

Tunnel

ČASOPIS ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES
PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, NAVRHOVÁNÍ, REALIZACE)

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





ČKD PRAHA DIZ, a.s.

Investiční celky pro dopravní systémy Investment plants for transport systems

projekty – dodávky – montáže – zkoušky – uvádění do provozu
designs – deliveries – erections – testing – putting into operation

Technologická zařízení pro:

- tramvajovou, trolejbusovou a železniční dopravu
- podzemní dráhy
- lanové dráhy
- automobilové a železniční tunely
- depa
- opravárenské závody
- ochranné systémy hlubinných staveb včetně technických center
- odbavovací haly

Technologic equipment for :

- tram, trolleybus and railway transports
- underground railways
- cable ways
- road and railway tunnels
- engine sheds
- repair shops
- systems of protection for underground constructions including technical centres
- check-in halls



Společnost je držitelem certifikátů EN ISO 9001:2000, EN ISO 14001 Quality Certificates Holder

ČKD PRAHA DIZ, a.s., Kolbenova 499, 190 02 Praha 9, tel.: +420 266 039 162, fax: +420 266 034 111,
e-mail: m3drp@ckddiz.cz, www.ckddiz.cz

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

OBSAH

	str.
Úvodník: Ing. Pavel Kutálek, generální ředitel, AQUATIS, a. s.	1
Rekonstrukce kmenové stoky v Brně financovaná z projektu PHARE Ing. Otakar Fabián, TUBES, s. r. o.	
Ing. Alexandra Hradská, Ing. Jan Sehnal, AQUATIS, a. s.	2
Velkopřůměrové vrty v podzemním stavitelství Ing. Stanislav Kučík, Ing. Miroslav Janků, OKD, DPB, a. s.	8
Trendy vo vývoji TBM pre raziene dopravných tunelov Ing. Pavol Kusý, PhD., TERRAPROJEKT, a. s.	
Prof. Ing. František Klepsatel, PhD., Svf STU Bratislava	20
Využitie databázy poznatkov z realizovaných tunelov pri príprave a výstavbe nových Ing. Jan Růžička, VIS, a. s., Ing. Aleš Merta, PUDIS, a. s.	
Prof. Ing. František Klepsatel, PhD., Svf STU Bratislava	18
Podjezd ulice Na Zlíchově jako součást stavby městského okruhu Ing. Jan Růžička, VIS, a. s., Ing. Aleš Merta, PUDIS, a. s.	
Ing. Jan Růžička, VIS, a. s., Ing. Aleš Merta, PUDIS, a. s.	23
Tunely Krasíkov Ing. Jiří Tesař, Ing. Zdeněk Klein, SUBTERRA, a. s.	
Ing. Jiří Tesař, Ing. Zdeněk Klein, SUBTERRA, a. s.	29
Výstavby dálniční průzkumné geologické stoly pro dálniční tunely „Valík“ Ing. Vladimír Sálus, Ing. Petr Vozarik, METROSTAV, a. s.	
Ing. Vladimír Sálus, Ing. Petr Vozarik, METROSTAV, a. s.	34
Technológia razienia tunela Trojane v Slovinsku Ing. Anton Petko, BANSKÉ STAVBY, a. s.	
Ing. Anton Petko, BANSKÉ STAVBY, a. s.	37
Meračské práce na tuneli Trojane Ing. Milan Smaho, BANSKE STAVBY, a. s.	
Ing. Milan Smaho, BANSKE STAVBY, a. s.	42
Projekt dvoukolejných železničních tunelů Malá Huba a Hněvkovský Ing. na traťovém úseku Zábřeh – Krasíkov Ing. Libor Mařík, ILF, a. s.	
Ing. Libor Mařík, ILF, a. s.	45
Ze světa podzemních staveb	
Zprávy z tunelářských konferencí	
Zpravodajství ČTuK	
Informace, Kalendářium	
Bibliografie	

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. Libor Mařík - ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.
Ing. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.
Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO EG, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.
Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. - SG-GEOTECHNIKA, a.s.
Ing. Stanislav Sikora - VOKD, a.s.
Doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner - AQUATIS, a.s.
Ing. Pavel Stoužil - 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 tunelárska asociácia ITA/AITES pro vlastní potřebu

