNÝ, ING. GEORGIJ ROMANCOV)

EKOLOGICKÉ ASPEKTY PODZEMNÍCH STAVEB A PRŮZKUM PRO PODZEMNÍ STAVBY je název prvního tématického okruhu z celkového počtu čtyř, kterým je konference věnována. Jak plyne z názvu, obsahuje dvě témata, z nichž první - ekologie - do jisté míry prostupuje i většinou příspěvků všech zbývajících okruhů. Jedním z cílů naší konference je také ukázat a zdůraznit, že podzemní díla jsou samou svojí podstatou stavbami ekologickými a že je lze budovat a provozovat způsobem, který přírodu neohrožuje a v celkovém kontextu zachování nebo dokonce zlepšování životního prostředí napomáhá. Do tohoto okruhu však byly zařazeny pouze ty příspěvky, v nichž je ekologický aspekt zvláště vyzdvížen, případně ty, které se jej dotýkají nejen z pohledu technického, ale i společenského. Příspěvky ke druhému tématu popisují a vyhodnocují průzkumná díla, spojená s konkrétními podzemními díly u nás i v zahraničí.

1. EKOLOGIE A PODZEMNÍ STAVBY

Ekologická hnutí v průběhu minulých několika desítek let sehrála velmi pozitivní roli. Vyburcovala lhostejnou veřejnost a dosáhla změn v legislativě a ve výkonu veřejné správy v mnoha zemích, což následně přimělo průmyslovou sféru k radikálním změnám. Nejen v tzv. vyspělých státech, ale dnes (alespoň v některých případech) již ve většině zemí světa je povinností každou stavbu hodnotit také z pohledu vlivu na životní prostředí, a i za cenu zvýšených (mnohdy i značně) investičních i provozních nákladů případné negativní dopady minimalizovat, eventuelně zcela eliminovat. S tímto cílem vznikla celá řada nových odborností, ekologickou problematikou se zabývají nově vzniklé úřady a instituce. Až potud by bylo vše v naprostém pořádku a každému člověku na této zemi by mělo být jasné, že bezohledným drancováním a poškozováním životního prostředí si lidstvo připravuje vlastní záhubu.

Nebyli by to však lidé se svými kladnými i zápornými vlastnostmi, aby někteří jedinci nezneužili i té nejušlechtilější myšlenky ke svému osobnímu prospěchu. Velice brzy se ukázalo, že ochrana životního prostředí je otázkou natolik složitou, že většina laiků není a nemůže být schopna obsáhnout veškeré její souvislosti a návaznosti, a že demagogií a nevybíravým působením na masy lze právě strachu z poškozování životního prostředí velmi účinně a relativně jednoduše zneužívat. Tyto osoby dokáží neobyčejně pružně aplikovat zákonné demokratické postupy takovým způsobem, že připravovanou stavbu pod záminkou ochrany přírody, případně i respektování lidských práv, blokují tak dlouho, dokud jim to přináší prospěch. To vše bez sebemenšího ohledu na skutečnost, že tím zpravidla škodí celým regionům a nerespektují práva jiných, mnohdy daleko větších skupin občanů, nežli jsou ty, za jejichž práva tzv. bojují. Jak je historicky nescíslněkrát potvrzeno, skutečně demokratické státy a instituce jsou vždy o krok pozadu za diktátory a demagogy a nežli si vytvoří metody účinné obrany proti nim, vždy z počátku prohrávají. To platí jak pro politiku, tak pro válku, tak, bohužel, i pro ochranu životního prostředí. Konkrétních příkladů takovýchto postupů při přípravě a realizaci podzemních staveb je známa celá řada, u nás i v zahraničí, a některé z příspěvků konference se jimi také zabývají. Je úkolem skutečných odborníků a skutečných ochránců životního prostředí, aby co nejenergičtěji proti pseudoekologům a ekologickým

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF UNDERGROUND CONSTRUCTION AND EXPLORATION FOR UNDERGROUND STRUCTURES - it is the title of the first topic out of the four topics of the conference programme. As follows from the title, it comprises two sub-topics. The first one - environmental aspects - pervades, to some extent, most of the papers on the remaining topics. One of the objectives of our conference is to show and emphasise the fact that it is the essence of underground works to be environmentally friendly, and that they can be built and operated in a manner, which does not endanger nature and is very helpful in the overall context of the environment preservation or even improvement. Although, only those papers have been included in this topic which give the environmental aspect special prominence, or those papers which touch upon it not only from a technical point of view but also a technical one. Papers dealing with the other theme describe and assess exploratory works connected with particular underground works both domestic and foreign.

1. ECOLOGY AND UNDERGROUND STRUCTURES

Environmental movement has played a very positive role in the course of several past decades. It has aroused the indifferent public and achieved changes in legislature and in execution of public administration in many countries, which fact has made the industrial sphere adopt radical changes. Not only in so called developed countries but today in most of the countries of the world it is a duty to assess every project from the point of view of its effect on environment too, and to minimise or totally eliminate negative effects, if any, even at the cost of increased (many times substantially increased) investment and operational costs. Whole range of new professions originated for that reason, and the environmental issues are dealt with by newly established authorities and institutions. All of that would be fine and everybody should understand that by devastating and damaging environment ruthlessly the mankind has been preparing its own annihilation.

However, people have their positive and negative qualities, and there are individuals who misuse even the most noble minded ideas for their personal profit. It turned out very soon that the environmental protection is so complex issue that most of laymen are not, and can not be, able to comprehend all of its coherence and link-ups, and that it is possible very efficiently and relatively simply to misuse the fear of damaging the environment by means of demagoguery and unscrupulous affecting masses. Those people are able to apply legal democratic procedures in an extraordinarily flexible manner. They block a planned project under the pretext of natural protection or even respect for human rights for such a long time for which it is profitable for them. All of that without a slightest bit of regard to the fact that they usually do harm to whole regions. They do not respect the rights of other, often much larger, groups of citizens than those ones the rights of which they "fight for". As it has been proved no end of times in the history, the really democratic states and institutions are always one step behind dictators and demagogues, and they always lose at the beginning, before they create methods of effective defence against them. This is valid both for politics and war and, unfortunately, for environmental protection too. A number of specific examples of such proceedings in planning and implementation of underground structures is known in our country and

nátlakovým skupinám vystupovali věcnými a racionálními argumenty, prokazujícími, že jejich činnost životnímu prostředí a společnosti naopak škodí a připravili taková zákonná legislativní opatření, která jejich činnosti zabrání, a pokud způsobí škodu, aby byli voláni k odpovědnosti.

Mezi níže citovanými příspěvky jsou jak ty, které se přímo zabývají těmito obecnými vztahy mezi ochránci a „ochránci“ životního prostředí na jedné, a odborníky v oblasti podzemních staveb na druhé straně, tak ty, které na konkrétních případech ukazují, jak je v projektech a realizacích ekologická problematika řešena.

• SPOLUPRÁCE S VEŘEJNOSTÍ PŘI VELKÝCH STAVBÁCH

Polák F., Padevět M.

Je zdůrazněna nutnost popularizace a osvěty směrem k co nejširší veřejnosti jako jedna z cest k umožnění optimální realizace veřejně prospěšných podzemních staveb. Autoři se této činnosti věnují systematicky již po mnoho let a poukazují na příčiny, které mj. vedou k neblahému stavu, v nichž se mnohé stavby vlivem výše uvedených skutečností ocitají. Na příkladu Informačního centra tunelu Mrázovka ukazují, jak lze prakticky proti demagogii pseudoekologických aktivit bojovat.

• ENVIRONMENTAL FEATURES OF UNDERGROUND WORK FOR THE BILBAO METRO

Madinaveitia J.

Podzemní dráha je nepochybně stavbou, jejímž důsledkem je vedle zlepšení dopravní obsluhy i zlepšení ekologické situace v území, kterým prochází. Autor, který je technickým ředitelem společnosti IMEBISA ve španělském Bilbau popisuje některé okolnosti a momenty spojené s environmentální problematikou během přípravy a výstavby tamního metra. Konstatuje, že sladění každého díla s prostředím musí být předmětem trvalého zájmu a péče a že nelze opomíjet skutečnost, že dílo se buduje pro lidi, kteří sami jsou součástí tohoto prostředí.

• EKOLOGICKÉ ASPEKTY DOPRAVNÍCH STAVEB V PRAZE

Krásný P.

Problematika, která se bytostně dotýká snad každého obyvatele našeho hlavního města. Znovu a znovu, tentokrát na příkladech spojených s rozvojem automobilové dopravy a výstavbou nových dopravních cest v Praze je ukázáno, jak činnost některých ekologických aktivit, zaměřených na jeden místní problém (pokud přímo nesleduje prospěch úzkého okruhu určitých osob) v širších souvislostech působí na přírodě a životním prostředí škody daleko větší a že bezohledné prosazování byt ušlechtilého cíle může vést k pravému opaku. Na konkrétním příkladě je doloženo, že stávající legislativa se daleko spíše může stát bezděčným pomocníkem těch, kteří sledují pouze své osobní cíle, nežli nástrojem k prosazení objektivně nevhodnějšího řešení.

• DIE RECHTLICHE UND UMWELTECHNISCHE BEHANDLUNG VON TUNNELAUSBRUCHMATERIAL

Wehr A., Bretterebner H., Wruss W., Wilhelm M., Lindlbauer A.

Každé podzemní dílo je třeba i během výstavby sladit s požadavky ochrany zdraví, životního prostředí a platných zákonů. V sousedním Rakousku je tato problematika velice přísně sledována, o čemž svědčí i zpracování tohoto článku celým kolektivem autorů, při čemž každý ji posuzuje z určitého hlediska - legislativního, odborně-technického a praktického. Při řešení je třeba přihlížet k celé řadě aspektů, které mohou mít na životní prostředí a lidské zdraví během výstavby tunelu negativní vliv, na příklad trhací práce, používání stříkaného betonu atd. Souvisí s tím i způsob nakládání s výkopovým materiálem, jeho odvoz a deponování. Velmi vážným problémem mohou být chemické sloučeniny, přidávané do stříkaného betonu. Jednou z cest řešení může být střídání technologií, pečlivá volba chemikálií a jejich záměna, užívání nejnovějších druhů trhavín, zvýšení účinnosti větrání atd.

• A HEAT STRESS OF ROCKS AND SUPPORT IN UNDERGROUND REPOSITORY OF NUCLEAR WASTE

Šňupárek R., Konečný P.

Skládování jaderných odpadů je rovněž ekologicky velmi složitou otázkou. Podzemní řešení meziskladu vyhořelého jaderného paliva přináší výrazné bezpečnostní a ekologické výhody ve srovnání s povrchovou variantou. Předně je to výrazně vyšší bezpečnost a ochrana proti přírodním i sociálním rizikům. Co je ještě důležitější, podzemní mezisklad umožňuje podstatně delší bezpečné skladování VPJ (až 100 let) s perspektivou recyklace převážné části paliva a tím zásadní snížení požadavků na prostorovou, environmentální a samozřejmě finanční náročnost definitivního podzemního úlo-

abroad. Some of the papers deal with them too. It is a task for real professionals and real protectors of environment to speak out against pseudo-ecologists and environmental pressure groups as resolutely as possible, using rational arguments proving that their actions are harmful to environment and society, and to prepare such legal legislative provisions, which would prevent their activities and, to call them to account if they cause a damage. Among the further mentioned papers, there are both those which deal with these common relations between protectors and „protectors“ of the environment on the one hand and professionals in the field of underground structures on the other hand, and those which demonstrate on specific cases how the issue of environment is solved in designs and implementations.

• PUBLIC RELATIONS DURING BIG CONSTRUCTIONS

Polák F., Padevět M.

The necessity of popularisation and education towards as wide public as possible is stressed, as one of the ways how to render implementation of publicly beneficial underground structures possible. The authors have been systematically devoted to this activity for many years, and they point out causes, which result in the disastrous condition which many projects have to face due to the above mentioned facts. They demonstrate, using the Information Centre of the Mrázovka tunnel as an example, how demagoguery of pseudo-environmental activities can be fought.

• ENVIRONMENTAL FEATURES OF UNDERGROUND WORK FOR THE BILBAO METRO

Madinaveitia J.

No doubt, a subway is a structure, which, apart from improving transport services, improves environment within the area it passes under. The author, who is technology manager of IMEBISA company in Spanish Bilbao, describes some circumstances and moments connected with the issue of environment during planning and building of the local metro. He states that bringing any works into harmony with the environment must be a subject of continuing interest and care, and that it is not possible to forget the fact that the project is implemented for people, who are a part of that environment.

• ECOLOGICAL ASPECTS OF THE TRANSPORT-RELATED CONSTRUCTIONS IN PRAGUE

Krásný P.

An issue, which essentially touches possibly any citizen of our capital. Again and again, it is demonstrated, for this time on examples connected with development of vehicular traffic and building of new communications in Prague, how the activity of some ecological groups focused on a single local problem (unless it downright follows the benefit for a narrow group of certain persons) causes, in a wider context, much more serious harm to nature and environment, and that unscrupulous pushing through an objective, even a noble hearted one, can lead to a contrary result. It is documented on a factual example that existing legislation is more likely to become an unconscious helper of those persons, who follow their own personal objectives only, rather than a tool for enforcement of an objectively most suitable solution.

• DIE RECHTLICHE UND UMWELTECHNISCHE BEHANDLUNG VON TUNNELAUSBRUCHMATERIAL

Wehr A., Bretterebner H., Wruss W., Wilhelm M., Lindlbauer A.

Any underground project must be brought into harmony with requirements of health and environmental protection and applicable laws in the course of execution of the works. This issue is observed very strictly in neighbouring Austria. As a proof of that, even this article can be used. It has been compiled by a team of authors, each of them has assessed the topic from a certain attitude - legislative, professionally technological and practical. When solving the problem, it is necessary to pay regard to a number of aspects, which can affect environment and human health during a construction period negatively, e.g. blast work, use of sprayed concrete etc. Connected with it is also the way of handling excavated material, its transport and disposal. Chemical compounds added to sprayed concrete can also represent a very serious problem. One of the ways how to solve the problems can be in varying techniques, carefully choosing chemicals and their commutation, using state-of-the-art explosives, enhancing efficiency of ventilation, etc.

• A HEAT STRESS OF ROCKS AND SUPPORT IN UNDERGROUND REPOSITORY OF NUCLEAR WASTE

Šňupárek R., Konečný P.

Storage of nuclear waste is also a difficult ecology issue. Apart from other problems, it is necessary to solve the peril of increasing temperature when the waste is deposited underground. The paper deals with temperature distribution in a rock and resulting changes in the rock massif stress and strain. In the conclusion, it is stated that laboratory testing has proved a minimum influence on mechanical properties of the massif in the closest vicinity of the tunnel resulting from increased temperature and, further, that even after

žiště. Příspěvek se zabývá některými geotechnickými aspekty takového podzemního díla, především otázkou vlivu zvýšené teploty na geomechanické vlastnosti okolního horninového masivu.

• METRO DO SEVERNÍHO MĚSTA - TUNELY NA IV. PROVOZNÍM ÚSEKU TRASY C PRAŽSKÉHO METRA

Jindra M., Kutil J., Romancov G., Růžička J.

Pražské metro se zřejmě již natolik dobře zapsalo do povědomí laické i odborné veřejnosti, že zásadně negativistický postoj k budování dalších tras, tak známý u mnohých jiných staveb, je u něj spíše výjimkou. To ovšem neznamená, že jeho výstavbou by nemohlo k narušení životního prostředí docházet a zejména tam, kde se trasa metra přibližuje k povrchu, je třeba postupovat velice obezřetně. Na tomto provozním úseku se jedná o mělký podchod Vltavy a úseky bezprostředně k němu přiléhající, křížování s ulicí Trojskou, o dočasně koncovou stanici Ládví, a pak téměř o celé další pokračování až do stanice Letňany. Především křížování Trojské, kde se stavební jáma těsně přibližuje stejnojmenné chráněné přírodní památce, bylo pro investory i projektanty tvrdým oříškem, jak sladit konstrukční a dispoziční řešení a postup výstavby s jednoznačným požadavkem nedotknutelnosti tohoto přírodního útvaru. Právě na příkladu pražského metra však lze doložit, že oboustranně vstřícným přístupem je možno vždy dospět k řešení, které uspokojí obě strany, aniž by stavba byla neúměrně prodražována či zdržována, a přitom životní prostředí neutrpí, naopak se plně projeví její kladné vlivy.

2. PRŮZKUM PRO PODZEMNÍ STAVBY

Zaslané příspěvky se zaměřují na geotechnický a geologický průzkum pro ražené tunely na liniových stavbách. Tento průzkum je v přípravných a koncepčních fázích návrhu základním předpokladem pro optimalizaci vedení trasy při respektování podmínek stavby. Pro definitivní návrh ostění raženého liniového díla je ve spojení s monitoringem a observačními metodami podmínkou bezpečné realizace při minimalizaci materiálové, časové, energetické a samozřejmě především investiční náročnosti.

V jednotlivých článcích je probírána celá řada metod a postupů, při průzkumu používaných, jsou uvedeny jejich výsledky a hodnoceny jejich výhody a nevýhody. Poměrně značná pozornost je věnována problematice průzkumných štol. Vždy je třeba zvážit možnost chybné aplikace poznatků získaných při ražbě malého profilu na velkoprofilový výrub hlavního tunelu, který se často rází zcela odlišnou technologií, jakož i nebezpečí plynoucí pro následnou ražbu z nevhodného situování průzkumné stoly vzhledem k příčnému řezu definitivního profilu.

Samostatnou problematikou je prognóza poloh, jakož i kvantifikace a kvalifikace oslabených zón a poruchových pásem, kterým je třeba se při aplikaci



60 years it is impossible to speak about reaching a balanced condition. In the same time, the temperature increase has reached to the distance of about 45 m around the tunnel for 10 years of heating.

• METRO IN THE NORTHERN TOWN - TUNNELS ON THE 4TH OPERATIONAL SECTION OF THE PRAGUE METRO LINE C

Jindra M., Kutil J., Romancov G., Růžička J.

The Prague Metro has got into the consciousness of lay and professional public so well that a radically negativist attitude towards building another lines, which is so well known at many other projects, is rather exceptional for it. Although, this fact does not mean that this construction could not cause harm to environment. Namely there where the metro line gets closer to the surface it is necessary to advance very carefully. This section comprises a shallow passing under the Vltava river, and to that passing closely adjacent sections, the intersection with Trojská street, the temporarily terminal station Ládví, and then nearly full length of the section continuing to the Letňany station. The Trojská street crossing above all, where the excavation pit comes near to a protected natural monument of the same name, was a challenge for designers solving how to bring the structure, disposition and execution of the works in harmony with the explicit requirement of inviolability of this natural formation. It is possible to demonstrate, just using the Prague metro as an example, that it is always possible, through a co-operative attitude, to arrive to a solution satisfactory for both sides, without disproportionately increasing the price of or delaying the project and, in the same time, with no harm to environment, just in contrary, its positive effects show up.

2. INVESTIGATION FOR UNDERGROUND STRUCTURES

The papers delivered are focused on geotechnical and geological investigation for driven tunnels on line structures. This investigation is a prerequisite for optimisation of a tunnel route while the construction conditions are respected. For the final design of a driven line works lining, it is, together with monitoring and observational methods, a precondition of a safe realisation together with minimisation of the demand on material, time, energy and, obviously, investment.

Individual articles go into a number of methods and procedures utilised in investigation. They show their results and assess their pros and cons. Relatively a lot of attention is paid to the issue of exploratory galleries. It is always necessary to consider the possibility of an incorrect application of the knowledge, gained in a small diameter excavation, on a large diameter excavation of a main tunnel, which is often driven by a totally different technique, as well as the danger threatening to subsequent excavation due to an improper alignment of the exploratory gallery in respect to the final cross section.

A separate problem is in the prognosis of location, quantity and quality of weakness and/or faulted zones, due to which structural measures and technical procedures have to be operatively corrected when observational methods are utilised.

A specific procedure must be utilised in a survey for tunnel structures in a rock mass with a deep overburden. This is, above all, valid for extremely long motorway tunnels in the Alps, where quality information can be obtained usually as late as from horizontal exploratory works driven by stages from the tunnel face.



observačních metod při ražbě operativně přizpůsobit formou korekce konstrukčních opatření a technologických postupů.

Specifický postup je třeba uplatnit při průzkumu pro tunelové stavby v horninovém masivu s vysokým nadložím. Zejména to platí u extrémně dlouhých alpských dálničních tunelů, kde lze kvalitní informace získat zpravidla teprve z horizontálních průzkumných děl realizovaných postupně z čelby tunelu.

Následující přehled stručně uvádí hlavní témata příspěvků, týkajících se této problematiky.

• GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS FOR THE MAURIENNE-AMBIN BASE TUNNEL

Fabre D.

Popisuje metody a způsoby geotechnického a inženýrskogeologického průzkumu pro 52 km dlouhý tunel na trase připravované vysokorychlostní železnice mezi Lyonem a Turínem. Jeho ohromná délka a umístění ve vysokohorském masivu Alp činí i z průzkumu mimořádně složitý problém, na jehož správném vyřešení závisí úspěšnost realizace celé trati.

• TUNEL VIŠŇOVÉ

Matejček A., Ondrášik R.

Jedná se o zhodnocení a prognózu inženýrskogeologických poměrů z hlediska výběru optimálního řešení v etapě před výstavbou pravděpodobně nejdelšího dálničního tunelu na Slovensku. Úsek dálnice D1 Višňové - Martin, jehož je tento tunel součástí, patří k nejsložitějším jak z technického, tak z environmentálního hlediska v celé dálniční síti Slovenské republiky.

• GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM PRO SITUOVÁNÍ TRASY SILNIČNÍHO TUNELU V PROSTORU ČERVENOHORSKÉHO SEDLA V JESENÍKÁCH

Pavlík J.

Realizace navrhovaného tunelu by přinesla mimořádný prospěch celé oblasti Jesenícka, které je doslova odděleno od ostatního území České republiky velmi obtížně překonatelnou hradbou Jeseníků a Rychlebských hor, a to zvláště v zimním období. Protože by se však jednalo o investičně velmi náročný počín, je optimalizace jeho trasy a délky zcela nevyhnutelným krokem, závislým především na co nejuplněnějších a nejspolehlivějších znalostech o stavbě a vlastnostech horninového masivu, v němž by měl být tunel vyražen. Inženýrskogeologický a geotechnický průzkum, umožňující správně odpovědět na všechny otázky byl proto nutný již v této relativně velmi časně fázi přípravy.

• VÝSLEDKY ELEKTRONICKÉHO GEOMECHANICKÉHO MONITORINGU PRIESKUMNEJ ŠTÓLNE BRANISKO

Krúpa V., Lazarová E.

Tunel Branisko je již téměř před dokončením. Průzkumná štola, ražená v předstihu před hlavním tunelem, avšak mimo jeho profil (v profilu budoucí paralelní druhé tunelové roury, jejíž realizace se však předpokládá teprve v horizontu dalších desetiletí) byla sama o sobě významným tunelářským dílem. Aplikace nové metody elektronického geomechanického monitoringu při ražbě této štoly dokazuje, že při jejím využití lze získat pro inženýrskogeologické prognózování nový, informačně mimořádně významný nástroj.

• INŽINIERSKOGEOLOGICKÝ, GEOTECHNICKÝ PRIESKUM FORMOU PRIESKUMNEJ ŠTÓLNE PRE TUNEL OVČIARSKO

Matejček A., Panek M., Rentka R., PISOŇ J.

Další z dlouhé řady průzkumných děl na budoucích tunelech dálniční sítě Slovenské republiky. Článek shrnuje výsledky průzkumu, které umožnily upřesnit zatřídění jednotlivých úseků do klasifikačních tříd podle ÖNORM B 2203, stanovených nejprve na základě povrchového průzkumu (geofyzika a vrty) a pak podle skutečnosti, zjištěné při ražbě štoly. Kromě toho ražba štoly odpovíděla na celou řadu dalších závažných otázek, souvisejících s návrhem konstrukce a technologie výstavby budoucího tunelu, včetně upřesnění hydrogeologických poměrů území s ohledem na ovlivnění masivu realizací průzkumných prací.

• MECHANICAL PROPERTIES OF THE AMBIN GNEISS. CONSEQUENCES FOR TUNELLING

Fabre D., Bartoš P., Mayeur B., Mühlbauer M., Trtík P.

Příspěvek souvisí s prvním příspěvkem tohoto tématu, podrobně rozebírá jeden z dílčích výsledků průzkumu provedeného pro tunel vysokorychlostní železnice pod Alpami, a to určení základních geomechanických charakteristik rul, v nichž bude toto dílo raženo a důsledky těchto zjištění pro návrh konstrukce a způsob výstavby.

The following review shows briefly the main topics of the papers dealing with this issue.

• GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS FOR THE MAURIENNE-AMBIN BASE TUNNEL (A 52 KM LONG TUNNEL AT GREAT DEPTH, ON THE FUTURE HIGH SPEED RAILWAY CROSSING THE FRANCO-ITALIAN ALPS)

Fabre D.

It describes methods and manners of geotechnical and engineering-geological investigation for the 52 km-long tunnel on the alignment of the high-speed railway between Lyon and Turin. Its immense length and location in the Alpine massif makes even the investigation extraordinarily complex issue, whose correct solution is essential for the success of execution of the whole railway track.

• THE VIŠŇOVÉ TUNNEL - ASSESSMENT AND PROGNOSIS OF ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS FOR AN OPTIMAL CHOICE OF THE SOLUTION BEFORE THE COMMENCEMENT OF THE TUNNEL CONSTRUCTION

Matejček A., Ondrášik R.

It is an assessment and prognosis of engineering-geological conditions in terms of the selection of an optimal solution in the stage before execution of the construction of the likely longest motorway tunnel in Slovakia. The D1 section of the Višňové - Martin motorway, whose part this tunnel is, belongs to the most complicated from both technical and environmental points of view within the overall motorway network in the Slovak Republic.

• GEOTECHNICAL INVESTIGATION FOR THE CHOICE OF ALIGNMENT OF A ROAD TUNNEL IN THE AREA OF THE ČERVENOHORSKÉ SEDLO PASS IN THE JESENÍKY MOUNTAINS

Pavlík J.

Realisation of the proposed tunnel would bring a big benefit for the whole region of the Jeseníky Mountains, which is literally separated from the other area of the Czech Republic by a barrier of the Jeseníky and the Rychleby Mountains, that is so hard to pass across, in winter above all. Since it would be a deed very demanding for investment, the optimisation of its alignment and length is a totally inevitable step, depending, above all, on the best knowledge of the project and properties of the rock mass which the tunnel is to be driven in. Therefore, the engineering-geological and geotechnical investigation, making correct answers to all questions possible, was necessary even at this relatively very early phase of preparation.

• THE RESULTS OF ELECTRONIC GEOMECHANICAL MONITORING OF THE BRANISKO EXPLORATORY ADIT

Krúpa V., Lazarová E.

The Branisko tunnel is nearly before completion. The exploratory gallery, driven in advance of the main tunnel but outside its profile (within the cross section of the other planned parallel tube, the realisation of which is expected as late as in several decades) was an important tunnelling work by itself. Application of a new method of electronic geomechanical monitoring in the course of this gallery drive proves that its utilisation provides a new, from the information point of view extremely important, tool for evaluation of engineering-geological prognoses.

• ENGINEERING AND GEOLOGICAL, AND GEOTECHNICAL SURVEY FOR THE OVČIARSKO EXPLORATORY ADIT. COMPENDIUM OF THE SURVEY OUTCOMES

Matejček A., Panek M., Rentka R., PISOŇ J.

Another of a sequence of exploratory works on future tunnels of the motorway network in the Slovak Republic. The article summarises the results of investigation, which made precision of classification of individual sections into classes according to the ÖNORM B 2203, determined first on the basis of a surface investigation (geophysics and boring) and then according to the reality determined on the gallery excavation. In addition, the gallery excavation answered a number of other serious questions connected with the proposal of the structure and technique of construction of the future tunnel, including precision of hydrogeological conditions in the area with respect to the influence of the exploratory work on the massif.

• MECHANICAL PROPERTIES OF THE AMBIN GNEISS. CONSEQUENCES FOR TUNELLING

Fabre D., Bartoš P., Mayeur B., Mühlbauer M., Trtík P.

The paper is connected with the first paper on this topic. It analyses in detail one of partial results of an investigation performed for a high-speed railway tunnel under the Alps, namely determination of basic mechanical and physical characteristics of gneiss in which this tunnel will be driven, and consequences of those findings for the structural design and the way of the works execution.

TEMATICKÝ OKRUH B - VÝZKUM, VÝVOJ A PROJEKTOVÁNÍ PODZEMNÍCH STAVEB

TOPIC B - DEVELOPMENT, RESEARCH, EXPLORATION AND DESIGN OF UNDERGROUND STRUCTURES

(COMPILED BY PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DrSc.)

Do tohoto tématického okruhu bylo zařazeno 24 příspěvků s velmi různorodou tematikou. Jednotlivé příspěvky přináší vesměs velmi aktuální informace buď o řešení obecnějších problémů podzemního stavitelství, nebo jsou věnovány projektové přípravě konkrétních podzemních staveb převážně dopravního zaměření. I z tohoto faktu je zřejmé, jak naléhavou celospolečenskou potřebou je urychlené vyřešení moderní dopravní infrastruktury, která podmiňuje jak ekonomický rozvoj společnosti, tak se na druhé straně stává účinnou ochranou životního prostředí v civilizačně exponovaných oblastech.

• NĚMECKÝ PROJEKT B.O.T - FINANCOVÁNÍ VE DVOU PŘÍKLADECH

Prof. Dr. Ing Wolfgang Baltzer

Článek popisuje zásady nového německého způsobu privátního financování rozsáhlých investičních záměrů, tzv. B.O.T. systém. Konkrétní použití systému je dokumentováno na dvou rozsáhlých dopravních a podzemních stavbách v Rostocku a Lübecku, na nichž byly získány podstatné zkušenosti s bezpečností financování a minimalizací ekonomického rizika.

• PROJEKT DÁLNIČNÍHO TUNELU SITINA V BRATISLAVĚ

Ing. Martin Bakoš, CSc. - Ing. Ján Kušník

Projektový slovenský tunel Sitina je tvořen dvěma jednosměrnými tunelovými troubami téměř 1,5 km dlouhými. Ražba tunelu bude probíhat v porušených granitických horninách pod nízkým nadložím, což si vyžádá některá speciální zajišťovací opatření v čelbě tunelu. Velká pozornost je věnována větracímu systému, neboť hrozí nebezpečí trvalého poškození životního prostředí Mlýnské doliny.

• TUNEL BÓRIK - NÁVRH TECHNOLOGIE RAŽBY

Ing. Martin Bakoš, CSc. - Ing. Michal Maras, CSc. - Ing. Pavol Vavrek

Tunel Bórik je dalším projektovaným slovenským tunelem. Je opět tvořen dvěma jednosměrnými tunelovými troubami délky cca 1,0 km. Příčné uspořádání tunelových trub, které jsou zejména u západního portálu v těsném kontaktu bez mezilehlého horninového pilíře, je opět motivováno snahou o minimální ovlivnění životního prostředí na území Tatranského národního parku.

• VLIV HYDRATAČNÍCH PROCESŮ V MATERIÁLECH S CEMENTOVÝM POJIVEM NA VÝVOJ NAPJATOSTI V TUNELOVÝCH OSTĚNÍCH

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

Převážná většina tunelových ostění využívá materiál s cementovým pojivem. V průběhu hydratačního procesu, kterým získává ostění svou nosnou schopnost, dochází k vývinu tepla, objemovým změnám a napjatostním projevům. Automatická kontinuální měření hydratačních procesů na třech významných tunelových stavbách v ČR poskytla základní informace o vývoji napětí v tuhoucím, tvrdnoucím a smršťujícím se tunelovém ostění.

• HLOUBENÝ TUNEL NA MĚSTSKÉM OKRUHU ZLÍCHOV - RADLICKÁ

Ing. Radek Brokl - Ing. Eva Schreierová

Stavba Zlíchov - Radlická je součástí pražského Městského okruhu. Jedná se o hloubený tunel, který podchází stávající železniční trať a ulice Na Zlíchově a Ke Sklárně. Železobetonová konstrukce tunelu je budována v otevřeném jámě zajištěném kotveným pažením. Po výstavbě tohoto tunelu a přilehlého železničního mostu bude stavební jáma zasypána a okolní prostředí bude vráceno do původního stavu. Článek poukazuje na problémy návrhu stavební jámy a konstrukce tunelu a prezentuje zkušenosti získané při jeho výstavbě.

• NUMERICKÁ ANALÝZA TLAKOVÝCH UZÁVĚRŮ PODZEMNÍHO ZÁSObNÍKU PLYNU PŘÍBRAM-HÁJE

Ing. Marta Doležalová

Podzemní zásobník plynu Příbram-Háje se podílí významnou měrou na skladovacích kapacitách zemního plynu v ČR a i z celosvětového hlediska se jedná o technicky unikátní dílo. Teoretické stanovení napjatosti, deformací a průsaků tlakovými uzavěři zásobníku bylo provedeno třídímenzionálním

This topic comprises 24 papers with very diverse themes. Individual papers provide mostly very topical information either on solutions of more general issues of underground engineering, or they are focused on design preparation of particular underground projects, mostly traffic-related ones. It is obvious even on the basis of this fact how pressing need for all society an accelerated solution of modern infrastructure is. It is, on the one hand, a precondition of economic development of the society and, on the other hand, it becomes an effective protection of environment in the regions exposed to effects of civilisation.

• GERMAN B.O.T. PROJECT - TWO EXAMPLES OF FUNDING

Baltzer W.

The article describes principles of a new German way of private funding of large investment project (B.O.T. system). Specific use of the system is documented on two big traffic and underground projects in Rostock and Lübeck, where substantial experience was gained of funding safety and economic risk minimisation.

• DESIGN OF THE SITINA HIGHWAY TUNNEL IN BRATISLAVA

Bakoš M., Kušník J.

The designed Slovak tunnel Sitina consists of two one-way tunnel tubes nearly 1.5 km long. The tunnel driving will be done through fractured granitic rock, under a shallow cover, which fact will require some special support measures at the tunnel face. A lot of attention is paid to the ventilation system as there is a threat of permanent damaging of environment in the Mlynska valley.

• TUNEL BÓRIK - DESIGN OF THE TUNNELLING TECHNIQUE

Bakoš M., Maras M., Vavrek P.

The Bórik tunnel is another Slovak tunnel being designed. Again, it comprises two one-way tunnel tubes about 1.0 km long. The cross-sectional disposition of the tunnel tubes, which are, at the west portal above all, in a close contact without an intermediate rock pillar, is again motivated by an effort to minimise the effects on environment in the region of the Tatra Mountain national park.

• THE IMPACT OF HYDRATION PROCESSES IN MATERIALS WITH CEMENT BINDER ON STRESS DEVELOPMENT IN TUNNEL LINING

Barták J., Pacovský J.

The major part of tunnel linings utilise a material with cement binder. During the hydration process, through which the lining gains its bearing capacity, development of temperature, volume changes and stress states occur. Automatic continual measurements of the hydration processes on three significant tunnel constructions in the CR provided basic information about stress development in setting, hardening and shrinking tunnel lining.

• CUT AND COVER TUNNEL AS A PART OF THE CITY RING ROAD ZLÍCHOV-RADLICKÁ

Brokl R., Schreierová E.

The Zlíchov-Radlická construction is a part of the Prague city ring road. It is a cut-and-cover tunnel passing under an existing railway track and under Na Zlíchově and Ke sklárně streets. The reinforced concrete tunnel structure is being built in an open cut supported by anchored lagging. After completion of this tunnel and an adjacent rail bridge, the pit will be backfilled and the surrounding environment will be returned to the original condition. The article points to problems of a proposal of a construction pit and a tunnel structure, and presents the experience gained in the course of the construction.

• NUMERIC ANALYSIS OF THE CLOSURE SYSTEM OF THE HAJE UNDERGROUND GAS STORAGE

Doležalová M.

The underground storage Příbram-Háje has a significant share of natural

řešením metodou konečných prvků. Matematické modelování podpořilo záměr zvětšení rozměrů tlakových zátek oproti hodnotám staticky nutným z důvodu vodo- i plynonepropustnosti a životnosti zátek. Tlakové zkoušky prokázaly vysokou spolehlivost zátek z hlediska únosnosti a dobrou shodu skutečnosti s hodnotami predikovanými matematickým modelem.

• KOLEKTORY V CENTRU PRAHY - VLIV VÝŠKOVÉ POLOHY NIVELETY NA NÁVRH A REALIZACI STAVBY
Ing. František Dvořák

Příspěvek je věnován problematice výškového umístění kolektorů v městské zástavbě. Limitujícím prvkem koncepčních i navazujících konstrukčních řešení je vazba na prostorovou polohu kanalizačních stok, které jsou pokládány v převážné většině případů (spolu s kabelovými trasami) za nedotknutelné. Podrobně jsou rozebrány klady a zápory mělkého a hlubokého vedení kolektorů a nastíněny problémy vlastní realizace.

• MĚSTSKÝ OKRUH HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY - TUNELOVÉ STAVBY NA SEVEROZÁPADNÍM SEGMENTU MO V ÚSEKU MYSLBEKOVA - PELC TYROLKA
Ing. Josef Dvořák - Ing. Václav Krch - RNDr. Josef Vorel - Ing. Josef Kutil

Příspěvek podává obsažnou informaci o projektované části Městského okruhu v Praze v úseku Myslbekova-Pelc Tyrolka. Popis inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů a navrhované tunelovací technologie v jednotlivých značně odlišných partiích popisovaného úseku ukazují na mimořádnou technickou náročnost výstavby třetího a nejdelšího tunelu (délka cca 5,0 km) v západním sektoru MO.

• BEZPEČNOST STAVEB PROTI SEISMICKÉMU ZATÍŽENÍ V RUMUNSKU
Prof. Dr. Eng. Virgil Fierbinteanu - Eng. Viorica Ciugudean-Toma - Eng. Ovidiu Arghiroiu

Příspěvek je věnován problematice odezvy ostění podzemních drah, silničních a železničních tunelů na seismická zatížení způsobená zemětřesením. Při výpočtu bezpečnosti ostění proti porušení seismickým zatížením je zásadní důraz kladen na komplex geotechnických podmínek, které charakterizují horninový masiv, v němž je podzemní dílo realizováno.

• PROJEKTOVÉ ŘEŠENÍ A JEHO VLIV NA HOSPODÁRNOST A BEZPEČNOST VÝSTAVBY A PROVOZU TUNELU BRANISKO
Ing. Miloslav Frankovský - Ing. Pavol Kusý, CSc.

Výstavba silničního tunelu Branisko je první aplikací NRTM na Slovensku. Tento 5 km dlouhý tunel je součástí vládního programu výstavby slovenských dálnic. Výstavba začala ražbou z obou portálů v roce 1997. Tunel byl proražen po dvou letech převážně pomocí trhacích prací. V druhé polovině roku 1999 začala práce na izolacích a na sekundárních ostěních. Ukončení prací se předpokládá v roce 2002. V tomto článku jsou popisovány zkušenosti s detailním návrhem konstrukce, které budou nepochybně uplatněny při výstavbě dalších tunelů ve SR.

• TUNELY ZÁKLADNÍHO KOMUNIKAČNÍHO SYSTÉMU MĚSTA BRNA
Jaroslav Hanák - Jiří Pavlík

V současné době se základní komunikační systém města Brna skládá ze dvou tunelů prováděných v rozdílných geologických podmínkách, což způsobuje odlišnost v jejich konstrukci. Centrální část tunelu „Pražská radiála“, který byl dokončen v září 1998, byl ražen pomocí NRTM a jeho menší části byla prováděny jako hloubené. Tato technologie byla aplikována při realizaci celého tunelu „Kohoutova“, který byl uveden do provozu v prosinci roku 1998. V článku jsou podrobně popsány geologické podmínky u obou tunelů, které významně ovlivnily výběr použitých technologií.

• TUNELY NA EXPRESNÍM SILNIČNÍM OKRUHU KOLEM PRAHY
Ing. Miroslav Kopřiva - Ing. František Štasta

Expresní silniční okruh kolem Prahy má mimořádný význam pro převedení vnitrostátní i mezinárodní dopravy mimo zastavěnou oblast města. V jižním sektoru expresního okruhu dojde k propojení dálnic D1 a D5, nutným předpokladem je vybudování náročných mostních a tunelových staveb. Příspěvek popisuje komplexně návrhové parametry tunelů Slivenec-Lahovice a Lahovice-Vestec celkové délky cca 3,5 km.

• POHLED INVESTORA SILNIČNÍCH A DÁLNIČNÍCH STAVEB NA PODZEMNÍ STAVBY - PROBLÉMY V PROCESU PŘÍPRAVY
Ing. Petr Laušman - Ing. Karel Nechmač - Ing. Miloš Vízner

Článek osvětluje problematiku přípravy podzemních staveb na silničních a dálničních komunikacích z hlediska investora stavby. Jsou rozebrány obecné i konkrétní problémy investorské přípravy a názorně dokumentovány dva příklady z výstavby dálnice D5.

• I/42 BRNO - TUNELY DOBROVSKÉHO I A II
Ing. Jiří Pechman - Ing. Vlastimil Horák

V Brně je postupně budován Velký městský okruh, který převede silniční dopravu z radiálních směrů na městský okruh, čímž dojde k dopravnímu

gas storing capacities in the CR, and, even from the world-wide standpoint, it is a technically unique structure. Theoretical determination of stress, deformations and water leakage through the pressure plugs was carried out by a 3D solution using the finite element method. Mathematical modelling supported the intention to increase the sizes of the pressure plugs compared with the values necessary from the statics point of view with the aim of securing watertightness and gastightness of the plugs. Pressure tests proved a high reliability of the plugs regarding bearing capacity, and a good matching of reality with the values predicted by means of the mathematical model.

• UTILITY TUNNELS IN THE PRAGUE CITY CENTRE - THE INFLUENCE OF VERTICAL ALIGNMENT LEVEL ON THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE STRUCTURE
Dvořák F.

The paper deals with the issue of the level positioning of utility tunnels in urban setting. The limiting member of conceptual and following structural solutions is represented by the linkage to the spatial position of sewers, which are mostly considered (together with cable routes) as untouchable. The paper analyses in detail pros and cons of a shallow and a deep routing of utility tunnels, and outlines problems of the realisation proper.

• PRAGUE CITY ROAD CIRCLE IN THE MYSLBEKOVA - PELC TYROLKA SECTOR
Dvořák J., Krch V., Vorel J., Kutil J.

The paper gives a comprehensive information on the part of the city road circle, being designed, in the Myslbekova - Pelc Tyrolka sector. The description of engineering-geological and hydrogeological conditions and technique proposed in individual, very differing, parts of the section described indicates a very demanding technical complexity of construction of the third tunnel (the longest one - about 5.0 km) in the western sector of the ring road.

• SEISMIC SAFETY OF UNDERGROUND STRUCTURES IN ROMANIA
Fierbinteanu V., Ciugudean-Toma V., Arghiroiu O.

The paper deals with the issue of the response of a lining of underground works, road and railway tunnels to seismic loading caused by earthquakes. In calculating a lining safety against damages due to seismic loading, a principal stress is put on a complex of geotechnical conditions, which characterise a rock mass, which a tunnel is being realised in.

• DESIGN OF THE BRANISKO TUNNEL AND ITS INFLUENCE ON THE ECONOMY AND SAFETY OF THE TUNNEL CONSTRUCTION AND OPERATION
Frankovský M., Kusý P.

The construction of the Branisko tunnel represents the first application of the NRTM in Slovakia. This 5 km-long tunnel is a part of a governmental program of construction of Slovak highways. The construction commenced by excavation from both portals in 1997. The tunnel holed through two years later, mostly using drill and blast. The work on insulation and secondary lining started in the second half of the year 1999. Completion of the works is expected in the year 2002. This article describes the experience of detailed designing of the structure, which, no doubt, will be applied on the construction of other tunnels in the SR.

• THE TUNNELS OF THE BASIC COMMUNICATION SYSTEM OF THE BRNO CITY
Hanák J., Pavlík J.

Currently, the Brno City basic communication system comprises two tunnels being executed in different geological conditions, which fact causes a difference in their structure. Central part of the Pražská Radiála tunnel, which was completed in September, 1998, was driven by the NRTM, and its shorter sections were executed by cut-and-cover. This technique was applied in execution of the whole tunnel Kohoutova, which was commissioned in December, 1998. The article describes in detail geological conditions of the both tunnels, which affected significantly the choice of the techniques used.

• TUNNELS ON THE PRAGUE EXPRESS ROAD CIRCLE
Kopřiva M., Štasta F.

The Prague express road circle is extraordinarily important for transfer of domestic and international traffic outside developed area of the city. The motorways D1 and D5 will be interconnected in the southern sector of the express circle. Construction of demanding bridge and tunnel structures is a prerequisite for that work. The paper describes in detail design parameters of the Slivenec-Lahovice and Lahovice-Vestec tunnels, with the overall length of 3.5 km.

• ROAD AND HIGHWAY CONSTRUCTION CLIENT'S VIEW OF UNDERGROUND STRUCTURES - PROBLEMS DURING THE PREPARATORY PHASE
Ing. Petr Laušman - Ing. Karel Nechmač - Ing. Miloš Vízner

The article explains the issue of planning of underground structures on roads and highways from client's point of view. It explicates common and

uvolnění centra. V současné době probíhají přípravné projekční práce na severní části brněnského silničního okruhu. V městské části Královo Pole budou pod hustou zástavbou procházet dva souběžné tunely délky cca 1,2 km. Obtíže výstavby mohou pramenit z typu geologického prostředí, neboť oba mělce uložené budou raženy v neogenních jílech. Příspěvek podrobně popisuje projektované parametry tunelu, technické provedení jeho výstavby a provozní vybavení.

• VYZTUŽENÍ ČELBY TUNELU U HLUBOKÝCH TUNELŮ

Danielle Peila - Pier Paolo Oreste - Sebastiano Pelizza

Příspěvek je věnován velmi frekventované problematice stability tunelové čelby. Tento stabilizační aspekt musí být řešen zejména v souvislosti s metodami označovanými souhrnně jako PLS (Pre-Lining System), k nimž patří nejvýrazněji metoda obvodového vrubu s předklenbou a horizontální předklenba vytvořená tryskovou injektáží. Z třídimenzionálního řešení modelů s různou hustotou svorníkové výstroje v čelbě tunelu byly získány poznatky, které jsou předloženy k diskusi a dalšímu rozvíjení.

• MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ VLIVU SVORNÍKŮ NA NAPJATOST A DEFORMACE HORNINOVÉHO MASIVU

Dr. Ing. Jan Pruška

Svorníky jsou jedním z nejpoužívanějších výtuzných prvků při tunelování. Tento příspěvek ve své první části popisuje analytické postupy, které umožňují definici charakteristické křivky horninového prostředí a horniny se svorníkovou výstrojí. Ve druhé části příspěvku je popisováno modelování systému svorníkové výstroje založené na Aydanově teorii a modelování systému svorníkové výstroje při použití metody oddělených prvků (UDEK).

• VLIV RAŽBY TUNELU NA POVRCHOVÉ DEFORMACE

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.

Námětem tohoto příspěvku je předpověď povrchového sedání nad mělce uloženými tunely a odpovídající reakce povrchové zástavby. Speciální důraz je kladen na metodu „objemové ztráty zeminy“. V článku jsou uvedeny názorné dokumentované příklady aplikace této metody na ražbu pražského tunelu Mrázovka.