DISTRIBUCE:

členské státy ITA/AITES
členové EC ITA/AITES
členské organizace a členové ČTuK
více než 30 externích odběratelů
povinné výtisky 35 knihovnám a dalším organizacím

REDAKCE

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: +420 266 793 479
e-mail: matzner@metrostav.cz
internet: http://www.ita-aites.cz
Vedoucí redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktori: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Grafická úprava: Petr Míšek

Tisk: GRAFTOP

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

CONTENTS

	pg.
Editorial: Ing. Pavel Kutálek, General Manager, AQUATIS, a. s.	1
Brno – Trunk Sewer Reconstruction Financed by Phare Ing. Otakar Fabián, TUBES, s. r. o.	
Ing. Alexandra Hradská, Ing. Jan Sehnal, AQUATIS, a. s.	2
Large-Profile Boring in Undergrounds Works Ing. Stanislav Kučík, Ing. Miroslav Janků, OKD, DPB, a. s.	8
Trends in Development of Transit Tunnels Driving by TBMs Ing. Pavol Kusý, PhD., TERRAPROJEKT, a. s.	
Prof. Ing. František Klepsatel, PhD., Svf STU Bratislava	13
Application of the Database Containing the Experience Gained on Completed Tunnels in Planning and Implementation of New Tunnels Ing. Pavol Kusý, PhD., TERRAPROJEKT, a. s.	
Prof. Ing. František Klepsatel, PhD., Svf STU Bratislava	20
The Na Zlíchově Street Underpass, a Part of the City Circle Ing. Jan Růžička, VIS, a. s., Ing. Aleš Merta, PUDIS, a. s.	
Ing. Jan Růžička, VIS, a. s., Ing. Aleš Merta, PUDIS, a. s.	23
The Krasíkov Tunnels Ing. Jiří Tesař, Ing. Zdeněk Klein, SUBTERRA, a. s.	
Ing. Jiří Tesař, Ing. Zdeněk Klein, SUBTERRA, a. s.	29
Geological Exploration Gallery for the Valík Highway Tunnel Ing. Vladimír Sálus, Ing. Petr Vozarik, METROSTAV, a. s.	
Ing. Vladimír Sálus, Ing. Petr Vozarik, METROSTAV, a. s.	34
Excavation Technology of the Trojane Tunnel in Slovenia Ing. Anton Petko, BANSKÉ STAVBY, a. s.	
Ing. Anton Petko, BANSKÉ STAVBY, a. s.	37
Geodetic Survey on the Trojane Tunnel Ing. Milan Smaho, BANSKE STAVBY, a. s.	
Ing. Milan Smaho, BANSKE STAVBY, a. s.	42
Design of the Malá Huba and Hněvkov I Double-Rail Tunnels on the Zábřeh – Krasíkov Track Section Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s. r. o.	
Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s. r. o.	45
World of underground construction	
News from tunnelling conferences	
Czech Tunnelling Committee ITA/AITES reports	
Information, Calendar	
Bibliography of articles	

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. Libor Mařík - ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.
Ing. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.
Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO EG, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.
Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. - SG-GEOTECHNIKA, a.s.
Ing. Stanislav Sikora - VOKD, a.s.
Doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner - AQUATIS, a.s.
Ing. Pavel Stoužil - 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

DISTRIBUTION:

ITA/AITES Member Nations
ITA/AITES EC members
CTuK corporate and individual members
more than 30 external subscribers
obligatory issues for 35 libraries and other subjects

OFFICE

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: +420 266 793 479
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

ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES

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

ČTuK:

ABP, a. s.
Náměstí Hrdinů 6
140 00 Praha 4

AMBERG ENGINEERING BRNO, a.s.
Ptašinského 10
602 00 Brno

ANGERMEIER ENGINEERS, s.r.o.
Pílovska 216
190 16 Praha 9

AQUATIS, a.s.
Botanická 56
656 32 Brno

CARBOTECH-BOHEMIA, s.r.o.
Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

ČERMÁK A HRACHOVEC, s.r.o.
Smíchovská 31
155 00 Praha 5 - Řeporyje

ČVUT STAVEBNÍ FAKULTA
Thákurova 7
166 29 Praha 6

ELTODO EG, a.s.
Novodvorská 1010/14
142 00 Praha 4

ENERGIE - stavební a báňská, a.s.
Vašíčkova 3081
272 04 Kladno

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

ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.
Jirsíkova 5
186 00 Praha 8

INGSTAV, a. s.
Noveská 22
709 06 Ostrava - Mariánské Hory

INGUTIS, 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 Hudlice, 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.
Koželušská 5
180 00 Praha 8

OKD, DBP PASKOV, a.s.
739 21 Paskov

POHL cz, a.s.
Nádražní 25
252 63 Rostoky u Prahy

PRAGOPROJEKT, a.s.

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

SMP CONSTRUCTION, a.s.
Na Florenci 1413/33
113 16 Praha 1

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. 1768
708 33 Ostrava-Poruba

VIS, a.s.
Bezová 1658/1
147 00 Praha 4

VOKD, a.s.
Nákladní 1/3179
701 40 Ostrava-Moravská Ostrava

VUT STAVEBNÍ FAKULTA
Veveří 95
662 37 Brno

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-
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

STA:

BANSKÉ STAVBY, a.s.
Košovská cesta 16
971 74 Prievidza

DOPRASTAV, a.s.
Drieňová 27
826 56 Bratislava

DOPRAVOPROJEKT, a.s.
Kominárska 2, 4
832 03 Bratislava

GEOCONSULT, s.r.o.
Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOFOS, s.r.o.
Veľký diel 3323
010 08 Žilina

GEOSTATIK, spol. s r.o.
Bytčická 32
P.O.BOX B 138
010 29 Žilina

GEOTECHNIK, spol. s r.o.
Spišská Nová Ves

**HORNONITRIANSKE BANE
PRIEVIDZA, a.s.**
ul. Matice Slovenskej 10
971 71 Prievidza

HYDROSTAV, a.s.
Miletičova 21
820 06 Bratislava

HYDROTUNEL, s.r.o.
Mojmírova 14
P.O.BOX 16
927 01 Bojnice

CHÉMIA-SERVIS, s.r.o.
Zadunajská 10
851 01 Bratislava

INCO BANSKÉ PROJEKTY, s.r.o.
Miletičova 23
821 09 Bratislava

INFRAPROJEKT, s.r.o.
Kominárska 4
832 03 Bratislava

**Ing. Ján Fabrický
ŠPECIÁLNE ČINNOSTI**
Kuklovská 60
P.O.BOX 20
841 05 Bratislava

INGEO-IGHP, s.r.o.
Bytčická 16
010 01 Žilina

KATEDRA GEOTECHNIKY
Stavebnej fakulty ŽU v Žiline
Komenského 52
010 26 Žilina

MAGISTRÁT HL.M. BRATISLAVY
Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA UK
Katedra inžinierskej geológie
Mlynská dolina G
842 15 Bratislava

SLOVENSÁ SPRÁVA CIEST
Miletičova 19,
826 19 Bratislava

SLOVENSKE TUNELY, a.s.
Furmanská 8,
841 03 Bratislava

SOLHYDRO, spol. s r.o.
Mlynské nivy 61
P.O.BOX 31
820 06 Bratislava

STAVEBNÁ FAKULTA STU
Katedra geotechniky
Radlinského 11
813 68 Bratislava

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
Katedra dobývania ložísk
a geotechniky
Letná 9
042 00 Košice

TERRAPROJEKT, a.s.
Podunajská 24
821 06 Bratislava

URANPRES, s.r.o.
Fraňa Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV
Watsonova 45
043 53 Košice

**VAHOSTAV - TUNELY A ŠPECIÁLNE
ZAKLADANIA, a.s.**
Borská 6
841 04 Bratislava 4

VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA š.p.
Karloveská 2
P.O.BOX 45
840 00 Bratislava

VIUS-ZAKLADANIE STAVIEB, spol. s r.o.
Stará Vajnorská cesta 16
832 44 Bratislava

ZIPP BRATISLAVA, spol. s r.o.
Stará Vajnorská 16,
832 44 Bratislava

ZPA KRÍŽÍK, a.s.
Masarykova 10
080 01 Prešov

ŽELEZNICE SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Klemensova 8
813 61 Bratislava