• TUNEL „BŘEZENSKÝ“ NA PŘELOŽCE ŽELEZNIČNÍ TRATI BŘEZNO U CHOMUTOVA - CHOMUTOV. PROJEKTOVÁ PŘÍPRAVA A PRŮZKUM PRO STAVBU NEJDELŠÍHO TUNELU V SÍTI ČESKÝCH DRAH

Ing. Roman Smida - Ing. Radek Brokl - Ing. Eva Schreierová

Vzhledem k potřebě uvolnit dosud netěžené zásoby uhlí je nutno provést přeložku železniční trati v úseku Chomutov - Březno u Chomutova. Z řady variantních vedení na trase délky 7,1 km bylo použito řešení tunelové (délka tunelu cca 1,75 km). Tunel bude ražen ve složitých geologických poměrech jílovitého masivu s využitím metody obvodového vrubu s předklenbou. Příspěvek podrobně hodnotí obtížné podmínky výstavby a popisuje okolnosti výběru konkrétní tunelovací metody.

• TUNEL HORELICA - SLOVENSKO

Ing. Jiří Svoboda - Ing. Ivan Gábryš - Ing. Kamil Novosad

Tunel Horelica je součástí dálnice D 18 v úseku Kysúcké Nové Mesto - Skalité a bude součástí dopravního koridoru IV. transevropské sítě ve směru sever - jih. Tunel Horelica je 605 m dlouhý dvoupruhový tunel, který bude realizován ve složitých geotechnických a hydrogeologických podmínkách karpatského flyše aplikací NRTM. Nejsložitější část výstavby bude u západního portálu „Čadca“ s řadou aktivních i potenciálních sesuvů. Zabezpečení svahů portálu je navrženo pomocí kotvených železobetonových stěn s víceetážovou soustavou odvodňovacích vrtů.

• KOLEKTOR CENTRUM I.A - TRASA VODIČKOVA ULICE

Ing. Jiří Svoboda - Ing. Pavel Poloprudský - Ing. Otakar Fabián

Článek pojednává o síti kolektorů procházejících centrem Prahy v oblasti ulic Jindřišská, Vodičkova, Václavské a Karlovo náměstí. Podává základní informace o geologických podmínkách, popisuje základní tunelovací metody ve složitých geologických podmínkách a návrh konstrukčního systému. Mimořádně náročné dílo je sledováno komplexním monitoringem na povrchu území, zástavbě i v podzemí.

• JEDNOPLÁŠŤOVÉ TUNELOVÉ OSTĚNÍ SPOJOVANÉ POMOCÍ AUTOKONEKTORŮ

Ing. Martin Srb - Ing. Ermin Stěhlik

Většina tunelů prováděných pomocí TBM je v současnosti prováděna z prefabrikovaných betonových segmentových ostění jednoplášťového typu. Tyto systémy ostění vyhovují řadě požadavků, počínaje průmyslovou výrobou, racionální dopravou a manipulací a montáží s vysokou přesností, zaručující vodotěsnost a konstrukční funkčnost. Jednou z důležitých charakteristik je způsob spojování segmentů v příčném a podélném směru. Použití autokonektorů v těchto spojích garantuje vysokou geometrickou přesnost instalovaného ostění i vysokou rychlost jeho montáže.

particular issues of employer's preparation, and documents graphically two examples from the D5 motorway project.

• I/42 BRNO, VMO - THE DOBROVSKÉHO I and II TUNNELS

Pechman J., Horák V.

There is the Big City Ring Road being built gradually in Brno, which will transfer road traffic from radial directions to the city ring road, which will provide some relaxation of the traffic in the centre. Currently, preparatory design work on the northern part of the Brno ring road is in progress. In the Královo Pole district, two parallel tunnels about 1.2 km long will pass under the dense settlement. Difficulties of the construction can stem from the type of geological environment, as both shallowly positioned tunnels will be driven in Neogene clays. The paper describes in detail the design parameters of the tunnel, technical performance of its construction, and operational equipment.

• TUNNEL REINFORCEMENT IN DEEP TUNNELS

Pelizza S., Peila D., Oreste P.P.

The paper deals with the frequently discussed issue of stability of a tunnel face. This stability aspect must be solved, above all, in the context of the methods marked collectively as the PLS (Pre-lining System), the most distinct of which is the peripheral slot pre-cutting method with a pre-vault, and a horizontal pre-vault created by jet grouting. The knowledge gained from 3D modelling with various density of rockbolt support in a tunnel face are brought up for a discussion and further development.

• MATHEMATICAL MODELLING OF THE EFFECTS OF ROCK BOLTS TO THE ROCK MASS STRESS-STRAIN STATE

Pruška J.

Rockbolts are one of most used support elements in tunnelling. This paper describes in its first part analytical procedures enabling creation of a definition of the characteristic curve of a rock environment and of a rock with rockbolt support. The second part of the paper describes modelling of a system of rockbolt support based on Aydan's theory and modelling of a system of rockbolt support, using the UDEK (the method of separated elements).

• INFLUENCE OF TUNNELLING ON SURFACE SUBSIDENCE

Rozsypal A.

The topic of this paper is a forecast of the surface settlement above shallowly seated tunnels, and corresponding reaction of surface buildings. A special stress is laid on the method of "soil volume loss". The article presents graphically the documented examples of application of this method on the Prague Mrázovka tunnel excavation.

• THE BŘEZNO TUNNEL ON THE DIVERSION OF THE RAILWAY LINE BŘEZNO U CHOMUTOVA - CHOMUTOV. DESIGN PREPARATION AND SURVEY FOR THE LONGEST TUNNEL IN THE CZECH RAILWAYS NETWORK

Smida R., Brokl R., Schreierová E.

With respect to the need of making still not extracted coal depositions accessible, it is necessary to divert a railway track within the section between Chomutov and Březno u Chomutova. Out of a number of variant routes along the 7.1 km-long alignment, a tunnel solution has been used (the tunnel length about 1.75 km). The tunnel will be driven in difficult geological conditions of a clay massif, using the peripheral slot pre-cutting method. The paper assesses in detail complex conditions of the construction, and describes the circumstances of the tunnelling method selection.

• HORELICA TUNNEL AS A PART OF THE MOTORWAY D18 IN THE SLOVAK REPUBLIC

Svoboda J., Gábryš I., Novosad K.

The Horelica tunnel is a part of the D18 motorway in the section between Kysúcké Nové Mesto - Skalité, and it will be a part of the traffic corridor IV of the trans-European network in the north-south direction. The Horelica tunnel is a 605 m-long, double-lane tunnel, which will be realised in complex geotechnical and hydrological conditions of the carpathian flysch using the NATM. The most complex part of the construction will be at the west portal "Čadca" with a number of both active and potential landslides. Securing slopes at the portal has been designed by means of anchored reinforced concrete walls with several levels of drainage bores.

• COLLECTOR CENTRE I.A - LINE VODIČKOVA STREET, PRAGUE

Svoboda J., Poloprudský P., Fabián O.

The article deals with the utility tunnels network passing through the Prague downtown in the area of Jindřišská and Vodičkova streets and Wenceslas and Karlovo squares. It provides a basic information on geological conditions, describes basic tunnelling methods used in the difficult geological conditions, and the design of the structural system. This extraordi-



narily demanding project has been checked by complex monitoring of the ground surface, buildings and underground.

- **SINGLE PASS SEGMENTAL LINING USING AUTOCONNECTORS. WORLD EXPERIENCE AND PROSPECTS IN THE CZECH REPUBLIC**
Srb M., Stehlík E.

Most of the tunnel constructions executed by means of TBMs are currently built using prefabricated concrete segmental lining of a single pass type. Those systems suit to a number of other requirements, starting with industrial production, rational haulage and installation with a high degree of preciseness guaranteeing watertightness and structural functionality. One of important characteristics is the way of connecting segments in transversal and longitudinal directions. The use of autoconnectors in these joints guarantees a high geometrical accuracy of the installed lining and quick assembly of segments.

- **STRESS STATE OF ROCK MASS BEFORE A TUNNEL DRIVING**
Vacek J.

In-situ measurement shows that for 70% of the cases horizontal stress is



- **NAPJATOST V HORNINOVÉM MASIVU PŘED RAŽENÍM TUNELU**

Doc. Ing. Jaroslav Vacek, DrSc.

Měření „in situ“ ukazuje, že před ražbou tunelu je v 70 % případů horizontální napětí větší než vertikální. V 15 % případů jsou obě napětí stejná a v 15 % případů je vertikální napětí větší. To může být vysvětlováno výskytem tektonických sil, které jsou důsledkem pohybu jednotlivých tektonických desek. Příspěvek je věnován rozboru tohoto problému v globálním měřítku.

TEORIE SVORNÍKOVÉ VÝSTROJE

Roman Zavjalov - Nikolaj Bulychev

V tomto článku jsou popisovány metody matematického modelování a výpočty svorníkové výstroje v šachtách a tunelech kruhového tvaru, vycházející z předpokladu, že svorníková výstroj a okolní horninové prostředí jsou součástí společně se deformujícího systému. Metoda umožňuje návrh a výpočet svorníkové výstroje pro statické i dynamické zatížení.

- **NÁVRH OSTĚNÍ V BOBTNAVÝCH HORNINÁCH DÁLNIČNÍHO TUNELU PRACKOVICE**

Ing. Jaromír Zlámal

Tunel Prackovice na dálnici D8 v úseku Lovosice - Řehlovice byl původně navržen ve třech variantách a po jejich důkladném ekologickém a ekonomickém zhodnocení byla vybrána varianta procházející Prackovickým lomem. Horninu tvoří čediče obsahující montmorillonit, který způsobuje bobtnání horniny, což bylo problémem pro statický výpočet sekundárního ostění, které bylo nutno navrhnout na takovéto speciální zatížení.

higher than the vertical one before a tunnel excavation. For 15% of the cases, both stresses are identical, and for 15% of the cases vertical stress is higher. This can be explained by occurrence of tectonic forces, which are a result of movement of individual tectonic plates. The article deals with an analysis of this problem in a global scale.

- **THEORY OF ROCK BOLT SYSTEM DESIGN**

Zavjalov R., Bulychev N.

This article describes methods of mathematical modelling and calculation of rockbolt support in shafts and tunnels with circular cross section, based on a premise that the rockbolt support and surrounding rock mass are a part of a jointly deforming system. The method renders the design and calculation of a rockbolt support possible for static and dynamic load.

- **THE LINING PROPOSAL IN SWELLING ROCKS FOR THE HIGHWAY TUNNEL PRACKOVICE**

Zlámal J.

The Prackovice tunnel on the D8 highway in the Lovosice-Řehlovice section had originally been designed in three variants, and, after a thorough ecological and economic consideration, the variant passing through the Prackovice quarry was chosen. The rock is formed by basalts containing montmorillonite, which causes swelling of the rock. This fact was a problem for the static calculation of secondary lining, which had to be designed for such the special load.

TEMATICKÝ OKRUH C: PROVÁDĚNÍ A VYBAVENÍ PODZEMNÍCH STAVEB

TOPIC C: IMPLEMENTATION AND EQUIPMENT OF UNDERGROUND STRUCTURES

(COMPILED BY ING. PETR VOZARIK)

V tematickém okruhu je zahrnuto 18 příspěvků, které je možno rozdělit do dvou základních skupin

- realizační technologie ražených podzemních staveb
- technologické vybavení dopravních tunelů

Problematika první skupiny se zaměřuje na vlastní ražení nebo činnosti navazující na všechny druhy ražených děl od štol a tunelů až ke kavernám. Druhá skupina je především zaměřena na technologickou vybavenost, metodiku navrhování a analýzu velmi aktuálních problémů spojenou s požáry v tunelových stavbách.

Dále je uvedena charakteristika jednotlivých příspěvků :

• KOLEKTOR PŘÍKOPY

Petr Papež

Do konce r. 2000 přibude do kolektorové sítě Prahy další významný úsek a to Kolektor Příkopy vybudovaný firmami Subterra a.s. a Metrostav a.s. Zásadní technologická problematika při výstavbě tunelových liniových objektů uložených v hloubce 10-14 m by se dala shrnout do následujících bodů, které se rozebírají v příspěvku:

- zajištění nadloží systémem ochranné obálky
- ochrana proti spodní vodě úpravami vodotěsného betonu těsnícími pásy
- ochrana poškozených inž. sítí v nadloží
- omezení vlivu škodlivých vlivů na okolní prostředí

• VYUŽITÍ TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE PRO ZAJIŠTĚNÍ RAŽEB KOLEKTORŮ V CENTRU PRAHY

Ing. Martin Čejka, Ing. Jiří Mühl

Nejdůležitější ze závažných technických problémů při stavbě uliční kolektorové sítě při nesoudržném nadloží je jeho zajištění. Při výstavbě v Praze se osvědčila metoda vytváření ochranného deštníku nad kalotou tryskovou injecktáží. Autoři popisují způsoby vytváření deštníku ze sloupů tryskové injecktáže a to jak při provádění vrtů z raženého díla, tak i z povrchu. V takto zajištěném prostředí bylo vyraženo bezpečně přes 1500 m kolektorových tras.

• STABILIZACE PODZEMNÍCH DĚL APLIKACÍ AT-SYSTÉMU A NOVÝCH TYPŮ KOTEV

Dipl. Ing. Josef Mocivnik, Ing. Tomáš Zdražila

Nově prezentovaná metoda přispívá k řešení problematiky zpevnění a podchyčení horniny v oblasti prováděného díla. AT systém dovoluje firmám provádět vrtné práce s okamžitým zajištěním otvoru ocelovými pažnicem i v nestabilních horninách. Výhody hlavně s použitím mřížové výpažnice se dokladují při výstavbě tunelu Fernthal na železničním koridoru Köln-Rhein.

• POKROK V ŘEŠENÍ A VÝSTAVBĚ RAŽENÝCH KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ

Ing. Jiří Bělík, Ing. Josef Krátký

Nově budovaný 2,8 km dlouhý kanalizační sběrač „P“ v oblasti jihozápadního města v Praze 5 byl navržen i realizován s respektováním zásadních požadavků a kritérií současné doby a technických znalostí technologií a materiálů. Článek popisuje zkušenosti hlavně z výstavby ražených úseků technologií NATM s použitím strojů s frézou Alpine Miner F6 a Dosco 2 MK. Také řešení konstrukce definitivního vstrojení sběrače troubami HOBAS 2000 bylo velmi specifické a i ve světě ojedinělé.

• GEOTECHNICKÁ MĚŘENÍ PROVÁDĚNÁ BĚHEM VÝSTAVBY DEFINITIVNÍHO OSTĚNÍ NOVÉHO ÚSEKU SBĚRAČE „P“

Ing. Jaroslav Pacovský, CSc., Ing. Augustýn Adámek, Ing. Petr Šenk

Definitivní ostění sběrače je prováděno s využitím trub HOBAS DN 2000. Během výstavby je prováděno observační měření nárůstu tlaku puklinové vody na ostění a měření vývoje napjatosti v ostění sběrače.

Průběh měření potvrdil obnovení přírodního režimu spodních vod. Pevnosti napětí v popílko-cementovém betonu nedosahují hodnot pevnosti v tlaku

This topic comprises 18 papers, which can be sorted out into two basic groups:

- implementation techniques of driven underground structures
- technical equipment of transport-related structures

The issues of the first group are focused on excavation proper or on activities connected with all kinds of mined works, from adits and tunnels through caverns. The other group is, above all, focused on technical equipment, methods of designing, and analysis of very topical problems relating to fires in tunnel structures.

The characteristics of individual papers:

• THE UTILITY TUNNEL "PŘÍKOPY" IN PRAGUE

Papež P.

Another important section will be added to the Prague utility tunnels network by the end of the year 2000, namely the Příkopy utility tunnel, built by Subterra a.s. and Metrostav a.s.

Basic technical issues of tunnel line structures construction located at the depth of 10-14 m, could be summed up into following items, which are dealt with in the paper:

- support of overburden by a system of a protective envelope
- protection against ground water by covering water-retaining concrete with sealing sheets
- protection of damaged utility services in overburden
- limitation of harmful effects on surrounding environment

• USING THE JET-GROUTING METHOD FOR THE SUPPORT OF EXCAVATIONS OF UTILITY TUNNELS IN PRAGUE

Čejka M., Mühl J.

The most serious technical problems of construction of street utility tunnels network under incohesive overburden is in support of an excavation. In Prague, the method consisting in creation of a protective umbrella above top heading by jet grouting has been proved. The authors describe techniques of creation of the umbrella consisting of jet grouted piles, both in boring from the works being driven and from the surface. Over 1500 m of utility tunnels have been excavated in ground supported by this manner.

• STABILISATION OF UNDERGROUND WORKS BY MEANS OF THE AT-SYSTEM AND OF NEW TYPES OF ROCK BOLTS

Mocivnik J., Zdražila T.

This newly presented method contributes to the solution of the issue of ground stabilisation and support in the area of works being executed.

The AT-system allows companies to perform drilling work with an immediate support of the hole with steel casing in unstable ground. Advantages, when grill casings are used above all, are documented at the Fernthal tunnel construction on the Cologne-Rhein railway corridor.

• PROGRESS IN DESIGN AND CONSTRUCTION OF DRIVEN SEWERS

Bělík J., Krátký J.

The collecting sewer "P", being newly built in the area of south-western city in Prague 5 was designed and realised with respecting basic requirements and criteria of today, and technological knowledge of techniques and materials.

The article describes the experience mostly of the construction of driven sections by the NATM technique with Alpine Miner F6 and Dosco 2 MK roadheaders.

Also the solution of the final lining structure of the sewer using HOBAS 2000 pipes was very specific, and exceptional in the world.

• GEOTECHNICAL MEASUREMENTS PERFORMED DURING ERECTION OF THE FINAL LINING OF THE "P" SSEWER NEW SECTION

Pacovský J., Adámek A., Šenk P.

Final lining of the sewer has been built using HOBAS DN 2000 pipes. During the construction, observational measurement of increasing pressure head

materiálu a deformabilita trub Hobas umožňuje redistribuci zatížení v ostění.

• **RAŽBA ŠTOL V OBTÍŽNÝCH GEOTECHNICKÝCH PODMÍNKÁCH**
Ing. Otakar Vrba - SG-Geotechnika

Autor provedl analýzu problematiky ražby štol ve městech se zástavbou realizovaných v posledním desetiletí. Charakteristickým znakem všech podzemních děl byla malá mocnost nadloží a málo příznivé až zcela nepříznivé geotechnické podmínky ražení. Kvalifikačním rozbohem a zhodnocením v článku dochází k závěrům, že i ve velmi nepříznivých podmínkách lze úspěšně realizovat ražené stoly inž. sítí. Zkušenosti však zvýhodňují speciální technologie (štitování a mikrotunelování) před klasickou ražbou. Další důležitou podmínkou je uvážlivý a pečlivý geotechnický monitoring a stejně tak i průzkum při přípravě fázi projektu.

• **POZNATKY Z RAZENIA PRIESKUMNEJ ŠTOLNÉ PRE TUNEL VIŠŇOVÉ V TEKTONICKY PORUŠENÝCH ZÓNÁCH MALEJ FATRY**
Ing. Robert Turanský, Dr. Anton Matejček

Tato průzkumná štola v délce 7477 m se ráží ze dvou portálů. Ražení od západního portálu probíhá dle zásad NRTM do délky 1871 m v profilu 10,7 m². Od východního portálu se ražení uskutečňuje pomocí plnoprofilového razicího stroje ATB 35 HA s průměrem hlavy 3,5 m. Původní masív je charakterizovaný vyšším stupněm uvolnění v zónách regionálních tektonických poruch, které jsou dílem alpínského vrásnění nebo pozdějším vývojem zlomové tektoniky. Geologické i hydrogeologické nepříznivé podmínky se potvrdily hlavně při ražbě razicího strojem v masívu krystalinika, což zapříčinilo vytvoření několika vážných závalů s kavernami a s výrazným přítokem vody až 90 l/sek¹. (V současné době ve štole celkově 190 l/sek¹). Dodavatelům, investorům i projektantům stávající zkušenosti poskytují důležité poznatky o geologické stavbě pro výběr technologií a konstrukce na navrhovaný dálniční tunel.

• **RAŽENÍ TUNELU EUERWANG Z JIŽNÍHO PORTÁLU NBS NORIMBERK-INGOLSTADT**
Ing. Miloslav Zelenka

Železniční tunel Euerwang na trati ICE Norimberk-Ingolstadt je svými 7,7 km nejdelším raženým tunelem této trasy. Metrostav a.s. provádí ražbu 1,834 m metodou NATM z jižního portálu a to převážně za pomoci trhací práce běžnou strojní sestavou. I při snaze udržení přijatelných vlastních nákladů, bylo dosaženo pozoruhodných výsledků např. v kalotě 70 m² se dosahovalo denního postupu 8-9 m (max. 11 m) a měsíční výkon přesáhl 200 m. Dosažené výkony jsou srovnatelné s výkony osádek tunelářsky vyspělých zemí.

• **GEOTECHNICKÁ MERANIA VYKONÁVANÉ PŘI RAŽENÍ TUNELA BRANISKO**

Ing. Štefan Choma, Ing. Gejza Záhoranský, Ing. Miloslav Frankovský
Tunel Branisko 5008 m byl vybudovaný jako první v rámci dálničního programu na Slovensku. Při jeho stavbě byly použité moderní metody a technologické postupy obvyklé v tunelářsky vyspělých zemích. Součástí byl také geotechnický monitoring jako systém pravidelného, kontinuálního měření a to - měření výrubu geotechnickými metodami
- měření deformací horninového masívu v okolí výrubu extenzometri
- měření kontaktního napětí mezi primárním ostěním a horninou
- měření napětí v primárním ostěni
Příspěvek rozebírá organizaci, výsledky a zhodnocení.

• **GEODETICKÉ MERANIE PŘI RAŽENÍ A REPROFILÁCI PRIMÁRNÉHO OSTENIA TUNELA BRANISKO**
Ing. Anton Fejfar, Ing. Peter Ferančík

Tato tunelová stavba velkého rozsahu, její složitost a rozmanitost si vyžadovala nasazení kvalitního zařízení pro geodetické a geotechnické měření. Pro velké množství měřicích dat byla geotechnická skupina vybavena přístroji fy Leica, počítačovou stanicí TC 1800 a kvalitním softwarerem a pro měření příčných profilů typ Profiler 4000. Dobré výsledky geodetických měření přispěly k celkové úrovni a kvalitě provedených razicích prací.

• **SKŮSENOSTI SLOVENSKÝCH TUNELÁROV ZO STAVIEB V SRN**
Ing. Peter Witkovský, Ing. Jozef Frankovský

Stavba 175 km rychlé železnice z Kolína nad Rýnem do Frankfurtu nad Mohanem je stavbou evropského významu nejen z hlediska dopravy, ale i inženýrského stavitelství, samozřejmě i tunelového. Autoři v článku seznamují se zkušenostmi jak vlastní organizace dodávky, tak technicko-technologické problematiky. Banské stavby a.s. byly dodavatelem prací na tunelech Gunterscheid a Aegidienberg v Porýní pro ARGE Mittelstand. Při ražení byla aplikována NRTM s využitím veškeré špičkové techniky, z nichž autoři zdůrazňují hlavně úspěšné použití agregátu na stříkaný beton fy Mobil-G Creta a pro profilovací měření fotogrametický snímač systém „Dibit“. Zahraníční zkušenosti i dosažené výkony 4-6m/den v sedimentárních formách masívu velmi podporují kvalifikační růst a konkurenční potenciál podniku.

of fissure water on the lining and measurement of development of state of stress in the sewer lining has been carried out. The course of the measurement has confirmed that the natural regime of ground water has been restored. Stresses in ash-cement concrete do not reach the value of compressive strength of the material, and deformation properties of HOBAS pipes make a load redistribution in the lining possible.

• **EXCAVATION OF GALLERIES IN UNFAVOURABLE GEOTECHNICAL CONDITIONS**
Vrba O.

The author has conducted an analysis of the issue of adits excavation in urban setting completed within the past decade. A characteristic feature of all underground works was that there was a shallow cover and little favourable to totally unfavourable geotechnical conditions of excavation. Through a qualifying analysis and assessment, he has arrived to the conclusion that even under very unfavourable conditions it is possible to realise driven adits for utility networks successfully. Although, experience gives advantage to special techniques (shielding and microtunnelling) over classical driving. Another important condition is in deliberate and careful geotechnical monitoring, as well as investigation during preparation of design phases.

• **KNOWLEDGE FROM DRIVING OF EXPLORATORY GALLERY FOR THE VIŠŇOVÉ TUNNEL IN FAULTED ZONES OF THE MALÁ FATRA MOUNTAINS**
Turanský R., Matejček A.

This 7 477 m-long exploratory gallery is being driven from two portals. The drive of the west portal is being performed by the NATM technique up to the distance of 1 871 m with the cross section of 10.7 m². Excavation from the east portal is being executed by means of a full face TBM ATB 35 HAA, with a 3.5 m-diameter cutter head. The original massif is characterised by a higher level of loosening in zones of regional tectonic failures, which are a result of the Alpine folding or of a later development of fault tectonics. Unfavourable geological and hydrogeological conditions were confirmed mainly during excavation with the TBM through crystalline massif, which caused creation of several serious collapses with caverns and expressive water inflow up to 90 litre/sec¹ (currently, the total inflow in the adit is 190 litre/sec¹). Existing experience provides important pieces of knowledge for contractors, employers and engineers regarding the geological structure, enabling them to choose techniques and structures for the motorway tunnel being designed.

• **DRIVING OF THE EUERWANG TUNNEL- SOUTH**
Zelenka M.

The Euerwang rail tunnel on the Nuremberg-Ingolstadt track is, with its length of 7.7 km, the longest driven tunnel on this route. Metrostav a.s. provides excavation of 1 834 m by the NATM from the south portal, mostly using drill-and-blast, with a common equipment set. Despite the effort to keep own costs acceptable, notable results have been achieved, e.g. 8-9 m (max 11 m) advance/day was achieved at the 70 m² top heading, and the monthly advance crossed 200 m. The outputs achieved are comparable with performance of crews working in the countries with developed tunnelling industry.

• **GEOTECHNICAL MEASUREMENTS CARRIED OUT IN THE COURSE OF DRIVING THE BRANISKO TUNNEL**
Choma Š., Zahoranský G., Frankovský M.

The 5008 m-long Branisko tunnel was built as the first one in the framework of the motorways program in Slovakia. For its construction there were used state-of-the-art methods and technical procedures, usual in the countries with developed tunnelling industry. Geotechnical monitoring as a system of regular, continual measurement was its part, namely
- measurement of the excavation by geotechnical methods
- measurement of the rock mass deformation in the excavation vicinity with extensometers
- measurement of contact stress between primary lining and rock
- measurement of stress in primary lining

The paper analyses organisation, results and assessment.

• **GEODETIC MEASUREMENT IN THE COURSE OF DRIVING AND REPROFILING OF THE BRANISKO TUNNEL PRIMARY LINING**
Fejfar A., Ferančík P.

This large-scale tunnel structure, its complexity and diversity required deployment of a quality equipment for geodetic and geotechnical measurements. Because of the big amount of measured data, the group of surveyors was equipped with machines manufactured by Leica, TC 1800 computer station, and Profiler 4000 quality software for measurement of cross sections. Good results of geodetic measurements incremented to the overall level and quality of the driving performed.

• TLAKOVÉ UZÁVĚRY PODZEMNÍHO ZÁSObNÍKU

Ing. Václav Braun a Josef Celetka

Podzemní zásobník zemního plynu v lokalitě Příbram-Háje je určen ke krátkodobé regulaci přepravovaného plynu. Tento zásobník byl vyláman ve skalním masivu v hloubce 1000 m s využitím stávajících podzemních chodeb po uranovém dobývání. Tlakové uzávěry (zátky) musí svoji konstrukci odolávat síle rozdílu tlakových poměrů až do 12,5 Mpa. Zvláštní pozornost byla proto věnována výlomovým pracím a vlastní konstrukci, která byla provedena ze stříkaného drátkobetonu (240 m³ na jednu zátku). Za mimořádné pozornosti a spolupráce významných odborníků byla kritéria vodotěsnosti a plynůstnosti dosažena.

• GOTTHARD - BASISTUNNEL

Alex Sala

Jedním z významných projektů na restrukturalizaci železniční sítě v Evropě je vybudování tohoto bázevého tunelu ve Švýcarsku. Tunel svými 56,7 km bude nejdělsím světovým železničním tunelem. Příspěvek autora obsahuje celkový informační průřez projektu, včetně popisu velmi rozmanité geologické struktury masivu, technický popis včetně technologické vybavenosti až po technologie ražení jednotlivých částí tunelu, kde budou uplatněny technologie od klasické ražby až po nasazení strojů TBM.

• BAUKONSEPTE FÜR TUNNEL IM SULFATGEBIRGE (ANHYDRIT)

Dr. Ing. Karl Kuhnhenh

Bobtnání anhydritových hornin je příčinou velkých škod v evropských tunelech. Příspěvek se zabývá problematikou návrhu konstrukce pro jejich zamezení. V současnosti jsou aplikovány dva způsoby řešení:

- navrhnout obezdívku dosti silnou natolik, aby odolávala tlakům z bobtnání dna

- do konstrukce dna zabudovat stlačitelnou vrstvu materiálu mezi prvotní konstrukci ze stříkaného betonu a definitivní obezdívku k regulaci tlaků.

Autor uvádí příklady řešení na rekonstruovaných i nově realizovaných železničních tunelech (Eugelbergbasistunnel, Adlertunnel) aj.

• FIRE SAFETY CONCEPTS IN TRAFFIC TUNNELS

Prof. Dr. Ing. Alfred Haack-president ITA

Požáry a požární bezpečnost v dopravních tunelech se stala mezinárodním problémem. Vedle materiálních hodnot jsou ohroženy lidské životy. Proto se této problematice věnuje mimořádná pozornost v rámci různých projektů (EUREKA) i při mezinárodních odborných konferencích. Autor v příspěvku analyzuje situaci evropských tunelů z hlediska bezpečnosti a možného rizika popisuje nejdůležitější případy požárů s následky. Závěr vyznívá na nutnost zabývat se touto problematikou ne jen na jednotlivých projektech či na národní úrovni, ale důsledně řešit problém v mezinárodní spolupráci.

• POUČENÍ PLYNOUCÍ Z NEHOD V TUNELECH A PRINCIPY KRIZOVÉHO MANAGEMENTU

Doc. Ing. Pavel Příbyl, Csc.

V České republice byl vytvořen standard pro technologické vybavení tunelů pozemních komunikací a řízení rizik. V příspěvku je uveden přehled potenciálních problémů a je poukázáno na to, že je nutné začít systematicky pracovat na vytvoření bezpečnostní politiky. Závěr stanovuje hlavní zásady při vytváření uceleného komplexu bezpečnosti v tunelech a to nejen v konstrukčním a technologickém řešení, ale i v organizačním zajištění. Vstupním pokusem o zavedení systému jsou technické podmínky „Provozování, správa a údržba tunelů pozemních komunikací“.

• VĚTRÁNÍ SILNIČNÍCH TUNELŮ A TUNELŮ METRA PŘI POŽÁRU

Ing. Miroslav Novák

Požár se v mnoha případech stává pro návrh větrání tunelu rozhodujícím faktorem. Větrání tunelu totiž musí zabezpečit v první řadě únik cestujících na povrch nebo do chráněných prostor. Problematiku dále autor analyzuje na

- větrání silničních tunelů při požáru

- větrání tunelů pražského metra při požáru se závěry, které se shodují se systémem řešení na úrovni mezinárodní spolupráce.

• CONCEPTION OF AXIAL FANS TO EXHAUST HOT GASES IN TUNNEL SYSTEMS

Dr. Jurgen Steltman

Příspěvek k problematice větrání tunelových staveb se zaměřuje na užití axiálních ventilátorů, jejich parametrů a charakteristik.

• THE EXPERIENCE OF SLOVAK TUNNELLERS IN GERMAN TUNNELS

Witkovský P., Frankovský J.

The project of 175 km of the railway from Cologne on Rhine to Frankfurt on Mohan is a project of a Europe-wide significance not only from the transportation point of view, but also from the point of view of civil engineering and tunnelling. The authors inform in their article about the experience of the work organisation and about technical and technological issues.

Banské stavby a.s. was the contractor for the work on the Guntersheid and the Aegindienberg tunnels in Rhineland for ARGE Mittelstand. The tunnels were driven by the NATM, with utilisation of every state-of-the-art equipment. The authors put stress on a successful application of Mobil-G's Creta shotcrete aggregate, and on „Dibit“ system photogrammetric scanner used for profiling measurement. Foreign experience and advances of 4-6 m/day achieved in sedimentary forms of the massif have supported significantly the qualification growth and competitiveness of the company.

• PRESSURE SEALS OF AN UNDERGROUND GAS STORAGE

Braun V., Celetka J.

The underground storage of natural gas in the locality of Příbram-Háje is designed for a short-term regulation of transferred gas. This storage was excavated in a rock mass at the depth of 1000 m, with utilisation of existing underground galleries of a former uranium mine. The pressure plugs structure must resist to the force resulting from the pressure differential up to 12.5 Mpa. Special attention was paid to the excavation and the structure proper, which was performed from steel-fibre reinforced shotcrete (240 m³ per one plug). Thanks to the special attention and co-operation of distinguished experts, the watertightness and gastightness criteria were met.

• GOTTHARD BASE TUNNEL

Sala A.

This base tunnel in Switzerland is one of important projects for restructuring of the railway network in Europe. The tunnel, with its length of 56.7 km, will be the longest rail tunnel in the world. The author's paper contains an overall information cross-section of the project, including a description of very diverse geological structure of the massif, a technical description including technical equipment, to the driving technique for individual parts of the tunnel, where techniques from classical excavation to TBMs deployment will be utilised.

• BAUKONSEPTE FÜR TUNNEL IM SULPHATGEBIRGE (ANHYDRIT)

Kuhnhenh K.

Swelling of anhydrite rock is a cause of major damages in European tunnels. The paper deals with the issue of design of a structure, which should prevent it. Currently, two ways of solution are applied:

- to design a lining strong enough to resist the pressures due to the bottom swelling

- to build a compressible layer of material into the invert structure, between the primary structure from sprayed concrete and the secondary lining, regulating the pressures

The author presents examples of the solution on refurbished and newly realised rail tunnels (the Eugelberg base tunnel, the Adler tunnel) etc.

• FIRE SAFETY CONCEPTS IN TRAFFIC TUNNELS

Haack A.

Fires and fire safety in traffic tunnels has become an international issue. Apart from material values, human lives are at risk. For that reason, this issue is being paid a lot of attention in the framework of various projects (EUREKA) and on international professional conferences. The author of the paper analyses the situation of European tunnels from the safety and risk possible point of view, and describes the most serious cases of fires together with their consequences. The conclusion stresses the necessity of dealing with this issue not only at individual projects or at a national level, but also to solve the problem consistently in an international co-operation.

• LESSONS LEARNED FROM TUNNEL ACCIDENTS AND PRINCIPLE OF RISK MANAGEMENT

Příbyl P.

In the Czech Republic there has been created a standard for technical equipment of tunnels for roads and for risk management. The paper contains an overview of potential problems, and it points to the fact that it is necessary to start working in a systematic manner on development of a safety policy. In its conclusion, the author determines main principles of development of an integrated safety complex in tunnels, not only in a structural and technical solution, but also in organisational support. Technical conditions



"Operation, administration and maintenance of road tunnels" represent an entry attempt to introduce the system.

• **VENTILATION ON FIRES IN ROAD AND METRO TUNNELS**

Novák M.

In many cases, fire becomes a deciding factor for a design of a tunnel ventilation. Primarily, the tunnel ventilation must ensure escape of passengers to the surface or to protected spaces. The author analyses the issue further on

- road tunnels ventilation during a fire
- Prague metro tunnels ventilation during a fire, with conclusions identical with the system of solving it at the level of international cooperation.

• **CONCEPTION OF AXIAL FANS TO EXHAUST HOT GASES IN TUNNEL SYSTEMS**

Steltmann J.

This paper on the issue of ventilation of tunnel structures is focused on the use of axial fans, their parameters and characteristics.

TÉMATICKÝ OKRUH D - ÚDRŽBA, SANACE A REKONSTRUKCE PODZEMNÍCH STAVEB

TOPIC D - MAINTENANCE, REHABILITATION AND RECONSTRUCTION OF UNDERGROUND STRUCTURES

(COMPILED BY PROF. ING. JOSEF ALDORF, DrSc.)

Příspěvky přihlášené v tématickém okruhu D lze rozdělit do 3 skupin:

- sanace, rekonstrukce a zajištění vodotěsnosti podzemních staveb
- sanace historických podzemních prostor
- sanace vodohospodářských děl s využitím nově ražených podzemních děl, sanačních a těsnících injektáží

V první skupině referátů budou prezentovány 4 příspěvky:

- a.) příspěvek Ing. Petra Vozarika (Metrostav, a.s.) s názvem „Vodotěsnost a sanace tunelových staveb pražského metra“, shrnujících zkušenosti z provádění dodatečných těsnících prací v tratových i staničních tunelech, zejména v úsecích prováděných původní technologií ražení a vyztužování (prstencová metoda a použití litinových, nebo železobetonových tybinků). Autor hodnotí používaná kritéria vodotěsnosti ve vazbě na nové technologie utěsňování a nové těsnící hmoty. Jako nejefektivnější technologie se ukázalo použití kombinace injektáže (Hloubkové těsnění spár) a povrchových těsnících nátěrů materiály firmy Asmedia (Mediatan 701 a Mediatan 36);
- b.) příspěvek Ing. M. Kochánka a Ing. P. Chaury (Metroprojekt, a. s.) „Rekonstrukce stanic pražského metra“ uvádí především velmi detailní popis stavu a závad na konstrukcích ražených stanic po zhruba 20 letech jejich provozu. Většina těchto závad souvisí s omezením provozu nebo nefunkčností a podrobně uvádí postupy sanačních prací. Na příkladech stanic „Malostranská“ a „Florenc“ dokumentují technologie použité při rekonstrukcích a hodnotí jejich výsledky především z hlediska zajištění ochrany proti účinkům prosakujících vod;
- c.) příspěvek Ing. Jiřího Kazdy (DDC ČD) „Železniční tunely ČD“ je podrobným přehledem a popisem stavu tunelů na železničních sítích Českých drah, jejichž délka přesahuje 36,5 km, při celkovém počtu 149 tunelů. Zabývá se jak otázkami správy a technického dozoru tunelů a jejich legislativním zajištěním, tak hodnocením stavu údržby a rekonstrukce z hlediska jejich historického vývoje u ČD. V závěru příspěvku hodnotí stav tunelů na českých úsecích mezinárodních železničních koridorů a uvádí základní informace o výhledu ražení nových železničních tunelů v ČR;
- d.) velmi zajímavým příspěvkem je referát autorů Ing. M. Srba a Dr. Alfreda Schultera (D2 Consult) s názvem „Rehabilitation of Pushkin Road Tunnel in Armenia“ (Sanace Puškinova silničního tunelu v Arménii), uvádějící základní informace o samotném silničním tunelu, který byl silně poškozen (odvodňovací zařízení, větrací a mechanická zařízení) po roce 1988, kdy bylo v Arménii zničující zemětřesení a kdy sloužil jako hlavní přístupová cesta pro pomoc Arménii. Velmi zajímavou částí jsou informace o přípravě sanace tunelu, která bude částečně financována z prostředků „Světové banky“ a „Evropské banky pro obnovu a rozvoj“. Jsou uvedeny základní fáze postupu přípravy sanace, definována jejich náplň a formulován význam mezinárodní pomoci, jak z hlediska finančního zajištění, tak úlohy mezinárodních konzultantů.

Ve druhé skupině referátů je předložen příspěvek K. Grotze a RNDr. V. Havelky (Geoindustria, a.s.) s názvem „Průzkum a sanace historických podzemních staveb“. Samotný příspěvek shrnuje poznatky a zkušenosti získané pracovníky firmy Geoindustria při provádění všech druhů průzkumů těchto prostor a při realizaci samotných sanačních prací. Na příkladech sanací historických prostor v Plzni, Táboře, Kutné Hoře, Mělniku a při sanaci Rudolfovy štoly v Praze, dokumentují efektivní přístupy s využitím hornických i stavebních technologií a uvádí i některé negativní zkušenosti.

Třetí skupina referátů je reprezentována příspěvkem kolektivu firmy TUBES, s.r.o. (Ing. L. Pikhartová, Ing. O. Fabian a Ing. D. Hadačová) s názvem „Sanace přehrady Mšeno“. Základním prvkem sanace, jejímž

The submitted papers on the topic D can be divided into 3 groups:

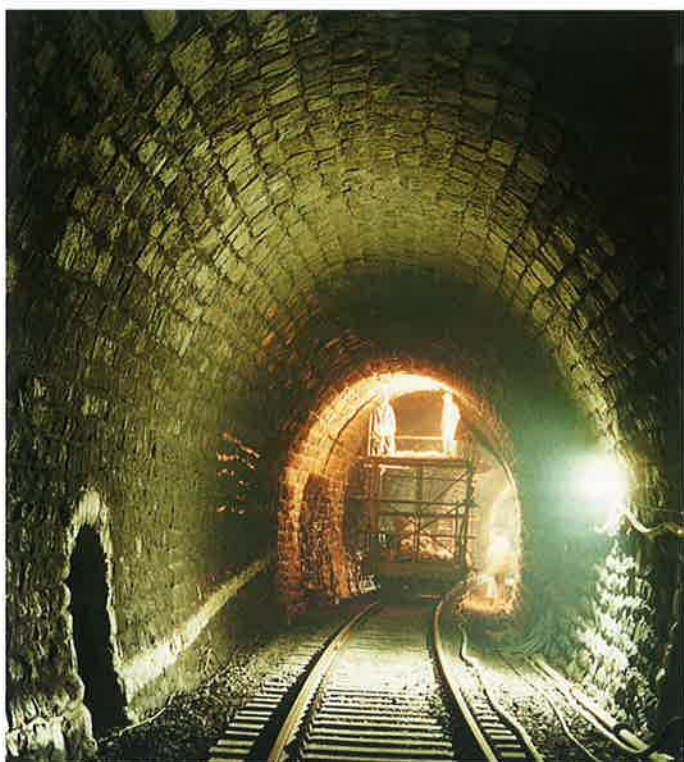
- rehabilitation, reconstruction and ensuring of underground structures watertightness
- rehabilitation of historic underground spaces
- rehabilitation of water supply related works using newly excavated underground works, improving and sealing grouting

The first group of the reports will comprise 4 papers:

- a) The paper by Ing. Petr Vozarik (Metrostav a.s.) titled "Waterproofing and rehabilitation on Prague metro tunnels" summarising the experience of execution of additional sealing in running and station tunnels, namely in sections built by the original driving and support technique (the ring method and the use of cast-iron or reinforced concrete segments). The author assesses the applied watertightness criteria, in relation to new sealing techniques a new sealing materials. A combination of grouting (Deep joints sealing) and surface sealing coats manufactured by Asmedia (Mediatan 701 and Mediatan 36) has showed the most effective technique;
- b) The paper by Ing. M. Kochánek and Ing. P. Chaury (Metroprojekt, a. s.) "Reconstruction of the Prague metro stations" presents, above all, a very detailed description of the condition and defects of driven stations structures after roughly 20 years of operation. Most of the defects are connected with limitation or a lack of operation and presents detailed procedures of rehabilitation work. On examples of the Malostranská and Florenc stations, they document the techniques used on reconstructions, and assess their results, from the point of view of protection against the effects of leaking water;
- c) The paper by Ing. Jiří Kazda (DDC ČD) Tunnels of Czech railways is a detailed survey and description of the condition of the tunnels on the railway network controlled by Czech Railways, the length of which exceeds 36.5 km, with the total number of tunnels amounting to 149. It deals with the issues of administration and technical inspection over tunnels, and their legislative covering, as well as with assessment of the state of maintenance and reconstruction with respect to their historic development under Czech Railways. In the conclusion, the paper evaluates the condition of tunnels on Czech sections of international railway corridors, and states basic information about driving new tunnels in the CR;
- d) The report by authors Ing. M. Srba and Dr. Alfred Schulter (D2 Consult) named "Rehabilitation of Pushkin Road Tunnel in Armenia" is very interesting. It provides basic information on the road tunnel proper, which was heavily damaged (drainage facilities, ventilation and mechanical equipment) after the year 1988 when a devastating earthquake occurred in Armenia, and when it served as the main access road for the aid to Armenia. The part containing information on preparation of the tunnel refurbishment, which will be partly funded by the World Bank and European Bank for Restoration and Development, is also very interesting. Basic phases of the preparation and refurbishment are described, including a definition of their content and a formulation of the importance of the international aid both from the point of view of funding and the role of international consultants.

In the second group of the papers, there was submitted the paper by K. Grotz and RNDr. V. Havelka (Geoindustria, a.s.) named "Exploration and rehabilitation of historic underground structures". The paper proper summarises the knowledge and experience gained by Geoindustria's employees on execution of all kinds of exploration of those spaces, and on execution of the rehabilitation work proper. The authors document, by means of examples of rehabilitation of historic premises in Pilsen, Tábor, Kutná Hora, Mělník, and rehabilitation of the Rudolf's adit in Prague efficient attitudes using mining and civil engineering techniques, and even present some negative experience.

The third group of the papers is represented by the contribution of a collective of TUBES, s.r.o. employees (Ing. L. Pikhartová, Ing. O. Fabian and Ing. D. Hadačová) named "New rescue gallery under the Mšeno dam". A basic element of the rescue action, the purpose of which is sealing of leaks through the masonry dam sub-base and a degraded concrete sub-layer, con-



účelem je utěsnění průsaků podloží zděné hráze a degradovanou podkladní betonovou vrstvou, je realizace nové injektážní štoly na kontaktu základní hráze a jejího podloží, z níž budou prováděny těsnící a zpeňovací injektáže hmotami na bázi PUR. Velmi zajímavý je i technický popis díla, který slouží již více než 90 let. Velmi náročným úkolem byl samotný statický návrh štoly, která do jisté míry mění ustálené statické poměry v podzákladí. Referát dokumentuje použití tunelářské technologie a podzemních konstrukcí při sanaci vodohospodářského díla, které se ukázalo technicky i ekonomicky efektivní, ve srovnání s jinými uvažovanými postupy.

sists in realisation of a new grout gallery at the dam and its sub-base interface, which the sealing and improving grouting will be injected from, using PUR-based materials. Even the technical description of the works is very interesting. The dam has been operated for over 90 years. Very demanding task consisted also in the static design of the gallery proper, which to some extent, changes the steady static conditions under the dam foundation. The paper documents the use of the tunnelling technique and underground structures on a refurbishment of water supply works, which showed technically and economically effective compared to other procedures considered.

PODOKRUH C 1 - TUNEL MRÁZOVKA

SUB-TOPIC C1 - THE MRÁZOVKA TUNNEL

(COMPILED BY PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DrSc.)

Začátkem roku 1999 byla v Praze na Smíchově zahájena výstavba tunelu pod Mrázovkou. Tento tunel je významnou součástí severozápadního sektoru Městského okruhu v Praze a umožní po dokončení plynulé převedení dopravy v severojižním směru mimo centrální oblast města.

Tunel je ražen v délce 2,2 km ve dvou paralelních třípruhových troubách v obtížných geologických podmínkách - převážně v porušeném masivu jílovitoprachových břidlic, ale i v partiích velmi tvrdých prokřemenělých břidlic a křemenců. Konfigurace terénu je velmi členitá, značná část tunelu podchází s velmi malým nadloží hustě zastavěné území. Tyto podmínky, spolu se dvěma tunelovými rozplety mimořádně velkého příčného řezu (max. plocha výrubu činí 324 m²), řadí tuto stavbu mezi technicky velmi pozoruhodné stavby i v celosvětovém měřítku.