**BIBLIOGRAFIE ČLÁNKŮ A STATÍ
UVEŘEJNĚNÝCH V TUNELU, ČASOPISU ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES, V ROCE 2002**

**BIBLIOGRAPHY OF ARTICLES PUBLISHED IN THE JOURNAL „TUNEL“
OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE AND THE SLOVAK TUNNELLING
ASSOCIATION ITA/AITES WITHIN THE YEAR 2002**

Ing. Pavel Polák

	Číslo <i>Issue</i>	Strana <i>Page</i>
ÚVODNÍK EDITORIAL		
Ing. Jan Březina	1/2002	1
Ing. Arnošt Havrda	2/2002	1
Dipl. Ing. Boris Klement	3/2002	1
Ing. Gustav Schnierer	4/2002	1
PODZEMNÍ URBANISMUS, VÝHLEDOVÉ STAVBY, NORMY UNDERGROUND CITY PLANNING, PROSPECTIVE PROJECTS, STANDARDS		
První jednodílná ražená stanice na pražském metru <i>The first single-bay mined station of the Prague metro</i> Ing. Josef Kutil Ing. Otakar Hasík Ing. Jiří Růžička	1/2002	30
Studie zakrytého zářezu na dálnici D1 v Přerově <i>Study on the covered cut on the D1 highway in Přerov</i> Ing. Jaroslav Lacina	1/2002	43
Projekt nového třebovického tunelu <i>The new Třebovice tunnel project</i> Ing. Petr Svoboda	3/2002	14
Bezpečnost v tunelech v ČR <i>Safety in tunnels in the CR</i> Ing. Jiří Svoboda Mgr. Helena Svobodová	4/2002	48
TEORIE, VÝZKUM, SLEDOVÁNÍ THEORY, RESEARCH, MONITORING		
Půlstoletí technického vývoje a řešených technologií u a. s. VOKD, Ostrava <i>Fifty years of technical development and resolved technologies at VOKD, joint-stock company, Ostrava</i> Ing. Milan Červený	1/2002	2
Řízení odezvy horniny – milníky do roku 1970 <i>The control of ground response – milestones up to the 1960s</i> Prof. Kalmán Kovári	1/2002	34
Moderní způsob měření konvergencí při ražbě tunelu Mrázovka <i>Advanced system of convergence measurement in the excavation of the Mrázovka tunnel</i> Ing. Petr Hlaváček	1/2002	38
Monitoring tunelu Mrázovka v Praze z pohledu investora <i>Monitoring of Mrázovka tunnel in Prague</i> Ing. Arnošt Havrda Ing. Miroslav Kolečkář	2/2002	2
Vliv předpokládaných a skutečných geologických poměrů na optimalizaci výstavby západního tunelu Mrázovka <i>Impact of anticipated and actual geological conditions on the optimisation of construction of the western tube of the Mrázovka tunnel</i> Ing. Josef Vorel Mgr. Radovan Chmelář	2/2002	10
Hodnocení odezvy horninového masivu na ražbu tunelu prostřednictvím měření ve vrtech a ve výrubu <i>Assessment of rock mass response at a tunnel excavation by means of measurement in boreholes and in the excavated cavity</i> Doc. Ing. Alexander Rozsypal, CSc. Ing. Igor Zemánek	2/2002	14
Zajištění nadzemní zástavby nad tunelem Mrázovka <i>Protection of above-ground buildings above the Mrázovka tunnel</i> Ing. Josef Dvořák Ing. Petr Tětek	2/2002	21
Vliv technických otřesů a hluku na okolní zástavbu a životní prostředí při ražení tunelů Mrázovka, zejména s ohledem na použití trhacích prací <i>The impact of vibrations and noise on the surrounding development and environment during excavation of the Mrázovka tunnels, with respect to application of blasting</i> Ing. Luděk Bartoš Ing. Luděk Bartoš ml.	2/2002	27