Investorem stavby je Magistrát hl. m. Prahy, generálním projektantem souboru staveb je PŮDIS a.s., projektovou přípravu a realizační dokumentaci ražených objektů včetně technologického vybavení tunelů zpracovala SATRA s.r.o., na realizační dokumentaci se též podílel METROPROJEKT a.s. Zhotovitelem stavby je Sdružení firem METROSTAV a.s. a SUBTERRA a.s. Zahájení výstavby západní tunelové trouby s ročním zpožděním a dosavadní blokování stavebního povolení pro výstavbu východní trouby je nutno se všemi nepříznivými, zejména ekonomickými důsledky, přičíst na vrub sice legální, ale v tomto směru širokému veřejnému zájmu škodící činnosti některých ekologických organizací.

V současné době vlastní ražba západní tunelové trouby již značně pokročila. Výlom kaloty na úseku METROSTAVU a.s. se dostal v polovině června t.r. na vzdálenost cca 400 m od severního portálu, kalota na úseku SUBTERRA a.s. je od jižního portálu vzdálena cca 280 m.

Poznatky z projektování a výstavby tunelu Mrázovka, zpracované autory celkem v 10 příspěvcích, bylo rozhodnuto vzhledem k významu díla soustředit do samostatného tematického podokruhu C 1. Jednotlivé příspěvky jsou v dalším textu stručně charakterizovány z hlediska jejich obsahu.

• ANALÝZA VLIVU SANAČNÍCH INJEKTÁŽÍ A ČLENĚNÍ VÝRUBU NA CHOVÁNÍ DISKONTINUITNÍHO HORNINOVÉHO MASIVU PŘI RAŽBĚ TUNELU MRÁZOVKA

Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - Dr. Ing. Jiří Pícha:

Vliv různého stupně projektování horninového masivu na velikost deformací byl řešen programovým systémem FLAC v matematickém modelu diskontinuitního horninového masivu. Injektážní pokusy v průzkumné štole totiž ukázaly, že vysokotlaká injektáž proniká převážně diskontinuitami a zvyšuje jejich tuhost a smykovou pevnost. Deformace nadloží byly navíc stanoveny s ohledem na změnu schématu pobírání jak pro horizontální, tak pro vertikální členění výrubu.

• TUNEL MRÁZOVKA - PROGNÓZA, REALIZACE, SKUTEČNOST

Prof. Ing. Zdeněk Eisenstein, Ph.D., D.Sc., P. Eng. - Ing. Miroslav Salač - Ing. Jan Škrábek - Ing. Aleš Zapletal, DrSc.

Příspěvek obsahuje zevrubný popis podstatných kroků v prognóze chování tunelu Mrázovka, a to především s ohledem na velikost deformací horninového masivu a charakteru poklesové kotliny na povrchu zastavěného území. Přijatá opatření, která vyplynula z řady matematických analýz - vertikální členění výrubu, sanační injektáže masivu, mikropilotové deštníky nad horní klenbou tunelu a v nejobtížnějších partiích kompenzační injektáže - se v průběhu ražeb ukázala jako vysoce účinná.

• PRESIOMETRICKÁ KONTROLA INJEKČNÍHO ZPEVNĚNÍ LIBEŇSKÝCH BŘIDLIC NA STAVBĚ TUNELU MRÁZOVKA

Ing. Jiří Hudek

Zpevňující injektáže jsou situovány do masivu ordovických břidlic se značným stupněm tektonického porušení i navětrání. Poloskalní charakter měkkých břidlic je pro injektování velmi nepříznivý, přesto výsledky presiomrických zkoušek prokázaly více než 100 % zvýšení průměrného presiomrického modulu přetvárnosti a výrazně se zmenšil rozsah nejvíce se deformujících hornin.

• PROBLEMATIKA POSUZOVÁNÍ HORNINOVÉHO MASIVU PŘI RAŽBĚ NRTM TUNELU MRÁZOVKA

Mgr. Radovan Chmelář - RNDr. Josef Vorel

Příspěvek popisuje geologické poměry a zejména tektonické struktury v horninovém masivu při ražbě západní trouby. Zásadní pozornost je

The construction of the tunnel under Mrázovka hill in Prague district Smíchov commenced at the beginning of the year 1999. This tunnel is an important part of the north-western sector of the Prague City Ring Road, and, after completion, it will allow a stepless transfer of the traffic in the north-south direction beyond the central part of the city.

The tunnel is being driven in the length of 2.2 km in two parallel three-lane tubes, in difficult geological conditions - mostly in a fractured mass of clayey-silty shales, but in sections of very hard, quartziferous shales and quartzites. The terrain configuration is very broken, a significant part of the tunnel passes under a built up area, with a very shallow cover. These conditions, together with two tunnel bifurcations of extraordinarily large cross section (max. excavated cross section of 324 m²), range this structure among very notable projects even in the world-wide scale.

The client is the Prague City Hall, general consultant for the project is PŮDIS a.s., design preparation and detailed design of driven structures inclusive of technical equipment of the tunnels was developed by SATRA s.r.o., a part of the work on detailed design was performed by METROPROJEKT a.s. A consortium of companies METROSTAV a.s. and SUBTERRA is the contractor.

The fact that the construction of the west tunnel tube was commenced with a one-year delay and the building permit for the east tube has been blocked till now, together with all unfavourable, mostly economic consequences must be put to the account of, though legal, activity of some environmental organisations, which, in this aspect, is harmful to the wide public interest. Currently, the driving of the west tunnel tube proper has already advanced significantly. The top heading excavation in the section performed by METROSTAV a.s. arrived to the distance of about 400 m from the north portal in the middle of June, the top heading in the SUBTERRA's section is about 280 m from the south portal. It was decided, with respect to the importance of the works, to concentrate the knowledge from designing and driving of the Mrázovka tunnel, dealt with by authors in 10 papers in total, into a self-contained sub-topic C 1. Individual papers are briefly characterised with respect to their content in the further text.

• THE ANALYSIS OF SAVING GROUTING AND THE EXCAVATION SEQUENCING INFLUENCE ON THE DISCONTINUOUS ROCK MASSIF BEHAVIOUR AT EXCAVATION OF THE MRÁZOVKA TUNNEL

Barták J., Pícha J.

The influence of different stage of designing of the rock massif on the extent of deformations was solved by the FLAC system, in a mathematical model of discontinuous rock massif. Grouting trials in the exploratory gallery showed that a high-pressure grouting enters mostly via discontinuities, and increases their stiffness and shear strength. In addition, deformations of the overburden were determined with regard to the changed pattern of excavation for both horizontal and vertical sequencing of the face.

• THE MRÁZOVKA TUNNEL - PROGNOSIS, CONSTRUCTION, REALITY

Eisenstein Z., Salač M., Zapletal A.

The paper contains a comprehensive description of the steps in forecasting of the Mrázovka tunnel behaviour, namely with respect to the extent of deformations of the rock mass and character of the settlement trough at the surface of the built up area. The measures adopted, which have ensued from a number of mathematical analyses, i.e. vertical sequencing of excavation, saving grouting of the massif, micropile umbrellas above the tunnel arch and, in the most difficult parts, compensation grouting, showed highly effective in the course of excavation.

• PRESSUREMETRIC VERIFYING OF A CEMENT GROUTING SOLIDIFICATION IN THE SHALE DURING THE CONSTRUCTION OF THE MRÁZOVKA TUNNEL

Hudek J.

Solidifying grouting is situated into the massif of Ordovician shales with a high degree of tectonic fragmentation and weathering. The semi-rocky character of weak shales is very unfavourable for grouting despite the fact that the results of pressuremetric tests confirmed over 100% increase in the pressuremetric modulus of deformation, and the extent of the most deforming rocks dropped expressively.

• PROBLEMS OF THE ASSESSMENT OF THE ROCK MASSIF IN THE NATM TUNNELLING OF THE MRÁZOVKA TUNNEL

Chmelář R., Vorel J.

This paper describes geological conditions, and namely the tectonic structures within the rock massif in the course of the west tube driving. Principal attention is paid to the influence of tectonic failures on the behaviour of the rock mass, and to the linkage to the information

věnována vlivu tektonických poruch na chování horninového masivu a vazbě na informace získané z indexových tunelářských klasifikací. Doporučuje se kombinace empirických metod s matematickým modelováním a observační metodou, která umožňuje upravovat návrh v průběhu výstavby.

• TUNELY MRÁZOVKA OD JIHU

Ing. Vlastimil Kaňovský - Ing. Michal Gremlička

Jižní část tunelu Mrázovka je dispozičně velmi komplikovaná. Dvojice třípruhových tunelů se větví ve dvou rozpletech (max. profil 324 m²) na tunely dvoupruhové (průběžné) a jednopruhové (výjezdová a výjezdová větev na Radlickou ulici). Součástí jižní stavby, prováděné SUBTERRA a.s., jsou i další řešené objekty, vesměs mimořádně velkých příčných profilů - strojovna vzduchotechniky (200 m²), trafostanice (156 m²), křížení ZTT s trafostanicí a tunelovou propojkou s pronikem klenb různých rozpětí. Způsob výstavby jednotlivých dosud provedených prostor je doplněn popisem úspěšného přechodu ražby západního tunelu bezprostředním nadložím kanalizační stoky „P“, odvádějící splaškové vody z celé oblasti Jihozápadního města.

• MONITORING TUNELU MRÁZOVKA

Ing. Miroslav Kolečkář - Ing. Igor Zemánek

Příspěvek seznamuje s rozsahem monitoringu při výstavbě tunelů Mrázovka a s některými dílčími výsledky získanými během prvního roku výstavby. Zásadní pozornost v publikovaných výsledcích je věnována deformacím povrchu při výstavbě, a to ve vztahu k limitním deformačním hodnotám a různým typům členění čelby výrubu.

• NÁVRH TUNELU MRÁZOVKA

Ing. Jaroslav Němeček - Ing. Alexandr Butovič - Ing. Tomáš Ebermann - Ing. Vladislav John

Příspěvek komplexně popisuje postup při projektovém řešení tunelu Mrázovka od návrhu vedení trasy a prostorové řešení tunelu, přes návrh tunelovací metody, konstrukční řešení a statické výpočty až k zajištění povrchové zástavby. Článek zdůrazňuje využití observační metody navrhování ve smyslu norem EUROCODE, která umožňuje upravovat návrh konstrukce v průběhu výstavby. Nutným předpokladem je formulace podmínek přípustných stavů, varovných stavů a havarijních stavů; mezní hodnoty odpovídajících deformací, sklonů, poruch apod. byly stanoveny v rámci projektu.

• VYBRANÉ POZNATKY Z UPLATNĚNÍ STŘÍKANÉHO BETONU NA TUNELU MRÁZOVKA

Ing. Pavel Polák

Použití stříkaného betonu a jeho spolupůsobení s ostatními výtužnými prvky (sítě, příhradové oblouky, kotvy) je neoddělitelnou součástí Nové rakouské tunelovací metody. V masivech s krátkou dobou stability výrubu je nutno vlastnostem stříkaného betonu věnovat mimořádnou pozornost; ražba ZTT Mrázovka probíhá ze severní strany právě v masivu tohoto typu. Článek popisuje jednak postup při stanovení receptury stříkaného betonu požadované pevnosti B 25 z hlediska použitého kameniva, cementu a urychlovače tuhnutí, jednak je věnován způsobu provedení a vyhodnocení výsledků vybraných vlastností stříkaného betonu na tunelu Mrázovka.

• PROVOZNÍ A POŽÁRNÍ VĚTRÁNÍ TUNELU MRÁZOVKA

Ing. Ludvík Šajtar - Ing. Jan. Jan Václavík - Ing. Jiří Zapárka

Příspěvek je zaměřen pouze na dva nejdůležitější provozní celky technologického vybavení tunelu - provozní a požární větrání. Tyto dva systémy také nejvýrazněji ovlivňují bezpečnost provozu a uživatelů tunelu.

Je popsán systém provozního větrání tunelu, který má řadu obtížných aspektů, jejich úspěšné vyřešení však zefektivňuje provoz větrání bez zvýšení objemu stavebních prací.

Požární větrání je, oproti původnímu řešení s odváděním kouře pouze jedním směrem ve směru variabilního proudění vzduchu, řešeno pomocí odsávacích otvorů ve stropě tunelu, svádějících kouř do odvodního vzduchotechnického kanálu pod vozovkou tunelu, čímž se průkazně zvýšila účinnost ochranných opatření při vzniku požáru.

• SANAČNÍ A KOMPENZAČNÍ INJEKTÁŽE NA TUNELU MRÁZOVKA

Ing. Jan Šperger - Ing. Jan Hrabánek

Sanační a kompenzační injektáže jsou součástí souboru opatření, která eliminují nepříznivý vliv ražby velkého profilu na stabilitu horninového masivu a deformace nadloží tunelu.

Příspěvek popisuje způsob provádění sanačních injektáží nad klenbou tunelu z hlediska vrtání a tlakování; vzhledem k výraznému nárůstu presiometrického modulu je injektáž hodnocena jako úspěšná. Kompenzační injektáže jsou principiálně popsány z hlediska přípravy a provedení jejich první fáze po průchodu levé boční štoly tunelu pod ulicí Ostrovského. Výsledné hodnocení poklesů a kompenzační zástavby bude k dispozici až po vyražení celé tunelové trouby.

obtained from tunnelling index classifications. A combination of empirical methods with mathematical modelling and the observational method is recommended, which makes changes in the design possible in the course of the construction.

• TUNNELS MRÁZOVKA FROM THE SOUTH

Kaňovský V., Gremlička M.

The southern part of the Mrázovka tunnel is very complicated in its disposition. The pair of triple-lane tunnels bifurcates at two places (max. profile of 324 m²) into double-lane tunnels (running ones) and single-lane ones (entry and exit branch to Radlická street). Even other structures are a part of the southern lot, carried out by SUBTERRA a.s., mostly with extraordinarily large cross sections, i.e. a ventilation fan room (200 m²), a transformer station (156 m²), crossing of the WTT with the transformer station and tunnel cross passage, with an intersection of vaults of different span. The construction method used for individual, still unperformed spaces is completed by a description of a successful passing of the west tunnel excavation through the cover of the sewer "P", collecting sewage from the whole area of South-western City.

• MONITORING OF THE MRÁZOVKA TUNNEL

Kolečkář M., Zemánek I.

The paper informs about the extent of monitoring in the course of the Mrázovka tunnels construction, and with several partial results obtained in the first year of the work. Fundamental attention in the published results is paid to the surface subsidence, namely to the relation to limiting deformational values and various types of the tunnel face sequencing.

• DESIGN OF THE MRÁZOVKA TUNNEL

Němeček J., Butovič A., Ebermann T., John V.

This paper describes in a complex manner the procedure of designing the Mrázovka tunnel, starting from the alignment proposal and spatial solution of the tunnel, through the proposal of the tunnelling technique, structural solution and structural analyses, to the surface buildings protection. The article places stress on the use of the observational method in the meaning of the EUROCODE standards, which allow changes in structures design during the work. Definition of the conditions of allowable states, warning states and emergency states is a prerequisite. The limit values of corresponding deformations, slopes, failures etc. were determined in the design.

• FINDINGS SELECTED FROM THE MRÁZOVKA TUNNEL SHOTCRETING

Polák P.

The use of sprayed concrete and its composite action together with the other supporting elements (meshes, lattice girders, anchors) is an inseparable part of the New Austrian Tunnelling Method. In the massifs with a short-term stability of the excavation, it is necessary to pay an extraordinary attention to the properties of shotcrete. The excavation of the WTT Mrázovka is performed from the northern side, just through a massif of this type. The article describes the process of determination of the shotcrete formula to achieve the strength B 25 required from the point of view of aggregates used, cement and accelerating additive. It also describes the manner of execution and assessment of the results of selected properties of sprayed concrete on the Mrázovka tunnel.

• THE OPERATIONAL AND FIRE-EVENT VENTILATION SYSTEM IN THE MRÁZOVKA TUNNEL

Šajtar L., Václavík J., Zapárka J.

The paper is only focused on two most important operational lots of the tunnel technological equipment, i.e. operational and fire-event ventilation. These two systems affect the safety of operation and users of the tunnel most of all. The article describes the operational ventilation system in the tunnel, which has a number of exacting aspects. Although, their successful solution makes the ventilation operation more efficient without increasing the volume of construction works. The fire-event ventilation is, as opposed to the original solution with evacuation of smoke in one direction only, i.e. in the direction of the variable air flow, solved by means of exhaustion openings in the tunnel roof, diverting smoke to a exhaust air duct under the tunnel roadway. As a result, efficiency of protective measures in case of fire has increased essentially.

• THE REHABILITATION AND COMPENSATION GROUTING FOR THE MRÁZOVKA TUNNEL

Šperger J., Hrabánek J.

The rehabilitation and compensation grouting is a part of a package of measures, which eliminate the adverse effect of a large-profile excavation on the stability of a rock massif and on deformations of a tunnel overburden.

The paper describes the manner of execution of rehabilitation grouting above the tunnel roof from the point of view of drilling and pressurising. With regard to an expressive increase in the pressuremetric modulus, the grouting is assessed as successful. Compensation grouting is, in principle, described from the point of view of preparation and execution of its first phase, after passing of the left-side side adit under Ostrovského street. Final evaluation of settlement and compensation under existing buildings will be available only after completion of the whole tunnel tube excavation.

NOVÉ TUNELY NA ÚZEMÍ BRATISLAVY

NEW TUNNELS IN THE TERRITORY OF BRATISLAVA

(ING. MARTIN BAKOŠ, CSc., ING. VIKTÓRIA CHOMOVÁ, ING. JÁN KUŠNÍR, INFRAPROJEKT S.R.O. BRATISLAVA)

DIALNIČNÝ TUNEL SITINA

Tunel Sitina bude prvým slovenským diaľničným tunelom budovaným v intraviláne. Na základe poskytnutého úveru na jeho výstavbu zo zahraničia sa predpokladá začať s jeho výstavbou v roku 2001.

Tunel Sitina tvorí strednú časť projektovaného úseku diaľnice D2 Lamačská cesta - Staré grunty, ktorý spája existujúce diaľničné úseky na území Bratislavy. Obe jednosmerné tunelové rúry sú tvorené tromi konštrukčne a stavebne odlišnými úsekmi: hĺbený tunel v areáli Slovenskej akadémie vied s obslužným objektom pri severnom portáli v dĺžke cca 210 m (tunelové rúry budované v otvorenej stavebnej jame a následne presypané), pravá, resp. ľavá razená tunelová rúra s dĺžkou 1159 m, resp. 1184 m a hĺbený úsek s obslužným a vetracím objektom pri južnom portáli s priemernou dĺžkou 45 m. Čo sa týka inžiniersko-geologických a hydrogeologických podmienok v trase tunela Sitina a blízkeho okolia sa nachádzajú horniny kryštalinika a zeminy neogénu a kvartéru (obr. 1).

Horniny bratislavského masívu sú reprezentované granitoidnými horninami - granitmi až kremíťmi granodioritmi.

Neogén je zistený len pod kvartérnymi sedimentmi vrtní v hĺbenom úseku tunela v areáli SAV. Je tvorený pieskom ílovitým a ílom piesčitým o hrúbke 4 - 6 m, v podloží so zónou tektonicky rozrušených granitoidov.

Z kvartérnych sedimentov sú najrozšírenejšie hlinito-kamenité sutiny patriace delúviu. Podzemná voda v masíve Sitiny je výlučne zrážkového pôvodu. Hladina podzemných vôd nie je napätá.

Tunel Sitina bude razený prevažne vo veľmi porušenom granitoidnom masíve Sitina, pričom niveleta trasy je vedená relatívne plytko pod povrchom terénu. Razíť sa bude cyklicky najmä pomocou vrtno-trhacích prác, prípadne pomocou tunelového bagra. Lokálne bude potrebné pri razení použiť špeciálne postupy z dôvodu zabezpečenia stability čelby (mikropilótový dáždnik). Ostenie tunela bude dvojplášťové s medzifáhlou hydroizolačnou vrstvou.

Primárne ostenie je na základe statického výpočtu dimenzované tak, aby spoľahlivo zabezpečilo stabilitu výrubu tunela a plnilo nosnú funkciu v čase prerozdelenia napätí v horninovom masíve do vybudovania sekundárneho - definitívneho ostenia. Jeho hrúbka je 100 - 250 mm, resp. 400 mm v spodnej klenbe, a to v závislosti od výstrojovej triedy. Základným prvkom primárneho ostenia je striekaný betón v kombinácii s SN kotvami dĺžky 4 a 6 m, prípadne 8 m v núdzových zálivoch, zváranou ocelovou sieťou a podpernými ocelovými oblúkovými nosníkmi (TH a HCC profil).

Sekundárne - definitívne ostenie bude zabudované do výrubu výstrojeného primárnym ostením a plošnou hydroizoláciou až po úplnom dození - ustálení deformácií. Sekundárne ostenie zo železobetónu je navrhnuté len vo výnimočne zložitých úsekoch (portálové zóny, núdzové zálivy). Minimálna hrúbka sekundárneho ostenia je 300 mm (obr. 2), resp. 350 mm v mieste núdzových zálivov.

Hydroizolácia tunela je navrhnutá ako medzifáhlá z PVC, resp. PE fólie hrúbky min. 2 mm s ochrannou signálnou vrstvou na lícnej strane. Je uvažovaná po celej dĺžke tunela, v priečnom smere po celom obvode okrem dna. V prípade veľmi zložitých hydrogeologických podmienok - ak sa potvrdia v rámci dodatočného hydrogeologického prieskumu - bude potrebné uvažovať o návrhu hydroizolácie aj v dne tunela.

Bezpečnosť prevádzky tunela vyžaduje aj zvláštne stavebné úpravy v tuneli - vybudovanie SOS výklenkov vo vzájomnej osovej vzdialenosti 180 m, protipožiarnych výklenkov vo vzájomnej osovej vzdialenosti 90 m, troch unikových chodieb a núdzových zálivov približne v strede oboch tunelových rúr. Navrhnutý pozdĺžny systém vetrania pomocou prúdových ventilátorov Ø 1320 mm zavesených pod stropom tunela bol spracovaný na základe výpočtu potrebného množstva vzduchu. Znečistený vzduch z východnej tunelovej rúry bude vyfukovaný cez severný portál. Na základe príliš vysokých koncentrácií imisíí na južnom portáli, ktoré sa preukázali v priebehu rozptyľových výpočtov, je navrhnuté zo západnej tunelovej rúry dodatočné odsávanie časti znečisteného vzduchu a jeho vyfukovanie cez vetráciu šachtu a komin výšky 10 m do atmosféry rýchlosťou 15 m/s. V prípade potreby je možné odsáť z dopravného priestoru max. 80 m³/s znečisteného vzduchu. Toto množstvo bude odsávané pružne uloženým axiálnym pretlakovým ventilátorom s frekvenčným meničom otáčok a s uzatváracou klapkou, aby sa pri jeho vypnutí zabránilo samovoľnému roztrá-

MOTORWAY TUNNEL SITINA

The tunnel Sitina will be the first Slovak tunnel constructed inside the territory of the city. On the basis of a granted credit for its construction from abroad, it is supposed that the construction will start in the year 2001. The tunnel Sitina forms the middle part of the designed section of the motorway D2 Lamačská cesta - Staré grunty, which connects the existing motorway sections in the territory of Bratislava. Both one-way tunnel tubes are formed by three sections being different as to the design and construction point of view: the cut-and-cover tunnel in the area of the Slovak Academy of Science with a service building at the northern portal in the length of about 210 m (tunnel tubes constructed in an open building pit and then backfilled), the right, resp. left driven tunnel tube of the length of 1159 m, resp. 1184 m, and the cut-and-cover section with the service and ventilation building at the southern portal with the average length of 45 m.

As to engineering-geological and hydrogeological conditions in the line of the tunnel Sitina and in the near neighbourhood, there take place crystalline rocks and Neogene and Quaternary grounds (Fig. 1).

Rocks of Bratislava massif are represented by granitoids - granites up to quartziferous granodiorites.

Neogene grounds were found out only under Quaternary sediments by boring in the cut-and-cover section of the tunnel in the area of the Slovak Academy of Science. It is formed by a clayey sand and sandy clay of the thickness of 4 to 6 m, and in the underbed there take place tectonically disturbed granitoids.

As to Quaternary sediments, the most part of them is represented by earth-stony debris ranked among diluvium.

Ground water in the Sitina massif is only of a rainfall origin. The water table is not tensioned.

The tunnel Sitina shall be driven mostly in a very broken granitoid massif of Sitina, and the profile grade of the line takes place relatively not too deep under the ground. Driving operations shall be performed in a cyclic way, particularly by means of drill-and-blast, possibly by means of a tunnel excavator. Locally, it will be needed to apply for driving special methods because of securing the face stability (micropile umbrella). The tunnel lining shall consist of two passes with an intermediate hydroinsulating layer.

The primary lining has been dimensioned, on the basis of a static calculation in such a way that it may secure reliably the tunnel stope stability and perform the carrying function in the time of stress redistribution in the rock massif till the secondary final lining is constructed. Its thickness shall be 100 to 250 mm, possibly 400 mm in the invert, viz. in dependence upon the support class. The basic element of the primary lining is represented by shotcrete in combination with SN anchors being 4 to 6 m long, resp. 8 m in emergency bays, with a steel mesh and with supporting steel arches (profiles TH and HCC).

The secondary - final lining shall be installed in the stope provided with primary lining with a waterproofing membrane after deformation having got settled. The secondary lining made of reinforced concrete is designed only in extremely complicated sections (portal zones, emergency bays). The minimum thickness of the secondary lining is 300 mm (Fig. 2), resp. 350 mm in the place of emergency bays.

The hydroinsulation of the tunnel has been designed as an intermediate one, made of PVC, resp. PE foil of the min. thickness of 2 mm, with a protective signal layer on the face side. It is considered to be allowed the tunnel length in the transversal direction, all over the circumference except the bottom. In case of very complicated hydrogeological conditions - if they are determined by the additional hydrogeological investigation - it will be necessary to take into consideration a design of a hydroinsulation in the bottom too.

The safety of the tunnel operation also requires special building adaptations in the tunnel - a construction of SOS recesses in mutual axial distances of 180 m, of fire emergency recesses in mutual axial distances of 90 m, and of three escape corridors approximately in the middle of both tunnel tubes.

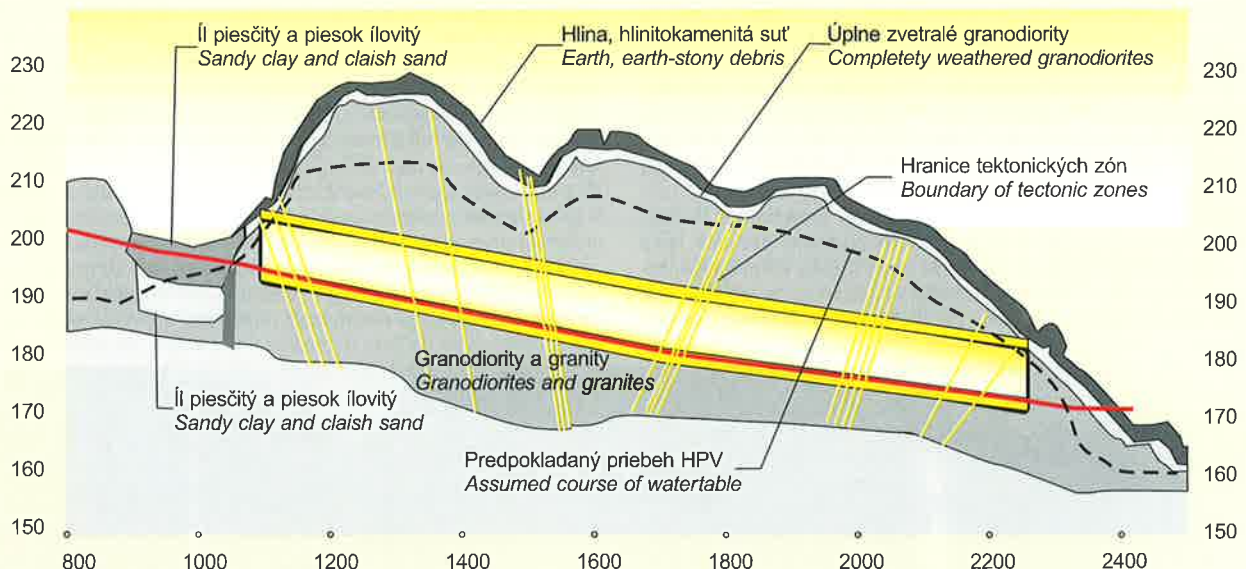
čaniu obežného kola. Odťahový ventilátor bude osadený v podzemnom vetra-
com objekte vzdialenom cca 35 m od južného portálu. Týmto riešením sa zníži
negatívny vplyv prevádzky tunela na životné prostredie Mlynskej doliny so ZOO.
Tunel Sitina bude vybavený štandardnými bezpečnostnými zariadeniami:
SOS kabíny s ručnými hasiacimi prístrojmi, rádiové spojenie, uzatvorený TV
okruh, automatické a tlačidlové požiarne hlásiče, núdzové osvetlenie, doprav-
né značenie a svetelná signalizácia, kontrola výšky a detekcia vozidiel.
Keďže tunel Sitina sa nachádza v intraviláne, veľká pozornosť bola venova-
ná aj architektonickému stvárneniu oboch portálov (obr. 3). Výsledkom je
riešenie, ktorým sa dosiahne maximálny súlad a prirodzené začlenenie
novo navrhovaného diela do okolitého prostredia bez narušenia architekto-
nického charakteru dotknutého územia a zároveň sa vytvoria predpoklady
pre bezkolíznú prevádzku v tuneli.

SEVERNÁ TANGENTA BRATISLAVA

Tunel Pražská - Smrečianska ako rozhodujúci tunelový objekt stavby Severná tan-
genta Bratislava tvorí podstatnú časť dopravno-urbanistického prepojenie ulíc
Pražská a Jarošova (obr. 4). Všetky 3 spracované varianty počítajú s dvomi tunelovými
rúrami, každá pre jeden smer cestnej dopravy. Tunely Vetva A a B v rámci
tunelového variantu tvorí vždy jedna tunelová rúra navrhnutá pre jednosmernú
dopravu - odbočovací, resp. pripojovací pruh. Tunel Jarošova je navrhnutý za
severnej tangente popod križovatku Račianska s napačením na Jarošovu ulicu.

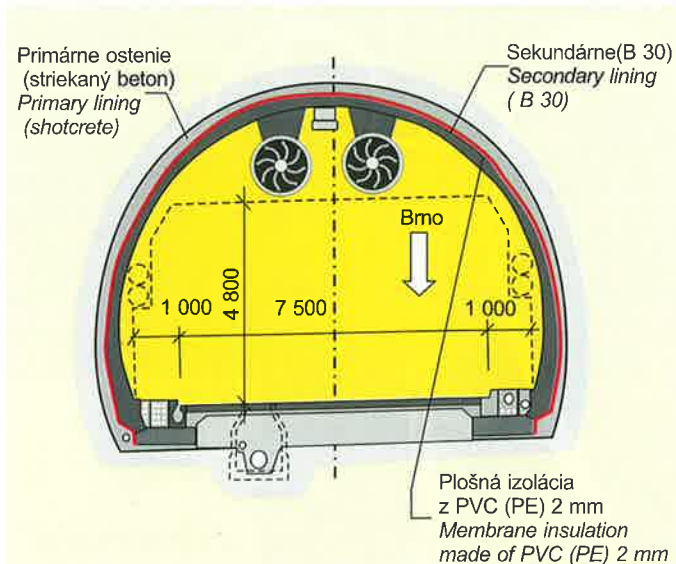
The designed longitudinal system of ventilation by means of jet fans
Dia 1320 mm, hanged up under the tunnel ceiling was elaborated on the
basis of a calculation of the needed air quantity. Polluted air from the
eastern tunnel tube shall be exhausted through the northern portal. On
the basis of too high concentrations of immissions at the southern por-
tal which arose in the course of diffusion calculations, it is designed
that a sufficient suction of polluted air shall take place, as well as its
exhausting through a ventilation shaft and stack, 10 m high, into atmo-
sphere with the velocity of 15 mps. In case of need, it is possible to suck
off, from the transport area, max. 80 cub.mps of polluted air. This quan-
tity will be sucked off by means of an elastically seated axial overpressure
fan provided with a frequency speed-changing device and with a clos-
ing valve, which is to secure that, at its switching off, a spontaneous
rotation of the moving wheel does not start. Said suction fan shall be
installed in the underground ventilation building, in the distance of
about 35 m from the southern portal. Said solution will decrease the
negative influence of the tunnel operation upon the environment of the
Mlynská dolina with ZOO.

The tunnel Sitina shall be equipped with standard safety equipment:
cabins SOS with hand-held extinguishers, radio connection, closed
TV circuit, automatic and push-button fire detectors, emergency illu-
mination, road signs and light signalling, height inspection and car
detection.



Obr. 1 Podĺžny geologický profil tunela Sitina
Fig. 1 Longitudinal geological profile of the Sitina tunnel

As the tunnel Sitina takes place inside the city territory, a great atten-
tion was drawn to the architectural solution of both portals (Fig. 3).
It results in the solution when a maximum compliance with, and natu-
ral situation of the new work in the respective surrounding was achieved,
without damaging the architectural character of the respective territory.
Simultaneously there will arise preconditions for a troublefree opera-
tion of the tunnel.



Obr. 2 Vzorový priečný rez razeného tunela bez spodnej klenby
Fig. 2 Model cross section of a driven tunnel without an invert

NORTHERN TANGENT ROAD OF BRATISLAVA.

The tunnel Pražská - Smrečianská, as a deciding tunnel part of the con-
struction of Northern Tangent Road of Bratislava, forms the essential part
of the transport - city planning interconnection of the streets Pražská and
Jarošova (Fig. 4). All three elaborated variants include two tunnel tubes,
each of them for one traffic direction. Tunnels Branch A and B, within the
tunnel variant, are always formed by one tunnel tube esigned for a one
way transport - deflecting, resp. connecting traffic lane. The Jarošova tunnel
has been designed on the northern tangent road under the crossing
Račianska with a connection to the Jarošova street.

With respect to the age, the geological structure of the respective territory
is formed by the following complexes: Crystalline Palaeozoic rocks, sea Neogene
sediments and lake ones, proluvial, diluvial, fluvial and anthropogene
Quaternary sediments. Crystalline Palaeozoic rocks of are formed by heavily tec-
tonically faulted granites and granodiorites. The thickness of Neogene sedi-
ments is more than 55 m with a frequent changing of cohesive and cohesionless sedi-
ments. Cohesive sediments are of the character of clays of various plasticity,
cohesionless sediments are represented by earth sands and clayish ones.

Z hľadiska veku geologickú stavbu záujmového územia tvoria nasledovné komplexy: kryštalické horniny paleozoika, morské a jazerné neogénne sedimenty, proluviálno-deluviálne, fluviálne a antropogénne sedimenty kvartéru. Kryštalické horniny paleozoika sú tvorené silne tektonicky porušenými granitmi a granodioritmi.

Mocnosť neogénnych sedimentov je vyše 55 m s častým striedaním súdržných a nesúdržných sedimentov. Súdržné majú charakter ílov rôznej plasticity, nesúdržné sú reprezentované hliníťmi a ílovitými pieskami.

Kvartérne sedimenty vytvorené eróznou činnosťou riečnej (Dunaj) a dažďovej vody sú zastúpené štrkopieskami, ílovitými pieskami a piesčitými ílmi vo forme terasovitých stupňov vzniknutých pri tektonickom poklese územia - presun koryta rieky Dunaj. Všetky kvartérne sedimenty boli prekryté svahovými (deluviálnymi) sedimentami vo forme hĺn o hrúbke až 11 m.

Antropogénne sedimenty vo forme navážky mocnosti až do 12 m sú tvorené heterogénnym materiálom vytvoreným stavebnou činnosťou človeka.

HPV bola zistená na rozhraní navážiek a sedimentov náplavového kužela. Zdrojom vody sú zrážky, ktoré po vsiaknutí prúdia na rozhraní svahových hĺn a skalného podložja a následne napájajú navážky. HPV nemá napätý charakter a výška vodného stĺpca nad neogénnym podložim nie je vysoká (20 - 30 cm). Podzemná voda v neogéne je viazaná na piesčité polohy. V každom vrte boli zistené 1 - 2 takéto horizonty. Má výrazný vztlakový charakter. Zdrojom dotácie podzemných vôd v piesčitých neogénnych kolektoroch sú zrážkové vody prestupujúce na okraji Malých Karpát a predovšetkým vody z kvartérnych sedimentov.

Prierez hĺbeného tunela Pražská - Smrečianska, sčasti hĺbeného tunela Vetva B (224 m), ako aj hĺbeného tunela Jarošova (360 m), je obdĺžnikový s priechodným prierezom 7,50/4,50 m (obr. 5). Pri tunelovom variante sú obe tunelové rúry (ľavá a pravá tangenta dlhé 713 a 974 m) na dĺžke 713 m spojené strednou deliacou stenou. Na dĺžke 261 m je pravá tunelová rúra - pravá tangenta vedená samostatne. Pri tunelovo-estakádovom variante, ktorý je podobne ako tunelový variant situovaný južne od železničnej stanice, je dĺžka ľavej tunelovej rúry - ľavej tangenty 326 m. Pri treťom variante je tunel Pražská - Smrečianska razený pod kopcom Stráže severne od železničnej stanice. Dĺžka tunelových rúr je potom 706 m, resp. 663 m.

Hĺbené tunely, z ktorých rozhodujúci je tunel Pražská - Smrečianska (varianty južne od železničnej stanice), budú budované v otvorenej stavebnej jame pod ochranou podzemných stien. Podzemné steny hrúbky 0,8 m budú hĺbené pomocou drapákov. Paženie a súčasne aj tesnenie stavebných jám možno zabezpečiť monolitickými alebo prefabrikovanými železobetónovými

Quaternary sediments formed by erosion activity of river (Danube) water and rain one are represented by gravel sands, clayish sands and sandy clays in the form of terrace steps arisen at a tectonic subsidence - shifting of the Danube river-bed. All Quaternary sediments were covered with slope (diluvial) sediments in the form of soil, the thickness of which was up to 11 m.

Anthropogene sediments in the form of made-up ground being up to 12 m thick, are formed by a heterogenous material formed by a building activity of a man.

Water table was found out at the boundary line of made-up grounds and sediments of the alluvium cone. The source of water, that are rain falls which, after getting soaked, stream at the boundary line of slope earth and bedrock, and then they disappear in made-up grounds. Water table has not a tensioned character and the height of a water column over the Neogene bedrock is not too high (20 to 30 cm).

Ground water in Neogene grounds depends upon sand positions. In each bore, there were found out 1 to 2 such horizons. It has a significant upward pressure. The source of ground water in sandy Neogene collectors is represented by rain-water from the edge of Small Carpathians and, in the first place, water of Quaternary sediments.

The cross section of the cut-and-cover tunnel Pražská - Smrečianska, of the partially digged tunnel Branch B (224 m), as well as of the cut-and-cover tunnel Jarošova (360 m), is of an oblong shape with a passage cross section 7.50/4.50 m (Fig. 5). At the tunnel variant, both tunnel tubes (left and right tangent road, 713 and 974 m long) are connected in the length of 713 m by means of a central separating wall. In the length of 261 m, the right tunnel tube - the right tangent road is led independently. At the tunnel - estacade variant which is analogous to the tunnel variant situated south of the railway station, the length of the left tunnel tube - the left tangent road is 326 m. In the third variant, the tunnel Pražská - Smrečianska is driven under the hill Stráže, north of the railway station. The length of the tunnel tubes is then 706 m, resp. 663 m.

Cut-and-cover tunnels, the deciding one of which is the tunnel Pražská - Smrečianska (variants south of the railway station) shall be constructed in an open cut under protection of diaphragm walls. The diaphragm walls, 0.8 m thick, shall be excavated by means of grabs. Casing and simultaneously even sealing of building pits may be secured by means of monolithical or prefabricated reinforced concrete walls. An advan-



Obr. 3 Pohľad na budúci južný portál tunela Sitina

Fig. 3 View onto the future southern portal of the Sitina tunnel

stenami. Výhoda prefabrikovaných podzemných stien (hrúbka prefabrikátov 0,6 m) oproti monolitickým je napríklad v tom, že majú hladký povrch steny, ktorý si nevyžaduje dodatočné úpravy. Stabilita monolitických alebo prefabrikovaných podzemných stien sa zabezpečí ich votknutím a rozopieraním v jednej, prípadne v dvoch úrovniach. Na dne stavebných jám sa na podkladnom betóne vybetónujú základové dosky hrúbky 1,0 m (B30), ktoré budú pred pôsobením agresívnej podzemnej vody chránené hydroizolačnou fóliou. Po vybetónovaní základových dosiek sa vybudujú steny a stropy tunelov (B30), ktoré sa následne zasypú a povrch sa upraví do požadovaného stavu. Hydroizolácia stropu je zabezpečená fóliou s ochrannou vrstvou, hydroizolácia stien náterom na báze kryštalizácie. Vozovka a chodníky sa budú budovať už v zasypávaných tuneloch. Následne sa osadí aj technologické vybavenie tunelov.

Pri tunelovom variante sa podchádza trafostanica, ktorá musí byť v prevádzke počas celej doby výstavby tunela Pražská - Smrečianska. Na jej podchytenie (finančne a technicky veľmi náročné!) sa navrhuje po bokoch trysková injektáž (v závislosti od skutočných IG a HG pomerov) a pod základmi pretláčané oceľové rúry priemeru 800 mm a dĺžky cca. 20 m. Tunel sa pod takto zabezpečenou trafostanicou vyradí po etapách dĺžky cca. 3,0 m. Súčasne sa bude po etapách rovnakej dĺžky budovať základová doska, bočné a stredná deliaca stena a strop tunela.

Návrh postupu a technológie razenia tunela Stráže v treťom variante Severnej tangenty vedenej severne od železničnej stanice vychádza z inžiniersko-geologických a hydrogeologických podmienok v trase tunela. Tunel bude razený podľa zásad tzv. NRTM, známej aj pod názvom "Metóda striekaného betónu" pomocou vrtno-trhacích prác, resp. pomocou tunelového bagra.

Konštrukcia tunela sa bude skladať z primárneho a sekundárneho ostenia (obr. 6). Primárne ostenie tvorí striekaný betón s oceľovými oblúkovými nosníkmi, SN kotvami, oceľovými sieťami, prípadne výplňovými rohožami. Použitie, resp. množstvo oblúkových nosníkov a hrúbka striekaného betónu budú závislé od geologických pomerov v trase tunela. Začiatok razenia bude pod ochranným dáždnikom z mikropilót \varnothing 200 mm, na portáli Pražská v kombinácii s „korytnačkou“ dlhou 10 m. Odbočovacia vetva A z tunela Pražská - Smrečianska (315 m) sa bude raziť pod ochranou hnaného paženia z UNION pažníc, eventuálne BERNOLD plechu (pod už existujúcim tunelom Pražská - Smrečianska pod ochranným dáždnikom z mikropilót \varnothing 200 mm), ktoré sa budú v každom zábere po obvode výrubu zatlačať.

Výrub tunela bude v priečnom smere rozdelený na kalotu, lavicu a dno. Razenie kaloty aj lavice môže byť najmä v príportálových úsekoch rozčlenené na viac fáz, z dôvodu zvýšenia stability výrubu a bezpečnosti práce počas razenia.

Sekundárne ostenie hrúbky 350 mm bude z monolitického betónu B30. Medzi primárne a sekundárne ostenie sa uloží medzilahlá hydroizolácia z PE, resp. PVC fólie hrúbky min. 2 mm.

Systém vetrania, spracovaný na základe orientačného výpočtu potrebného množstva vzduchu, je vo všetkých tuneloch navrhnutý ako pozdĺžny - pomocou prúdových ventilátorov zavesených pod stropom tunela.

Systém vetrania ráta vo všetkých tunelových rúrach s vypúšťaním znečisteného vzduchu na výjazdových portáloch. Na základe príliš vysokých koncentrácií imisii na výjazdovom portáli pravej tunelovej rúry tunela Pražská - Smrečianska, ktoré sa preukázali v priebehu rozptylových výpočtov, bolo navrhnuté dodatoč-

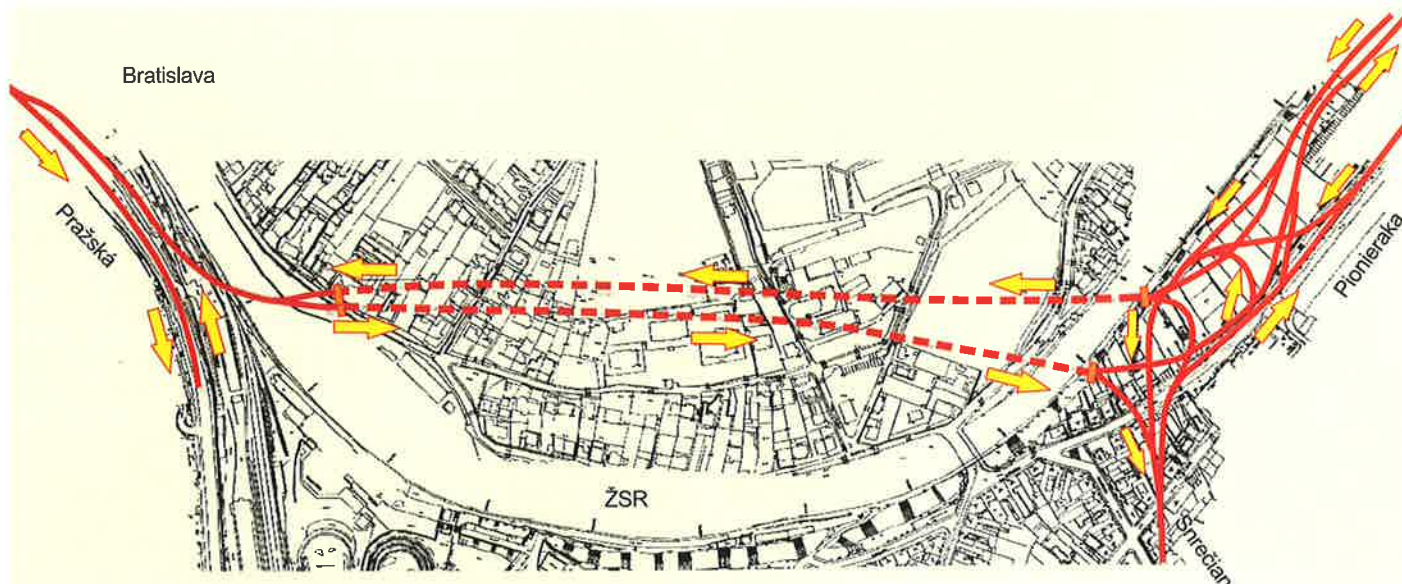
tage of prefabricated underground walls (thickness of prefabricates is 0.6 m) with respect to monolithical ones resides e.g. in the fact that they have a smooth wall surface which requires no additional treatment. The stability of monolithical or prefabricated underground walls shall be secured by their inserting and bracing in one or in two levels. On the bottom of building pits, on blinding concrete, foundation slabs shall be concreted, 1,0 m thick (B 30), which shall be protected by means of a hydroinsulating foil against activities of aggressive ground water. After the foundation slabs have been concreted, walls and roof slabs (B 30) of the tunnel shall be constructed and afterwards they shall be backfilled, and the surface shall be adapted in the required state. The roof slab hydroinsulation is secured by means of a foil provided with a protective layer, the hydroinsulation of walls shall be performed with a paint on crystallization base. The roadway and pavement shall be constructed in tunnels already backfilled. Then even technological equipment of tunnels shall be mounted.

As to the tunnel variant, there must be underpassed a transformer station which has to be in operation during the whole construction period of the tunnel Pražská - Smrečianska. For its securing (very exacting from the financial and technical point of view), there is designed jet grouting on sides (in dependence upon the real EG and HG conditions), and steel tubes Dia 800 mm, about 20 m long, forced through under foundations. The tunnel shall be driven under the transformer station secured in the mentioned way by stages of about 3 m long. Simultaneously there will be constructed the foundation slab by stages of the same length, as well as side walls and the central separation wall and the tunnel roof slab.

The procedure design and the driving technology of the tunnel Stráže proposal in the third variant of the Northern Tangent Road situated north of the railway station is based on engineering-geological and hydrogeological conditions in the line of the tunnel. The tunnel shall be driven according to the rules of NATM, also known under the name the "Shotcrete method", by means of drill-and-blast works, or by means of a tunnel excavator.

The tunnel design shall consist of the primary and secondary lining (Fig. 6). The primary lining shall be made of shotcrete with steel arches, SN anchors, steel nets, possibly filling mats. The application, or number of steel arches and thickness of shotcrete shall depend upon geological conditions in the tunnel line. The driving beginning shall be under a protective umbrella of micropiles Dia 200 mm, on the portal Pražská, in combination with a "tortoise", 10 m long. The turning aside Branch A from the tunnel Pražská - Smrečianska (315 m) shall be driven under protection of forepoling made of UNION sheet piles, or of Bernold-sheet (under the existing tunnel Pražská - Smrečianska under the protective umbrella made of micropiles Dia 200 mm) which shall be continuously driven in on the circumference of the stope.

The tunnel excavation shall be divided in the transversal direction into a calotte, bench and invert. The calotte driving and bench one may be divided, particularly in sections near portals, in more stages, due to increasing the stability of the stope and safety of work during performing driving operations.



Obr. 4 Situácia Severnej tangenty Bratislava - 3. varianta
Fig. 4 Layout of the Northern Tangent Road in Bratislava - third variant.

né odsávanie časti vzduchu z dopravného priestoru a jeho vyfukovanie cez vetraciu šachtu a komín výšky 10 m do atmosféry rýchlosťou 15 m/s.

Objekty jednotlivých tunelov, s ktorými sa uvažuje v rámci dokumentácie stavebného zameru pre stavbu Severná tangenta Bratislava, tvoria rozhodujúcu stavebno-technickú časť predmetného diela. Pri spracovávaní projektovú dokumentáciu bolo potrebné vyriešiť množstvo geotechnických problémov spojených s tou skutočnosťou, že ide o mestský tunel (tunely) križujúci budúci traťový tunel metra, v blízkosti ktorého sa nachádzajú budovy bratislavskej železničnej stanice. Veľký dôraz sa rovnako kládol na ochranu životného prostredia, či už počas jeho výstavby alebo po uvedení tunela do prevádzky.

NOSNÝ SYSTÉM MHD V BRATISLAVE

Mestská hromadná doprava (MHD) predstavuje významnú zložku dopravného systému Bratislavy. Neustále zvyšovanie nárokov na prepravu cestujúcich si vyžiadalo hľadať kvalitatívne vyšší dopravný systém. Takým je metro, ktoré bude tvoriť nový nosný systém MHD Bratislavy.

Základnou schémou bratislavského metra sú dve trasy (obr. 7):

- trasa A, spájajúca severozápadnú so severovýchodnou časťou mesta,
- trasa B, spájajúca južnú časť mesta (Petržalka) s hlavnou železničnou stanicou a Trnavským mýtom.

Časovú prioritu má výstavba časti trasy B v úseku od Petržalky k hlavnej železničnej stanici s jej pootočením cez Malé Karpaty a dočasným ukončením na Trnavskom mýte. Tento úsek je z hľadiska výstavby technicky veľmi náročný, lebo obsahuje prechod pod Dunajom, podtunelovanie centrálnej mestskej oblasti (CMO) a prechod cez skalný masív Malých Karpát.

Predmetné územie (úsek od km 4,8 po km 10,2) je tvorené nasledovnými geologickými útvarmi:

- a) sedimenty terciéru a kvartéru (úseky trasy od hlavnej železničnej stanice - km 8,3 na juh a časť od km 9,5 po dočasné ukončenie trasy tunela cca v km 10,2),

- b) kryštalinikum bratislavského masívu, reprezentované prevažne granitoidmi (časť severne od hlavnej železničnej stanice - km 8,3 až 9,5). Prevažnú časť skúmaného územia trasy B (na juh od hlavnej železničnej stanice) tvoria kvartérne a neogénne (terciér) sedimenty.

Kvartérne sedimenty sú v celom svojom rozsahu produktom agradačnej činnosti Dunaja. Komplex týchto fluvialných sedimentov predstavuje štrkovitý súvrstvie hrúbky cca. 12 - 15 m. V hlbších polohách pribúdajú väčšie valúny priemeru 150 až 200 mm a na rozhraní s podložnými ílmi možno naraziť na balvany priemeru 400 - 600 mm i viac (cca. 1,0 - 1,2 m), nepravdepodobne roztrúsenými na tejto kontaktnej vrstve.

Povrchové vrstvy územia sú tvorené navážkami o hrúbke 2 - 6 m, ktorých vlastnosti sa menia v závislosti od obsahu hlinitej, resp. štrkovitej frakcie. Priame podložie kvartérom fluvialným sedimentom tvoria ne celej trase neogénne sedimenty. Litologicky sú to hlavne íly, hlinité a prachovité jemnozrnné piesky. Podzemná voda, ktorá steká z úpätia Malých Karpát po povrchu neogénu do nižšie položených štrkovej akumulácie, vytvára spolu s vodou infiltrujúcou z Dunaja súvislú hladinu. Piesčité štrky pre ich vysokú priepustnosť (koeficient priepustnosti sa pohybuje v rozmedzí 10^{-3} - 10^{-2} m.s⁻¹) umožňujú intenzívny pohyb vody. Preto i úroveň hladiny spodných vôd sa bude meniť v závislosti od kolísania vody v Dunaji.

Na geologickej stavbe bratislavského územia sa podieľajú i granitoidy kryštalinika (severne od hlavnej železničnej stanice, cca od km 8,3 po km 9,5), ktorými bude trasa metra prechádzať. Územie tohoto úseku tvoria skalné horniny silno zvetrané, prestúpené viacerými tektonickými zlomami.

Razenie tunela vo vyššie spomenutých zložitých a variabilných geologických a hydrogeologických podmienkach je veľmi náročné. Pre jeho zvládnutie sa javí ako najvhodnejšia metóda štítovania s použitím tzv. zmiešaného (kombinovaného) štítu - mixštítu. V podstate je to univerzálne zariadenie vhodné do týchto podmienok, ktoré môže pracovať ako bentonitový štít v nesúdržných a zvodnených zeminách, prípadne po úprave frézovej hlavy ako mechanizovaný štít (TBM v štíte) do veľmi porušených skalných hornín. Riešenie traťových tunelov metra v Bratislave uvažuje buď s dvoma jednokolajovými tunelmi (použitie štítu o cca 6,0 m) alebo s jedným tunelom dvojkolajovým (použitie štítu o cca 9,5 m).

V rámci ostatnej projektovú dokumentácie INFRAPROJEKT s.r.o. riešil tunelové úseky metra trasy B od stanice Železničná zastávka v Petržalke, cca. od km 4,8 po stanicu Trnavské mýto v km 10,2, t.j. úseky o celkovej dĺžke 5,4 km. Vzhľadom na geologickú skladbu územia a predpokladanú technológiu razenia tunela bola trasa rozdelená na 2 úseky:

- úsek od km 4,8 po km 8,3, dĺžky cca 3,5 km, s prechodom pod korytom rieky Dunaj a CMO,
- úsek od km 8,3 po km 10,2, dĺžky cca 1,9 km, s prechodom cez porušené skalné horniny Malých Karpát, v dĺžke cca 1,0 km a s pokračovaním razenia na stanicu Trnavské mýto v nesúdržných zeminách.

Tunel bude od staničenia 4,8 km razený bentonitovým štítom. Štít bude pre-

The secondary lining, 350 mm thick, shall be made of monolithic concrete B 30. Between the primary and secondary lining, there will be placed an intermediate hydroinsulation made of PE, or PVC foil, thick min. 2 mm.

The ventilation system, elaborated on the basis of a rough calculation of the needed quantity of air, is designed in all tunnels as a longitudinal one - by means of jet fans suspended under the tunnel ceiling.

The ventilation system assumes that in all tunnel tubes polluted air shall be forced out through outlet portals. With respect to too high concentration of immissions at the outlet portal of the right tunnel tube of the tunnel Pražská - Smrečianska, which were found out during the scattering calculations, there was designed an additional suction of a part of air from the traffic space and its exhausting through the ventilation shaft and chimney, 10 m high, into atmosphere at the speed of 15 mps.

The structures of individual tunnels which are taken into consideration within the documentation of the building design for the construction of the Northern Tangent Road of Bratislava, form the deciding building-technical part of the respective work. When elaborating the contract documentation, it was necessary to solve many geotechnical problems related to the fact that it concerns an urban tunnel (tunnels) crossing a future underground railway tunnel, in the vicinity of which there take place buildings of the Bratislava railway station. There was also placed a special emphasis on the environmental protection, let it be during its construction or after setting the tunnel into operation.

MAIN SYSTEM OF THE CITY MASS TRANSPORT IN BRATISLAVA

The city mass transport (CMT) represents an important component of the Bratislava transport system. The continuous increase of requirements for passenger transport resulted in the necessity to look after a transport system of a higher quality. An underground railway is such a system, and it shall form the new main system of the city mass transport in Bratislava.

The basic scheme of the Bratislava underground railway is formed by two lines (Fig. 7):

- line A, mutually connecting the north-western and the north-eastern part of the town,
- line B, mutually connecting the southern part of the town (Petržalka) and the main railway station and Trnavské mýto.

The construction of a part of the line B in the section from Petržalka to the main railway station with its turning a little through Small Carpathians and its temporary termination on the Trnavské mýto, has the time priority. This section is technically very exacting from the construction point of view, because it comprises an underpass under Danube, undertunnelling of the central city area (CCA), and an underpass through the rocky massif of the Small Carpathians.

The respective territory (section from km 4.8 up to km 10.2) is formed by the following geological formations:

- a) sediments of tertiary and Quaternary periods (sections of the line from the railway station - km 8.3 south of the station, and the part from km 9.5 up to a temporary termination of the tunnel line about in km 10.2),
- b) crystalline rocks of the Bratislava massif, represented mostly by granitoids (the part north of the main railway station - km 8.3 up to km 9.5). The largest part of the investigated territory of the line B (south of the main railway station) form Quaternary and Neogene (Tertiary) sediments.

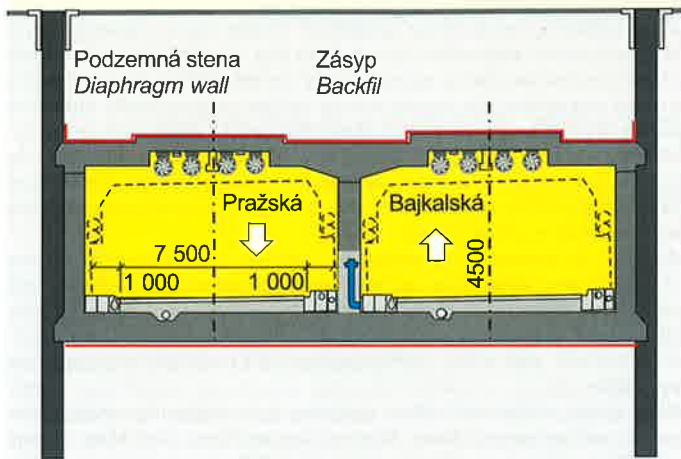
Quaternary sediments, in their whole system, form the product of the aggradation activity of the river Danube. The complex of these fluvial sediments is represented by gravel sand measures, 12 to 15 m thick. In deeper layers there exist larger boulders, Dia 150 up to 200 mm, and at the boundary line with subsoil clays, one may find boulders of Dia 400 up to 600 mm and even more (about 1,0 to 1,2 m), spread irregularly in this contact layer.

Surface layers of the territory are formed by made-up grounds, 2 to 6 m thick, the properties of which are changed in dependence upon the contents of a soil fraction or gravel one.

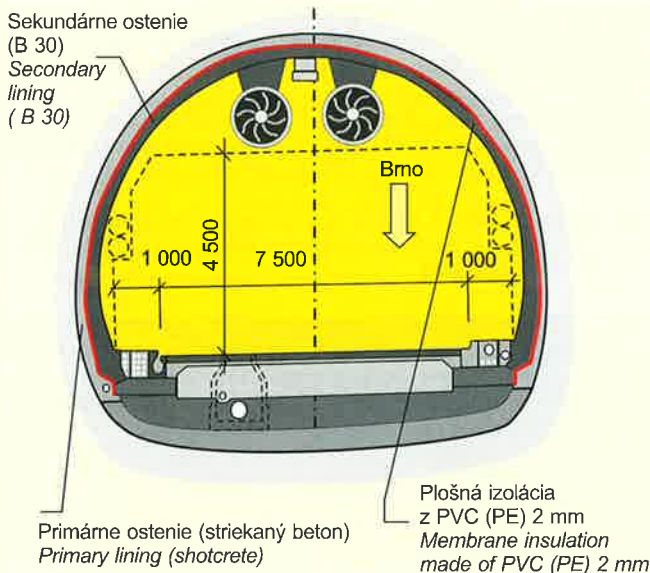
Neogene sediments form a direct bedrock for Quaternary fluvial sediments. Lithologically, they are mostly clays, soily sands and dusty fine grain sands.

Ground water which flows from the foot of Small Carpathians on the Neogene surface into the lower seated gravel accumulation, forms, together with water infiltrating from Danube, a continuous water level. Sandy gravel, for its high permeability, (permeability coefficient moves within 10^3 to 10^2 ms⁻¹) enables an intensive water movement. That is why even the level of ground water will change in dependence upon water fluctuation in Danube.

In the geological structure of Bratislava territory, there take also part gran-



Obr. 5 Vzorový priečný rez hĺbeného tunela
Fig. 5 Model cross section of a cut and cover tunnel



Obr. 6 Vzorový priečný rez raženého tunela so spodnou klenbou
Fig. 6 Model cross section of a driven tunnel with an invert

chádzať rozostavanými stanicami Pribinova, Kamenné námestie a Suché mýto. Rázenie bude prebiehať vo vrchných partiách neogénu, tesne pod bázou kvartéru. Tunel bude mať vnútornú svetlosť 8,4 m (štit \varnothing 9,5 m), ostenie bude skladané zo ŽB tubingov s gumovým tesnením hrúbky 0,4 m (obr. 8). V prípade návrhu tunelov metra ako dve samostatné rúry pre jednokolajovú trať sa uvažuje s ich osovou vzdialenosťou 12,0 - 13,0 m. Z hladiska výškového vedenia trasy navrhnutý maximálny pozdĺžny sklon nepresahuje 50%. Stanica metra Hlavná železničná stanica tvorí posledný technologický úsek metra trasy B, zásobovaného z centrálného zariadenia staveniska v Petržalke. Separáčne zariadenie s kompletným vybavením sa premiestni do blízkosti novej štartovacej komory. Tým, že tunelová trasa bude ďalej prechádzať rozvolneným horninovým prostredím Malých Karpát, bude potrebné urobiť určité technické opatrenia na tzv. zmiešanom (kombinovanom) štíte (mix-štíte). Úprava štítu bude spočívať najmä v tom, že celé frézové koleso s rozpojovacími nástrojmi do nesúdržných zvodnených zemín musí byť vymenené za frézovú hlavu s diskami, vhodnú do skálnych hornín. Hornina sa bude rozpadáť čelnými diskami a väčšie skalné úlomky (cca 500 - 600 mm) sa ďalej rozdrvia čeliskovým drvičom, umiestneným v čelnej komore štítu, na menšie frakcie. Tieto sa odtransportujú mokrou cestou potrubím do usadzovacích nádrží, umiestnených na povrchu v blízkosti separáčného zariadenia. Premiestnenie separáčného zariadenia do novej polohy v blízkosti zastávky metra Hlavná železničná stanica umožní obslužiť zostávajúci úsek metra až po zastávku Trnavské mýto. Všetky stanice metra budú budované v otvorenej stavebnej jame pod ochranou

itoids of a crystalline form (north of the main railway station, from about km 8.3 up to km 9.5) through which the underground railway line shall pass. The territory of this section is formed by rocky ground, considerably weathered, and with many tectonic faults.

A tunnel driving in the above mentioned complicated variable geological and hydrogeological conditions is very exacting. For works in them, it seems to be as the most suitable the shielding method with an application of a so called combined shield - mix-shield. In fact, it is a universal equipment, suitable for said conditions, which can work as a slurry shield in cohesionless and water saturated earth, or after an adaptation of the cutter head, as a mechanized shield (a TBM in the shield) for very fractured rock.

The solution for underground railway tunnels in Bratislava concerns either two single-track tunnels (a shield of Dia about 6.0 m will be applied), or one double track tunnel (a shield of Dia about 9.5 m will be applied).

Within elaborating other documentation, INFRAPROJEKT s.r.o. solved tunnel sections of the underground railway line B from the station Railway station Petržalka, from about km 4.8 to the station Trnavské mýto in km 10.2, i.e. in the total length of 5.4 km.

With respect to the geological composition of the territory and to the assumed technology for the tunnel driving, the line was divided in two sections:

- section from km 4.8 up to km 8.3, about 3,5 km long, and with an underpass under the river-bed of Danube and the CCA,
- section from km 8.3 up to km 10.2, about 1.9 km long, and with a passage through weathered rocks of Small Carpathians, about 1.0 km long, and with continuation of driving up to the station Trnavské mýto in cohesionless earth.

The tunnel shall be driven from the chainage km 4.8 by means of a slurry shield. The shield shall pass through stations being under construction, viz. Pribinova, Kamenné námestie a Suché mýto. The driving shall be realized in upper parts of Neogene period, just under the base of Quaternary period. The internal diameter of the tunnel shall be 8.4 m (Dia of the shield \varnothing 9.5 m), the lining shall consist of reinforced concrete tubing with a rubber packing, 0.4 m thick (Fig. 8).

In case of a tunnel design for the underground railway as two independent tubes for a single track line, it is considered that their axial distance shall be 12.0 m up to 13.0 m. From the line elevation point of view, the designed maximum longitudinal slope does not cross 50%.

The underground railway station Main Railway Station forms the last technological section of the underground railway line B, supplied from the central temporary site facility at Petržalka. A separation plant with a complete outfit will be replaced near the new starting chamber. So the tunnel line shall further pass through the loosened rock mass of the Small Carpathians, and it will be necessary to make some technical measures as to the mix-shield. The adaptation of the shield will reside particularly in the fact that the cutter head with cutting tools for cohesionless water saturated earth must be exchanged for a cutter head provided with discs suitable for rocks. The rock will be disintegrated by face discs and larger rocky pieces (about 500 to 600 mm) will be more crashed by means of a crusher, situated in the face chamber of the shield, to smaller fractions. Said fractions will be transported in a wet way through piping into sedimentation tanks situated on the ground near the separation plant. When placing the separation plant in a new position near the station of the underground railway Main Railway Station, it will be possible to provide services to the remaining section of the underground railway up to the station Trnavské mýto.

All stations of the underground railway shall be constructed in an open building pit under the protection of diaphragm walls. The difference of the stations resides in the choice of the driven line tunnels. As to double tube tunnels, stations are designed with island platforms; as to single tube double track tunnels driven by means of a shield, stations are provided with side platforms. Diaphragm walls will be supported, on the inlet and outlet side of tunnels from the station, with so called "pair of glasses" (unsupported diaphragm wall, adapted in a special way and bordered for the possibility of the entry and getting off of the shield), and on the bottom of the tunnel there will be placed sliding beams or rails, to form a bed for pulling the shield through the station. Inlets and outlets of the tunnels from stations situated in cohesionless permeable earth will be adapted by grouting or freezing to the length of the shield.

podzemných stien. Rozdielnosť staníc spočíva vo voľbe razených traťových tunelov. Pri dvojrúrovňových tuneloch sú stanice navrhované s ostrovnými nástupišťami, pri jednorúrovňových dvojkolajových tuneloch, razených pomocou štítu sú stanice s bočnými nástupišťami. Podzemné steny budú zo strany vstupu a výstupu tunelov zo staníc vystrojené tzv. okuliarmi (nevystužená podzemná stena špeciálne upravená a ohraničená pre možnosť vstupu a výstupu štítu) a na dne tunela budú lyžiny, resp. koľaje pre vytvorenie lôžka pri preťahovaní štítu cez stanicu. Vstupy a výstupy tunelov zo staníc osadených do nesúdržných, priepustných zemín sa upravia injektovaním, resp. zmrazovaním cca na dĺžku štítu.

Stanice Kamenné námestie a Trnavské mýto budú prestupnými medzi trasami A a B. V prvej etape výstavby sa vybudujú zo stavebných jám, resp. príľahlých tunelových úsekov zárodky napojenia trasy A. Zárodky sa vybudujú ešte v rámci trasy B, aby nebola následným razením narušená stabilita tunela v nadloží behom prevádzky. Vlastné razenie bude realizované pod ochrannými vejármi z tryskovej injektáže pomocou „Metódy striekaného betónu“. Na ďalšom stupni projektovej dokumentácie sa podrobnými statickými výpočtami stanoví hrúbka ostenia, ktoré musí zabezpečiť stabilitu pri razení tunela v nadloží (hmotnosť a pohyb štítu).

Myšlienka vybudovať v Bratislave metro sa cyklicky opakuje. Jeho výstavba je v súčasnosti znovu aktuálna. My všetci, ktorí sme sa spolupodielali na vypracovaní ostatnej projektovej dokumentácie veríme, že po 30-tich rokoch príprav sa metro v Bratislave predsa len začne stavať a plánovaných 33 km bude v roku 2030 hotových.

Čo dodať na záver? Pri projektovaní takých zaujímavých podzemných diel akými tunely Sitina, Severná tangenta a Nosný systém MHD v Bratislave bezpochyby sú, získala firma INFRAPROJEKT s.r.o. neoceniteľné skúsenosti, ktoré bude môcť využiť nielen pri ich eventuálnej výstavbe, ale aj pri plánovaní a následnej realizácii ďalších slovenských tunelov.

LITERATÚRA

Diaľnica D2 Bratislava, Lamačská cesta - Staré grunty, tunel Sitina. Dokumentácia pre stavebné povolenie pre Slovenskú správu ciest. INFRAPROJEKT s.r.o. Bratislava, december 1999.

Severná tangenta Bratislava, Pražská - Jarošova, tunely. Dokumentácia stavebného zámeru verejnej práce pre Generálneho investora Bratislavy. INFRAPROJEKT s.r.o. Bratislava, január a jún 2000.

Nosný systém MHD v Bratislave, medzistaničné tunelové úseky. Dokumentácia stavebného zámeru verejnej práce pre Metro Bratislava a.s., INFRAPROJEKT s.r.o. Bratislava, máj 2000.

RATKOVSKÝ, K.V., BAKOŠ, M.: Nosný systém MHD v Bratislave, koncepcia razenia traťových tunelov metra v centrálnej mestskej oblasti Bratislavy s prechodom pod Dunajom a výbežkom Malých Karpát v časti severne od hlavnej železničnej stanice. Bratislava, máj 2000.

The stations Kamenné námestie and Trnavské mýto shall become an interchange between the lines A and B. In the first stage of construction, there must be made, from the building pits or adjacent tunnel sections, beginning works of the connection for the line A. Opening works will be provided also within the line B, so that the stability of the tunnel in the overburden during operation may be not affected by a following driving operations. The proper driving will be realized under protective fans of a jet grouting by means of the "Method of shotcrete". In the further stage of the contract documentation, there shall be laid down by means of detailed static calculations the lining thickness which must secure the stability against the tunnel driving in the overburden (weight and movements of the shield).

An idea, to construct an underground railway in Bratislava is repeated in a cyclic way. At present, its construction is actual again. We all, who took part in elaboration of the contract documentation, believe that after 30 years of preparations, the construction of the underground railway in Bratislava will start at last, and the planned 33 km will be completed in the year 2030.

What to say at the end? When designing such interesting underground works, such as tunnels Sitina, Northern Tangent Road, and Main System of CMT in Bratislava, the firm INFRAPROJEKT s.r.o. gained invaluable experience which it may utilize not only for the possible construction but also at any following realization of further Slovak tunnels.

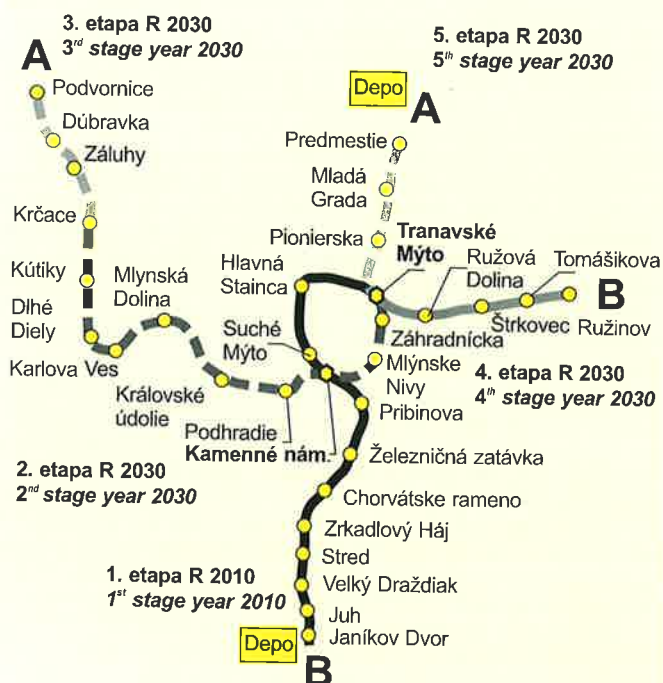
BIBLIOGRAPHY

Motorway D2 Bratislava, Lamačská cesta - Staré grunty, tunnel Sitina. Documentation for the Building Permit for the Slovak Road Administration. INFRAPROJEKT s.r.o., Bratislava, December 1999.

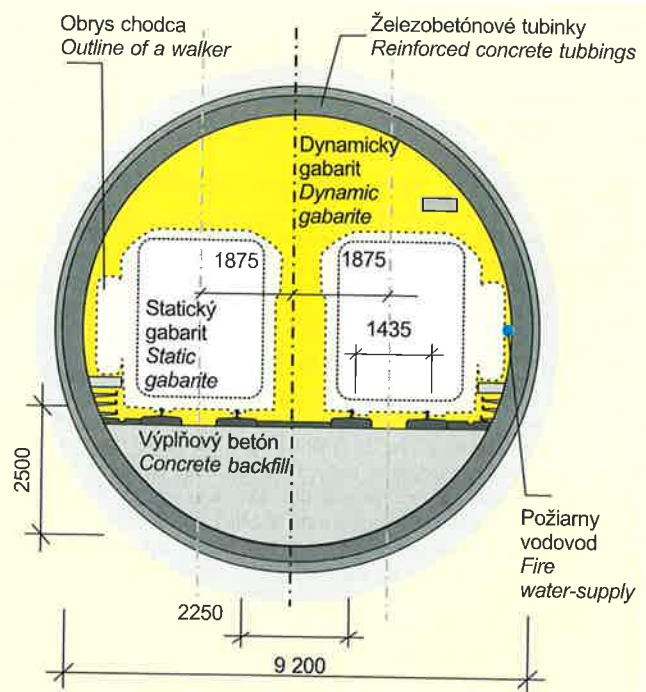
Northern Tangent Road, Bratislava, Pražská - Jarošova, tunnels. Final design of public work for the General Investor of Bratislava. INFRAPROJEKT s.r.o., Bratislava, January and June 2000.

Main system of CMT in Bratislava, intermediate station tunnel sections. Conceptual design of public work for Metro Bratislava a.s. INFRAPROJEKT s.r.o., Bratislava, May 2000.

RATKOVSKÝ, K.V., BAKOŠ, M.: Main system of CMT in Bratislava, conception of driving tunnels for underground railway in the central city area of Bratislava with an underpass under Danube and under a projection of Small Carpathians in the part northern of the main railway station. Bratislava, May 2000



Obr. 7 Trasy metra A a B
Fig. 7 Metro lines A and B



Obr. 8 Vzorový priečný rez tunela razeného bentonitovým štítom $\varnothing 9,5$ m
Fig. 8 Model cross section of a tunnel driven by means of a bentonite shield Dia 9.5 m.

KOLEKTOR PODĚBRADOVA V OSTRAVĚ

PODĚBRADOVA COLLECTING DUCT IN OSTRAVA

ING. KAREL DOLÍNEK, VOKD, A.S.

Úvodem jen pár slov o kolektorech v historickém jádru Ostravy.

Podle studie „Výstavby kolektorů v rozšířeném historickém jádru města Ostravy“, zpracované Hutním projektem Ostrava v 11/95, se uvažuje s výstavbou kolektorů v celkové délce 8 270 m.

Zpracovaná studie posuzovala výstavbu kolektorů způsobem raženým a hloubeným. Při raženém způsobu byly vyhodnoceny dvě varianty - ražba podpovrchová v hloubce dna kolektoru 5 až 6 m pod povrchem a v hloubce dna kolektoru 9,5 až 11 m pod povrchem. Technické podmínky provádění díla hovořily ve prospěch ražby kolektorů v hloubce 9,5 až 11 m v miocénu. S ohledem na doznívající účinky poddolování a havarijně možným úplným zatopením kolektorů při variantě hluboké, bylo rozhodnuto řešit v Ostravě kolektory, jako obslužné v hloubce dna 5 až 6 m pod terénem a s výškou krytí kolektoru 2 až 3 m.

K vlastní ražbě kolektoru v ul. Poděbradově.

1. VŠEOBECNĚ

VOKD, a.s. získala zakázku na výstavbu kolektoru Poděbradova na základě výběrového řízení na zhotovitele stavby. Předmětem stavby mimo vlastní kolektor byly veškeré doprovodné záležitosti, jako vybudování dvou kanalizací - východní a západní v náhradu za rušený kanalizační sběrač v ose ul. Poděbradovy, který byl v havarijním stavu, dále přeložky všech potrubí vody, plynu a kabelů. Součástí stavby kolektoru bylo i vybudování nové komunikace vč. osvětlení a přilehlých chodníků od ul. 30. dubna po ul. 28. října. Celková délka díla je cca 700 m.



Přípojky vedené v chráničkách zásobují okolní nemovitosti vodou, el. energií atd. Branches routed in pipe sleeves supply neighbouring buildings with water, electricity etc.

To start with, just a few words about collecting ducts in the historical core of Ostrava. In accordance with the study, "Construction of collecting ducts in the expanded historical core of Ostrava", processed by Hutní Projekt Ostrava in 11/95, construction of collecting ducts in a total length of 8 270 m is being considered.

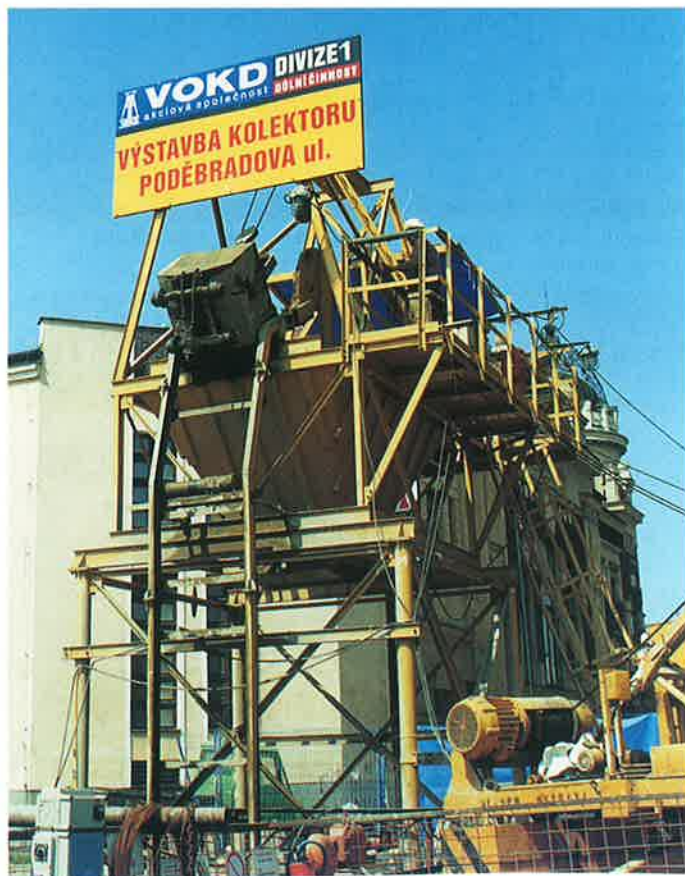
The study evaluated construction of collecting ducts using the tunnelling and cut-and-cover method. Two alternatives were evaluated for the tunnelling method - subsurface tunnelling with a collecting duct's bottom depth of 5 to 6 m below the surface or with a collecting duct's bottom depth of 9,5 to 11 m below the surface. Technical work conditions favoured collecting duct tunnelling at a depth of 9,5 to 11 m in Miocene.

With regards to the fading effects of mining and possible total flooding of collecting ducts during application of the deep tunnelling alternative, it was decided to construct Ostrava collecting ducts as service ducts with a bottom depth of 5 to 6 m below terrain and with a collector cover height of 2 to 3 m.

Now to the actual tunnelling of the collecting duct in Poděbradova street.

1. GENERAL

VOKD, a.s. won the tender for construction of the Poděbradova Collecting Duct. Besides the actual collecting duct, the construction included all related work like construction of two sewers - east and west as a replacement for the terminated collecting sewer in the axis of Poděbradova street, which was in a desolate state, furthermore, relaying of all water and gas pipelines and cables. Moreover, collecting duct construction included building of a new road, including lighting and pavements from 30. dubna street to 28. října street. Total work length is approx. 700m.



Těžní věž pro kolektor Poděbradova
Head frame for the Poděbradova collecting duct

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE STAVBY

Přímý investor:	MMO
Pověřený investiční dozor:	CITY INVEST Ostrava
Hlavní dodavatel:	VOKD, a.s.
Rozhodující subdodavatelé:	Subterra a.s., o.z. Tišnov Ingstav Ostrava a.s.
Generální projektant:	Hutní projekt Ostrava a.s.
Správce kolektoru:	Ostravské komunikace a.s.
Zahájení stavby:	10/97
Ukončení stavby:	08/99
Celkový IN stavby:	230 mil. Kč

3. CHARAKTERISTIKA STAVENIŠTĚ

Stavenišťem kolektoru byla prakticky celá šířka ul. Poděbradovy vč. chodníků od křižovatky 30. dubna po ul. 28. října.

Řada inženýrských sítí se v rámci stavby nově budovala nebo překládala a chránila tak, aby byly funkční po celou dobu stavby než budou mnohé z nich přeloženy do kolektoru.

4. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Pro přehlednost jsou uvedeny jen vrstvy, které ovlivňovaly provádění stavby. Pod plání vozovky v ul. Poděbradově se nacházejí hlinitopísčité zeminy a navážky s lokálními výkopy a přelapovanými písčitymi jíly do hloubky 2 až 3 m pod terénem.

Další geologickou vrstvou tvoří štěrk, místy méně ulehlý se sníženou soudržností, do hloubky cca 5 až 5,5 m pod terénem.

Poslední geologickou vrstvou ovlivňující stavební práce tvoří miocénní jíly - ostravské slíny - ve formě tmavě šedých jílovitých zemin.

4A. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Hydrogeologie je v daném území v podstatě jednoduchá. Ustálená hladina podzemní vody je mírně napjatá a je vázána na vrstvu terasových štěrků a pohybuje se v rozmezí 3,5 až 4,5 m pod terénem. Vododajný štěrkový koridor má tyto charakteristiky:

koef. propustnosti	10^{-3} až 10^{-4} m/s
koef. transmisivity	$1,6$ až 3×10^{-3} m ² /s
hydraulický poloměr	30 až 40 m

4B. CHEMICKÉ ROZBORY

Chemické rozborů ukázaly, že vody jsou vůči betonu agresivní a to složkou uhličitanovou a vůči železu velmi korozivní. Vyjimečně se vyskytovala i agresivita síranová. Agresivita CO₂ na beton dosáhla hodnoty 36,96 mg/l - mramorová zkouška - a 66,72 mg/l na železo.

4C. KONTAMINACE ZEMIN

Z provedených analýz vyplývalo, že kontaminace zemin a návozu mimo krytů asfaltových vozovek je převážně v limitu Ia. třídy, ojediněle v limitu II. třídy. To znamená, že je možno zeminu zpětně ukládat do zásypů. Odvoz pouze na zajištěnou skládku pro II. třídu vyluhovatelnosti.

5. ÚČINKY PODDOLOVÁNÍ

Aktualizované deformační parametry z 11/97 udávají tyto hodnoty :

- max. naklonění	$1,8 \times 10^{-3}$ rad.
- max. vodorovné přetožení	$1,4 \times 10^{-3}$
- min. poloměr zakřivení	$R_{min} > 20,0$ km

Podle ČSN 730039 - Navrhování objektů na poddolovaném území je deformace terénu v úrovni IV. až V. skupiny stavenišť.

6. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ



Zahlnění nastříkané betonové směsi před aplikací hydroizolace
Smoothing of shotcrete surface before application of hydroinsulation

2. BASIC CONSTRUCTION DATA

Direct investor:	Ostrava City Council
Authorised engineer:	CITY INVEST Ostrava
Main contractor:	VOKD, a.s.
Decisive subcontractors:	Subterra a.s., o.z. Tišnov Ingstav Ostrava a.s.
General designer:	Hutní projekt Ostrava a.s.
Collecting duct manager:	Ostravské komunikace a.s.
Construction commencement:	10/97
Construction completion:	08/99
Total construction investment:	230 mil. CZK

3. CONSTRUCTION SITE CHARACTERISTICS

The collecting duct's construction site comprises the entire width of Poděbradova street, including pavements, from intersection at 30. dubna street to 28. října street. Several engineering networks were either newly constructed or relayed and protected so as to maintain operation during construction before many of them are placed into the collecting duct.

4. GEOLOGICAL STUDY

Only layers affecting the construction are mentioned below. Under the base course of the Poděbradova street road there are loam-sandy soils and made-up ground from local excavations and sandy clays to a depth of 2 to 3 m. Another geological layer is formed by gravel, less compacted in some places with reduced cohesion, to a depth of approx. 5 to 5,5 m.

The last geological layer affecting the construction is formed by Miocene clays - Ostrava marls - in the form of dark grey clay soils.

4A. HYDROGEOLOGICAL STUDY

The hydrogeological situation in the subject location is relatively simple. The stable ground water level is slightly tense and is bound to a layer of terrace gravel, it is situated at a depth of 3,5 to 4,5 m. The water supply gravel corridor has the following characteristics:

Coefficient of permeability	10^{-3} to 10^{-4} m/s
Coefficient of transmission	$1,6$ to 3×10^{-3} m ² /s
Hydraulic radius	30 to 40 m

4B. CHEMICAL ANALYSIS

Chemical analyses showed that the water is corrosive towards concrete, mainly its carbonate component, and very corrosive towards iron. Sulphur corrosiveness was rarely noted. CO₂ corrosiveness towards concrete reached a value of 36,96 mg/l - marble test - and 66,72 mg/l towards iron.

4C. SOIL CONTAMINATION

According to analyses, contamination of soils and made-up ground besides the asphalt road layer is within the class Ia. limit, rarely class II. limit. This means that soils can be returned as backfill. Deposition only at a waste dump for class II leachability.

5. EFFECTS OF UNDERMINING

Updated deformation parameters from 11/97:

- max. inclination	$1,8 \times 10^{-3}$ rad
- max. horizontal deformation	$1,4 \times 10^{-3}$
- min. curvature radius	$R_{min} > 20,0$ km

According to ČSN 730039 - Design of structures on undermined land - terrain deformation corresponds to the IV to V construction site group.

6. TECHNICAL SOLUTION

As was mentioned in the beginning, the collecting duct was constructed as a service duct with a cover 2-3 m below the road surface. From the collecting duct, branches routed in pipe sleeves supply neighbouring buildings with water, electricity and, in the future, with heat and light-current lines, directly into the basements of these buildings.



Ražba kolektoru provedená primárním nástřikem
Driving of collecting duct with subsequent primary spray-on

Jak již bylo uvedeno v úvodu byl kolektor navržen a realizován jako obslužený s krytím 2-3 m pod povrchem vozovky. Z kolektoru jsou přípojkami vedenými v chráničkách zásobovány okolní nemovitosti vodou, el. energií, ve výhledu teplem a službami slaboproudých rozvodů přímo do suterénu jednotlivých budov.

Konstruktivní řešení definitivní výztuže ražené části kolektoru v profilu 00-ŽBS-ATYP s betonovou podlahou vychází z požadavků na prostorové uspořádání osazené technologie. Pro celou trasu kolektoru byl navržen jednotný profil o světlem průřezu 7,7 m² při světlé výšce 2,6 m a šířce upravené podlahy 3,46 m.

Budování příhradových oblouků výztuže bylo navrženo v souladu se statickým výpočtem s maximální osovou vzdáleností 0,7 m na příčné ocelové patky z U 180 délky 30 cm.

Ocelová oblouková příhradová výztuž je třídlíná s propojením jednotlivých oblouků na sraz pomocí 4 ks šroubových spojů. Stabilizace jednotlivých rámu výztuže byla zajištěna 6-ti kusy ocelových rozpínek osazovaných do navařených trubkových úchytů. Z důvodu projektované tloušťky 200 mm ocelové výztuže se strikáným betonem byla realizace prováděna ve dvou fázích.

V 1. fázi bylo provedeno budování příhradových oblouků s postupující ruční ražbou v technologických zabírkách dle skutečných geologických podmínek na čelbě díla včetně osazování drenáže pod úrovní počvy. Příhradová výztuž byla pažena hladkou svařovanou sítí 4,0/100x4,0/100 se

Construction of the final support of the collecting duct's tunnelled section, in profile 00-ŽBS-ATYP, with concrete floor, stems from requirements for location of installed technologies. A uniform profile (cross section of 7,7 m², height 2,6 m, width of modified floor 3,46 m) was proposed for the entire collecting duct.

Construction of supporting lattice arches was proposed in accordance with static calculations, with a maximum axis distance of 0,7 m, fitted on welded flanges made of U 180 profiles with a length of 30 cm.

The steel lattice arches consist of three sections with connection of individual arches to the butt with 4-bolt joints. Stabilisation of individual supporting frames was performed by 6 steel stretchers fitted to welded-on pipe fittings. Due to the designed thickness (200 mm) of the steel supports with sprayed concrete, work was performed in two stages.

Stage 1: *Erection of lattice arches with progressing manual tunnelling with technological advances according to real geological conditions at the work's heading, including laying of drainage below the invert. The lattice arches were cased with a smooth welded mesh (4,0/100 x 4,0/100) with a 10 cm overlap, with a subsequent primary spraying of water-retaining B20 HV8 concrete.*

Tunnelling of the entire work section between linking hoisting shafts was performed under this designed primary support. The mentioned primary reinforced concrete support was designed to withstand the full expected ground pressure of 60 kPa, however, not to bear dynamic loading by surface transport, including



Vystrojený kolektor
The collecting tunnel equipped



Svařování sítě pro zesilující sekundární výztuž
Welded mesh for secondary lining

vzájemným přesahem cca 10 cm s následným primárním nástřikem vodostavebním betonem B20 HV 8.

V takto navržené primární výztuži se prováděla ražba celého úseku díla mezi navazujícími těžními šachticemi. Uvedená primární železobetonová výztuž byla dimenzována na plně očekávané zatížení zemním tlakem 60 kPa, ne však na dynamické zatížení povrchovou dopravou, včetně zatížení tlakem podzemní vody po dosažení úrovně její ustálené hladiny.

V 2. fázi realizace je provedena definitivní zesilující sekundární výztuž do celkové min. tl 200 mm nad počevní částí kolektoru dimenzovaná na provozní zatížení 108 kPa pomocí osazené hladké svařované sítě 6,3/100x6,3/100 na navazované trny v příhradovém oblouku po 0,5 m s konečným nástřikem vodostavebního betonu B20 HV8 s krycí vrstvou mřížoviny 28 mm. Povrch konečného nástřiku je zaházen pro ekonomičtější aplikaci hydroizolace.

Podlaha byla řešena jako betonová deska tl. 40 cm z betonu B 30 kotvená pomocí zainjektovaných svorníků dl. 1,65 m do podloží na tahové zatížení 25 kN/svorník. Podlaha i počet svorníků byly dimenzovány na možné zatížení vzlakem vody cca 30 kPa, což odpovídá výšce vodního sloupce podzemní vody. V podélném směru byl kolektor rozdělen na úseky 7 komorami, z nichž 4 slouží zároveň jako únikové cesty. Na základě parametrů poddolování byl kolektor rozdělen na dilatační úseky max. délky 42 m a šířky dilatační spáry 5 cm.

Při provádění ražby kolektoru bylo navrženo a realizováno důsledné odvodnění počvy kolektoru podélnou drenáží. Podélný sklon kolektoru se pohybuje v rozmezí okolo 5 ‰ k odvodňovacím šachtám. Tento podélný sklon spolu s příčným sklonem podlahy kolektoru a odvodňovacím žlábkem zajistí odvedení vody z kolektoru v případě poruchy nebo opravy potrubí v kolektoru.

Při provádění ražby kolektoru se špatnými geologickými poměry (navážky, písky a štěrky s malou soudržností) se prováděla zpevňující injektáž zemin z povrchu pomocí soustavy vertikálně směřovaných injektážních cementovou směsí do prostoru budoucího výlomu a to v nezbytné míře pro dosažení redukované tlakové pevnosti zemin 1,5 - 2,0 MPa nutné pro zajištění bezpečné ruční ražby v úrovni klenby kolektoru. Ražba boků kolektoru byla pod částečnou ochranou z východní strany starou kanalizační stokou vyplněnou cemento-popilkovou směsí a ze strany západní stabilizovaným zásysem nové kanalizace rovněž cemento-popilkovou směsí s požadovanou pevností 2,0 MPa.

V křižovatkách Českobratrská, Janáčkova, Stodolní a Švabinského, kde nebylo možno vyloučit nebo podstatně omezit silniční a tramvajový provoz, byl kolektor budován pod ztracenou výztuží.

V průběhu ražby kolektoru se prováděly konvergenční měření výztuže ve třech bodech v klenbě a bocích díla vč. měření nivelety po úsecích 20,0 m a ve vytypovaných poruchových zónách. Povolena konvergence - max. posun - svislá - 20 mm / vodorovná - 25 mm nebyla překročena a dosahuje hodnot menších.

Izolace kolektoru podlahy i obloukové části byla řešena systémy švýcarské firmy VANDEX dle nejnovějších vědeckých poznatků o utěšňování a sanaci železobetonových konstrukcí. Celý dilatační celek kolektoru je považován jako tuhý s možností vlasových trhlin do cca 0,3 mm. Navržený systém je schopen kdykoliv během své životnosti zacelit vlasové trhliny, přitom životnost systému je jako u betonu základní konstrukce.

Po provedení finální vrstvy stříkaného betonu v počáteční fázi zrání betonu byla na plochách stěn provedena příprava povrchu pomocí tlakové vody a bylo odstraněno cementové mléko a otevřena kapilární struktura betonu. Po procesu zrání betonu se provádí jeho oplach, navlhčení a následně je provedena dvourvrstvá aplikace (systém čerstvý do čerstvého) hydroizolačním materiálem s hloubkovým účinkem do konstrukce VANDEX SUPER. Předmětný materiál byl aplikován stříkáním.

Utěšnění pracovní spáry mezi podlahou kolektoru a ostěním bylo řešeno materiálem VANDEX UNIMOERTEL a dále pojištěno elastickým hydroizolačním materiálem VANDEX BB 75E, který překlene trhliny až do 0,5 mm.