Řízení odezvy horniny – milníky do roku 1970 <i>The control of ground response – milestones up to the 1960s</i> Prof. Kalmán Kovári	2/2002	33
Analýza a řízení rizik v tunelech na pozemních komunikacích – zpráva o řešení projektu MDS v roce 2001 <i>Analysis and management of risks in road tunnels – report on solution of a MTC project in 2001</i> Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	2/2002	40
Navrhování mikropilotových deštníků <i>Design of tube umbrellas</i> Dipl. Ing. Dr. Techn. Max John Dipl. Ing. Bruno Mattle	3/2002	2
Uplatnění NRTM při výstavbě metra v Kodani <i>The NATM application on the Copenhagen metro</i> Dipl. Ing. Paul Bonapace	3/2002	10
Tunel Vepřek – první tunel českých drah v novém tisíciletí <i>Vepřek – the first Czech Railways' tunnel in the new millenium</i> Ing. Jiří Wohlmuth	3/2002	26
Řízení odezvy horniny – milníky do roku 1970 <i>The control of ground response – milestones up to the 1960s</i> Prof. Kalmán Kovári	3/2002	30
Křížení tunelů Mrázovka s kanalizačním sběračem P v oblasti jižního portálu <i>The crossing of the Mrázovka tunnels with the interceptor sewer P in the area of the south portal</i> František Trázník Ing. Miloš Hrdlička Ing. Karel Karmazín	3/2002	35
Špeciálne zakladanie v službách tunelárov <i>Specialist foundation serving tunnelers</i> Ing. Rastislav Žuffa	4/2002	13
Pravděpodobnostní analýza vlivu vstupních parametrů na modelování deformací tunelu Mrázovka <i>Probability analysis of the effect of input parameters on the Mrázovka tunnel deformations modelling</i> Prof. Ing. Jiří Barták Dr. Ing. Jan Pruška Ing. Matouš Hilar, MSc., Phd.	4/2002	27
Ražba a geotechnický monitoring průzkumných štol tunelu Panenská <i>Excavation and geotechnical monitoring of exploratory galleries of the Panenská tunnel</i> Ing. Jan Kvaš Ing. Pavel Gajdoš	4/2002	43
Bezpečnost v tunelech v ČR <i>Safety in tunnels in the CR</i> Ing. Jiří Svoboda Mgr. Helena Svobodová	4/2002	48
PROVÁDĚNÉ STAVBY PROJECT UNDER CONSTRUCTION		
Sanace oblasti Karolina v Ostravě – drenážní kolektor <i>Rehabilitation of Karolina district in Ostrava – drainage collector</i> Ing. Jiří Tvardek Ing. Karel Dolínek	1/2002	9
Železniční tunel el Cortijo <i>El Cortijo railway tunnel</i> Ing. Pavel Zelina Ing. Stanislav Sikora	1/2002	14
Podchod tunelů metra pod Vltavou <i>The metro tunnels underpassing the Vltava river launching operations</i> Doc. Ing. Jan L. Vítek	1/2002	18
Suchý dok, provedení zářezu a stabilizace pravého tunelu trasy metra IV C1 pod řekou Vltavou v Praze–Troji <i>The dry dock, execution of the open box and stabilisation of the right tunnel of the metro line IV C1 under the Vltava river in Prague-Troja</i> Ing. Stanislav Dostál Ing. Miroslav Novotný Ing. Petr Nosek	1/2002	21
Monitoring tunelu Mrázovka v Praze z pohledu investora <i>Monitoring of Mrázovka tunnel in Prague</i> Ing. Arnošt Havrda Ing. Miroslav Kolečkář	2/2002	2