Testy prokázaly vysokou odolnost proti tlaku vody jak na aktivní tak na pasivní straně řádově převyšující požadavky dané projektem. Pro orientaci VANDEX SUPER - 1,45 MPa / VANDEX BB 75E - 0,7 MPa / VANDEX UNIMOERTEL - 0,7 MPa.

7. ZAJIŠTĚNÍ OKOLNÍCH BUDOV PŘI PROVÁDĚNÍ KOLEKTORU A KANALIZACE

Před zahájením stavby byla provedena důkladná pasportizace všech okolních budov u nichž se předpokládalo možné dotčení vlivem účinků výstavby, zejména pak vlivem snižování hladiny podzemní vody při provádění kanalizace a kolektoru.

Pasportizace každého objektu obsahovala podrobný popis stavu objektu, fotodokumentaci, videodokumentaci, vyjádření znalce ke statickému stavu objektu a návrh na umístění měrných bodů pro měření poklesů a naklonění. Vytypované objekty, u nichž by mohlo dojít v průběhu stavby k poruše stability, byly předem staticky zajištěny. Měření se provádělo systematicky v dohodnutém časovém rozmezí. U budov s problematickým založením v se měření provádělo denně a výsledky měření byly ve spolupráci s investorem pravidelně vyhodnocovány.

loading by ground water pressure after reaching its stable water level.

Stage 2: Final strengthening secondary support to a total min. thickness of 200 mm above the invert section, designed for working pressure of 108 kPa, using a smooth welded mesh (6,3/100 x 6,3/100) fitted to welded-on spurs in the lattice arch, with 0,5 m spacing, with a final spray-on of water-retaining B20 HV8 concrete with a covering layer of 28 mm mesh. Final shotcrete layer surface is smoothed to enable economical application of hydro-insulation.

The floor was constructed as a 40 cm thick concrete panel of B 30 concrete, anchored with 1,65 m long injected bolts into the subgrade for tensile load of 25 kN/bolt.

The floor and number of bolts were designed for upward hydrostatic pressure of approx. 30 kPa which corresponds to the water column height of ground water. In a longitudinal direction the collecting duct was divided into sections by 7 chambers, whereof 4 also serve as emergency escape routes. As a consequence of undermining, the collecting duct was divided into dilatation sections of max. 42 m length, with an expansion joint width of 5 cm.

During the collecting duct tunnelling, thorough drainage of the duct's invert was implemented by a longitudinal drainage pipe. The duct's longitudinal gradient is approximately 5 ‰, directed towards drainage shafts. This longitudinal gradient, together with a transverse gradient of the duct floor and drainage groove will ensure proper drainage in case of failures or repairs of pipelines in the collecting duct.

During collecting duct tunnelling in poor geological conditions (made-up ground, sands and gravel with poor cohesion), reinforcing grouting of soil was performed from the surface using vertically directed injection of a cementitious mixture into the area of subsequent breaking, to an essential extent, after achieving a soil reduced compression strength of 1,5 - 2,0 MPa, necessary for safe manual tunnelling in the area of the duct's vault. Tunnelling of the collecting duct's sides was performed under partial protection: on the east side by the old sewerage channel filled with a cement-ash mixture and on the west side by a new sewerage backfill also stabilised by a cement-ash mixture, with a required strength of 2,0 MPa.

At the intersections of Českobratrská, Janáčkova, Stodolní and Švabinského, where road and tram transport could not be eliminated or significantly limited, the collecting duct was constructed under a permanent support.

During collecting duct tunnelling, measuring of the support convergence was performed in three points on the vault and walls, including measuring of vertical alignment every 20,0 m in specified weakness zones. Permitted convergence - max. displacement - vertical - 20 mm / horizontal - 25 mm was not exceeded and reached smaller values.

Insulation of collecting duct floor and arch was performed using a system from the Swiss company VANDEX; in accordance with the newest research results in the field of sealing and maintenance of reinforced concrete structures. The collecting duct's entire dilatation structure is regarded as rigid with a possibility of hair-line cracks up to approx. 0,3 mm. The proposed system is capable of sealing hair-line cracks at any time during its service life, while the system's service life is the same as in the case of basic construction concrete. During the initial stage of concrete maturing, after application of the final layer of sprayed concrete, the wall surfaces were prepared using pressure water to remove cement slurry and open up the capillary structure of concrete.

After concrete had matured, it was washed down, moistened and a double layer (fresh-on-fresh system) of VANDEX SUPER hydro-insulation material with deep penetration was applied on the structure.

Sealing of the day joint between the duct floor and walls was performed using VANDEX UNIMOERTEL and further secured with elastic hydro-insulation material called VANDEX BB 75E which can bridge cracks up to 0,5 mm wide.

Tests showed a high resistance to water pressure on the active as well as passive side, greatly exceeding design requirements. For orientation purposes: VANDEX SUPER-1,45 MPa / VANDEX BB 75E-0,7 MPa / VANDEX UNIMOERTEL-0,7 MPa

7. SECURING OF NEIGHBOURING BUILDINGS DURING THE COLLECTING DUCT AND THE SEWER CONSTRUCTION

Before construction commenced, thorough documentation of all neighbouring buildings which could have been affected by construction, namely by the decrease of the ground water level during the sewerage and the collecting duct construction, was performed.

Documentation of each building contained a detailed description of the state of the building, photo documentation, video documentation, expert's opinion on the building's static status and a proposal for location of measuring points for measuring settlement and inclinations.

Specified structures, whose stability could be threatened during construction, were statically secured beforehand. Measuring was performed systematically in agreed time intervals. Buildings with problematic foundations were measured daily and results were evaluated regularly in co-operation with the investor.

Presently, when the collecting duct is in operation for over half a year, it can be stated that the applied system of insulation and support is well established and totally surpassed parameters required by the operator. The environment inside the collecting duct is practically dry.

FOTOREPORTÁŽ ZE STAVBY TUNELU MRÁZOVKA

PHOTOREPORT FROM THE MRÁZOVKA TUNNEL CONSTRUCTION
(COMPILED BY ING. PAVEL POLÁK, METROSTAV, a.s., ING. JOSEF DVORÁK, SATRA s.r.o.)

Pohled na jihozápadní portál - kotvené skalní stěny, přístupová štola pod ulicí Radlická
View of the south-western portal - anchor bolted rock walls, access gallery under Radlická street



Jihovýchodní portál - východní tunelová trouba, počítačový model
South-eastern portal - the eastern tunnel, computer model



Dvoupruhová tunelová trouba - horizontální členění výrubu
Two-lane tunnel - horizontal sequencing of driving



Dvoupruhový tunel u jihozápadního portálu
Two-lane tunnel by the south-western portal

TUNEL MRÁZOVKA

Mrázovka tunnel

ZÁPA
WES

Výdechový komín
Exhaust chimney

Strojovna vzduchotechniky
Ventilation machinery room

Trafostanice
Transformer station

Větev "A"
Ramp "A"

Jihozápadní portál
South-western portal

Větev "B"
Ramp "B"

Jihovýchodní portál
South-eastern portal

Jižní hloubený úsek
Southern cut and cover section

TP - TUNELOVÁ PROPOJKA
TP - TUNNEL INTERCONNECTION



SEVERNÍ TUNELOVÁ TROUBA
NORTHERN TUNNEL

Severní hloubený úsek
Northern cut and cover section

TP 4

TP 5

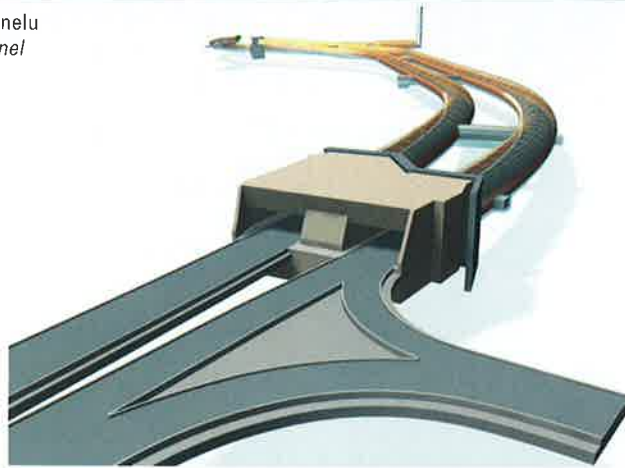
Čerpací stanice
Pumping plant

VÝCHODNÍ TUNELOVÁ TROUBA
EASTERN TUNNEL





Vertikální členění výrubu třípruhového tunelu
Vertical sequencing of the three-lane tunnel excavation



Severní tunelový úsek, počítačový model
Northern section, computer model



Pohled na severní portál
View of the northern portal



Vyražený třípruhový tunel u severního portálu
Excavated three lane tunnel by the northern portal

GEOSTATICKÁ NAPJATOST A ZMĚNA MODULU PRUŽNOSTI SPOJITĚ NEHOMOGENNÍHO KONTINUA VE VÝPOČTECH METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ

ROCK MASS STRENGTH AND VARIABILITY OF ELASTICITY MODULUS OF CONTINUOUSLY INHOMOGENOUS CONTINUUM IN FINITE ELEMENT METHOD COMPUTATIONS

ING. LIBOR ŠVEJDA, RIB STAVEBNÍ SOFTWARE S.R.O., ING. JAROMÍR ZLÁMAL, POHL CZ A.S.

ÚVOD

Napjatost lineárního pružného spojitě nehomogenního kontinua je v geotechnické literatuře klasifikována z různých hledisek. Ve většině praktických geotechnických aplikací nelze vždy důsledně uplatňovat pouze jedno hledisko a velmi často dochází k inženýrským kompromisům. Feda (1974) např. doporučuje členit napjatost in situ na

- geostatickou,
- geodynamickou (tektonickou)

a předpokládá, že všechny procesy jsou dynamické, pouze některé z nich lze za určitých okolností pokládat za procesy kvazistatické.

Velmi dobře je propracována teorie nehomogenního lineárního kontinua, týkající se dvou typů nehomogenního poloprostoru. V prvním případě se jedná o poloprostor, jehož deformační modul se mění plynule s hloubkou. Tento typ nazýváme kontinuum spojitě nehomogenní. V druhém případě se jedná o poloprostor vrstevnatý, kde každá vrstva je homogenní, tzn. že modul pružnosti je v rozsahu vrstvy stálý a na hranici vrstev se skokově mění. Pro vrstevnatý poloprostor s horizontálním průběhem vrstev používáme termín kontinuum nespojitě nehomogenní.

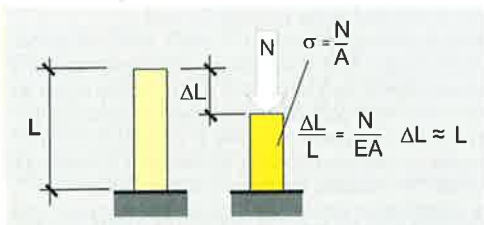
Některé geotechnické výpočetní programy na principu numerické metody konečných prvků (MKP) umožňují zavést do výpočetního modelu materiál, jehož deformační modul je funkcí napjatosti. Pro zeminy tuto závislost popsal Ohde (1938) a pro horniny odvodil vztah mezi deformačním modulem a napjatostí na základě měření např. Aydan (1993). Pro horniny je tato závislost odvozena empiricky, stejně jako pro vztah mezi klasifikačními body Rock Mass Rating (RMR) a deformačním modulem, který odvodil např. Bieniavský (1978) a Serafim a Pereira (1983). Při výpočtech podzemních konstrukcí pak musíme rozlišovat jestli se jedná o zeminy nebo horniny a volit závislost modulu deformace na napjatosti s ohledem na všechny okolnosti.

MODELY PRO VÝPOČET NAPJATOSTI GEOTECHNICKÉHO POLOPROSTORU IZOTROPIE, ANIZOTROPIE

Při jednoduchých výpočtech napjatosti se reálné prostředí nahrazuje matematickým modelem poloprostoru, který může mít různé mechanické vlastnosti. S ohledem na reálnost stanovení materiálových charakteristik zkoumaného geologického profilu zavádíme do praktických výpočtů jednoduchou izotropní teorii lineární pružnosti, která pro závislost $\sigma - \epsilon$ vede na dva materiálové parametry. Zmenšení počtu vstupních parametrů zjednodušuje výpočet. O to větší však může být odchylka chování tohoto matematického modelu od reálného prostředí.

DEFORMAČNÍ PARADOXON

Častou chybou rovinných výpočetních modelů MKP, plynoucí ze zdánlivě logické úvahy zpřesnění výsledků výpočtu zvětšením rozměrů kontrolního výřezu jednostranně neohrazeného kontinua, lze doložit velmi jednoduchým rozбором tláčeného prutu, obr. 1. Při konstantní síle N a rostoucí délce prutu L roste i jeho stlačení. Tento tzv. deformační paradoxon bývá častou příčinou nerealistických zvedání dna tunelu, resp. stavební jámy v rovinných výpočetních modelech MKP. Potlačení tohoto efektu je možné pouze empiricky, např. vhodnou volbou hloubky kontrolního výřezu, nebo lokální změnou deformačního modulu E , metoda BEB, Baumann et al. (1985). Dalšími matematickými úvahami lze ukázat, že zavedení proměnného modulu E má smysl pouze tehdy, roste-li modul E s hloubkou rychleji než vertikální napětí σ .



Obr. 1: Stlačení prutu namáhaného normálovou silou
Fig. 1: The compression of bar loaded by axial force

INTRODUCTION

In geotechnic literature the strength of linear elastic continuously inhomogenous continuum is classified from different points of view. In most of the effective geotechnical applications there can't be thoroughly assert only one point of view and engineering compromise very often comes on. Feda (1974) e.g. advise divide the strength in situ to

- geostatic,
- geodynamic (tectonic)

and all processes supposes as dynamic, some of them are put down as quasi-static processes only.

Theory of inhomogenous linear continuum is concerning of two types of inhomogenous semi-infinite spaces is elaborated very well. First case concerns of semi-infinite space whose modulus of deformation is changed fluently with deepness. This type is named continuously inhomogenous continuum. Second case concerns of foliaceous semi-infinite space, where each layer is homogenous, it means that modulus of elasticity is in one layer the same and on the border is changed discontinuously. Semi-infinite space with horizontal stratification of layers is named discontinuously inhomogenous continuum.

Some geotechnical computing programs based on numerical methods of finite elements (FEM) allows set up such material to the computing model, whose modulus of deformation is function of the strength. For soils was this relation described by Ohde (1938) and for rocks was deduced relation between modulus of deformation and strength pursuant to measurement e.g. by Aydan (1993). This relation is deduced for rocks empirically, as well as relation between classification of Rock Mass Rating (RMR) and modulus of deformation, which was deduced e.g. by Bieniavski (1978) and Serafim and Pereira (1983). In computation of underground constructions there have to be distinguished soils and rocks and there have to be chosen relation between modulus of deformation and strength considering all circumstances.

MODELS FOR COMPUTING STRENGTH OF GEOTECHNIC SEMI-INFINITE SPACE ISOTROPY, ANISOTROPY

Computing simple cases of strength real material is substituted by mathematics model of semi-infinite space, which is able to have different mechanical properties. Considering facticity of determination of the material properties of geological profile to be inspected, practical computation uses simple isotropy theory of linear elasticity, which for relation of $\sigma - \epsilon$ leads to two material parameters. The reduction of number of parameters simplify of computing. The deviation of behaviour of this mathematics model from real material is then bigger.

PARADOX OF DEFORMATION

Using simple analysis Fig. 1, we can illustrate common mistake of planar computing models of FEM, resulting from seeming logical effort to refine results by enlargement of control window of semi-infinite continuum. If force N is constant and length of bar is enlarged the bar compression is bigger.

This so-called paradox of deformation is in planar computing models of FEM very often reason of unrealistic uplift of the bottom of the tunnel and bottom of excavation respectively. This effect can be suppressed empirically only, e.g. by suitable selection of control window, or local variation of modulus of deformation E , BEB method, Baumann et al. (1985). Using additional mathematics consideration we can show, that introduction of variable modulus E has sense only if E modulus increase faster than vertical strength σ .

ELASTIC-PLASTIC BEHAVIOUR

Nonlinear geotechnical models considering elastic-plastic behaviour of material e.g. by plastic conditions of Mohr-Coulomb, Drucker-Prager, Duncan-Chang etc. in numerical methods leads to iterations of steady states. In extreme case steady state iteration of practical projects doesn't need to be finishing from diverge or time reasons respectively.

The variability of material deformation parameters in relation to its strength state describes the hardening rule (isometric, kinematics and combined), and direction of plastic deformation increments is described by yield rule (associative, nonassociative). In present day sufficient safe and detail determination of material parameters necessary for insertion of these codes to the numerical computing models is beside economic and time possibilities of practice.

PRUŽNOPLASTICKÉ CHOVÁNÍ

Nelineární geotechnické modely uvažující pružnoelastické chování materiálu vedou v numerických metodách na iterace rovnovážných stavů. V krajním případě nemusí být dokončení rovnovážné iterace u praktických projektů z divergencí, resp. časových důvodů možné.

Změnu deformačních parametrů materiálu v závislosti na jeho stavu napjatosti popisuje tzv. zákon zpevnění (izometrické, kinematické a kombinované), dále směr přírůstku plastické deformace určuje tzv. zákon tečení (asociativní, neasociativní). Dostatečně spolehlivé a detailní určení příslušných materiálových charakteristik nutných pro zadání těchto zákonitostí do numerických výpočetních modelů se v současnosti vymyká ekonomickým a časovým možnostem praxe.

VÝHODY ZJEDNODUŠENÝCH MATEMATICKÝCH MODELŮ

Z uvedených praktických důvodů je proto výhodné, zavedeme-li do výpočtů MKP předpoklad pružného lineárního spojitě nehomogenního kontinua, ve kterém se deformační modul mění plynule s hloubkou. Lokální změny deformačního modulu přitom provádíme vždy na konci vyšetřovaného zatěžovacího stavu na základě zjištěného rovnovážného stavu napjatosti. Vyšetřování následujícího zatěžovacího stavu pak probíhá již se změněným deformačním modulem. Toto řešení je ve většině praktických případů výhodnější:

- není narušena statická rovnováha výpočetního modelu na konci zatěžovacího stadia,
- dochází k adaptivnímu přizpůsobování výpočetního modelu zjištěným podmínkám,
- výpočetní model je velmi robustní, má vždy řešení, odpadá nutnost rovnovážných iterací a v případě nutnosti je možná kombinace změny deformačního modulu a skutečně nelineárního chování materiálu, např. podle Mohr-Coulomba.

ZÁVISLOST DEFORMAČNÍCH PARAMETRŮ NA NAPJATOSTI

Podrobným rozбором rovnic Boussinesqa (1885) můžeme dokázat, že pro nestlačitelné prostředí je šíření napětí v poloprostoru paprskovité. Fröhlich (1934) ukázal, že šíření napětí přestává být paprskovité a v kontinuu se objevují tahy, když Poissonův součinitel je menší než 0,5 a prostředí je stlačitelné. Vycházející z podmínky minima deformační práce Fröhlich odvodil rovnice napjatosti pro poloprostor jehož modul pružnosti s hloubkou lineárně roste, tj. platí-li obecně

$$E = E_0 \times z^m, \quad [1]$$

pak pro pružný izotropní poloprostor je exponent $m=0$ a pružný poloprostor jehož modul E s hloubkou lineárně roste je exponent $m=1$. Rovnici [1] můžeme zapsat také jako vztah mezi modulem pružnosti a geostatickým tlakem podle vztahu

$$E = \frac{b}{\gamma_0^m} (\gamma_0 \times z)^m, \quad [2]$$

kde b je konstanta,
 γ_0 je objemová hmotnost,
 z je svislá souřadnice,
 m exponent.

Obecně Fröhlichovu interpretaci poprvé formuloval Ohde (1938), který předpokládal proměnlivost modulu pružnosti podle vztahu

$$E = E_0 (z + d_0)^m, \quad [3]$$

kde d_0 je hloubka pod terémem

a konstatoval, že podmínky rovnováhy, Hookův zákon a geometrické podmínky přetvoření vyžadují, aby v jednodušším případě $d_0=0$ (pro $d_0 \neq 0$ je řešení jen přibližné) byl mezi Poissonovým součinitelem a hodnotou m splněn vztah

$$\frac{1}{\nu} = 2 + m \quad [4]$$

Za nejvýstižnější hodnotu exponentu m ve vztahu [1] se pro zeminy často pokládá hodnota $m=0,5$ (Hruban, 1945; Lambe a Whitman 1969), což podle vztahu [4] vede na hodnotu Poissonova koeficientu $\nu=0,4$.

Když do rovnice [2] za konstantu b dosadíme hodnotu

$$b = \frac{E_{ref}}{d_0^m} \quad [5]$$

získáme rovnici použitou v programu RIB - TUNNEL, která je zapsána ve tvaru

$$E = E_{ref} \left(\frac{p}{p_a} \right)^m \quad [6]$$

kde p je napjatostní veličina, např. σ_z
 p_a značí vztahnou napjatost
 E_{ref} deformační modul při $p=p_a$.

Exponent m řídí vliv průběhu funkce $p(z)$ na deformační modul.

Všechny výše uvedené vztahy a hodnoty jsou odvozeny pro zeminy.

Hodnotíme-li stabilitu podzemních staveb v horninách, musíme přihlídnout k tomu, zda-li se jedná o lokální nebo globální modely porušení. Je velmi dobře

ADVANTAGES OF SIMPLE MATHEMATICS MODELS

From these practical reasons is therefore advantageous, if we load to the FEM computation assumption of elastic linear continuously inhomogenous continuum, where modulus of de-formation is changed fluently with deepness. Local changes of modulus of deformation are always made at the end of the loading state on the basis of established steady state of strength. Examination of the next loading state is then made with new modulus of deformation. In most of practical cases is this solution advantageous:

- static steady state of computing model on the end of loading state is not eroded
- computing model is adapted to the found out conditions
- computing model is robust, there is always solution, and there is not necessity of steady state iterations, in case of Poisson coefficient we can combine changes of modulus of deformation and actually nonlinear behaviour of material e.g. by Mohr-Coulomb.

RELATION OF DEFORMATION PARAMETERS ON STRENGTH

Using detail analysis of equations of Boussinesq (1885) we can show, that for incompressible medium the strength distribution in semi-infinite space is radial. Fröhlich (1934) showed, that strength leave off radial distribution and in continuum are find out tensions, when Poisson coefficient is smaller than 0,5 and medium is compressible. Starting from conditions of minimum deformation work, Fröhlich deduced equations of strength for semi-infinite space whose modulus of deformation lineally grow up with deepness, it is if this equation is generally valid

$$E = E_0 \times z^m, \quad [1]$$

then for elastic isotropic semi-infinite space the exponent $m=0$ and for elastic semi-infinite space whose modulus of deformation E grow up with deepness lineally the exponent $m=1$. Equation [1] we can write down also as relation between modulus of deformation and geo-static pressure

$$E = \frac{b}{\gamma_0^m} (\gamma_0 \times z)^m, \quad [2]$$

where b is constant,
 γ_0 is mass weight
 z is vertical coordinate
 m exponent.

The Fröhlich's interpretation was first generally formulated by Ohde (1938), which sup-posed variability of modulus of elasticity according relation

$$E = E_0 (z + d_0)^m, \quad [3]$$

where d_0 is deepness under surface and submitted, that condition of steady state, Hook rule and geometric conditions of deformation require, that in simple case $d_0=0$ (for $d_0 \neq 0$ solution is estimate only) there was between Poisson coefficient and value of m performed relation

$$\frac{1}{\nu} = 2 + m \quad [4]$$

The most convenient value for exponent m in equation [1] for soils is very often put down $m=0,5$ (Hruban, 1945; Lambe and Whitman 1969), and this leads using equation [4] to the Poisson coefficient value of $\nu=0,4$.

If we induct into equation [2] for constant b value

$$b = \frac{E_{ref}}{d_0^m} \quad [5]$$

we obtain equation used in program RIB - TUNNEL, which is write down in shape

$$E = E_{ref} \left(\frac{p}{p_a} \right)^m \quad [6]$$

where p is strength, e.g. σ_z
 p_a means relative strength
 E_{ref} is modulus of deformation at $p=p_a$.

Exponent m is controlling behaviour of influence of function $p(z)$ to the modulus of deformation.

All equations and relations mentioned above are valid for soils.

If the stability of underground openings is assessed for rocks, one must concern with local and global failures modes. As it is well known rock masses consist of intact rock blocks and discontinuities in the form of crack, joints, bedding planes etc. Because of enormous efforts involved in characterization as well as numerical modelling, many designers are inclined to assess rock masses as equivalent continuum. Most of the equivalent models are restricted to elastic deformability constants and it is very rare to find any model for assessing the strength of rock masses.

There were several rock classification elaborated, evaluated rock masses from point of view tunneling. For computing FEM is most suitable to use the Rock Mass Rating (RMR) classification by Bieniavsky(1976). This classification respects the quality of rock creating rock masses, on the basis laboratory tests

známo, že horninové prostředí obsahuje neporušené horninové bloky a diskontinuity ve formě trhlin, kloubů, plošných puklin apod. V důsledku enormního úsilí využít v hodnocení horninového prostředí numerické modelování, mnoho projektantů inklinuje k hodnocení horninového prostředí jako ekvivalentu kontinua. Oproti tomu většina klasifikačních metod nezahrnuje pružnostně deformační konstanty a jen velmi zřídka nalezneme model hodnotící napjatost horninového masívu.

Pro hodnocení horninového masívu bylo vypracováno mnoho klasifikací hodnotících horniny z hlediska tunelování. Pro výpočty MKP je vhodné použít Bieniavského (1976) klasifikace Rock Mass Rating (RMR). Tato klasifikace zohledňuje kvalitu horniny tvořící horninový masív, na základě laboratorních zkoušek pevnosti v tahu na válečcích při bodovém zatížení, nebo zkoušek pevnosti v prostém tlaku. Pro vztah mezi hodnotou RMR a modulem přetvárnosti E_m uvádí Bieniavský (1978) jednoduchou rovnici

$$E_m = 2 \times RMR - 100 \text{ \{GPa\}} \quad [7]$$

Velmi často je rovněž používán klasifikační systém autorů Bartona, Liena, Lunde (1974), který je charakterizován číslem Q. Hodnota Q se stanoví výpočtem z několika parametrů z nichž parametr RQD vyjadřuje kvalitu vrtného jádra a parametr Stress Reduction Factor (SRF) vyjadřuje vliv napjatostního stavu v masívu (poměr napětí in situ k pevnostem horniny, jejímu rozdrocení a bobtnání). Hoek, Brown (1980) se pokusili stanovit relaci mezi empiricky zjištěnými hodnotami a hodnotami RMR. Použili následující vztah

$$RMR = 9 \log Q + 44 \quad [8]$$

Později Barton (1995) navrhl následující relaci mezi hodnotami RMR a Q.

$$RMR = 15 \log Q + 50 \quad [9]$$

(Estimations of rock mass strength) Výpočet napjatosti horninového masívu na základě klasifikace RMR a Q je velmi konzervativní a výsledky se v průměru pohybují pod prahovými hodnotami, což je v rozporu s pozorováním in situ. Zřejmě z těchto důvodů Singh (1993) navrhl přímý vztah mezi hodnotou Q a napjatostí horninového masívu σ_{cm} .

$$\sigma_{cm} = 0,7 \times \gamma \times Q^{\frac{1}{3}} \quad [10]$$

Barton (1995) navrhuje pro inženýrské aplikace na základě rovnice [10] při zavedení hmotnosti horniny 26 kNm^{-3} rovnicí ve tvaru

$$\sigma_{cm} = 18,2 \times Q^{\frac{1}{3}} \text{ \{MPa\}} \quad [11]$$

Aydan et al. (1993) odvodil na základě experimentálních dat vztah mezi modulem pružnosti a napětím horninového masívu

$$E_m = 80 \sigma_{cm}^{1,4} \quad [12]$$

a Serafim a Pereira (1983) stanovili závislost mezi modulem pružnosti a hodnotou RMR ve vztahu

$$E_m = 0,0097 RMR^{3,54} \quad [13]$$

POROVNÁNÍ PRAKTICKÝCH VÝSLEDKŮ VÝPOČTŮ

Horninové prostředí, které s hloubkou mění modul pružnosti v závislosti na napjatosti horninového masívu, bylo použito při návrhu řešení tunelu pod Červenohorským sedlem. Dvoupruhový tunel na silnici I/44 mezi obcemi Kouty nad Desnou a Domašovem má délku 5914 m a je v podélném sklonu 0,36 %. Souběžně s dvoupruhovým tunelem je navržen únikový tunel, který slouží současně jako vдуchotechnický tunel pro přívod čistého vдуchu. Nadloží tunelu je proměnné od 7 do 500 m. Šířkové uspořádání komunikace je navrženo podle ČSN 73 7507 „Projektování tunelů pozemních komunikací“ v kategorii T 7,5. V místech otáčecích závlivů je dopravní tunel v úrovni vozovky široký cca 25 m.

Tunel prochází metamorfovanými horninami série Červenohorského sedla. Horniny jsou devonské a předdevonské stáří a jsou postiženy regionální metamorfózou. Horniny série Červenohorského sedla je možné považovat za příkrov, rozpadlý na složitý soubor šupin oddělených podélnými násunovými zlomy.

Při výpočtu MKP v programu RIB - TUNNEL byly modelovány oba tunely v místech otáčecích závlivů. Pro posouzení tunelu s otáčecím závlivem a s únikovým tunelem v místě s nadložím 340 m byl zvolen kontrolní příčný řez o celkových rozměrech $110 \times 100 \text{ m}$ a hloubkou 30 m pod dnem tunelu. Jedná se o síť 1155 konečných prvků s 3389 uzly.

Byly uvažovány čtyři zatěžovací stavy.

Výpočetní modul $E_{def} = 100 \text{ MPa}$ a Poissonova konstanta je $\nu = 0,25$.

VÝPOČET PODLE ISOTROPNÍ TEORIE LINEÁRNÍ PRUŽNOSTI

První výpočty byly provedeny podle izotropní teorie lineární pružnosti. Získané výsledky byly nereálné. Maximální hodnoty ohybových momentů v sekundárním

of strength in tension of roller in punctual loading, or laboratory tests of strength in simple pressure. For relation between RMR and modulus of deformation E_m Bieniavski (1978) indicated simple equation

$$E_m = 2 \times RMR - 100 \text{ \{GPa\}} \quad [7]$$

There is very often also used classification system prepared by Barton, Lien, Lunde (1974), which is characterized by Q number. Value of Q is computed from several parameters, where parameter RQD expresses quality of drilled core and parameter Stress Reduction Factor (SRF) expresses influence of strength state in rock masses (ratio of strength in situ to the strength of rock, its squeezing and swelling). Hoek, Brown (1980) tried to establish relation between empirically found out Q values and values of RMR. They used this relation

$$RMR = 9 \log Q + 44 \quad [8]$$

Later Barton (1995) proposed next relation between RMR a Q values

$$RMR = 15 \log Q + 50 \quad [9]$$

Estimations of rock mass strength based on RMR and Q classifications are very conservative and average results are below thresholds values, which are contrary to observations in situ. Probably for these reasons Singh (1993) proposed the following direct relation between the Q-value and rock mass strength σ_{cm} .

$$\sigma_{cm} = 0,7 \times \gamma \times Q^{\frac{1}{3}} \quad [10]$$

For engineering applications Barton (1995) suggested on basis equation [10] using weight of rock as 26 kNm^{-3} following equation

$$\sigma_{cm} = 18,2 \times Q^{\frac{1}{3}} \text{ \{MPa\}} \quad [11]$$

Aydan et al. (1993) deduced on the basis of experimental data relation between modulus of elasticity and strength of rock mass

$$E_m = 80 \sigma_{cm}^{1,4} \quad [12]$$

and Serafim and Pereira (1983) assessed relation between modulus of elasticity and RMR value in equation

$$E_m = 0,0097 RMR^{3,54} \quad [13]$$

COMPARISON OF RESULTS OF PRACTICAL COMPUTATIONS

Rock mass which changes modulus of deformation according to deepness in dependence on rock mass strength was used for design of tunnel under Červenohorské sedlo. Double lane tunnel on the road I/44 between Kouty nad Desnou and Domašov has length 5914 m and longitudinal grade is 0,36 %. Parallel to the double lane tunnel is designed escape tunnel used also as ventilation duct for clear air. Overburden is from 7 to 500 m. Width of the road is designed according to the standard ČSN 73 7507 "Projektování tunelů pozemních komunikací" category T 7,5. In location of turn over bays, the width of the tunnel in the level of the road is approx. 25 m. Tunnel pass through metamorphic rocks of series of Červenohorské sedlo. Rocks are Devonian and Predevonian age and are affected by regional metamorphosis. Rocks of series of Červenohorské sedlo we can consider for nappe, disintegrated to the complicated set of lamina separated by the longitudinal set in shifts.

In time computing by FEM using program RIB-TUNNEL there were simulated both tunnels in place of turn over bays. For estimation of the tunnel with turn over bay and with escape tunnel in place where overburden was 340 m was designed control window overall dimension $110 \times 100 \text{ m}$ and deepness 30 m under bottom of the tunnel. The network has 1155 finite elements and 3389 joints.

There were considered four (4) loading states.

Computing modulus of deformation

$E_{def} = 100 \text{ MPa}$ and Poisson coefficient is $\nu = 0,25$.

COMPUTATION ACCORDING TO THE ISOTROPIC THEORY OF LINEAR ELASTICITY

The first computations were made in accordance with isotropic theory of linear elasticity. The results obtained were unrealistic. The maximum value of the bending moment in secondary lining reached e.g. 13 400 kNm, axial force was 38 800 kN. The absolute deformation of the lining was also unrealistic.

COMPUTATION WITH VARIABLE MODULUS OF DEFORMATION

In the next step computing of FEM there was used model with assumption of elastic linear continuously inhomogeneous continuum. Because in FEM there was absence of practically applicable of constitutive relations which describes dependence of modulus of deformation E_m of rocks with great overburden to the state of strength, there was utilized Ohde relation [3] already integrated in program RIB-TUNNEL

$$E_{OHDE} = E_{ref} \left(\frac{p}{p_a} \right)^m \quad [14]$$

ostění dosahovaly např. 13 400 kNm, normálových sil 38 800 kN. Stejně tak byly nereálné i absolutní hodnoty deformací.

VÝPOČET S PROMĚNNÝM DEFORMAČNÍM MODULEM

V dalším výpočetním kroku byl proto v programu použit model MKP s předpokladem pružného lineárního spojitě nehomogenního kontinua. Z důvodu absence ve výpočtech MKP prakticky použitelných konstitutivních vztahů popisujících závislost deformačního modulu E_m hornin s velkým nadložením na stavu napjatosti, byla využita Ohdeho závislost [3] integrovaná v programu RIB - TUNNEL.

$$E_{OHDE} = E_{ref} \left(\frac{p}{p_a} \right)^m \quad [14]$$

Při odhadu materiálových parametrů horninového prostředí pro účely rovnice [14] bylo přihlédnuto k experimentálním výsledkům. V našem případě jsme pro vztahovou napjatost použili hodnotu $p_a = 100$ kPa, referenční deformační modul byl položen $E_{ref} = E_{def} = 100$ MPa.

Exponent m řídící vliv průběhu funkce $p(z)$ na deformační modul E_{OHDE} byl určen dosažením napjatosti $\sigma_z = h \cdot \gamma \approx 8$ MPa v ose tunelu do rovnice [12] a porovnaním takto odhadnuté lokální hodnoty deformačního modulu $E_m \approx 1500$ MPa s hodnotou E_{OHDE} stanovenou dle závislosti [14]. V ose tunelu tedy přibližně platí

$$E_{OHDE} = E_m \quad \text{a tedy i} \quad m = \frac{\log \frac{E_m}{E_{ref}}}{\log \frac{p}{p_a}} \approx 0,618$$

Stanovené hodnoty byly konfrontovány s normovými charakteristikami, zatřídění a základními geotechnickými vlastnostmi hornin zjištěnými geologickým průzkumem.

Dosažené výsledky výpočtu MKP s proměnným deformačním modulem dle Ohdeho závislosti [6], resp. [14] s přizpůsobenými materiálovými parametry pro horniny odpovídají experimentálním hodnotám a hodnotám očekávaným na základě zkušeností z ražeb tunelů s vysokým nadložením. Maximální hodnoty ohybových momentů v sekundárním ostění dosahují např. 1518 kNm, normálových sil 13300 kN. Maximální vertikální pokles vrcholu klenby činí 23 cm, ve vodorovném směru dosahují hodnoty konvergence 5 cm.

ZÁVĚR

Porovnáme-li výsledky výpočtů podle izotropní teorie lineární pružnosti a podle teorie pružného lineárního spojitě nehomogenního kontinua, pak momenty ve spodní klenbě byly v izotropně pružném prostředí 7,8 krát větší než v lineárním spojitě nehomogenním kontinuu. Normálové síly byly větší 3,6 krát.

Obecně je nutné zdůraznit, že numerické výpočty konstrukcí tunelových ostění je nutné provádět s přihlédnutím ke specifickým podmínkám podzemí. Konstrukce umístěné v zeminách vyžadují jiný přístup než konstrukce v horninách. Zatímco teorie numerických výpočtů v zeminách je velmi dobře propracována, matematické modely konstrukcí v horninách umístěných současně ve velkých hloubkách jsou ve stádiu experimentálního ověřování, resp. je realizace příslušných výpočetních modelů konstitutivních vztahů spojena s enormními nároky na výpočetní algoritmy a vstupní parametry materiálů.

Zjednodušené řešení této úlohy založené na teorii Ohdeho a empirii Aydana přesto vykazuje dobré výsledky. Je-li výpočet navíc doplněn i parametrickou studií a měřením na reálné konstrukci, pak toto řešení představuje velkou oporu pro návrh konstrukce.

LITERATURA

- [1] Aydan Ö., Ulusay R., Kawamoto T.: Assessment of Rock Mass Strength for Underground Excavations, 1997
- [2] Feda J.: Napjatost podzákladí a metody výpočtu konečného sednutí, Studie ČSAV, č.5, Academia Praha, 1974
- [3] Fröhlich O.K.: Druckverteilung im Baugrunde, J. Springer, Wien, 1934
- [4] Ohde J.: Zur Theorie der Druckverteilung im Baugrund, Der Bauingenieur, 20,33-34, 451-459, 1938
- [5] Hibler H.M.: User manual of program - TUNNEL, RIB Bausoftware GmbH, Stuttgart
- [6] Šedivý M.: Tunelářské klasifikace, Stavební geologie, Praha 1983
- [7] Tesař O.: Zjištění závislosti mezi různými klasifikacemi pro tunelové stavby, geotechnickými hodnotami a klasifikací QTS, PÚDIS, Praha 1988
- [8] Zlámal J.: Tunel Červenohorské sedlo-statický výpočet, POHL CZ, a.s., Rostoky 2000
- [9] Baumann T., Sulke B.-M., Trysna T.: Einsatz von Messung und Rechnung bei Spritzbetonbauweisen im Lockergestein, Bautechnik 10, 11/1985, W. Ernst&Sohn, Berlin

When material parameters of rock mass were estimated for purpose of equation [14] there were experimental results considered. In this case relative strength $p_a = 100$ kPa was used, reference modulus of deformation was put down $E_{ref} = E_{def} = 100$ MPa.

$$E_{OHDE} = E_m \quad m = \frac{\log \frac{E_m}{E_{ref}}}{\log \frac{p}{p_a}} \approx 0,618$$

Exponent m controlling influence of $p(z)$ function to the modulus of deformation E_{OHDE} was determined by inducing of strength $\sigma_z = h \cdot \gamma \approx 8$ MPa in axe of the tunnel to the equation (12) and by the comparison this way estimated local value of modulus of deformation $E_m @ 1500$ MPa with E_{OHDE} value set down according to the equation (14). In the axe of the tunnel is approximately authentic. Assessed values were confront with standard parameters, classification and basic geotechnical parameters of rocks find out by geological survey. Attained results of the FEM computation with fluently variable modulus of deformation according to Ohde relation [6], [14] respectively, with adjusted material parameters for rocks, corresponds to the experimental values and to the values awaited on the basis of experience with tunneling of tunnels with great overburden. Maximum value of bending moments in secondary lining reaches 1518 kNm, axial force reached 13 300 kN. Maximum fall off middle of the arch was 23 cm, horizontally convergence was 5 cm.

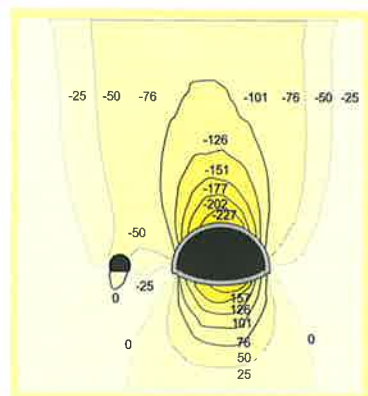
CONCLUSION

If we compare the computation results by course of isotropic theory linear elasticity and by course of elastic theory linear continuously inhomogenous continuum, then bending moments in the bottom arch of the tunnel were in isotropic elastic medium 7,8 times bigger than in linear continuously inhomogenous continuum. Axial forces were 3,6 times bigger.

Generally is necessary to emphasize, that numerical computation of tunnel linings is needful to provide considering specific conditions of underground. Constructions located in soils requires different access than constructions in rocks. While theory of numerical computation in soils is work up very well, mathematics models of construction located in rocks and in great deepness, are in stage of experimental verification, respectively realisation of computing models of constitutive relations is connected with enormous requirements for computing algorithm and enter data of material parameters. Simplified solution of this problem based on Ohde theory and empiricism of Aydan nevertheless gives good results. If computation is additionally supplemented with parametric study and with measurement on real construction, then this solution represents great support for proposal of construction.

REFERENCES

- [1] Aydan Ö., Ulusay R., Kawamoto T.: Assessment of Rock Mass Strength for Underground Excavations, 1997
- [2] Feda J.: Strength state of subsoil and computation methods of final settlement, Study of ČSAV, č.5, Academia Prague, 1974
- [3] Fröhlich O.K.: Druckverteilung im Baugrunde, J. Springer, Wien, 1934
- [4] Ohde J.: Zur Theorie der Druckverteilung im Baugrund, Der Bauingenieur, 20,33-34, 451-459, 1938
- [5] Hibler H.M.: User manual of program - TUNNEL, RIB Bausoftware GmbH, Stuttgart
- [6] Šedivý M.: Tunnel classifications, Stavební geologie, Prague 1983
- [7] Tesař O.: Assignment of relations between different classifications for tunnel constructions, geotechnic values and QTS classification, PÚDIS, Prague 1988
- [8] Zlámal J.: Tunel Červenohorské sedlo-static computation, POHL cz, a.s., Rostoky 2000
- [9] Baumann T., Sulke B.-M., Trysna T.: Einsatz von Messung und Rechnung bei Spritzbetonbauweisen im Lockergestein, Bautechnik 10, 11/1985, W. Ernst&Sohn, Berlin



Obr. 2: Izolinie vertikálních posuvů (mm) po rozpadu priméru a zabudování sekundárního ostění

Fig. 2: Isolines of vertical displacements (mm) after disintegration of first lining and installing of secondary lining

Přehled softwarových produktů pro geotechniku



Richtungsweisend

im Bauwesen

RIB

ROHR

protlačovaná železobetonová potrubí

43.900,- Kč

DURO

zasypávaná železobetonová a betonová potrubí

43.900,- Kč

DALBEN

přístavní a kotevní piloty

14.900,- Kč

GLEITK

posudek opěrné stability svahů a hrází podle Bishopa

26.900,- Kč

LIMES®

opěrné zdi libovolného tvaru – úhlová, tížná, gabion

43.900,- Kč

PFAHL

prostorová soustava pilot, samostatná pilota

43.900,- Kč

PINWALLS

podchycení základů

43.900,- Kč

QWALLS^{light}

stěny stavebních jam – štětovnice, podzemní stěny,
pilotové stěny

43.900,- Kč

QWALLS

stěny stavebních jam – štětovnice, podzemní stěny,
pilotové stěny

79.900,- Kč

TUNNEL

geotechnický systém MKP pro tunely a zakládání

209.900,- Kč

TRIMAS®

+ poloprostor

obecný stavební systém MKP s objemovým
modelem pružného vrstevnatého poloprostoru

69.900,- Kč

43.900,- Kč

VisualFUNDA

základová patka

26.900,- Kč

Všechny uvedené ceny jsou bez zákonné DPH
za 1. licenci samostatného pracoviště.

Založte
Váš
úspěch
na naší
tradici



RIB stavební software s.r.o.
U strže 150/1, 140 00 Praha 4
Telefon: 02 / 41442079, 41442078
Telefax: 02 / 41442085
E-mail: info-cz@rib.cz
[Http://www.rib.cz](http://www.rib.cz)

 **RIB**
BAUSOFTWARE

VÝSTAVBA KOLEJOVÉHO SVRŠKU BEZ ŠTĚRKOVÉHO LOŽE V TUNELECH METRA

INSTALLATION OF BALLASTLESS TRACK IN MRT TUNNELS

ING. JAROMÍR ZLÁMAL, POHL CZ A.S.

UVOD

V tunelech metra se používají různé metody instalace kolejového svršku. Účelem použití metody Top Down je spolehlivě zajistit výškové a směrové uspořádání na betonové desce, ekonomicky a prakticky umístit hmoždinky pro podkladnice přesně v požadovaných tolerancích. Kolejový svršek metra je obvykle bez štěrkového lože, se základním rozchodem 1435 mm. Kolejnice jsou přímo připevněny k podélným prahům nebo deskám a upevňovadla přímého připevnění jsou obvykle s elastomerem a pružnými svérkami, s příčným úklonem kolejí 1:20 až 1:40. Kolejnice jsou obvykle kvality 900A nebo 1100 a jsou svařeny do pasů s délkou až 200 m. Upevňovadla jsou rozmístěna na betonovou desku ve vzdálenostech cca 750 mm. Betonová deska je obvykle vyztužena žebírkovou výztuží, ale některé desky vyztuženy nejsou. Výška betonové desky závisí na vzdálenosti temene kolejnice a podkladního betonu (invertu). Přípravek GSF (Gauge Support Fixture) pro kontrolu rozchodu je obvykle používán k dodržení správné hodnoty rozchodu a výškového uspořádání, ale v některých systémech (STEDEF) je tento přípravek nahrazen pražcem. Rozdíly mezi jednotlivými systémy jsou uvedeny dále.

ČESKÁ REPUBLIKA - SYSTÉM PRAŽSKÉHO METRA

Tento systém byl vyvinut s cílem zajistit rychlou a přesnou metodu Top Down výstavby betonové desky, budované v tunelu. Výstavba desky metodou Top Down s rozchodkovým přípravkem začíná montáží bednění na podkladní beton (obr.1).

Je nutné opakovaně sledovat geometrii horního povrchu kolejových betonů, zvláště pak v době betonáže. Kolejnice připojené k rozchodkovému přípravku slouží jako šablona pro přesnou montáž kolejového svršku. Po dosažení minimální požadované pevnosti betonu jsou kolejnice osazeny pomocí rozchodkového přípravku do přibližné polohy a výšky. Úklon kolejnic je nastaven 1:20 a výškové uspořádání kolejnic je nastaveno speciálním geodetickým přípravkem se dvěma šrouby. Ke kolejnicím jsou namontována upevňovadla a geodetická skupina může začít nastavovat přesný rozchod. Prostor mezi spodní částí upevňovadla a kolejovým betonem je vyplněn plastbetonem (obr. 2).

FRANCIE - SYSTÉMY STEDEF & SONNEVILLE

Tyto systémy tvoří železobetonový podklad, do kterého jsou kolejová pole z kolejnic, upevňovadel a pražců v gumových botkách osazeny do správné polohy. Kolejnice se používají jako záměrný prvek pro výškové a směrové urovňování trati před tím, než jsou pražce částečně zabetonovány. Osazení do správné polohy je dosaženo svislými a vodorovnými šrouby a až potom jsou pražce zabetonovány. Tento systém je intenzivně používán na pařížském metru RATP a v jiných metrech ve Francii a Švýcarsku. Podobný systém, vyvinutý Sonnevile Int. Corp., se samostatnými betonovými bloky, byl použit mezi Anglií a Francií v Channel tunelu. V původním systému STEDEF kolejnice leží na betonových blocích spojených ocelovou spojkou (obr. 3). Tak jsou drženy ve správné vzdálenosti zvláště v době pokládky trati. Avšak v některých případech byly tyto ocelové spojky na obtíž a někdy byly vyřiznuty. Geometrie a provozování trati tím nebylo ovlivněno. Únavové testy se svislou a vodorovnou silou prováděné SNCF jako část testů ORE D87 Committee ukázaly, že ocelové spojky nezlepšily dlouhodobou provozuschopnost systému. V podmínkách Channel tunelu byly ocelové spojky nežádoucí a bylo rozhodnuto, že bude lepší použít samostatné bloky jako podpory kolejnic z následujících důvodů:

- ocelové spojky jsou přídavným zdrojem hluku
- zvyšují aerodynamický odpor
- překáží pěšímu pohybu, včetně údržbářských čt, a vadí používání speciálních zařízení na čištění tunelu.
- mohou být zachyceny vlečenými součástkami a zvyšují možnost vykojení.
- omezují hloubku uložení pražců do botek, které působí jako separátor během závěrečné betonáže.
- navíc pak nezávislost kolejových opor a redukce celkové hmotnosti pražců a jejich objemu zjednodušuje údržbu, která může být prováděna odděleně na každé kolejnici.

USA - SYSTÉM IHECO

Firma IHECO (Iron Horse Engineering Company) vyvinula metodu Pip-Fast (zkratka vzniklá z prvních písmen a slabik slov: Pour-In-Place FASTenings) zaručující rychlý, přesný a pracovně nenáročný způsob výstavby desky betonované v tunelu. Tato metoda byla použita v San Francisku, Torontu, Clevelendu, Bostonu a Taiwanu. Pip-Fast systém využívá kolejnice jako šablony pro rozmístění upevňovadel, což je nazýváno metoda "TOP DOWN" (obr. 5). Toho je dosaženo ustavením kolejnic v požadovaném rozchodu, převýšení a směrovém i výškovém uspořádání, výstavbou svršku ve vzduchu s následným „zavěšením“ upevňovadel na kolejnice v projektovaných vzdálenostech před betonáží desky, nebo zalitím do betonu. Páteři metody

INTRODUCTION

In tunnels of Municipal Rapid Transit (MRT) the different installation method of ballastless tracks are used. The purpose of using the Top Down method is to provide a fool-proof way to finish the grade line and cross-slope on the slab concrete and locate the anchorage inserts within the required dimensional tolerances that are economical as well as practical. The MRT Track Construction is usually non ballasted track a nominal gauge of 1435 mm. The rails are fixed directly to the continuous plinth pad or slabs and the direct fixation rail fasteners usually with vulcanised elastomer and the flexible clips with cant 1:20~1:40 are used. The rails are usually 900A or 1100 quality and are continuously welded to strings with maximum length of 200 m. The fasteners are placed in cca 750 mm spacing on a concrete slab. The slab can be reinforced by deformed reinforcing bars, but some concrete slabs are not reinforced. The height of the concrete slab depends on the distance top of the rail to the invert concrete. The Gauge Support Fixture is usually used to keep proper gauge and elevation, but there are some systems where Gauge Support Fixture is superseded by sleepers (STEDEF). The differences between installation systems are listed below.

CZECH REPUBLIC-PRAGUE METRO INSTALLATION SYSTEM

This system was developed to provide a quick, accurate Top Down method of constructing cast-in-place slab. Using the Top Down (Pip Fast) method with Gauge Support Fixtures (GSF) starts by adjustment of forming on first-pour concrete (Fig.1.)

It is necessary to check the geometry of the upper surface of concrete slab periodically, especially while placing concrete. The running rails connected to the GSF are used as a construction template for precious installation of the track. Having achieved the minimum crushing strength of concrete the rails are canted and elevated to approximate gauge by adjusting of GSF. The cant of the rails is adjusted to 1:20 using GSFs and elevation of the rail is adjusted by special two screw levelling equipment. The fasteners are mounted to the rails, and then survey team starts to adjust exact gauge. Space under fasteners is filled up by epoxy resin mortar (Fig.2.)

FRANCE - STEDEF & SONNEVILLE INSTALLATION SYSTEMS

These systems utilise a reinforced concrete base upon which track panels of rail fastenings and twin block sleepers encased in rubber boots are set in position. The rails are used as the reference for levelling and aligning the track before concrete is poured to partially encase the sleepers.

Adjustment to the proper elevation is achieved by vertical and horizontal screw and finally concrete is poured under sleepers. This system has been extensively used on the Paris RATP system and other metro systems in France and Switzerland. Similar system developed by Sonnevile Int. Corp. using the independent block system has been adopted for use in the Channel Tunnel between England and France. In the original STEDEF system the rails rest on sleepers blocks joined by a steel tie (Fig. 3). Doing that, they are held at the appropriate distance apart at the time when the track is laid. However, in some circumstances these ties have proved to be a nuisance and they have sometimes been cut. The geometry and performance of the track are reported not to have been affected. The fatigue tests with vertical and lateral forces carried out by the SNCF as part of ORE D87 Committee tests have also shown that the ties did not improve the long term performance of the system.

Under the Channel Tunnel conditions, ties were particularly undesirable, and it was thought to be better to use separate blocks as rail supports for the following reasons:

- steel ties are an additional source of noise.
- they increase aerodynamic resistance.
- they obstruct pedestrian movement, including maintenance teams, and hamper the use of special equipment for cleaning the Tunnel.
- they can be caught up by dragging parts and increase the effects of possible derailment.
- they restrict the depth of the blocks inserted into the boots which act as

Pip Fast je rozchodkový přípravek GSF (obr. 4), zajišťující plně nastavitelnou robustní podpěru kolejnic a upevňovačel, které tak mohou být snadno manipulovány a nastaveny normálně zkušenými tratovými pracovníky. Rozchodkový přípravek GSF má schopnost přenést zatížení trati při přejezdu posunovací lokomotivy s materiálem nebo betonářskými vozíky až do hmotnosti 7248 kg.

Vzdálenost povrchu železobetonových prahů od temene kolejnice je stále stejně dodržena jak v přímé trati, tak v přečhodnicích a v oblouku. Ustavení trati jako šablony pro betonáž, které provádí geodetická skupina, musí být vždy zahájeno na začátku úseku a postupuje se směrem k jeho konci. Velmi často je nutné zaměřovat celý úsek několikrát, protože v důsledku velké tuhosti kolejnic není možné při jednom zaměřování dělat velké změny. Geodetická skupina zaměřuje kolejnice jako podélný prvek. Tuhé kolejnice nedovolí instalovat sousední upevňovačel v nesprávné poloze k ose koleje, protože jednotlivé páry upevňovačel nejsou zaměřovány samostatně. Nepřesnost osy koleje vzniká pouze někdy na konci betonovaného úseku. Proto se doporučuje prodloužit kolejnice alespoň 6 m za betonovaný úsek a tyto prodloužené kolejnice musí být také přesně měřeny a ustaveny. Maximální nepřesnost osy koleje zaměřená na stavbě byla 12 mm.

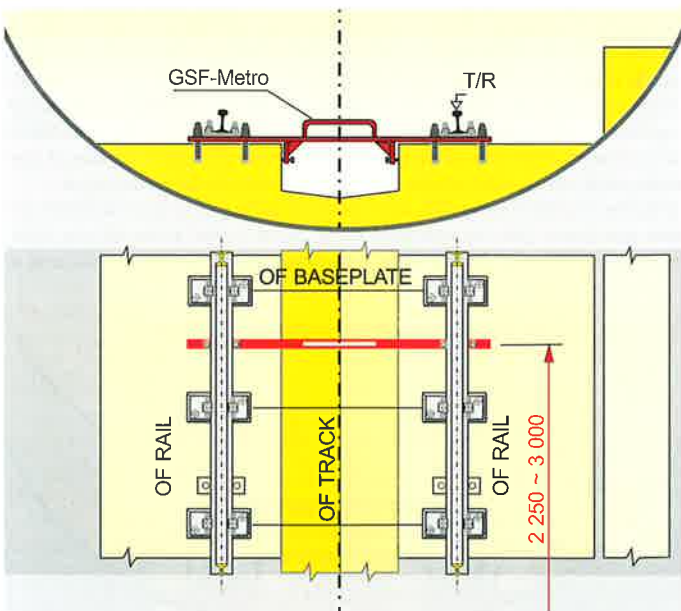
JAPONSKO-SYSTÉM YAKT

Rozchodkový přípravek GSF používaný tímto systémem je velmi lehké a jednoduché zařízení. Výstavba začíná postavením bednění na invert a sestavením výztuže do bednění (obr. 6). Správná geometrie koleje je, podobně jako v systému IHECO, dosažena použitím šablony z trvalých nebo dočasných kolejnic a rozchodkového přípravku GSF pro osazení upevňovačel a hmoždinek do správné polohy ve vztahu k ose koleje a geometrickým parametrům trati.

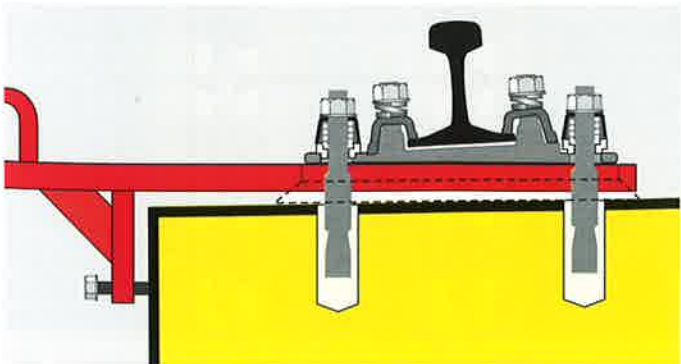
Tuhé kolejnice neumožňují nesprávné zabudování sousedních upevňovačel přímého připevnění ve vztahu k ose koleje a geodetická skupina zaměřuje pouze temeno kolejnice, jednotlivý pár upevňovačel není zaměřován samostatně. Geodetické práce jsou vždy zahájeny na začátku úseku a postupují se směrem k jeho konci. Velmi často je nutné zaměřovat celý úsek několikrát, protože v důsledku velké tuhosti kolejnic není možné při jednom zaměřování dělat velké změny. Popsaná metoda používá upevňovačel k vytvoření úložné spáry v betonovém prahu, na které spočívají upevňovačel přímého připevnění.

FRANCIE, R.O.C. - SYSTÉM TSO

Na metru v Taipei (Republic of China-Taiwan) byly pro přesné osazení svršku použity tři různé systémy instalace upevňovačel přímého připevnění. V roce 1992 byla francouzskou firmou TSO budovaná červená trasa (Tamshui line) a tato společnost vyvinula vlastní rámový přípravek GSF (obr.7).



Obr. 1 Systém pražského metra
Fig. 1 Prague Metro installation system



Obr. 2 Detail přímého připevnění - systém pražského metra
Fig. 2 Detail of Prague Metro installation system

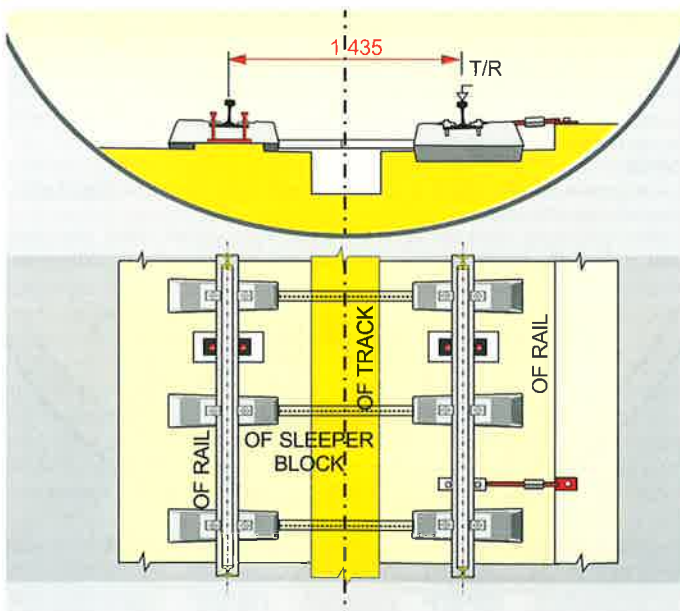
separator during pouring of the final concrete.

- in addition, the independence of the rail supports and the reduction in the overall weight of the sleeper and its bulk simplify maintenance operations which can be carried out separately on each length of rail.

USA - IHECO INSTALLATION SYSTEM

The IHECO (Iron Horse Engineering Company) developed the Pip-Fast (acronym made from first letters and syllable of the descriptive words: Pour-In-Place FASTenings) method to provide a quick, accurate and labor-saving method of constructing cast-in-place slab track. This method was used in San Francisco, Toronto, Cleveland, Boston and Taiwan. The Pip-Fast system uses the running rails as a template for locating fasteners in what is called a "TOP-DOWN" construction method Fig.5. This is done by supporting the running rails at the proper gauge, cant, line and surface, building track in the air, then "HANGING" the fastenings from the rails at the design spacing before placing the slab or encasement concrete. The Pip-Fast Gauge Support Fixture (GSF) is the backbone of the system Fig.4, providing a fully-adjustable, robust support for the rails and fastenings which can be easily handled, set up, and used by normally-skilled track personnel. The GSF have the capacity to support the track when pushcars of material or concrete buggies, weighing up to 7248 kg travel over the track.

The top surface of plinths maintains steady distance from the top of the rail level, in tangent track, spirals & canted track. Adjustment the template track by survey team should always be made by starting at one end of the spread, working towards the other. It is often necessary to go over the set-up spread several times, because it is not possible to make big adjustment changes in one pass, due to stiffness of the rails. Survey team measures rails as longitudinal element. Rigid rails don't allow to install neighbouring DFF pads improperly to the center line, because each pair of the DFF pads are not surveyed as discrete case. The imprecision of the center line of track is achieved rarely at the end of the concreted lot only. It is recommended to extend running rails or dummy rails of a least 6 m beyond the end of the concreted lot and this extension has to be measured and adjusted accurately as well. The maximum imprecision of the center line measured in the



Obr. 3 Systémy STEDEF & SONNEVILLE
Fig. 3 STEDEF & SONNEVILLE installation systems



Obr. 4 Systém IHECO
Fig. 4 IHECO installation system

Použití této metody Top Down (Pip Fast) s rámovým přípravkem začíná osazením bednění na invertu a instalací GSF s montážními šablonami svršku. Hmoždinky jsou připraveny k šablonám každého rámového přípravku a jednotlivé rámové přípravky jsou zaměřovány samostatně. Pro osazení rámových přípravků byly vypočteny výšky dvou speciálních bodů umístěných na každém přípravku. Každý pár upevňovačel je osazován jako samostatný případ a mezi sousedními páry upevňovačel není fyzická vazba. V době instalace rámového přípravku je nebezpečí jeho nepřesného osazení a hlavním důvodem této nepřesnosti bývá obvykle lidský faktor. I když geodetická skupina osadila vůči ose koleje výškovou a směrovou polohu GSF správně, některé rámové přípravky mohly být instalovány nesvisle. Nepřesnost ve vertikální instalaci GSF je příčinou rotace šablony pro upevňovačla a rozdíl mezi projektovaným a skutečným povrchem pod upevňovačly může být až 2 mm. Potom byla kolej obvykle vertikálně urovnána pomocí broušení betonu, ocelových podložek nebo pomocí epoxidové stěrky s pískovým plnivem nebo bez plniva. Broušení povrchu betonu bylo použito v těch částech, kde horní povrch betonových prahů byl nerovný nebo jeho úroveň přesáhla projektovanou úroveň (obr. 7).

Stěrkování a podložkování bylo použito tam, kde úroveň povrchu prahů byla nižší než v projektu. Bylo použito až 5 kusů ocelových podložek o celkové tloušťce 20 mm. Při inspekci byla zjištěna maximální tloušťka stěrky rovněž 20 mm. Rozdílná výška betonového prahu byla zjištěna dokonce ve dvou sousedních upevňovačlech, kdy jedno upevňovačlo bylo podloženo 15 mm podložek a sousední upevňovačlo bylo 25 mm pod horní úroveň povrchu betonového prahu. Horizontální poloha svršku byla urovnávána pomocí změny polohy upevňovačel vůči kotevním šroubům, použitím polohovací podložky a ozubeného otvoru ve spodní desce upevňovačla. Často byla využita již celá délka horizontálního nastavení, tzn. že další horizontální urovnání může být provedeno pouze v opačném směru. Dokonce v jednom případě byla zjištěna extrémní situace, kdy jedno upevňovačlo bylo ustaveno v poloze -15 mm a sousední upevňovačlo bylo ustaveno v poloze +15 mm.

KOREA, R.O.C. - SYSTÉM TE-SHENG A WEEDO

V roce 1994 firma TE-SHENG a WEEDO vyvinula pro modrou trasu Taipejského metra (Panchiao and Nankang lines) odlišnou metodu Top Down instalace svršku. Výstavba tohoto systému začíná ustavením bednění na invertu a instalací GSF s montážními šablonami pro svršek (obr.8).

Nejprve je ustaveno ocelové bednění a geodetická skupina potom nastavuje GSF se šablonami pro hmoždinky, ke kterým jsou připraveny hmoždinky. GSF byly podepřeny bedněním a jsou ustaveny pomocí šroubů. Každý pár upevňovačel je zaměřován samostatně a ocelové šablony pro hmoždinky jsou nastavovány vůči ose koleje pomocí čtyř šroubů (obr.9). Na správnou instalaci GSF má v této metodě opět velký vliv lidský faktor. Prahy jsou betonovány na místě s maximální přesností, aby byla zajištěna přesná výška horní úrovně prahů a rovněž neměnná vzdálenost mezi prahy (obr. 8). Přesto byla v některých případech ve vedení trati zjištěna nepřesnost. Stěrkování a podložkování bylo použito v těch částech, kde úroveň prahů byla nižší než projekt.

ZÁVĚR

Každý systém má své výhody a nevýhody, které závisí na podmínkách a požadavcích konkrétní situace.

Systém pražského metra má výhody v zabezpečení vysoké kvality geometrie trati v důsledku použití kolejnic jako šablony a v jednoduché technologii.

field was 12 mm.

JAPAN-YAKT INSTALLATION SYSTEM

The GSF used by YAKT is very lightweight and very simple equipment. The installation starts by adjustment of forming on first-pour concrete and assembling of reinforcing in forming Fig. 6.

The proper geometry of track is achieved, as in IHECO system, using the running or dummy rails with GSF as a construction template for correct locating the DFF pads, and inserts relative to the work point of track and geometry parameters.

The rigid rails don't allow the installation of the neighbouring DFF pads improperly to the center line, and survey team adjust the top of the rail only, each pair of the DFF pads are not surveyed as discrete case. The survey work should always be made by starting at one end of the spread, working towards the other. It is often necessary to go over the set-up spread several times, because it is not possible to make big adjustment changes in one pass, because the rails are too stiff.

The method described and illustrated uses fasteners to form the seat in the plinth concrete to support the DFF pads.

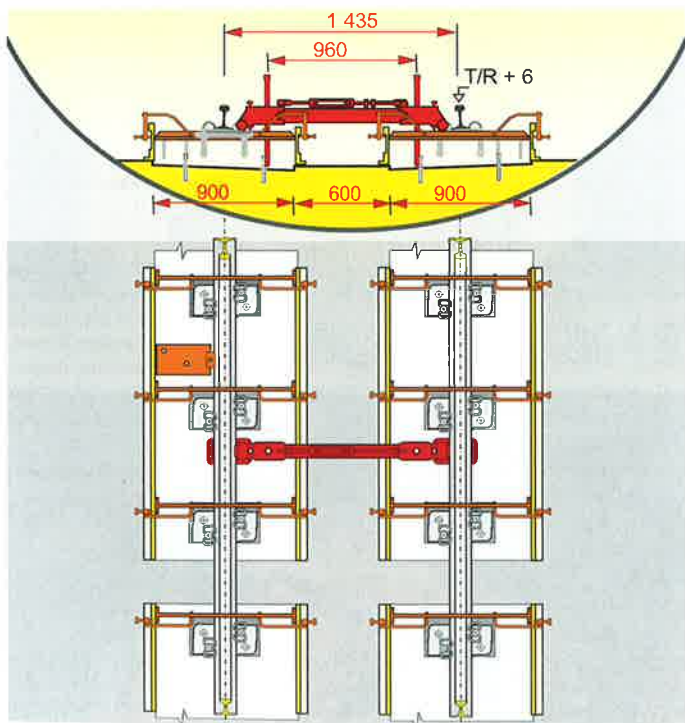
FRANCE, R.O.C. - TSO INSTALLATION SYSTEM

Taipei MRT System Project (Republic of China-Taiwan) has used three different installation DFF systems for adjustment and proper installation of track. In 1992 the red line (Tamshui line) was constructed by a French contractor TSO and this company developed bridging the GSF (Fig.7).

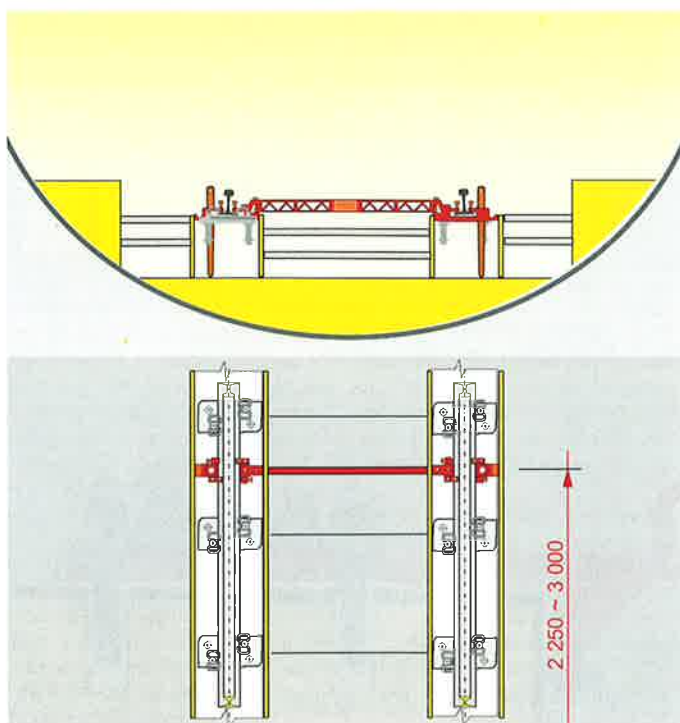
Using the Top Down (Pip Fast) method with Gauge Support Fixtures (GSF) starts by adjustment of forming on first-pour concrete and installation of GSF with template track assembly. Inserts are attached to templates and each bridging GSF is adjusted separately. In time adjustment of the GSFs the elevation of two special points for each bridging GSF has to be figured out. Each pair of DFF is adjusted as a discrete case and there is no physical interconnection between the neighbouring pairs of DFFs. There is a danger of improper adjustment in the time of installation of GSF and the main reason of such improper adjustment is usually the human factor. Even when the survey team properly installs the elevation and the position of bridging GSF to the center line of the track, some of the GSFs can be installed non vertically. The imprecision in vertical alignment of GSF is cause of rotation of DFF template and the difference between designed and concreted surface under DFF pads can be as much as 2 mm.

Track was vertically aligned usually by means of the concrete surface grinding, metal shims and/or epoxy resin grouting with or without sand. Grinding of concrete surface was employed for parts where the upper surface of concrete plinth was uneven and/or its level exceeded the designed value.

Grouting and shimming was used for those parts where level of plinth surface was lower than the designed value. Up to 5 steel shims of total thickness approximately 20 mm were sometimes used. Maximum thickness of



Obr. 5 Systém IHECO
Fig. 5 IHECO installation system



Obr. 6 Systém YAKT
Fig. 6 YAKT installation system

Ustavování správné geometrie svršku je prováděno na dokončené betonové desce. Nevýhodou je vysoká cena plastbetonu umístovaného mezi upevňovadla a betonovou deskou.

Systém STEDEF je velmi jednoduchá technologie. Antivibrační schopnost systému může být v budoucnu za provozu zlepšena velmi nízkým nákladem. Výhodou systému jsou velmi nízké náklady na údržbu.

Systém TSO ustavuje rámový přípravek pouze pro jeden pár upevňovadel. V době montáže neexistuje fyzická vazba mezi sousedními páry upevňovadel. Kolejnice UIC 60 je velmi tuhý prvek a při montáži svršku nemilosrdně odhalí jakoukoliv nepřesnost ve výšce povrchu betonových prahů. V konkrétním případě pak mezera mezi spodní hranou upevňovadel a horním povrchem prahu dosáhla hodnoty až 20 mm a byla vyplněna, ne moc úspěšně, ocelovými podložkami tloušťky 1 až 5 mm, protože spodní hrana upevňovadla a horní hrana prahu nebyly většinou rovnoběžné. Tato skutečnost byla velmi často příčinou odlepení ocelové desky a elastomeru upevňovadla.

Konstrukční systém IRON HORSE umožňuje plynule měnit náklon kolejnic, rozchod, směr a výšku trati. Betonové prahy jsou betonovány až do spodní hrany upevňovadel, čímž je zajištěna správná poloha upevňovadel a hmoždinek a úplný kontakt mezi spodní hranou upevňovadla a horní hranou vyztuženého betonového prahu. GSF může být snadno přemístován a jeho nastavení a užívání zvládnou běžně zaškolení pracovníci.

Systém Top Down korejské společnosti WEEDO a taiwanské společnosti TE-SHENG používá bednění jako prvek pro nastavení směru (osy koleje) a šrouby pro nastavení výškového vedení trati. Páry upevňovadel jsou zaměřovány samostatně a mezi sousedními páry upevňovadel neexistuje fyzická vazba. Betonové prahy jsou také betonovány až do spodní hrany upevňovadel, ale někdy se mezi spodní hranou definitivního upevňovadla a horním povrchem prahu objevila mezera.

REFERENCES

- [1] Moorhead, W.H.: The PIP-FAST support system for construction direct fixation fastener track, Iron Horse Engineering Co., Suffolk 1995
- [2] STEDEF V.S.B.®, System Ballastless Track, Saint - Cloud 1991
- [3] YAKT, System Ballastless Track, Japan 1960
- [4] Round D.J.: Non-Ballasted Tracks, British Rail Research, Track Technology Course 1993
- [5] DORTS: Taipei Rapid Transit System - Planning Manual, TMARTS, Taipei 1991
- [6] Proceedings Of The 1993 Symposium on Taipei Rapid Transit System, Vols. A, B, C, DORTS-TMG, Taipei 1993
- [7] Chang, Sy: Interface Of Trackwork Construction, Rapid - Transit Technology No. 11, Department of Rapid Transit System - TMG, Taipei 1994
- [8] Mlejnek V., Scháňka J.: Rukověť - Prostorová úprava a kolejový svršek metra, ČSVTS Praha 1986
- [9] Zlámal, J.: Rapid Public Transport Systems in Taiwan, Stavební obzor 6, 8/1997

grouting discovered during the inspection was also 20 mm, too. Very different level of plinth alignment was seen even in two adjacent fasteners, one fastener was shimmed 15 mm while the neighbouring fastener was 25 mm under the upper surface of the plinth concrete.

Horizontal alignment was performed by means of changing location of anchor bolts using adjustment washer and serrated opening in the bottom plate of the fastener. In many cases, the whole range of horizontal adjustment has been used already, i.e. additional horizontal alignment may be performed in the opposite direction only. An extreme case was found in one of the fasteners being adjusted by entire 15 mm (minus), while next but one fastener was adjusted of plus entire 15 mm.

KOREA, R.O.C. - TE-SHENG AND WEEDO INSTALLATION SYSTEM

For the blue line (Panchiao and Nankang lines) of the Taipei MRT TE-SHENG and WEEDO developed in 1994 another Top Down method for installation of track. This system starts by adjustment of forming on first-pour concrete and installation of GSF with template track assembly (Fig.8).

Steel forming is installed first and survey team then adjust GSF with insert template and inserts attached. The GSFs were supported by forming and are adjusted using screw. Each pair of DFF pads is surveyed separately and steel insert template is adjusted by 4 screws according to the center line of the rail Fig. 9. In this system the human factor has a big influence on proper installation of the GSF. Cast-in-place plinths are concreted with maximum accuracy of trackwork works, to keep precisely plinths top surface and invariant clear distance between plinths as well Fig. 8. Nevertheless, an improper alignment of track has occasionally been found. The grouting and shimming was used for parts where level of plinth surface was lower than designed value.

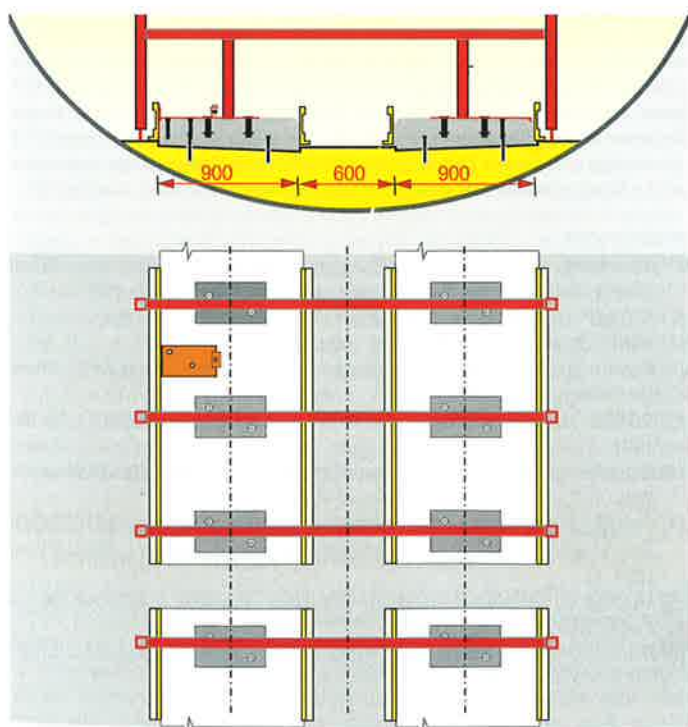
CONCLUSION

Each installation system has its advantages and disadvantages and it depends on the particular circumstances and demands as to which installation system is most suitable.

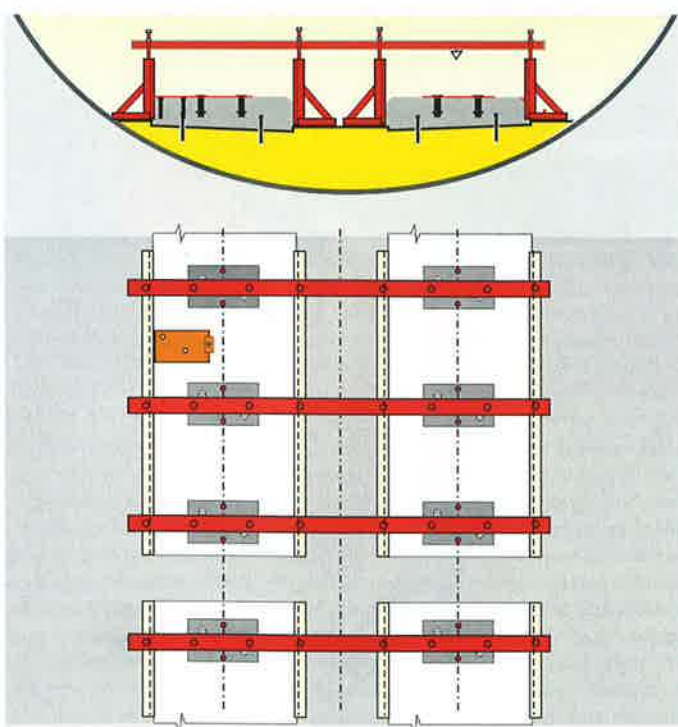
The Prague Metro installation system has advantage of secure high quality of geometry due to running rail used as template, and in simple technology. Adjusting proper geometry is made on the final shape of the slab. Disadvantage is high cost of epoxy resin mortar placed between fastener and concrete slab.

The STEDEF installation system is very simple technology. The anti-vibration quality of system can be improved at low costs even later on, in operation. During its service life the system will bring the advantage in low costs of maintenance.

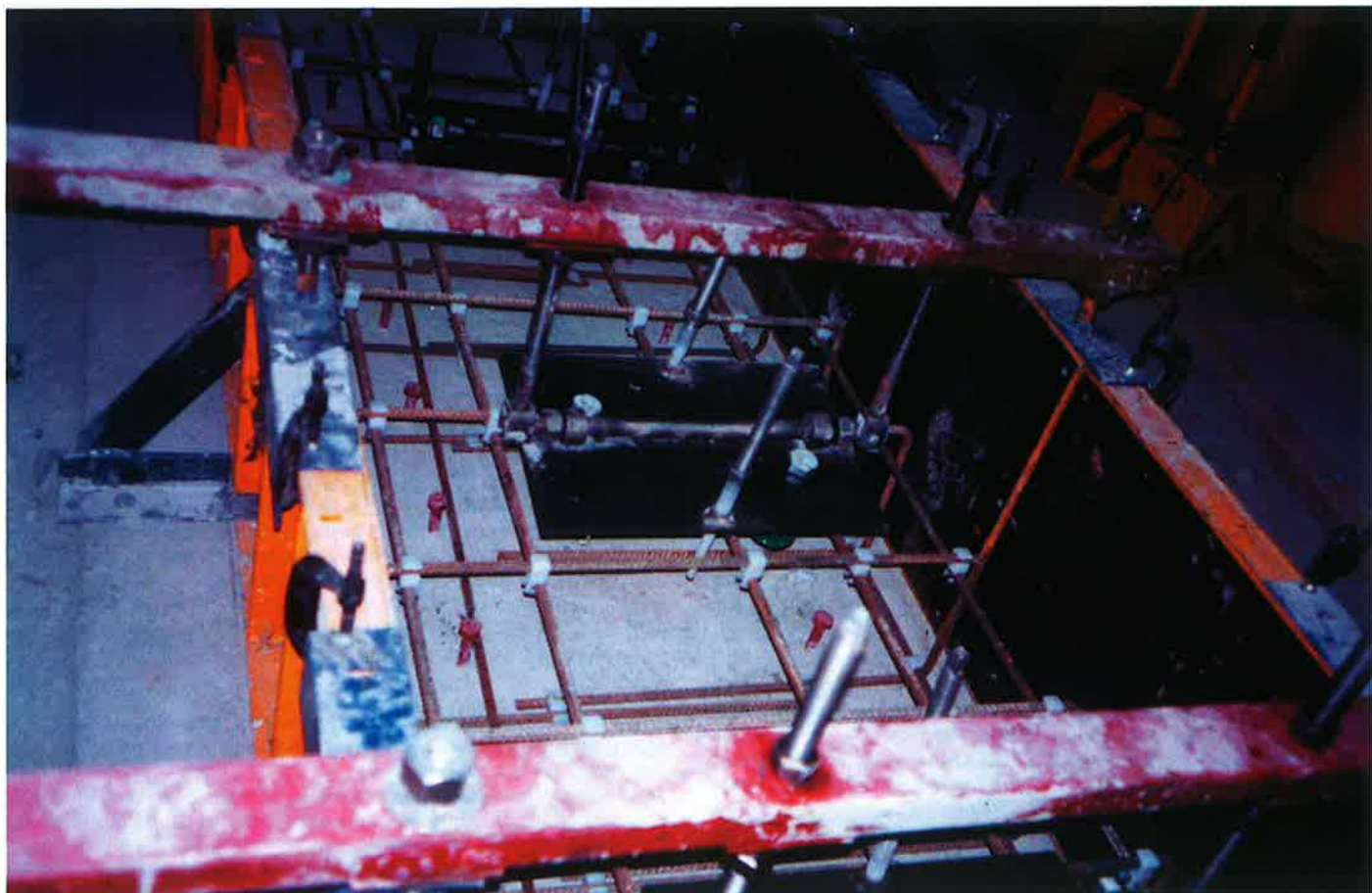
The TSO installation system adjusted Gauge Support Fixtures for each pair of DFF only. In time installation there is no physical interconnection between the neighbouring pairs of DFFs. The rail UIC 60 is a very stiff line element and uncharitable detect any inaccuracy at elevation of the plinth surface in time assembly of track. The space between the lower edge of the fastener and the



Obr. 7 Systém TSO
Fig. 7 TSO installation system



Obr. 8 Systém TE-SHENG a WEEDO
Fig. 8 TE-SHENG and WEEDO installation system



Obr. 9 Detail ocelových šablon systému TE-SHENG a WEEDO
Fig. 9 Detail of insert template TE-SHENG and WEEDO installation system



Obr. 10 Systém TE-SHENG a WEEDO
Fig. 10 TE-SHENG and WEEDO installation system

top surface of plinth was high till to 20 mm and was filled by steel shims thickness of 1-5 mm not too successfully, because the lower edge of the fastener and the upper surface of the plinth weren't often parallel. This was very often cause of debonding of the steel plate and elastomer of fasteners.

The IRON HORSE construction track method makes it possible to fluently change the cant, gauge, direction and elevation of track. The plinth pads are concreted until the lower edge of fasteners, when correct position of fasteners and inserts and rich contact between the lower flat of the fastener and the surface of the reinforced concrete plinth is assured. The GSF can be easily handled and can be set up and used by normally-skilled personnel. The Korean company WEEDO and the Taiwan TE-SHENG contractor Top Down method using forming as an adjusting element for direction (center line of the rail) and screws as adjusting element for elevation of track. The pairs of DFF pads are surveyed separately and there is no physical interconnection between the neighbouring pairs of DFFs. The plinth pads are concreted until lower edge of fasteners also but sometimes the space between the lower edge of the finally installed fastener and the top surface of the plinth was found.

REFERENCES

- [1] Moorhead, W.H.: The PIP-FAST support system for construction direct fixation fastener track, Iron Horse Engineering Co., Suffolk 1995
- [2] STEDEF V.S.B.®, System Ballastless Track, Saint - Cloud 1991
- [3] YAKT, System Ballastless Track, Japan 1960
- [4] Round D.J.: Non-Ballasted Tracks, British Rail Research, Track Technology Course 1993
- [5] DORTS: Taipei Rapid Transit System - Planning Manual, TMARTS, Taipei 1991
- [6] Proceedings Of The 1993 Symposium on Taipei Rapid Transit System, Vols. A, B, C, DORTS - TMG, Taipei 1993
- [7] Chang, Sy: Interface Of Trackwork Construction, Rapid - Transit Technology No. 11, Department of Rapid Transit System - TMG, Taipei 1994
- [8] Mlejnek V., Scháňka J.: Rukověť - Prostorová úprava a kolejový svršek metra, ČSVTS Praha 1986
- [9] Zlámal, J.: Rapid Public Transport Systems in Taiwan, Stavební obzor 6, 8/1997

HOBAS TRUBNÍ MATERIÁL PRO INŽENÝRSKÉ STAVBY

HOBAS TUBE MATERIAL FOR ENGINEERING CONSTRUCTIONS

ING. JAROSLAV KUNC, HOBAS CZ, S.R.O.

ÚVOD

Stavby štolování, štítování, mikrotunelingu a výstavba tunelů mají společný charakter staveb, a to stavby pod zemí, které se řadí mezi jedny z nejsložitějších inženýrských staveb. Snahou této výstavby je zjednodušit technologické postupy s cílem zvýšit kvalitu budovaného díla bez zvyšování nákladů na výstavbu a následující provoz stavby. Pro vodohospodářské stavby je již cca 40 let k dispozici odstředivě litý sklolaminát z nenasyčených polyesterových pryskyřic, vyztužený skleněným vláknem a plněný jemnozrnným kamenivem. Tento materiál je znám ve světě pod názvem HOBAS, neboť tato technologie je pod tímto názvem celosvětově patentována a společnost HOBAS se podílí na vývoji tohoto typu materiálu nejen v oblasti surovin, ale také v oblasti technologického a výrobního zařízení. Použití takto vyráběného trubního sklolaminátového materiálu je společností HOBAS sledováno s cílem poskytnout uživateli co nejvíce informací a získané informace naopak využít ke zlepšení své činnosti. Vedle již běžných aplikací na kanalizace, přívody k malým vodním elektrárnám se oblast použití rozšiřuje i na vodovody a průmyslové rozvody. Vlastnosti trubního materiálu si našly oblibu nejen mezi uživateli a investory, ale také mezi stavebními firmami, které stavby tohoto charakteru realizují. Mezi první „podzemní technologie“ bylo vkládání trubek HOBAS do stávajících trubních řadů (převážně kanalizačních) tak zvanou technologií relining. Počátkem 80tých let nastupuje používání trub HOBAS přímo na protlaky (hlavně pro gravitační kanalizace) metodou řízeného protlaku.

POPIS MATERIÁLU HOBAS, POUŽITÝCH SUROVIN A TECHNOLOGIE VÝROBY

Nové konstrukční materiály, které svými vlastnostmi nahrazují tradiční materiály, se vedle strojírenství a stavebnictví (jako hlavních oborů) uplatňují i v souvisejících oblastech jako je např. vodárenství. Užití plastů v těchto oborech je dáno zejména problematikou ochrany konstrukčních materiálů proti účinkům koroze jako limitujícího prvku ke stanovení optimální životnosti. V převážné míře se ve strojírenství jedná o problematiku ochrany ocelových konstrukčních prvků proti zvyšující se agresivitě prostředí. Jedním z materiálů, které splňují vysoké nároky konstruktérů, jsou kompozitní materiály z uhlíkatých nebo skleněných vláken, které jsou spojeny různými typy pryskyřic. Kompozitní materiály se pro svoje vlastnosti (pevnost, odolnost proti korozi, pružnost, nízká hmotnost apod.) užívají stále více nejen ve strojírenství (náhrada za kovy), ale i ve stavebnictví. Ve stavebnictví (a zejména u staveb v podzemí) se mezi největší problémy ukazuje vodotěsnost a trvanlivost betonu při působení podzemní vody a trvanlivost výztuže u železobetonových a předpjatých konstrukcí. Jednou z technologií zpracování pryskyřic, skleněného textilního vlákna a plniva je odstředivě litá technologie výroby trub. Takto vyrobený materiál splňuje základní kritérium kvality; kvalitní výrobek je podmíněn nejen kvalitními surovinami při výrobě, ale i kvalitní technologií zpracování. Na sklolaminát není třeba pohlížet jako na něco exotického. Jedná se o kompozitní materiál jako je např. železobeton a obdobně jako u železobetonu se suroviny zhutňují vibrací, lisováním, vakuováním a odstředováním pro zajištění požadovaných vlastností (dlouhodobých), tak i při zpracování sklolaminátů zabezpečuje energie odstředováním při zpracování surovin maximální zhutnění a tím zajištění soudržnosti všech používaných surovin a nepropustnost stěn.

ODSTŘEDIVĚ LITÝ SKLOLAMINÁT PRO VODÁRENSTVÍ

1. TECHNOLOGIE VÝROBY A VÝROBNÍ PROGRAM

Trubní systémy z tohoto typu materiálu, který se v zahraničí používá již cca 40 let, představuje novou generaci trubního materiálu pro vodovodní, kanalizační, ale i jiné průmyslové řady pro přenos kapalin všeho druhu. Jedná o vyztužené sklolaminátové trubky vyráběné odstředivým litím do dutých forem. Formy se při výrobě otáčejí při současném automatickém dávkování materiálu (polyesterová pryskyřice, skelné vlákno, křemenný písek a další přísady podle požadavků) v předepsaném poměru. Touto technologií dochází k odstranění veškerých vzduchových a plyných pórů a kapilár,

INTRODUCTION

Constructions realized by means of galleries, shields, microtunnelling and tunnel constructions have a common character of construction, viz. they are underground constructions which are ranked among the most complicated engineering constructions. The aim of such constructions is to simplify technological methods and to increase the quality of the constructed work without increasing costs both for the construction and for the following operation of the work. For water supply constructions there is available, for about 40 years, a centrifugally cast glassfibre reinforced polyester with a fine grain aggregates as an infill. Said material is known in the world under the name HOBAS, because this technology has been patented all over the world, and the company HOBAS takes part in the development of this type of material not only in the sphere of raw materials, but also in the sphere of technological equipment and production one. The application of the tube glassfibre reinforced plastic produced in said way is watched by the company HOBAS with the aim to provide customers as many information as possible, and to utilize the gained information for improving its activities.

Besides usual applications for sewerage, conduits to small water power plants, the sphere of application has been spread even to water-works constructions and industrial distribution systems. Properties of the tube material have stood favour not only among customers and investors, but also among building firms which realize constructions of said type. As one of the first among "underground technologies" there may be ranked an inserting of tubes HOBAS into existing tube systems (mostly sewerage ones) by means of a so called relining technology. At the beginning of eighties there started a method to use tubes HOBAS directly for jacking (mainly for gravitation sewerage) by means of the method of a controlled pipe jacking.

DESCRIPTION OF THE MATERIAL HOBAS, OF APPLIED RAW MATERIALS AND OF THE PRODUCTION TECHNOLOGY

New construction materials, the properties of which replace traditional materials, have been applied, besides mechanical engineering and civil engineering (as main branches) even in neighbouring branches such as e.g. in water-works construction. The use of plastic materials in said branches results in the first place from problems concerning protection of construction materials against corrosion effects as the limiting element for determining the optimum service life. In the mechanical engineering, it concerns mostly protection problems of steel structure elements against an increasing environmental aggressivity. One sort of the materials which comply with high requirements of designers, are composite materials of carbon fibres or glass ones which are joined by means of various kinds of resin. Composite materials are used because of their properties (strength, resistance against corrosion, elasticity, low weight, and the like) more and more not only in mechanical engineering (instead of metals), but in civil engineering too. In civil engineering (particularly as to underground constructions) there are ranked among the most complicated problems in the first place both the service life and the waterproof property of concrete at underground water effects, as well as the reinforcement service life of reinforced concrete structures and prestressed concrete ones. The production technology for centrifugal casting of tubes is one of the technologies for processing resin, manufacturing of glass textile fibres and fillings. The material produced in this way complies with the basic criterion of quality. A first-quality product is conditioned not only by first-quality raw material applied for its production, but also by a first-quality processing technology. Glassfibre reinforced polyesters need not be considered as something

kteří se do materiálu dostanou jednak při homogenizaci pryskyřice a jednak během dávkování jednotlivých vrstev. „Odplynění“ stěny trub spolu s dokonalým zhuštěním zaručuje dlouhodobou pevnost a nepropustnost trub a spolu s použitím nekorodujících materiálů vytváří spolehlivé trubní systémy pro kanalizační a vodovodní řady.

Trouby se běžně vyrábějí od profilu DN 150 do DN 2400 v délce max. 6 metrů pro libovolný pracovní přetlak PN 1 až PN 25. Tuhost je standardně ve třídách SN 2500, SN 5000 a SN 10000. Volba tuhosti je navrhována podle zatěžovacích vlivů s výpočtovými hodnotami vztaženými k 50leté životnosti a v případě nutnosti lze navrhnuv tuhosti i mimo standardní třídy. Součástí výrobního programu je široké spektrum tvarovek vyráběných „na míru“. Rozměrová řada trub o profilu DN 150 až DN 500 dovoluje kombinovat trouby s tvarovkami z litiny, neboť rozměrová řada je s tímto materiálem plně kompatibilní (litinová hrdla typu TYTON). Pro ostatní profily jsou dodávány tvarovky ze sklolaminátu nebo nerezové oceli podle projektovaných požadavků a výrobních možností.

2. TYPY SPOJŮ

Základní verzí pro kanalizační i vodovodní řady jsou spojky opatřené na vnitřní straně těsnícím materiálem. Pro splaškové kanalizace a vodovody se pro těsnící materiál používá výhradně syntetického kaučuku na bázi etylenpropylénu (EPDM), který je odsouhlasen pro styk s pitnou vodou prakticky na celém světě a má potřebnou trvanlivost. Tento typ kaučuku používají většinou všichni výrobci trubek s těsněním v hrdlových spojkách. Existuje dvojitý typ spojek, odštěďované (do profilu DN 500) pouze s těsnícími kroužky (označované jako DC) nebo navíjené s vnitřní ochrannou profilovanou fólií (od DN 150 do DN 2400 označované FWC). Oba typy spojek jsou rovnocenné a jejich volba je dána technologickým zařízením výrobních závodů ve světě. Spojka se ve výrobním závodě nasadí na jeden konec trouby a tvoří tím hrdlo trouby. Na stavbě se potom druhý hladký konec zasouvá do nasazené spojky bez jakýchkoliv požadavků na lepení spojů či provádění jakýchkoliv úprav. Jedná se tak prakticky o hrdlové spoje. Stejným způsobem jsou napojovány tvarovky HOBAS. Zvláštním typem spojů jsou spojky typu DCL. Jedná se prakticky o spojku typu DC, která je navíc opatřena na vnitřní straně drážkou. Konce trub jsou též opatřeny drážkou tak, že po spojení trubek do sebe je do těchto drážek zasunutý pero z pružného avšak tvrdého materiálu (silon, teflon) tak, že je vytvořen pevný spoj schopný přenášet osové tahové síly. Tento spoj se používá jen ve vyjimečných případech a jeho použití je vždy konzultováno s výrobcem.

Druhým zvláštním typem spojů jsou spojky typu WKH. Jedná se prakticky o spojku, která svým vnějším lícem odpovídá vnějšímu průměru spojovaných trub. Pro spojení jsou konce trub upraveny podle typu použitého těsnění. Tento spoj se používá převážně pro řízené protlaky, při nedostatku místa se užívají i pro relining rekonstruovaných beztlakých řadů. Od roku 1998 je evidována referenční stavba s použitím upravených spojek typu FWC i pro protlaky, kde je zabezpečeno použití i pro vyšší vnitřní tlak budovaného řadu. Doplnkovým typem spojek jsou montážní spojky. Tyto jsou na vnitřní straně opatřeny profilovanou těsnící fólií a k vnějšímu povrchu trub jsou dotaženy vnějším kovovým pláštěm pomocí šroubů.

Vzhledem k technologii výroby trubek není třeba při spojování trubek sledovat na stavbě změny v dodávané kvalitě (změna tlakové nebo tuhostní třídy na trase), neboť všechny trouby mají přesný kalibrovaný vnější povrch (nebo úpravu konců trub u spojek WKH, popř. upravených spojek FWC pro protlak).

3. ZPŮSOB NAPOJOVÁNÍ TVAROVEK A ARMATUR

Napojování tvarovek (vyrobených z trub laminací do tvaru podle projektu) je shodné jako u trub, tj. pomocí spojek DC, FWC popř. DCL. Pro profil DN 150



Obr. 1: Uložení trub do manipulační chodby a postup při montáži
Fig. 1: Laying down of tubes into a service corridor and advance during the assembly

exotic. It concerns a composite material such as e.g. reinforced concrete, and, analogously as at reinforced concrete, raw materials are compacted by vibration, pressing, vacuum dewatering and centrifuging, to secure required (long-term) properties, even at processing glassfibre reinforced polyesters, the centrifugal power secures the maximum compacting at processing raw materials and in this way a coherence of all applied raw materials and impermeability of walls.

CENTRIFUGALLY CAST GLASSFIBRE REINFORCED PLASTIC FOR WATER-WORKS CONSTRUCTION

1. PRODUCTION TECHNOLOGY AND PRODUCTION PROGRAMME

Tube systems made of said type of material which is used abroad for about 40 years, represents a new generation of tube materials for water-supply systems, sewerage systems and even other industrial systems for transporting liquids of any kind. It concerns glassfibre reinforced plastic tubes produced by means of a centrifugal casting in hollow moulds.

Moulds are rotating during the production at a simultaneous automatic dosing of material (unsaturated polyester resin, glass fibre, quartz sand and further admixtures according to requirements) in the prescribed proportions. This technology removes all air and gas voids and capillaries which come into material during resin homogenization and during dosing of individual layers. A "degassing" of the tube wall, together with a perfect compacting, secures a long-term strength and impermeability of tubes, and, together with an application of non-corrosive materials, forms reliable tube systems for sewerage and water-supply.

Tubes are usually manufactured from DN 150 up to DN 2400, in the max. length of 6 metres for arbitrary working overpressure of PN 1 up to PN 25. The rigidity is usually in standardized classes SN 2500, SN 5000 and SN 10000. The rigidity choice is designed with respect to loading effects, with calculation values related to service life of 50 years, and, in case of need, the rigidity may be designed even outside standardized classes. A part of a production programme is represented by a wide spectrum of fittings manufactured in sizes and shapes according to requirements. Size series of tubes of DN 150 up to DN 500 allows to combine tubes with fittings made of cast iron, because the size series is fully compatible with this material (cast iron sockets of the type TYTON). For other profiles there are delivered fittings made of glass laminated material or of stainless steel according to designed requirements and production possibilities.

2. TYPES OF JOINTS

The basic version for sewerage systems and water-supply ones are represented by couplings provided inside with a sealing material. Sealing material for sewerage and water supplies is made only of synthetic rubber on the base of ethylenepropylene (EPDM), which has been approved for a contact with drinking water all over the world, and it has the needed service life. Said kind of rubber is used in fact by all manufacturers of tube and pipes with a sealing in spigot and socket joints. There exist two types of couplings, viz. centrifuged ones (up to DN 500) only with sealing rings (indicated as DC) or wound ones with an internal protective profiled foil (from DN 150 up to DN 2400 indicated FWC). Both types of couplings are equivalent and their choice depends upon the technological equipment of manufacturing plants in the world. The coupling is slid onto one end of the tube and so it forms a socket of the tube. Then, on the construction site, the other smooth end is slid into said socket without any requirements for gluing the joints or for making any adaptations. In fact it concerns spigot and socket joints. HOBAS fittings are joined in the same way.

A special type of joints is represented by couplings of the DCL type. In fact, it concerns a coupling of the DC type, which is, more over, provided on the internal side with a groove. Ends of tubes are also provided with a groove, so that after having joined the tubes together, a tongue made of an elastic but strong material (silon, teflon) is slid in, so that a firm joint is made which is able to transfer axial tractive forces. This joint is used only in exceptional cases and its application must be always consulted with the manufacturer.

Another special type of joints is represented by couplings of WKH type. In fact it concerns a coupling, the external surface of which corresponds with the external diameter of tubes being joined. Ends of tubes are adapted for mutual joining with respect to the type of the applied sealing. Said joint is used mostly for controlled pipe jacking. If there is not enough place, they are used even for relining of reconstructed pressureless tubing. Starting the

až DN 500 lze využít hrdlových tvarovek litinových (vždy pouze s typem hrdla TYTON nebo je nutné jiný typ hrdla konzultovat). V sortimentu sklolaminátových tvarovek jsou i přírubová zakončení převážně s převlečnou točivou přírubou v přímé trase i na odbočkách. V případě složitosti tvaru popř. vysokých provozních tlaků (nad PN 10) bývají tvarovky vyrobeny z nerezové oceli a jejich konce obrobena na profil sklolaminátových trub. Spojení je pak možné sklolaminátovou spojkou nebo montážní spojkou. Nedoporučuje se používat na trouby samostatné samosvorné příruby. Přírubové armatury jsou napojeny pomocí litinových (do DN 500) přírubových tvarovek, sklolaminátových nebo nerezových přírubových tvarovek.

4. PRAVIDLA PRO NAVRHOVÁNÍ

Technologie výroby umožňuje odstupňovat tlakové i tuhostní třídy podle předpokládaných hydraulických a statických vlivů. Pro navrhování kapacity a tím i profilu potrubí lze volit součinitel drsnosti odpovídající hodnotám pro skleněná potrubí. Pro statiku na vnější zatížení existuje metodika výpočtů (Směrnice ATV A-127), která je obecná i pro další trubní materiály používané pro vodovody (např. litina, ocel, PVC a HDPE). Při posuzování tlakových rázů jsou hodnoty příznivější než u "tvrdých" kovových potrubí, neboť rázová vlna se materiálem šíří pomaleji a je utlumována samostatným trubním materiálem a i pružným těsněním spojek. Zabudování těsnění do konstrukce spojek garantuje těsnost i při podtlacích, garance jsou závislé na projektovaných hodnotách. Tvarovky (sklolaminát nebo nerez) lze navrhovat podle potřeb projektu a projektant není omezen výrobním sortimentem. Není třeba posuzovat korozní vlivy na agresivitu půdy nebo jiných souvisejících vlivů. Výroba se vždy přizpůsobuje projektovaným parametrům tak, aby při dostatečné bezpečnosti nebyla dodávka zbytečně předimenzována. Je doporučeno vstoupit do přímého jednání s výrobcem a dodavatelem. Trasy lze navrhovat jako nadzemní, podzemní nebo v kolektorech. Pro tlakové řady je třeba vždy zvažovat vlivy vyplývající z hrdlového spojení trub a tvarovek.

5. POŽADAVKY NA DOPLŇKOVÉ KONSTRUKCE

Doplňkovými konstrukcemi jsou převážně kotevní bloky a opěry, které se navrhují shodně s ostatními trubními řady z hrdlových trub. Není třeba navrhovat žádná dodatečná protikorozní opatření. Pro nadzemní trasy nebo podzemní trasy tlakových řadů je nutné navrhovat opěry. Umístění a velikost opěr závisí na velikosti profilu a tlakové i tuhostní třídě. Vzhledem k nekovovému charakteru potrubí bývá pro potřebu provozovatelů nad potrubí umístována výstražná fólie doplněná kovovou páskou.

6. POŽADAVKY NA MANIPULACI

Trouby jsou dodávány v balících na dřevěných podkladcích. Není dovoleno skládat balíky podvázáním jedné z trub, balíky se skládají z aut nebo vagónů jako celek a to buď vysokozdvíhacím vozíkem potřebné nosnosti nebo jeřábem. Manipulace je s ohledem na nízkou hmotnost jednoduchá a lze ji přirovnat k manipulaci s PVC u profilů do DN 400. Skládání trub vyžaduje pouze rovnou a pevnou plochu bez jakékoliv ochrany proti klimatickým vlivům. Samostatné trouby a tvarovky lze přenášet ručně (podle celkové hmotnosti 1 kusu) nebo vhodnými zvedacími mechanismy. Pro transport samostatných trub je doporučeno používat textilní popruhy (zvýšení tření a tím i zvýšení bezpečnosti práce) umístěné v těžišti pro snadnější vyvažování trub. Je zakázáno zvedat trouby nebo tvarovky pomocí háků zaháknutých do vnitřního povrchu. Je doporučeno seznámit se s montážními podmínkami na konkrétní právě probíhající stavbě.



Obr. 2 Položené vedení s vybetonovanou průsakovou vrstvou
Fig. 2 Laid down line with a drainage layer

year 1998, there exist reference constructions with application of adapted couplings of the FWC type even for pipe jacking methods, if there is secured an application even for a higher internal pressure of the respective tubing. An additional type of couplings is represented by field couplings. Said joints are provided on the internal side with a profiled sealing foil, and they are tightened to the external surface of tubes by means of an external metal jacket with bolts. With respect to the production technology of tubes, it is not necessary, when joining tubes, to watch on the construction changes in delivered quality (a change of a pressure class or rigidity one on the line), because all tubes have a precise, calibrated external surface (or adaptation of tube ends at WKH couplings, eventually adapted FWC couplings for pipe jacking).

3. METHOD FOR JOINING FITTINGS AND VALVES

Joining of fittings (produced from tubes by cast into the shape according to the design) is identical as of tubes, i.e. by means of DC couplings, FWC resp. DCL ones. For DN 150 up to DN 500 there may be utilized cast iron fittings (always only with the socket TYTON, or it is necessary to consult another socket type). In the assortment of glassfibre reinforced plastic fittings there are included even flange endings mostly with a slip-on turnable flange in the direct line and even in branch lines. In case that the shape is complicated, or if there exists high operational pressure (over PN 10), the fittings are usually manufactured of stainless steel and their ends are machined to the profile dimension of glass laminated tubes. The joining is then possible by means of a glassfibre reinforced plastic coupling or a field coupling. It is not recommended to use self-locking flanges for tubes. Flange fittings are joined by means of cast iron (up to DN 500) flange fittings, glassfibre reinforced plastic or stainless flange fittings.

4. RULES FOR DESIGNING

The production technology makes it possible to differ pressure classes and rigidity ones with respect to expected hydraulic or static influences. For designing capacity, and in this way even the tube profile, it is possible to choose a rigidity coefficient corresponding with values for glass piping. As to statics for external loading there exist a calculation method (Instruction of ATV A-127) which is general even for further tube materials applied for water-supplies (e.g. cast iron, steel PVC and HDPE). When evaluating pressure shocks, values are more convenient than if it concerns "hard" metal piping, because the shock wave is spread in the material slower and it is damped by the tube material and also by the flexible sealing of couplings. A building in of sealing into couplings guarantees a tightness even at underpressure. The guarantees depend upon designed values. Fittings (glassfibre reinforced plastic or stainless steel) may be designed according to needs of the project and the designer is not limited by any production assortment. It is not necessary to evaluate corrosion effects as to the aggressivity of soil or any other corresponding effects. Production is always adapted to designed parameters so that, at a sufficient safety, the delivery may be not overdimensioned uselessly. It is recommended to start direct negotiations with the manufacturer and contractor. Lines may be designed as overground or underground ones, or in collectors. For pressure lines, it is necessary always to take into consideration effects resulting from spigot and socket joining of tubes and fittings.

5. REQUIREMENTS FOR ADDITIONAL STRUCTURES.

Additional structures are mostly represented by anchor blocks and supports which are designed identically with other tube lines made of socket tubes. It is not necessary to design any additional anticorrosion measures. For overground or underground pressure lines, it is necessary to design supports. Any location and size of supports depends upon the profile size and upon the pressure class and rigidity one. With respect to the non-metal character of the piping, there used to be situated a warning foil completed with a metal band over the piping and for the need of operators.

6. HANDLING REQUIREMENTS

Tubes are delivered in packages on wooden stay sills. It is not allowed for packages to be unloaded by placing slings under a single tube. Packages are to be unloaded from lorries or wagons as a unit, i.e. either by means of a lifting truck of the needed carrying-power or by means of a crane. Any handling is easy and simple with respect to a low weight, and one may compare it to a handling with PVC as to profiles up to DN 400. Storing of tubes

7. POŽADAVKY NA ZEMNÍ A MONTÁŽNÍ PRÁCE

Pro pokládku trub je charakteristická možnost využití bagru (potřebné nosnosti na rameni) nejen při ukládání trub do výkopu ale i při spojování položených trub. Minimální potřeba mechanizace příznivě ovlivňuje požadavky na šířku pracovního pruhu. Zemní a montážní práce lze přirovnat k pokládce PVC (obdobná hmotnost), při obsypce lze využít hrubší materiál. Max. velikost zrna obsypů by neměla být větší než je tloušťka stěny ukládané trouby. Jako dostatečné bývá považováno zhutnění obsypů v zóně trouby na hodnotách 90 % dle Proctora. Technologie provádění obsypů a zásypů má vliv na statický návrh tuhosti trub a bývá proto konzultován při zpracování návrhu. Výrobce doporučuje s ohledem na významnost vodovodních řadů a mnohdy nepředvídatelné postupy na stavbě volit tuhost SN 10000 (odpovídá přibližně běžným ocelovým trubkám). Pro urychlení postupu výstavby je doporučováno trasu zasypávat i před tlakovou zkouškou (norma DIN na rozdíl od stávající ČSN nepředepisuje striktně volná hrdla při tlakové zkoušce) z důvodu dostatečné stability uložené trasy i z důvodu snížení negativních vlivů na pozemky vlivem liniové výstavby. Pro podzemní stavby je neopomenutelnou vlastností nízká hořlavost relativně (oproti běžným plastům) vysokým bodem vzplanutí a v případě vzniku požáru minimum škodlivých zplodin hoření (při nedostatku vzduchu však vzniká kysličník uhelnatý jako při každém hoření s nedostatkem kyslíku). Zkouška hořlavosti, vzniku ohně a složení zplodin hoření byla provedena podle ČSN 73 0852, ČSN 64 0149 a jeho použití v podzemí odpovídá požadavku § 185 Vyhlášky ČBÚ č. 22/89 Sb.

8. POŽADAVKY NA TLAKOVÉ ZKOUŠKY

Pro tlakové zkoušky platí pravidla shodná pro řady z hrdlových trub a to zejména odpovídající opěrné konstrukce pro tvarovky na zkoušeném úseku a opěrné konstrukce pro uzavírací čela. Trubní systémy dodávané v tlakových třídách pro provozní tlaky mají ve své kvalitě dodávky vždy rezervu pro 1,5-násobek zkušební tlaku. Při zkoušení lze zkoušky provádět na zasypané trase (tj. bez odkrytých spojů) podle požadavků DIN 4279 i na uložené trase s odkrytými spoji podle ČSN 75 5911.

9. LEGISLATIVNÍ PRAVIDLA A PŘÍKLADY STAVEB V ČR

Potrubí splňuje požadavky na legislativu příslušného státu v místě použití. Pro použití trubních materiálů na vodovody i kanalizace platí v ČR zákon č. 22/1997 Sb. spolu se souvisejícími nařízeními vlády k vyjmenovaným stavebním



Obr. 3 Pohled na položené průsakové vedení
Fig. 3: View onto an installed drainage

requires only a flat and firm surface without any protection against weather influences. Individual tubes and fittings may be transported manually (with respect to the total weight of 1 piece) or by means of suitable lifting mechanisms. For transporting individual tubes, it is recommended to apply textile straps (increased friction and in this way even increased safety of work) situated in the point of balance for an easier balancing of tubes. It is forbidden to lift tubes or shaped pieces by means of hooks hooked on the internal surface. It is recommended to get acquainted with assembly conditions concerning the particular construction and the construction being realized.

7. REQUIREMENTS FOR GROUND WORKS AND ASSEMBLY ONES

For lowering tubes, it is characteristic a possibility to utilize an excavator (of a needed carrying-power on an arm) not only when lowering tubes into the trench, but even when joining the laid down tubes. The minimum need of mechanization affects favourably requirements for the width of the right of way. Ground works and assembly ones may be compared to laying down of PVC (analogous weight). If it concerns a backfilling, a more coarse material may be used. Max. grain size of backfill should not be larger than the wall thickness of the laid down tube. As sufficient, there is considered a degree of compaction value of 90 % , according to Proctor, of backfill in the tube zone. The technology of backfilling affects the static design of the tube rigidity and that is why it is usually consulted when elaborating the design. The manufacturer recommends, with respect to the importance of water-supply lines and many times unforeseenable processes on the site, to choose the rigidity of SN 10000 (it corresponds approximately with usual steel pipes). To accelerate the construction advance, it is recommended to perform the backfilling of the line even before the pressure test (the standard DIN unlike to the existing Czech standard does not strictly lay down free sockets at a pressure test) due to a sufficient stability of the laid down line and even due to decreasing negative effects on the land along of the line construction. For underground structures, there is necessary a low inflammability and relatively (with respect to usual plastic materials) high inflammation point, and, in case of a fire rise, minimum harmful products of burning (in case of a lack of air, though, carbon monoxide arises at any burning with a lack of oxygen) which represent an unneglectable property. The inflammability test, the test of a fire rise and composition of burning products were performed according to CSN 73 0852, CSN 64 0149 and their application in the underground corresponds with the requirement of Section 185 of the Directive of the Czech Mining Office No. 22/89 Coll.

8. REQUIREMENTS FOR PRESSURE TESTS

As to pressure tests there are valid rules identical for lines made of socket tubes, viz. particularly respective supporting structures for fittings in the section being tested, and supporting structures for end caps. Tube systems delivered in pressure classes for operational pressure have in their delivery quality always a reserve of 1.5 multiple of the test pressure. During testing, tests may be performed on a backfilled line (i.e. without uncovered joints) in compliance with requirements of DIN 4279, and also on the lowered line with uncovered joints according to CSN 75 5911.

9. LEGISLATIVE RULES AND EXAMPLES OF CONSTRUCTIONS IN THE CZECH REPUBLIC

The piping complies with requirements for legislative of the respective state on the place of application. For applying tube materials concerning water-supply lines and sewerage, there is valid in the Czech Republic the Act No. 22/1997 Coll. together with corresponding Decrees of the government to specified building products which can endanger health and safety of persons. Tube materials are subject to the obligatory certification, and the firm HOBAS CZ received for it, as well as for other production plants of HOBAS in Europe, the respective certificates. An approving standpoint for applying tube lines for water-supply lines has been also issued by the Main Hygienist of the Czech Republic. In the Czech Republic, the tube systems for underground structures are used mostly for water-supply distribution systems and sewerage ones in collectors and technical corridors. Another application resides in outfit of driven galleries with statically weight-carrying and statically non-weight-carrying tubes. All is aimed to provide the structure with a chemically and mechanically resistant tube material against a chemical aggressivity and against affects of stray currents. One of the

výrobků, které mohou ohrozit zdraví a bezpečnost osob. Trubní materiály podléhají povinné certifikaci a firma HOBAS CZ má pro sebe i ostatní výrobní závody HOBAS v Evropě vydány příslušné certifikáty. Pro použití trubních řadů pro vodovody je vydáno souhlasné stanovisko hl. hygienika ČR.

V rámci ČR se trubní systémy pro podzemní stavby nejčastěji používají pro vodovodní a kanalizační rozvody v kolektorech a technických chodbách. Další aplikací je vystrojení ražených štol staticky nosnými i staticky nenosnými troubami. Důvodem je zajištění stavby chemicky i mechanicky odolným materiálem proti chemické agresivitě a proti účinkům bludných proudů. Jedním z příkladů je použití trub při výstavbě kanalizačního sběrače v Praze (popis stavby byl zveřejněn v čísle 3/99 tohoto časopisu). Dalším případem je renovace stávajících stok i vodovodů metodou relining, tj. vkládání nových trub do havarovaných úseků. Jako referenci lze jmenovat opravu vodovodního řadu Pražských vodáren v areálu vodojemu v Praze - Pankráci, kde byly touto metodou použity trouby HOBAS DN 900 v roce 1992. Neopominutelným příkladem je použití trub HOBAS pro protlaky. V ČR dosud realizován jediný protlak profilu DE = 752 mm, DI = 600 mm na úseku kanalizační stoky Z v Ústí/Labem.

10. PŘÍKLADY STAVEB V ZAHRAŇIČÍ

Nejčastějším příkladem je použití trub HOBAS při renovaci stávajících úseků metodou relining. Snížení profilu je vyváženo vynikajícími hydraulickými vlastnostmi materiálu a většinou nedochází k podstatnému snížení kapacity řadu. Další hojně používanou metodou je provádění mikrotunnelingu a protlaků přímo s troubami HOBAS. Jen v Německu, Rakousku, Polsku a Spojených státech je evidováno již více než 50 km řadů provedených řízeným protlakem s vynikajícími výsledky. Snadnost manipulace, rychlost montáže a spolehlivost řadu jako celku našlo uplatnění i při výstavbě silničních tunelů a potrubí HOBAS bylo použito při výstavbě tunelu Karawanken (mezi Slovinskem a Rakouskem) a na řadě tunelů ve Švýcarsku. Na příložených obrázcích je příklad uložení trubní trasy do manipulační chodby mezi dvěma tubusy tunelu pro silniční vozidla a příklad drenáže na dně tubusu. Na stavbách tunelů jen ve Švýcarsku eviduje společnost HOBAS použití svých trub v celkové délce cca 51,5 km v profilech od DN 250 do DN 2000. Jiným případem je použití trub do shybek pod vodními toky (např. použití 2 x DN 1400 pro tlakovou kanalizaci do podchodu Dunaje ve Vídni nebo DN 500 a DN 600 pro vodovod do podchodu Váhu u Hlohovce).

Ve všech případech je společnost HOBAS CZ (spolu se svým technickým a technologickým zázemím v zahraničí) připravena technicky i cenově připravovat podklady k nejhodnější volbě technického i ekonomického řešení stavby jako celku.

examples is represented by the tube application at a construction of the main sewerage line in Prague (the construction description was made public in No. 3/99 of this journal). Another case is represented by the reconstruction of existing sewers and water-supply lines by means of the relining method, i.e. inserting of new tubes into crashed sections. As a reference there can be named the repair of the water-supply line of Prague Water in the area of the reservoir in Prague-Pankrác, where, when using this method, tubes HOBAS of DN 900 were applied in the year 1992. An important example is represented by the application of tubes HOBAS for pipe jacking. Only one case of jacking of a profile DE = 752 mm, DI = 600 mm was realized in the Czech Republic, viz. in the section of the sewer Z in Ústí nad Labem.

10. EXAMPLES OF CONSTRUCTIONS ABROAD.

As the most frequent example there may serve the application of HOBAS tubes for renewing existing sections by means of the relining method. Any decrease of the profile is balanced by exceptional material hydraulic properties, and mostly a considerable decrease of the line capacity does not take place. Another frequently applied method is microtunnelling and pipe jacking directly with tubes HOBAS. Only in Germany, Austria, Poland and the U.S.A. there exist already more than 50 km of lines performed by means of a controlled pipe jacking, viz. with excellent results. Easy handling, quick installation and reliability of the line as a whole found its place even at constructing road tunnels, and tubes HOBAS were applied for the construction of the tunnel Karawanken (between Slovenia and Austria) as well for many other tunnels in Switzerland. On annexed figures, there is shown an example of seating of a tube line into a handling corridor between two tunnel tubes for road vehicles (Fig. 1), and an example of a drainage in the bottom of the tunnel tube (Figs. 2 to 5). At constructions of tunnels only in Switzerland, the company HOBAS registered the application of its tubes in the total length of about 51.5 km in profiles from DN 250 up to DN 2000. As another example, there may serve a tube application in inverted syphons under water courses (e.g. the application of two DN 1400 for a pressure sewerage in the underpass of the Danube in Vienna, or of DN 500 and DN 600 for the water-supply in the underpass of the river Váh near Hlohovec.)

The company HOBAS CZ (together with its technical and technological background abroad) is ready, in all cases, to prepare documents, from the technical point of view and price one, for the optimum choice of a technical and economic solution of a construction as a whole.



Obr. 5 Detail zabudované revizní šachty
Fig. 5: Detail of a built-in inspection shaft



Obr. 4 Detail drenážní vrstvy
Fig. 4: Detail of a drainage layer

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

LYŽAŘSKÉ TUNELY VE FRANCOUZSKÝCH ALPÁCH

SKI TUNNELS IN FRENCH ALPS

ING. RICHARD ŠŇUPÁREK, CSc.

Velké množství českých milovníků lyžování navštěvuje každoročně známá alpská lyžařská střediska. V některých z nich má možnost využívat podzemních dopravních cest, které představují specifický typ podzemních staveb - v podstatě tunelů s výhradně rekreační funkcí.

Existují i krátké tunely s navezeným sněhem, které slouží sjíždějícím lyžařům např. při překonávání skalnatých žeber, jedná se však o marginální malopřůměrové stavby. Naprostá většina lyžařských tunelů slouží dopravě veřejnosti na začátek sjezdovek stejně jako lyžařské lanovky a vleky. Ve srovnání s těmito běžnými lyžařskými dopravními prostředky se tunely vyznačují vyšším komfortem, rychlostí a spolehlivostí, zejména vzhledem k náročným klimatickým podmínkám zimních velehor. Jejich předností je i podstatně menší narušení přírodního prostředí. To je ovšem na druhé straně zapláceno daleko vyššími pořizovacími náklady a proto se výstavba lyžařských tunelů realizuje pouze ve velkých velehorských lyžařských střediscích s dlouhou sezónou a početnou klientelou.

Jako jednu z prvních velkých tunelových staveb s rekreační funkcí lze uvést švýcarskou železniční dráhu na Jungfrauoch, jejíž stavba začala ještě v minulém století (otevřena 1912). Její nejvyšší část, představující spirálově vedený tunel v masivu Eigeru a Jungfrau sice neslouží lyžařům nýbrž turistům, princip však je stejný.

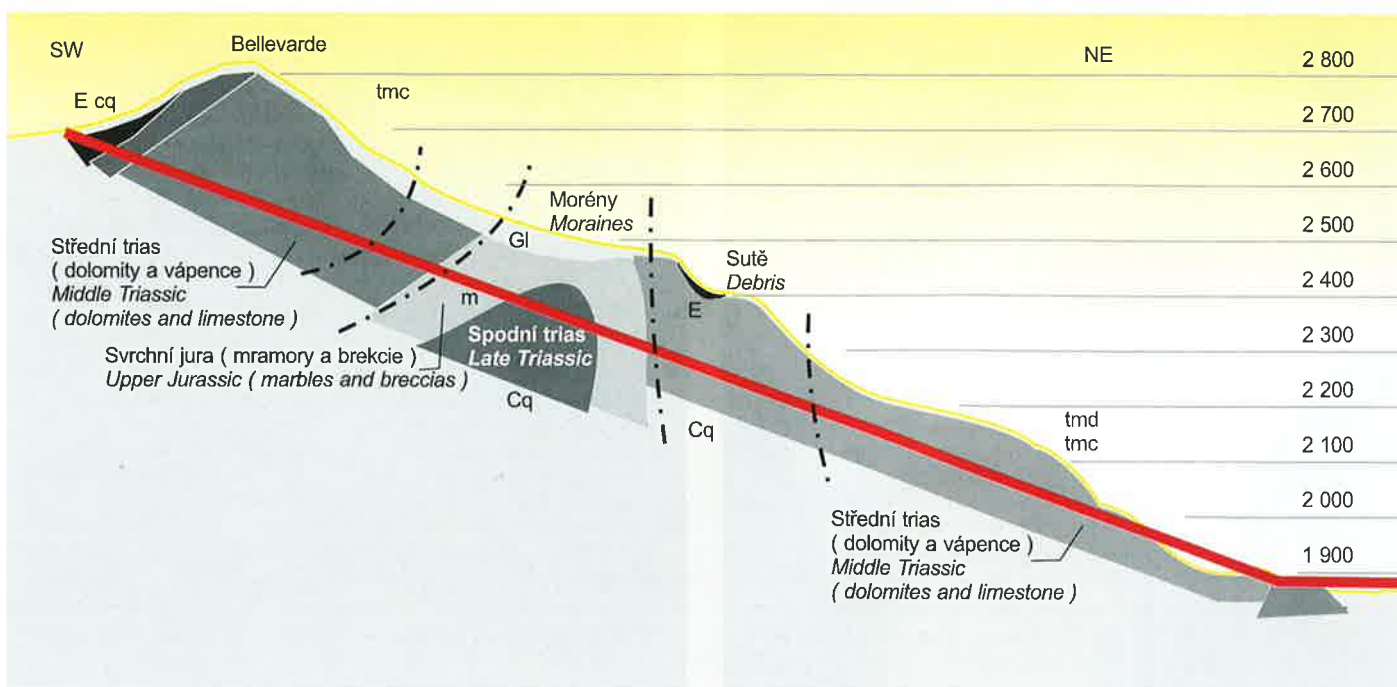
Moderní lyžařské tunely se vyznačují tím, že jejich celé řešení od volby trasy až po zpravidla unikátní, na míru šité vybavení je podřízeno požadavku vysoce kapacitní rychlé dopravy lyžování chtivých cestujících. Dobrým příkladem takového řešení a současně i důkazem pokroku

A large number of ski-loving Czechs annually visit famous ski resorts in the Alps. In some of those, they have a possibility to use underground transportation routes, which represent a specific type of underground works - basically tunnels with purely recreational function.

There are also short tunnels with the floor covered with snow, which serve to downhill skiers for example in crossing rocky ribs, but these are only marginal structures with small cross sections. Absolute majority of the ski tunnels serves, as well as ski lifts and chairlifts, for public transportation to the beginning of ski paths. In comparison with these common ski transportation ways, tunnels distinguish themselves with higher comfort, speed and reliability, especially with regards to severe climate conditions of winter mountains. Significantly smaller impact on the environment belongs to their advantages. On the other hand, however, it is compensated by significantly higher construction costs and therefore construction of such tunnels is only being realized in major mountain ski resorts with a long season and numerous customers.

As one of the first large tunnel constructions with only recreational function we can mention the Swiss railroad track to Jungfrau, whose construction was commenced already in the last century (opened in 1912). Its highest section, represented by a spiral-alignment tunnel in Eiger and Jungfrau massif, however, serves to tourists instead of skiers, but otherwise the principle is same.

The modern ski tunnels distinguish themselves with the fact, that their entire solution from path selection to commonly unique, tailor-made equip-



Obr. 1: Profil tunelu Funival
Fig. 1: Funival tunnel profile

v technologii výstavby v posledních cca 15 letech jsou 2 lyžařské tunely v oblasti lyžařského areálu l'Espace Killy u Val d'Isere v Savojských Alpách. Starší z nich Funival byl postaven v letech 1985 - 1987 pro zimní olympijské hry v Albertville, novější Funiculaire de la Grande Motte byl otevřen v roce 1993.

Funival spojuje vesničku la Daille na okraji Val d'Isere v nadmořské výšce 1798 m s vrcholovou oblastí Rocher de Bellevarde s výškou horní stanice 2688 m. Celková délka tunelu činí 1720 m, dalších 580m tratě ve spodní části je umístěno na viaduktu. Geologický profil tunelu je uveden na obrázku. Je zřejmé, že rozhodující část trasy tunelu je tvořena dolomitickými a vápencovými triasovými horninami.

Vlastní ražba tunelové roury byla prováděna dovrchně pomocí TBM (Wirth) s průměrem vrtací hlavy 4,2 m. Příznivé geotechnické podmínky umožnily ražbu bez provizorní výtuzě a vedly k dosažení rekordního postupu 557 m/měsíc se špičkovým výkonem až 41,5 m/24 hod. Ve střední části byla vybudována s použitím trhačí práce komora pro míjení souprav v eliptickém průřezu s rozměry 6,8 x 4,9 m.

Dopravní zařízení představuje dvojice dlouhých vagonů, uložených na kolejovém podvozku, které se pohybují protisměrně a jsou taženy lanem. Každý vagon pojme 272 cestujících a pohybuje se rychlostí 12 m/s. To znamená, že celou 2300 m dlouhou trasu urazí za 4,5 minuty a zaručuje tak přepravní kapacitu 3000 cestujících za hodinu.

Novější lyžařský tunel Funiculaire de la Grande Motte spojuje oblast Val Claret, což je část známého střediska Tignes, s ledovcovou oblastí ve vrcholové části masivu Grande Motte. Spodní stanice je ve výšce 2100 m n.m., zatímco vrchní stanice se nachází na okraji ledovce ve výšce 3032 m. V celkové délce tunelu 3484 m je dosaženo převýšení 932 m.

Geologický profil tunelu je patrný z obrázku. I když se jedná o stratigraficky i petrograficky podobné horniny jako v předchozím případě, podmínky výstavby tunelu byly výrazně odlišné. Zásadní rozdíl spočívá v existenci ledovce s dnešní rozlohou 440 ha, pod nímž byla ražena cca třetina délky tunelu. Pronikání vod z ledovcového reservoáru po trhlinách a poruchách hluboko do masivu a intenzivní rozpouštění vápencových hornin ledovcovými vodami vytvořilo rozsáhlé krasové oblasti se silným zvodněním, zejména v jurských mramorech a vápencích. To přinášelo značné problémy při ražbě a vyžádalo si i náročný systém drenáží a odvodňování vlastního tunelu.

ment is subject to the requirement of fast and capacity transportation of ski-desiring passengers. Two ski tunnels within the area of ski resort l'Espace Killy near Val d'Isere in Savoie Alps are a good example of such solution while also an evidence of development in construction techniques through the last app. 15 years. The older one, Funival, was built in 1985-1987 for the Winter Olympic games in Albertville. The newer one, Funiculaire de la Grande Motte, was opened in 1993.

The Funival connects the village of la Daille at the edge of Val d'Isere in the altitude of 1798 m with the top area of Rocher de Bellevarde at an altitude of 2688 m. The entire tunnel length measures 1720 m, another 580 m in the lower section is placed on a viaduct. Geological profile of the tunnel is depicted in the figure. It is obvious, that the deciding tunnel section is formed by dolomite and limestone Triassic rocks.

The excavation of the tunnel tube itself was performed upwards using the TBM (Wirth), with the cutterhead diameter of 4,2 m. Favorable geotechnical conditions enabled the excavation without temporary support and led to achievement of a record advance of 557 m/month with a record output of 41,5 m/24 h. In the middle section, a passing chamber with an elliptic cross section and dimensions of 6,8 x 4,9 m was constructed, using drill and blast technique.

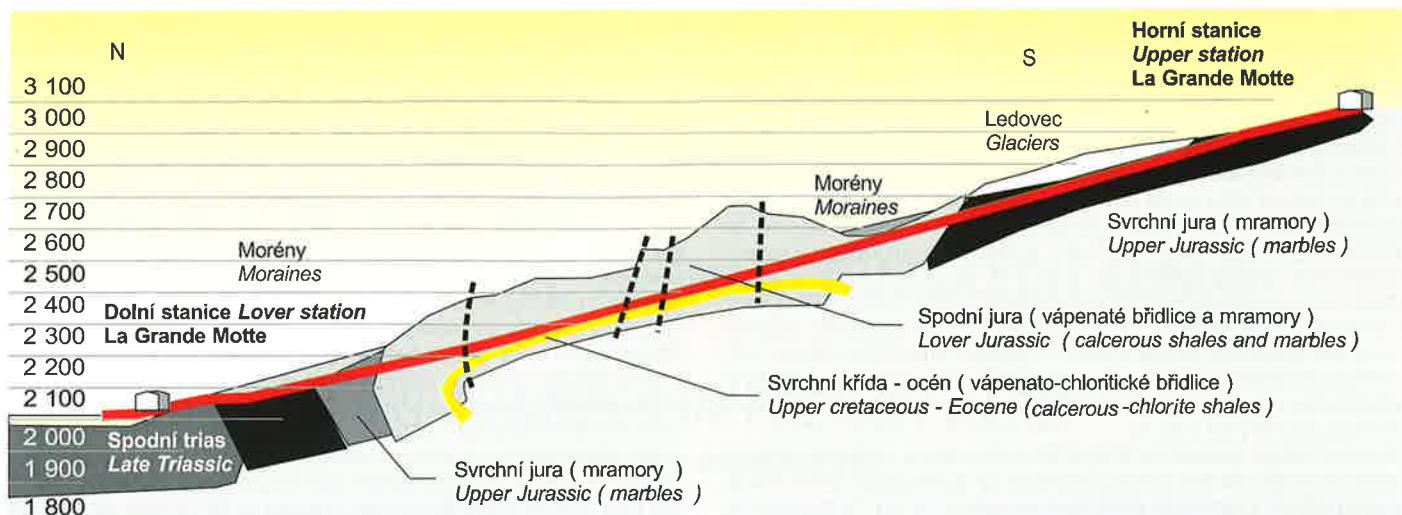
The train consists of two long bodies, installed on rail carriers, which move in counter directions and are dragged by a rope. Each wagon can take up to 272 passengers and moves with a speed of 12 m/s. That means, that it covers the total distance of 2300 m in 4,5 min. And thus guarantees a capacity of 3000 passengers per hour.

The newer ski tunnel Funiculaire de la Grande Motte connects the area of Val Claret, which is a part of the famous ski resort Tignes, with glacier area in the top section of the Grande Motte massif. The lower station lies at an altitude of 2100 m above sea level, while the upper station lies by the edge of the glacier at an altitude of 3032 m. For the total tunnel length of 3484 m, the altitude difference reaches 932 m.

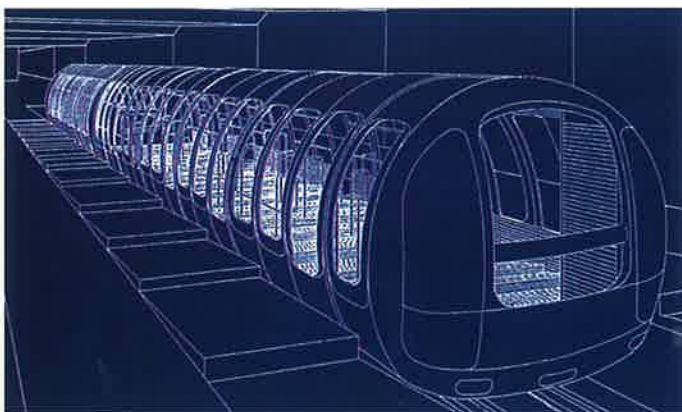
Geological profile of the tunnel is apparent from the figure. Although there are stratigraphically as well as petrographically similar rocks as in the previous case, conditions of the tunnel constructions were significantly unlike. The basic difference lies in the existence of a glacier with today's area of 440 Ha, beneath which app. one third of the tunnel length was driven. Water penetration from the glacier reservoir through fissures and faults deeply into the massif and



Obr. 2: Situace tunelu Funiculaire La Grande Motte
Fig. 2: Situation of the Funiculaire La Grande Motte Tunnel



Obr. 3: Profil tunelu La Grande Motte
Fig. 3: La Grande Motte tunnel profile



Obr. 4: Konstrukce soupravy La Grande Motte
Fig. 4: La Grande Motte train's design

Tunel byl opět ražen pomocí tunelovacího stroje Wirth s průměrem vrtné hlavy 4,3 m. Po vybudování úvodní části a montážní komory v celkové délce 102 m klasickou metodou s trhací prací byla další část tunelu vyražena strojně s průměrným postupem 12 m/den se špičkovým výkonem 35 m/24 hod. Při ražbě bylo použito provizorní výtuzě sestávající ze svorníků a stříkaného betonu, v kritických tektonicky porušených úsecích i ocelové podpěrné výtuzě a litého betonu. Přesto došlo v průběhu stavby k závalu v rozsahu cca 350 m³ hornin, který způsobil zastavení ražby na jeden měsíc. Při likvidaci tohoto závalu byly vybudovány v postižené oblasti dvě boční opěrné betonové zdi. Ve střední části tunelu v délce 200 m byla opět pomocí trhací práce vyražena komora pro míjení souprav o šířce 18 m, další prostory byly vyraženy v oblasti spodní a horní nástupní stanice, kde bylo rovněž použito monolitické betonové výtuzě v celkovém objemu cca 1500 m³ betonu.

Na rozdíl od tunelu Funival, kde přepravní soupravy připomínají svým průřezem klasický obdélníkový vagon, v tomto případě soupravy kruhového průřezu využívají celého tunelového průřezu (průměr přepravní soupravy je 3,55 m) a to umožnilo zkrátit délku soupravy na 31,6 m při maximálním počtu 334 cestujících. Konstrukce vagonů (sklon podlahy) počítá s úklonem trasy a proto mají tyto tunely po celé délce stejné stoupání. Rychlost soupravy činí 12 m/s, což představuje dobu přepravy 6 min. a zajišťuje dosažení maximální hodinové kapacity 3000 lyžařů.

Systém pohonu a zavěšení protisměrně se pohybujících souprav je stejný jako v případě Funivalu. Vysoká bezpečnost provozu je zajištěna několika nezávislými bezpečnostními systémy (automatický pilot, dva automatické bezpečnostní systémy, kabelový bezpečnostní okruh).

Oba tunely již řadu sezon slouží lyžařské veřejnosti a zejména tunel pod Grande Motte se stal páteří celého lyžařského střediska Tignes.

Autor příspěvku děkuje pp. O. Divay (MONTAVAL Val d'Isère) a B. Genevray (STGM Tignes) za laskavé poskytnutí technických podkladů.



Obr. 5: Horní stanice La Grande Motte
Fig. 5: Upper station La Grande Motte

intensive dissolving of limestone rocks by the glacier water created vast karst areas with a strong saturation, especially in Jurassic marbles and limestones. That brought severe problems during the excavation and even required a demanding drainage system and draining of the tunnel itself. The tunnel was again driven with the Mirth tunnel boring machine, with the cutterhead diameter of 4,3 m. After construction of the initial section and a launch chamber in the total length of 102 m using the classical method with drilling and blasting, the following section was driven mechanically with an average advance of 12 m/day with a record output of 35 m/24h. During the excavation, a temporary support made of rock bolts and sprayed concrete was used; in critical tectonically faulted sections of steel supporting arches and cast concrete. Still, a cave-in in a range of 350m³ of rock, which caused suspension of the excavation works for one month, occurred during the construction. During removal of this cave-in, two supporting concrete walls were built in the defected area. In the middle section of the tunnel, a passing chamber 200 m long and 18 m wide was excavated, again using drill and blast. Other spaces were driven in the areas of lower and upper platform stations, where a monolithic concrete support in the total volume of 1500 m³ was used as well.

Unlike the Funival tunnel, where the transportation trains with their cross section remind of classic quadrangular wagon, in this case the trains of circular profile use the entire tunnel cross section (the train's diameter is 3,55 m) and that allowed the trains' length to be shortened to 31,6 m with the maximum amount of 334 passengers. Wagons' design (floor slope) counts with the track inclination and therefore these tunnels have throughout their entire length a uniform ascend. The train's speed is 12 m/s, which makes it a 6-minute travel time and guarantees an achievement of maximum capacity of 3000 skiers per hour.

The propulsion system and the counter-direction suspension of moving trains is the same as in the case of Funival. High operational safety is ensured by several independent safety systems (automatic pilot, two automatic safety systems, safety cable circuit).

Both tunnels have already been serving to the skiing public for number of seasons, and especially the tunnel beneath Grande Motte has become a backbone of the entire ski resort Tignes.

Autor of the contribution thanks to O. Divay (MONTAVAL Val d'Isère) a B. Genevray (STGM Tignes) for gentle grant of the technical information sources.

TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

TECHNICAL MATTERS OF INTEREST

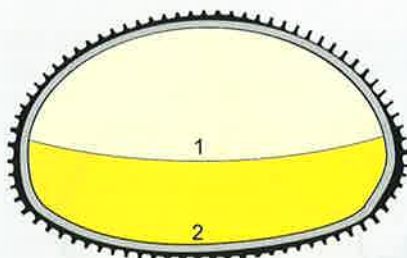
SCHÉMA NEJČASTĚJŠÍCH ČLENĚNÍ VÝRUBU
PŘI RAŽENÍ TUNELŮ NRTMSCHEME OF THE MOST COMMON SEQUENCING
OF TUNNEL EXCAVATION AT THE NATM

RNDr. OTAKAR TESAŘ, DrSc., GEOTEC GS A.S.

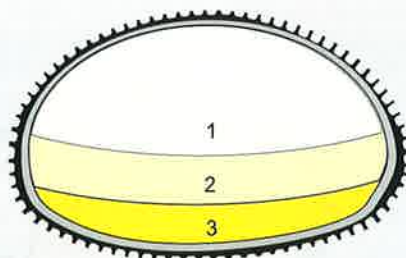
V následujícím příspěvku jsem se snažil shrnout a alespoň schematicky znázornit různé typy členění výrubu při ražení novou rakouskou tunelovací metodou, které byly použity na různých tunelových stavbách ve světě. Účelem příspěvku není detailně popisovat jednotlivá členění výrubů, ale dát námět projektantům a dodavatelům stavby pro jejich optimální návrh ražení. Čtrnáct základních schémat členění výrubu je možné použít pro různé profily tunelů. Každý obrázek je doplněn o lokalitu, kde bylo členění výrubu prakticky využito. Počet čtrnácti uvedených schémat jistě není konečný, ale v zásadě se bude s malými obměnami opakovat.

In the following contribution, I have tried to summarize and at least schematically illustrate various types of sequencing of excavations by the New Austrian Tunneling Method, which has so far been used at different tunnel constructions throughout the world.

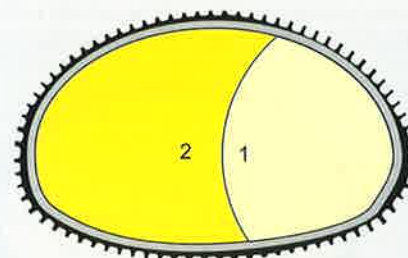
It is not a purpose of this contribution to precisely describe individual sequences, but to give a topic to designers as well as to contractors for their optimum excavation designs. It is possible to use fourteen basic schemes of the sequencing for various tunnel profiles. Each of the figures is supplemented with its locality, where the sequencing was used in action. The number of fourteen introduced schemes is certainly not definite, but it will basically, with minor variations, reiterate.



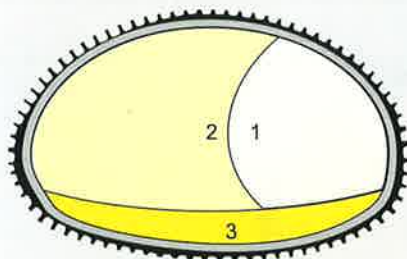
Japonsko - Iwate Žel. tunel
Brazílie - Aerton Senna tunel
Japan - Iwate railroad tunnel
Brazil - Aerton Senna tunnel



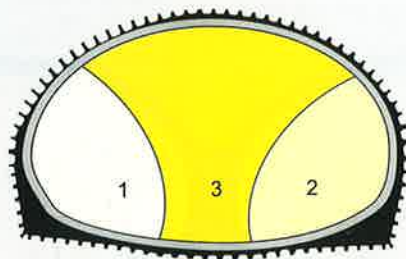
Anglie - Londýn st. rychlodráhy
Česká rep. - Praha - metro Černý most
England - high speed railroad
construction in London
Czech Rep. Prague - subway Černý Most



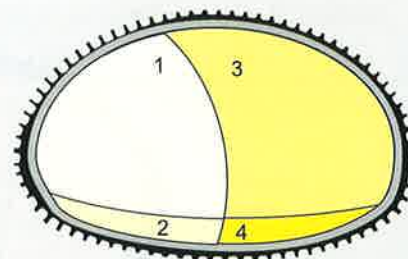
Brazílie - Metro
Rakousko - Vídeňské metro
Brazil - subway
Austria - Vienna subway



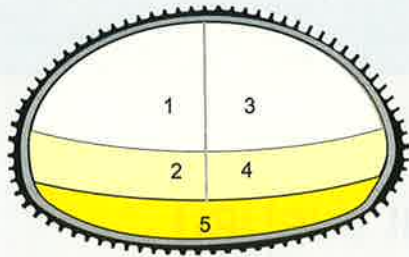
Brazílie - Metro
Brazil - Metro



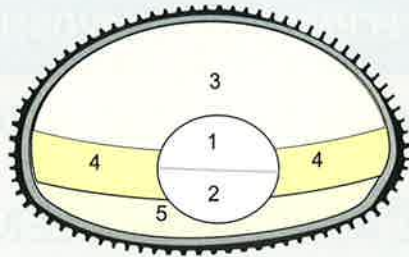
Španělsko - dáln. Tunel El Pardo Mountain
Spain - El Pardo Mountain highway tunnel



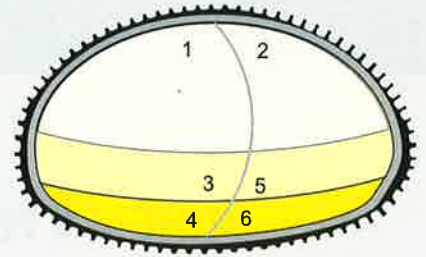
Istanbul - Metro
Německo - Mnichov Metro
Istanbul - subway
Germany - München subway



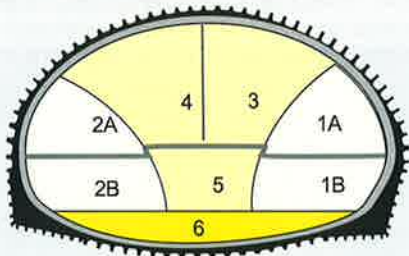
Německo - Bochum tunel
Německo - Frankfurt
Germany - Bochum tunnel
Germany - Frankfurt



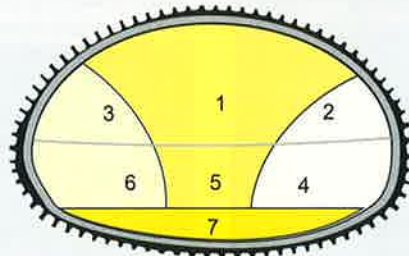
Anglie - Londýn metro
Brazílie - Sao Paolo
England - London subway
Brazil - Sao Paolo



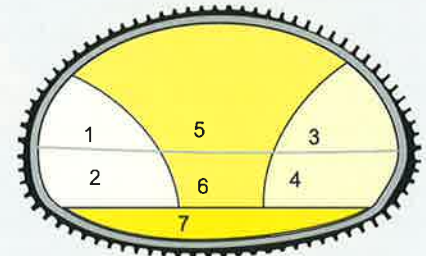
Japonsko - Maiko tunel
Anglie - Londýn Metro
Japan - Maiko tunnel
England - London subway



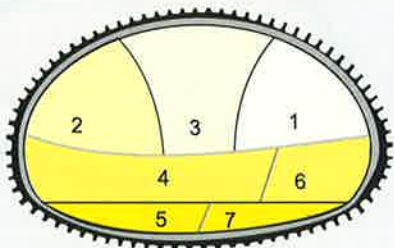
Portugalsko - Gordunha tunel
Portugal - Gordunha tunnel



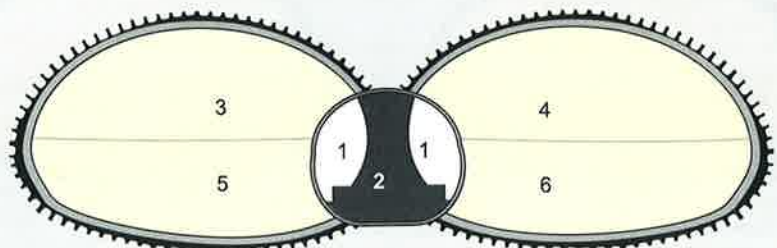
Portugalsko - Carenque tunel
Portugal - Carenque tunnel



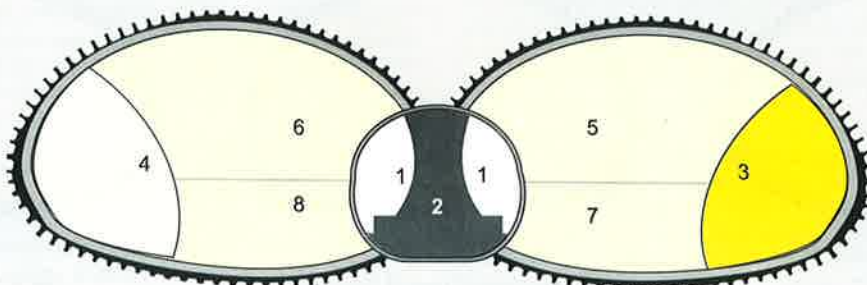
Itálie - Barzoli kaverna
Německo - Essen
Italy - Barzoli cavern
Germany - Essen



Německo - Leonberg, dáln. tunel
Německo - Mníchov
Germany - Leonberg highway tunnel
Germany - München



Česká Rep. - dáln. tunel Valík
Czech Rep. - Valík highway tunnel



Rusko - automobilový tunel
Russia - road tunnel

ŽIVOTNÍ JUBILEA

LIFE-JUBILEES

VÝZNAMNÉ ŽIVOTNÍ VÝROČÍ
ING. MILOSLAV NOVOTNÝ

V letošním roce se dožil šedesáti let dlouholetý člen redakční rady časopisu Tunel a člen předsednictva Českého tunelářského komitétu ITA/AITES Ing. Miloslav Novotný. Narodil se 5. června 1940 v Praze, kde také v prosinci roku 1962 dokončil studium na stavební fakultě ČVUT se specializací na vodohospodářské stavby.

V lednu roku 1963 začíná svoji profesní dráhu u Vodních staveb, nejdříve ve funkci stavbyvedoucího na stavbách v Kladně. Odtud v roce 1971 přechází do funkce technického náměstka nejprve závodu a posléze divize 05. V této funkci, ve které pracoval až do roku 1998, se podílel na zvýšení technické úrovně i rozšíření sortimentu staveb, které „nula pětka“ realizovala. Šlo o stavby hydrotechnické (VD Kořensko, PVE Štěchovice), průmyslové (příprava pro odsíření elektrárny Mělník), ekologické a další. Divize 05 se podílela i na výstavbě pražského metra (Depo Hostivař). Mimořádnou pozornost věnoval Ing. Miloslav Novotný rozvoji tunelářských staveb a technologií především pro kanalizační štol, ale i pro kolektory či protlaky. Zde jsou kořeny jeho angažovanosti v oblasti podzemních staveb, které se mu staly, se vším co s nimi souvisí, nejen součástí jeho pracovní náplně, ale skutečným profesním „koničkem“.

Redakční rada i jeho nejbližší spolupracovníci oceňují jeho aktivní přístup k pracovním problémům s jasným rozlišováním jádra od balastu. Dalším dominujícím rysem jubilanta je zřetelný tah řešit svěřené úkoly bez zbytečných průtahů, přitom však podle podmínek až do stádia potřebných detailů.

Jubilant Ing. Novotný má trvalou zálibu v poznávání nových přírodních i historických míst a oblastí a tak není divu, že procestoval v rámci možností daných v minulosti, ale i v současné době, skoro celou Evropu i některé země dalších kontinentů. Má zdravý vztah k aktivnímu pohybu, a tak byste ho mohli potkat na pěším či cyklistickém výletě či při lyžování v horách.

Do dalších roků přejeme Ing. M. Novotnému pevné zdraví, mnoho elánu pro dosažení jeho plánů či osobních cílů a také pohodu v pracovním i rodinném životě.

Redakční rada a spolupracovníci z Metrostavu - divize 5

IMPORTANT ANNIVERSARY
ING. MILOSLAV NOVOTNÝ

In this year, the many years' member of the Editorial Board of the journal Tunel and member of the Board of Directors of the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES. Ing. Miloslav Novotný, lived to see his 60th birthday. He was born on June 5, 1940, in Prague, where he completed, in December 1962, his studies at the Faculty of Civil Engineering of the Czech Technical University, with the specialization for waterworks.

In January 1963, he started his professional career at the company Vodní Stavby as a works foreman at constructions at Kladno. In the year 1971 he became a technical head of the Prague Building Administration 05, and later, the name of said function was changed to the deputy manager of a plant and then of the Division 05. In this function he was working till the year 1998 and he took part in increasing the technical level and in enlarging the assortment of constructions which the "05" realized. It concerned hydrotechnical constructions (Waterwork Kořensko, Pumped Storage Plant Štěchovice), industrial constructions (preparation for desulphurization of the power plant Mělník), ecological constructions and other ones. The Division 05 took part even in the construction of the Prague underground railway (Depot Hostivař). Ing. Miloslav Novotný paid an extraordinary attention to the development of tunnel constructions and technologies, especially as to sewerage galleries, but also as to collectors and pipe jacking. In said activities there are roots of his commitment to the sphere of underground constructions which became, with all what relates to it, not only a part of his professional duties, but the real professional hobby.

The Editorial Board and his nearest colleagues appreciate his active access to working problems with a clear distinguishing of the substance and ballast. The further dominant feature of the honoured person is an evident endeavour to solve entrusted tasks without unnecessary delay, but, according to the case, up to the stage of needed details.

The honoured person, Ing. M. Novotný, is permanently interested in a continuous learning of new natural and historical places and areas, and so it is not surprising that he traveled in the past, according to possibilities of that time, and even at present, nearly through the whole Europe and through some countries in other continents. He has a good relation to an active exercise, and so you could meet him at a hiking tour or cycling trip, or at skiing in mountains.

For further years, we wish Ing. M. Novotný good health, ardour for archiving his plans or personal aims, and good humour in work and in his family life.

The Editorial Board and colleagues of Metrostav - Division 5.

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

CZECH TUNNELING COMMITTEE REPORTS

ZÁPIS Z VALNÉHO SHROMÁŽDĚNÍ
ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

Přítomní: dle prezenční listiny, uložené v sekretariátu ČTuK - zástupci 24 členských organizací a 3 individuální členi, členové předsednictva ČTuK, zástupci PV konference PSP 2000, předseda RR časopisu TUNEL, zástupce Slovenské tunelářské asociácie, celkem 41 účastníků

PŘEDANÉ MATERIÁLY K JEDNÁNÍ:

- pozvánka s programem jednání
- výkaz čerpání rozpočtu v roce 1999
- návrh rozpočtu na rok 2000
- kalendárium konferencí v oboru pro rok 2000
- adresář členů ČTuK

K JEDNOTLIVÝM BODŮM PROGRAMU:**1. PŘIVÍTÁNÍ PŘÍTOMNÝCH A ZPRÁVA O ČINNOSTI PŘESEDNICTVA
A UPLYNULÉ OBDOBÍ (ING. HESS)**

Předseda ČTuK Ing. Hess po přivítání účastníků Valného shromáždění informoval o zasedání předsednictva před členskými shromážděními. Byla projednávána další činnost Komitétu ve vazbě na světovou asociaci ITA/AITES, řešení členských otázek ČTuK, ekonomie činnosti, čerpání a navrhování rozpočtu, příprava konference aj.

**2. ZPRÁVA O JEDNÁNÍCH EXECUTIVY, O ČINNOSTI A PERSPEKTIVÁCH
ITA/AITES A O SVĚTOVÉM TUNELÁŘSKÉM KONGRESU V DURBANU
(ING. HESS)**

Kongresu se účastnilo přes 300 osob, z nichž početnou skupinu tvořily zástupci ČR, SR a Ruska. Do asociace byly přijaty další tři země, celkový počet členů se zvýšil na 50. Zvýšený zájem o činnost ITA je zřejmý i ze vzrůstající návštěvnosti internetových stránek. Executiva vypracovala a prezentovala návrh „Strategie 2000“. Rozvíjí se i činnost WG, avšak je závislá na přístupu a aktivitě jednotlivých amatérů. Nová WG „Training“ sleduje a poskytuje přehled o výuce oborů podzemního stavitelství ve světě. V současné době se široce diskutují rozpory v hodnocení NATM a odlišných technologií. Vzhledem k uplynutí funkčních období převážně většiny členů Executivy ITA/AITES dojde v roce 2001 k zásadní změně ve vedení asociace. Neměli bychom ztratit pozice, kterých jsme v ITA/AITES dosáhli, a včas navrhnout kandidáty do Executivy pro další funkční období. Je to významný úkol pro všechny členské organizace.

3. ZPRÁVA O ČINNOSTI PRACOVNÍCH SKUPIN - WG ITA/AITES

S ohledem na současnou hospitalizaci Ing. Valeše nebylo možno zprávu podat. V rámci ČTuK byly vytvořeny dvě pracovní skupiny: Bezpečnost v tunelech, Stříkaný beton. První skupiny se iniciativně ujal doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. Předpokládá se zapojení i pracovníků mimo ČTuK jako např. z fakulty dopravní ČVUT, Hasičského sboru, kolegů ze Slovenska. Pracovní skupinu „Stříkaný beton“ organizuje Ing. Pavel Polák, který ve svém vystoupení uvedl nástin programu a vizi činnosti skupiny, orientované nejen na monitorování praktického využití, ale zejména na další rozvoj této technologie.

**4. ZPRÁVA O HOSPODAŘENÍ V ROCE 1999 A NÁVRH ROZPOČTU NA ROK 2000
(ING. DOUBEK)**

Ing. Doubek komentoval písemné materiály, které byly projednány v předsednictvu ČTuK 28. 4. 2000 a které účastníci obdrželi. Nad rámec rozpočtu na rok 1999 byly předfinancovány výdaje na konferenci PSP 2000 ve výši 97,2 tis. Kč, které se projeví v ročním výkazu ztrátou. Ta byla částečně kompenzována až na 15,9 tis. Kč. Rozpočet na rok 2000 byl předložen jako vyrovnaný ve výši 3985,4 tis. Kč. V něm je zahrnut i vyrovnaný rozpočet na konferenci se započtením předfinancované částky v roce 1999. Základním předpokladem dodržení tohoto rozpočtu je platební kázeň členských subjektů Komitétu a účast na konferenci v předpokládané výši 250 osob. K přednesené zprávě nebylo připomínek. S výkazem hospodaření za rok 1999 a s návrhem rozpočtu na rok 2000 vyslovili přítomní delegáti souhlas aklamací.

5. ZPRÁVA O STÁVU ČLENSKÉ ZÁKLADNY (ING. MATZNER)

V období od minulého valného shromáždění došlo k následujícím změnám v členské základně.

NOVÉ ČLENSKÉ ORGANIZACE:

Keller - Speciální zakládání, s.r.o., jednatel Ing. Radek Čuda - společnost byla představena v časopise TUNEL v minulém roce.

Kategorie: malá dodavatelská.

Angermeier Engineers Praha, s.r.o., jednatel Ing. Petr Hlaváček - společnost byla představena v časopise TUNEL č. 1/2000.

MINUTES OF THE GENERAL ASSEMBLY OF THE
CZECH TUNNELING COMMITTEE ITA/AITES

Present: according to the attendance list, filed in the Secretariat of CTuC - representatives of 24 member organizations and 3 individual members, members of the Board of CTuC, representatives of the Preparatory Committee of the conference Underground Constructions Prague 2000, Chairman of the Editorial Board of the journal TUNEL, representative of the Slovak Tunnelling Association.

Total: 41 participants

MATERIALS HANDED OVER FOR PROCEEDINGS:

- invitation card with the agenda
- statement of drawing on the budget in the year 1999
- draft of the budget for the year 2000
- list of conferences in the line for the year 2000
- directory of members of CTuC

TO INDIVIDUAL ITEMS OF THE AGENDA:**1. WELCOME TO PRESENT PERSONS AND THE REPORT CONCERNING THE BOARD ACTIVITIES FOR THE PAST PERIOD (ING. HESS)**

The Chairman of CTuC, Ing. Hess, after having welcome participants of the General Assembly, informed of the meeting of the Board before meetings of members. There were discussed further activities of the Committee with respect to the world association ITA/AITES, solution of problems of CTuC membership, economy of activities, drawing on and drafting the budget, preparation of the conference, etc.

**2. REPORT ON DISCUSSIONS OF THE EXECUTIVE GROUP, ON ACTIVITIES AND PERSPECTIVES
OF ITA/AITES AND ON THE WORLD TUNNELLING CONGRESS IN DURBAN (ING. HESS)**

More than 300 persons took part in the congress, of which a numerous group was represented by representatives of the Czech Republic, Slovak Republic and Russia. The Association accepted three further countries, and so the total number of members increased to 50. The increased interest in activities of ITA is evident even with respect to the increasing visits of internet pages. The Executive Group elaborated and presented a draft of "Strategy 2000". Activities of WG are also developing, but they depend upon the access and activity of individual members. The new WG "Training" watches and provides a survey concerning the education in lines of underground civil engineering in the world. At present there are very discussed contradicting opinions as to NATM and different techniques. With respect to expiring the function period of a large majority of members of the Executive Group of ITA/AITES in the year 2001, the management of the Association will be fundamentally changed. We should not lose position which we achieved in ITA/AITES, and we should move candidates to the Executive Group for the next function period in time. It is an important task for all member organizations.

3. REPORT ON ACTIVITIES OF WORKING GROUPS - WG ITA/AITES

With respect to the contemporaneous hospitalization of Ing. Valec, it was not possible to present the report. Within CTuC there were formed two working groups: Safety in Tunnels, and Shotcrete. The first group has been managed with high initiative by Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. It is supposed that even workers outside CTuC will cooperate, e.g. staff of the Faculty of Transport of the Czech Technical University, of the Firemen Corps, colleagues from Slovakia. The working group "Shotcrete" has been organized by Ing. Pavel Polák, who mentioned in his speech a programme draft and future activities of the group, which is interested not only in monitoring the utilization of this technique in practice, but also in its further development.

**4. FINANCIAL REPORT FOR THE YEAR 1999 AND THE BUDGET DRAFT FOR THE YEAR 2000
(ING. DOUBEK)**

Ing. Doubek informed of written materials which were discussed in the Board of CTuC on April 28, 2000, and which the participants received. By crossing the budget for the year 1999, there were financed in advance expenses for the conference Underground Constructions Prague 2000, amounting to 97 200 CZK, which resulted, in the annual financial statement, in the loss. Said loss was partially compensated, i.e. except 15 900 CZK. The budget for the year 2000 was presented as well-balanced, in the amount of 3 985 400 - CZK. In it there is also included the well-balanced budget for the conference, which includes amounts financed in advance in the year 1999. The financial discipline of the member organizations of the Committee and the attendance at the conference of the expected participants, i.e. about 250 persons, is the basic precondition for keeping said budget. There were no comments to the presented report and the present delegates approved the Financial statement for the year 1999 and the Budget Draft for the year 2000.

5. REPORT ON THE SITUATION OF THE MEMBER BASIS (ING. MATZNER)

In the period from the last General Meeting, the following changes of the member basis took place:

NEW MEMBER ORGANIZATIONS:

KELLER - SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ, S.R.O.,

Executive: Ing. Radek Čuda - the company was introduced in the journal TUNEL in the last year.

Category: small contractor firm.

ANGERMEIER ENGINEERS PRAHA, S.R.O.,

Executive: Ing. Petr Hlaváček - the company was introduced in the journal TUNEL No. 1/2000.

Category: small engineering firm.

GEO TEC GS S.R.O.,

Kategorie: malá inženýrská.

GeoTec GS, s.r.o., jednatel Ing. Jiří Libus - společnost sloučená s IKE s.r.o.

Kategorie: malá inženýrská.

Honeywell, s.r.o., jednatel Ing. Ladislav Haškovec - seznámil přítomné s širokým rozsahem činnosti společnosti v tuzemském i světovém měřítku.

Kategorie: velká inženýrská.

NOVÍ ČLENOVÉ:

Ing. Radko Rieger, Ing. Lubomír Kučera, Ing. Štěpán Moučka, Ing. Pavel Mařík, všichni z Prahy, Ing. Pavel Kout, Švýcarsko, Ing. Zdeněk Hanzal, Plzeň

ČLENSTVÍ K 31.12.1999 VYPOVĚĎELI:

Ingstav Brno, a. s., g. ř. Ing. Zdeněk Blažek, IKE, s.r.o., RNDr. Otakar Tesař, Inženýrské konstrukce, Ing. Pavel Mařík. V letošním roce vypověděla členství jedna ze zakládajících organizací - a.s. Vodní stavby. Ve smyslu stanov i uzavřené smlouvy bude členství zrušeno k 31. 12. 2000, tzn. že v tomto roce zůstává společnost členem Komitétu se všemi právy a povinnostmi. Ke stejnému datu bude zrušeno členství i Ing. Klimentu Mottlovi na vlastní žádost. Současný stav členské základny: 40 kolektivních členů (36 a. s. a s.r.o., 4 vysokoškolská a vědecká pracoviště), 26 individuálních členů.

6. EDIČNÍ ZÁMĚRY REDAKČNÍ RADY ČASOPISU TUNEL V ROCE 2000 (ING. NOVOTNÝ)

Časopis dosáhl po zavedení dvojjazyčné mutace vyššího uplatnění nad rámec ČR a SR. Jeho kvalita co do obsahu i grafické úrovně je doma i v zahraničí dobře hodnocena. Přináší kromě odborných článků i zajímavé informace v několika pravidelných nebo občasných rubrikách. Objem jednotlivých čísel se zvýšil z původních 32 až na 56 stran. Tím vzrostly i ediční náklady, které se redakční rada snaží kompenzovat inzercí. Proto se znovu obrací na všechny členské společnosti, aby inzerovaly nejen samy, ale uplatňovaly inzerci u svých subdodavatelů a kooperantů. Je to cesta, jak udržet dobrou úroveň a rozsah našeho časopisu.

7. INFORMACE O ČINNOSTI PŘÍBUZNÝCH ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ (PROF. ALDORF)

V uplynulém období byly uspořádány akce s přiváním příbuzných odborných společností (seminář o zásobníku plynu Příbram, Pracovní shromáždění - seminář ČTuK) a rovněž v časopise TUNEL publikují i nečlenové ČTuK. Koordináční činnost v pořádání konferencí a seminářů se zatím neprojeví. Udržuje se vzájemná informovanost výměnou tiskovin. Studentská soutěž za uplynulý rok bude vyhodnocena v rámci konference PSP 2000. Příští seminář se plánuje na 1. polovinu roku 2001.

8. PŘÍPRAVA KONFERENCE PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2000 (PROF. BARTÁK)

Přípravný výbor konference se pravidelně schází podle harmonogramu přípravy, který se dodržuje. První výstky finálního „Programu konference“ byly díky ochotě členů PV dopraveny na tunelářský světový kongres do Durbanu, ostatní jsou rozesílány v tomto týdnu. Sešlo se celkem 70 příspěvků do „Sborníku konference“, který se připravuje do tisku. K ústnímu přednesu bylo vybráno 32 příspěvků. Tématický okruh A byl rozšířen o průzkum pro podzemní stavby a z tématického okruhu C byly vyčleněny příspěvky týkající se Mrázovky do samostatného podokruhu C1. Konference se koná pod patronací ITA/AITES a úvodní projev přednese prezident asociace prof. Haack. Vystoupí rovněž primátor hl. m. Prahy, pod jehož záštitou se konference koná. Zásadní úvodní projevy - State of the art v každém ze čtyř tématických okruhů konference přednesou členové předsednictva ITA/AITES prof. Pelizza, Milán, a prof. Eisenstein, Edmonton, dále Ing. Kusý, Bratislava, a prof. Aldorf, Ostrava. Význam konference je zdůrazněn i tím, že se při její příležitosti koná zasedání Executivy ITA/AITES.

9. RŮZNÉ

- Ing. Ladislav Haškovec představil společnost Honeywell
- Ing. Smolík upozornil na význam informací a propagace využití tunelových staveb v okruhu odborné i laické veřejnosti pro perspektivní rozvoj tunelového stavitelství vůbec. K tomu doporučuje lepší spolupráci mezi ČTuK a tuneleovou sekci Silniční společnosti.
- Ing. Romancov a Ing. Doležalová sdělili různé poznatky ze světového tunelářského kongresu v Durbanu, které by mohly být aplikovány v přípravě konference PSP 2000
- Ing. Pohl informoval o výsledku tradičního tunelářského fotbalového turnaje a pozval přítomné na prohlídku stavby 7. pražského tunelu pod Vltavou.

ZÁVĚR VALNÉHO SHROMÁŽDĚNÍ

Ing. Hess ocenil dobrou úroveň vystoupení našich účastníků v Durbanu a rovněž i dosavadní práci PV konference PSP 2000. Upozornil na současnou tendenci podílu soukromých investorů na veřejných investicích i v podzemním stavitelství v Evropě a lze očekávat ve výhledu i u nás. Účast soukromého kapitálu možno pokládat za významnou podmínku dalšího širšího rozvoje podzemního stavitelství.

V odpoledních hodinách se uskutečnila exkurze na pracovištích a.s. SUBTERRA a METROSTAV na stavbě tunelů Mrázovka s odborným výkladem.

Zapsal: Ing. Matzner
Ověřil: Ing. Hess

P.S.: Sekretariát očekává odpověď členských organizací, které tak dosud neučinily, na dopis z 10.5.2000, týkající se softwaru Autodesk/Autocad, aby bylo možno realizovat nabízenou službu

Executive: Ing. Jiří Libus - the company merged with IKE s.r.o. Category: small engineering firm. HONEYWELL, S.R.O.,

Executive: Ing. Ladislav Haškovec - he informed present persons of the large extent of activities of the company in inland and all over the world.

Category: big engineering firm.

NEW MEMBERS:

Ing. Radko Rieger, Ing. Lubomír Kučera, Ing. Štěpán Moučka, Ing. Pavel Mařík, all from Prague, Ing. Pavel Kout, Switzerland, Ing. Zdeněk Hanzal, Plzeň

THE MEMBERSHIP WAS NOTICED TO DECEMBER 31, 1999, BY:

Ingstav Brno, a.s., General Manager Ing. Zdeněk Blažek, IKE, s.r.o., RNDr. Otakar Tesař, Inženýrské konstrukce, Ing. Pavel Mařík.

In this year, one of the founding organizations - Vodní stavby a.s., noticed its membership. According to Articles of Incorporation and according to the concluded agreement, the membership shall be terminated to December 31, 2000, so that in this year, the company continues to be the Committee member with all rights and duties. To the same date, the membership of Ing. Kliment Mottl will be terminated at his request.

The present situation of the member basis: 40 collective members (36 joint-stock companies and companies with limited liability, 4 university workplaces and scientific ones), 26 individual members.

6. EDITORIAL INTENTIONS OF THE EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL TUNEL IN THE YEAR 2000 (ING. NOVOTNÝ)

The journal, after the double language version had been started, attracted attention of readers even outside the Czech Republic and the Slovak Republic. Its quality, as to the contents and graphical standard has been well appreciated at home and abroad. Besides professional articles, there are published interesting information in regular or occasional columns. The volume of individual issues was increased from original 32 up to 56 pages. In this way editorial expenses were increased as well, and the Editorial Board tries to compensate them by means of advertising. That is why it asks again all member organizations for advertising, viz. not only by them, but that also their subcontractors and cooperators may advertise in the journal. It is a way how to keep a good standard and extent of our journal.

7. INFORMATION OF ACTIVITIES OF RELATED PROFESSIONAL COMPANIES (PROF. ALDORF)

In the past period there were organized actions with inviting related professional companies (seminar on a gas reservoir Příbram, Working Meeting - seminar of ČTuC), and even non members of ČTuC now publish in the journal TUNEL. The coordination activity concerning organizing conferences and seminars is at present not very active. Mutual informing is performed by exchanging printed materials. The students competition for the last year will be evaluated within the conference Underground Constructions Prague 2000. The next seminar is planned to take place in the first half of the year 2001.

8. PREPARATION OF THE CONFERENCE UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAGUE 2000 (PROF. BARTÁK)

The Preparatory Committee of the conference meets regularly according to the time schedule of the preparation which must be performed. First exemplars of the final Programme of the Conference were transported by the members of the Preparatory Committee to the Tunnelling World Congress in Durban, other exemplars are sent in this week. 70 articles for the "Symposium of the Conference" which is prepared for printing, have been already received. 32 articles were chosen to be lectured. The subject topic A was extended by investigation for underground constructions, and from the topic C there were rearranged articles concerning Mrázovka into a separate sub-topic C1. The conference takes place under the sponsorship of ITA/AITES, and the opening speech shall be performed by the Association President - Prof. Haack. The Lord Mayor of the capital Prague, under whose sponsorship the conference will take place, will welcome the attendants. The fundamental opening speeches - State of the Art in every of the four topics of the conference shall be done by members of the EC ITA/AITES, viz. Prof. Pelizza, Milano, Prof. Eisenstein, Edmonton, and also by Ing. Kusý, Bratislava and Prof. Aldorf, Ostrava. The conference importance is also stressed by the fact that at the occasion of this conference there takes place the meeting of the Executive Council of ITA/AITES.

9. MISCELLANEOUS

- Ing. Ladislav Haškovec introduced the company Honeywell
- Ing. Smolík drew the attention to the importance of information and publicity concerning the utilization of tunnel construction within the professional and lay public for a future development of tunnel constructions generally. He also recommended a better cooperation between TuK and the Tunnel Section of the Road Association.
- Ing. Romancov and Ing. Doležalová expressed various pieces of knowledge from the World Tunnelling Congress in Durban, which could be applied in the preparation of the conference Underground Constructions Prague 2000.
- Ing. Pohl informed of the result of a traditional football tournament of tunneling workers, and invited present persons to an excursion to the construction of the 7th Prague tunnel under the river Vltava.

CLOSING OF THE GENERAL MEETING

Ing. Hess appreciated both a good standard of activities of our representatives in Durban, and also the hitherto work of the Preparatory Committee of the conference Underground Constructions Prague 2000. He drew the attention to the present trend of the share of private investors at public investments in underground civil engineering in Europe, and it may be expected, in the future, the same situation in our country too. The participation of private capital may be taken for an important condition of the further larger development of the underground civil engineering.

An excursion onto building sites of SUBTERRA a.s. and METROSTAV concerning the tunnels Mrázovka with a professional explanation took place in the afternoon.

Written down by Ing. Matzner
Verified by Ing. Hess

P.S. The Secretariat expects an answer of member organizations which have not done it so far, to the letter dated May 10, 2000, concerning software Autodesk/Autocad, that it may be possible to realize the service being offered.

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ

NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

ÖRESUND LINK IMMERSSED TUNNEL CONFERENCE

Ve dnech 5. - 7. dubna 2000 proběhla v Kodani mezinárodní odborná konference pořádaná Dánskou asociací pro tunelové a podzemní stavby společně s konsorciem dodavatelů a kontraktorů stavby ÖRESUND LINK.

Zúčastnilo se jí na 220 delegátů z dvaceti zemí, z toho 1 z České republiky. Konference měla slavnostní ráz, protože se konala těsně před dokončením nové 16 km dlouhé cesty na sever mezi Kodani a Malmö přes Öresund, kterou tvoří 4 050 m dlouhý podmořský tunel, umělý ostrov Popperholm s komunikací dlouhou 4 055 m a 7 845 m dlouhý most, jehož hlavní pole má rozpětí 490 m a maximální podjezdovou výšku 57 m pro lodní dopravu.

Tunel je tvořen prefabrikovanými sekcemi o rozměru 176/42/8 m, každá má hmotnost 55 tis. tun. Jednotlivé sekce byly plaveny ze základny souldími a spouštěny do předem připravené stavební jámy. Tunel, stejně jako celá stavba, slouží pro automobilovou dopravu (2 trouby o dvou dopravních pružích) a pro železniční dopravu (2 jednokolejné trouby). Je to nejdlejší ponořený tunel na světě.

Dokonale řešené detaily spojování a těsnění tunelových sekcí patří k mnoha technickým zajímavostem stavby, která je zcela ojedinělá a v podmínkách vnitrozemského státu samozřejmě nenapodobitelná. Přesto je možno se poučit ze zkušeností realizátorů a není vyloučena ani dílčí aplikace použitých technických prvků při překonávání toků na komunikacích ve vnitrozemí, jak se o tom zmínil zástupce ITA/AITES z Bruselu pan Willy de Lathauwer. Stavba slouží veřejnosti od července 2000, stála cca 1,5 mld. EUR a byla postavena za 5 let. Patří mezi nejdůležitější inženýrská díla 20. století.

ÖRESUND LINK IMMERSSED TUNNEL CONFERENCE

During the days of 5th to 7th April 2000, an international professional conference, organized by the Denmark association for tunnel and underground works together with the consortium of suppliers and contractors of the ÖRESUND LINK construction, was held in Copenhagen.

Altogether, 220 delegates from 20 countries participated at the conference, out of that one from the Czech Republic.

The conference had a ceremonial atmosphere, because it was held right before completion of the new 16 km long road up north between Copenhagen and Malmö over Öresund, which consists of 4050 m-long immersed tunnel, artificial island of Popperholm with the road of 4055 m, and of 7845 m-long bridge, whose main span has a range of 490 m and maximum clearance of 57 m for naval transportation.

The tunnel is made of prefabricated segments with the dimensions of 176/42/8 m, each weights 55000 tons. Individual segments were shipped from the base by a set of barges, and lowered into previously prepared construction pit. The tunnel, as the entire construction itself, serves for road transportation (2 tunnel double-line tubes) as well as for railroad transportation (2 single-track tubes). It is the world's longest immersed tunnel.

The perfectly solved details of joining and sealing of the tunnel sections belong to the row of technical features of the construction, which is absolutely unique and within the conditions of inland country naturally inimitable. However, it is possible to learn from the builders' experience. Also a partial application of used technical elements in order to surpass waters at inland roads, as mentioned by the ITA/AITES representative Mr. Willy de Lathauwer from Brussels, can not be excluded.

The construction serves to the public from July 2000 on. It has cost app. 1,5 bill. EURO and has been built in 5 years. It belongs to the most important engineering works of the 20th century.

Ing. Miroslav Uhlík
Subterra a.s.

INFORMACE

INFORMATION

AD „RENNSTEIG - NAJDLHŠÍ TUNEL V SRN“
(TUNEL Č. 4/1999 - STR. 22 - 25)

V článku boli autorovým nedopatrením uvedené dva nepresné, resp. neúplné údaje. V nadpise okrem prívlastku „najdlhší“ mal byť pripojený aj prívlastok „diaľničný“. Nadpis mal preto správne znieť: Rennsteig - najdlhší diaľničný tunel v SRN“.

Dĺžkový primát v kategórii dopravných tunelov s SRN patrí železničnému tunelu Landrücken 10 710 m na trati rýchlej železnice pre vlaky ICE Hannover - Würzburg, postavenému v rokoch 1983 až 1986.

Druhá nepresnosť sa týkala železničného tunela Mont Cenis (Fréjus) dĺžky 12 340 m. Bol to prvý transalpský tunel postavený v rokoch 1857 až 1871 a predstavoval určitú revolúciu v tunelárstve, preto sa v literatúre veľmi často cituje.

Do konca minulého storočia ho prekonal ďalší transalpský tunel - Gotthardský. Tunelu teda Mont Cenis patrí iba prívlastok prvý a najstarší transalpský tunel.

Ako prídavok k tejto oprave a na tému transalpských tunelov uvádzame údaje o ich hlavných historických reprezentatoch:

1857 - 1871	Mont Cenis (Fréjus) 2-kolajový, 12 234 m dlhý
1872 - 1878	Gotthardský, 2-kolajový, 14 984 m dlhý
1880 - 1884	Arlbergský, 2-kolajový, 10 250 m dlhý
1891 - 1906	Simplonský (1.rúra) 19 803 m dlhý
1906 - 1912	Lötschbergský, 2-kolajový, 14 536 m dlhý
1912 - 1921	Simplonský (2.rúra) 19 825 m

Autor se ospravedľňuje čitateľom za chybné údaje a zároveň ďakuje Prof. Ing. Františkovi Klepsateľovi, CSc. za upozornenie a doplnenie správnych údajov.

AD "RENNSTEIG - THE LONGEST TUNNEL IN FRG"
(TUNEL NO. 4/1999 - PAGE 22 TO 25)

By an oversight of the author there were mentioned two inaccurate, resp. incomplete data in this article. In the inscription, besides the attribute the longest, there was to be also added the attribute "motorway". The correct wording of the inscription was to be: "Rennsteig - the Longest Motorway Tunnel in FRG".

The first place in the category of transport tunnels in FRG belongs to the railway tunnel Landrücken, 10 710 m long, on the quick railway line for trains ICE Hannover - Würzburg, constructed within the years 1983 to 1986.

The second innaccuracy concerned the railway tunnel Mont Cenis (Fréjus), 12 340 m long. It was the first trans-Alpine tunnel, constructed in the years 1857 to 1871 and it represented a certain revolution in tunnel engineering, and that is why it is cited very often in the literature.

Before the end of the last century it was overcome by another trans-Alpine tunnel, viz. by the Gotthard tunnel. The tunnel Mont Cenis should have only the attribute "the first and the oldest trans-Alpine tunnel".

As and addition to this correction and to the subject of trans-Alpine tunnels we mention data concerning their main historic representatives

1857 - 1871	Mont Cenis (Fréjus) double line 12 234 m long
1872 - 1878	Gotthard, double line, 14 984 m long
1880 - 1884	Arlberg, double line, 10 250 m long
1891 - 1906	Simplon (1 st tube) 19 803 m long
1906 - 1912	Lötschberg, double line, 14 536 m long
1912 - 1921	Simplon (2 st tube) 19 825 m

The author appologizes to readers for incorrect data, and at the same time thanks to Prof. Ing. František Klepsatel, CSc., for indication and for completing correct data.

Ing. Jozef Frankovský



METROPROJEKT Praha a.s.

Česká projektová a inženýrská
akciová společnost

Czech design and engineering
joint-stock company

Dle Vašich požadavků pro Vás
vypracujeme:

- > rozborové studie a analýzy investic
- > projektovou dokumentaci všech stupňů
- > transformaci a autorizaci dokumentace zahraničních klientů podle českých norem a předpisů
- > poradenskou a konzultační činnost

According to your requirements
we elaborate for you:

- > pre-investment studies & analyses
- > project documentation at all levels
- > transformation & authorization of project documentation of foreign clients in compliance with Czech norms and regulations
- > advisory & consulting services

Kontaktní spojení:

Contact address:

METROPROJEKT Praha a.s.

I.P. Pavlova 2/1786, 120 00 Praha 2, Czech Republic

Phone: +420 2 96 204 121, Fax: +420 2 96 204 122

E-mail: metroprojekt@metroprojekt.cz

CONSULTING ENGINEER'S COMPANY SPECIALIZED IN WATER MANAGEMENT AND HYDROPOWER DEVELOPMENT

WITH ALMOST FORTY FIVE YEARS OF INTERNATIONAL EXPERIENCE IN DESIGNING
ENGINEERING STRUCTURES



OUR SERVICES:

- * ENGINEERING, PLANNING AND DESIGN OF WATER MANAGEMENT FACILITIES
- * CONSULTATION AND ASSESSMENT
- * ENGINEERING ACTIVITIES
- * TURNKEY DELIVERY

Botanická 56, 656 32 BRNO

tel.: +420/5/41554 111, fax: +420/5/4121 1205

E-mail: aquatis@aquatis.cz, <http://www.aquatis.cz>

Office Praha

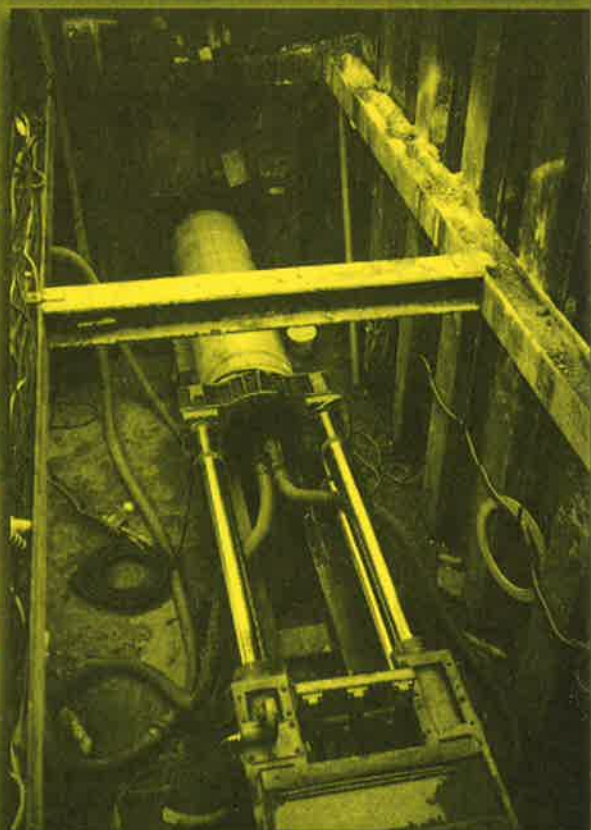
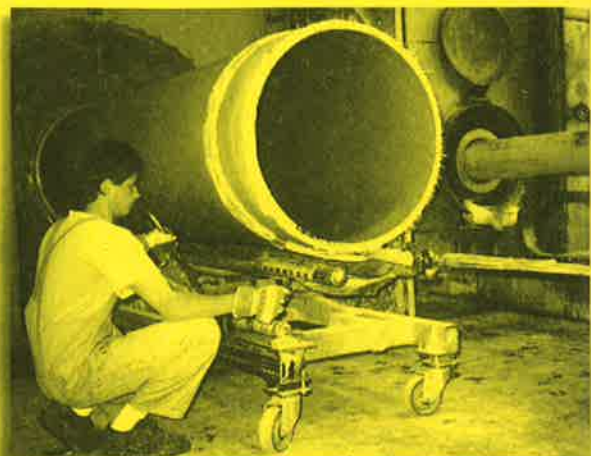
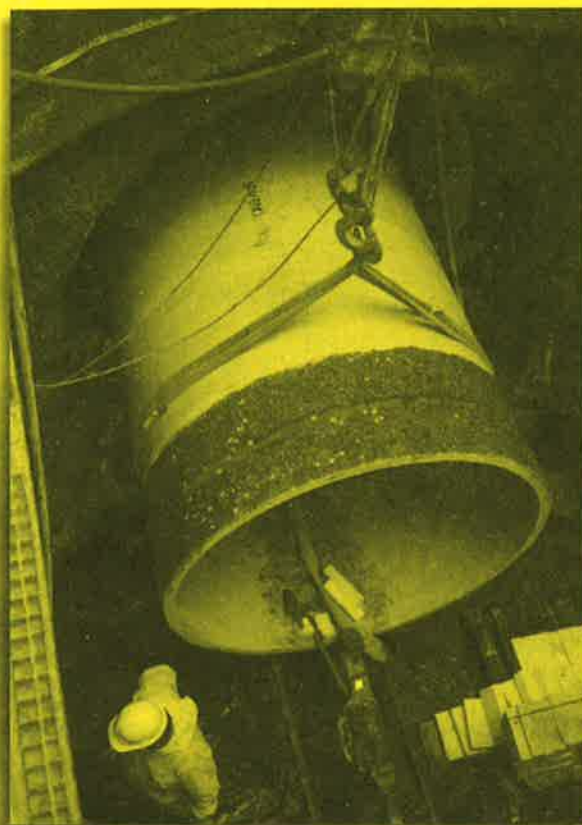
Dělnická 12, 170 04 PRAHA 7

tel.: +420/2/6679 3313, fax: +420/2/6671 0973



Kvalita, která jde do hloubky **HOBAS**

Trubní systémy
z odstředivě litého sklolaminátu



METROSTAV



- podzemní ražené a hloubené stavby
- dopravní a inženýrské stavby
- vodohospodářské a ekologické stavby
- sanace betonových a ostatních konstrukcí
- stavby pro obchod a průmysl

**CERTIFIKACE DLE ISO 9002
PRO GENERÁLNÍ DODÁVKU STAVEB**

Metrostav a. s.



**GENERAL CONTRACTOR OF CIVIL
ENGINEERING ACTIVITIES ISO 9002**



- underground structures
- traffic structures roads and bridges
- water service and environmental structures
- rehabilitation of underground and reinforced concrete structures
- buildings for commerce and industry

**METROSTAV a.s. • DIVIZE 5 • Na Zatrance 1350/13 • 150 00 Praha 5 - Smíchov
tel.: +420-2-51 01 55 58 • fax: +420-2-51 01 55 28
www.metrostav.cz • e-mail: d5@metrostav.cz**

ČESKÝ TUNELÁŘSKÝ KOMITÉT ITA/AITES
si Vás dovoluje pozvat na 9. konferenci

PODZEMNÍ STAVBY

Termín: 9.-11. 10. 2000

The Czech Tunnelling Committee
of the International Tunnelling Association
would like to invite you to its 9th Conference

**UNDERGROUND
CONSTRUCTION**

Time: October 9.-11. 2000

PRAHA 2000



2000 / 10 / 9 - 11

PRAGUE • PRAG • ПРАГА • PRAHA