Vliv předpokládaných a skutečných geologických poměrů na optimalizaci výstavby západního tunelu Mrázovka <i>Impact of anticipated and actual geological conditions on the optimisation of construction of the western tube of the Mrázovka tunnel</i> Ing. Josef Vorel Mgr. Radovan Chmelař	2/2002	10	První jednolodní ražená stanice na pražském metru <i>The first single-bay mined station of the Prague metro</i> Ing. Josef Kutil Ing. Otakar Hasík Ing. Jiří Růžička	1/2002	30
Hodnocení odezvy horninového masivu na ražbu tunelu prostřednictvím měření ve vrtech a ve výrubu <i>Assessment of rock mass response at a tunnel excavation by means of measurement in boreholes and in the excavated cavity</i> Doc. Ing. Alexander Rozsypal, CSc. Ing. Igor Zemánek	2/2002	14	Studie zakrytého zářezu na dálnici D1 v Přerově <i>Study on the covered cut on the D1 highway in Přerov</i> Ing. Jaroslav Lacina	1/2002	43
Zajištění nadzemní zástavby nad tunelem Mrázovka <i>Protection of above-ground buildings above the Mrázovka tunnel</i> Ing. Josef Dvořák Ing. Petr Tětek	2/2002	21	Zajištění nadzemní zástavby nad tunelem Mrázovka <i>Protection of above-ground buildings above the Mrázovka tunnel</i> Ing. Josef Dvořák Ing. Petr Tětek	2/2002	21
Vliv technických otřesů a hluku na okolní zástavbu a životní prostředí při ražení tunelů Mrázovka, zejména s ohledem na použití trhacích prací <i>The impact of vibrations and noise on the surrounding development and environment during excavation of the Mrázovka tunnels, with respect to application of blasting</i> Ing. Luděk Bartoš Ing. Luděk Bartoš ml.	2/2002	27	Tunel Branisko – současný stav výstavby <i>The Branisko tunnel – current state of the construction</i> Ing. Miloslav Frankovský	2/2002	36
Tunel Branisko – současný stav výstavby <i>The Branisko tunnel – current state of the construction</i> Ing. Miloslav Frankovský	2/2002	36	Uplatnění NRTM při výstavbě metra v Kodani <i>The NATM application on the Copenhagen metro</i> Dipl. Ing. Paul Bonapace	3/2002	10
Nové tunely na vysokorychlostní trati Norimberk – Ingolstadt, úsek „střed“ <i>New tunnels on the „middle“ section of the Nuremberg – Ingolstadt high-speed line</i> Mgr. Jiří Zmítko	3/2002	21	Nové tunely na vysokorychlostní trati Norimberk – Ingolstadt, úsek „střed“ <i>New tunnels on the „middle“ section of the Nuremberg – Ingolstadt high-speed line</i> Mgr. Jiří Zmítko	3/2002	21
Křížení tunelů Mrázovka s kanalizačním sběračem P v oblasti jižního portálu <i>The crossing of the Mrázovka tunnels with the interceptor sewer P in the area of the south portal</i> František Trázník Ing. Miloš Hrdlička Ing. Karel Karmazín	3/2002	35	Tunel Vepřek – první tunel českých drah v novém tisíciletí <i>Vepřek – the first Czech Railways' tunnel in the new millenium</i> Ing. Jiří Wohlmuth	3/2002	26
Tramvajová trať Hlubočepy – Barrandov, zakládání estakády přes Růžičkovou roklí <i>Tram track Hlubočepy – Barrandov, foundation of the estacade over Růžičková gorge</i> Ing. Jiří Straka Ing. Petr Mičunek	3/2002	40	Křížení tunelů Mrázovka s kanalizačním sběračem P v oblasti jižního portálu <i>The crossing of the Mrázovka tunnels with the interceptor sewer P in the area of the south portal</i> František Trázník Ing. Miloš Hrdlička Ing. Karel Karmazín	3/2002	35
Druhá etapa výstavby PVE Goldisthal <i>Second construction phase of the PSP Goldisthal</i> Ing. Jozef Hric Ing. Lubomír Gaňa	4/2002	2	Tramvajová trať Hlubočepy – Barrandov, zakládání estakády přes Růžičkovou roklí <i>Tram track Hlubočepy – Barrandov, foundation of the estacade over Růžičková gorge</i> Ing. Jiří Straka Ing. Petr Mičunek	3/2002	40
Tunelové stavby v SRN <i>Tunnels built in the FRG</i> Ing. Ivan Cúth Jozef Knajbel	4/2002	8	Tunelové stavby v SRN <i>Tunnels built in the FRG</i> Ing. Ivan Cúth Jozef Knajbel	4/2002	8
Tunel Horelica <i>The Horelica Tunnel</i> Ing. Stanislav Sibert	4/2002	18	Špeciálne zakladanie v službách tunelárov <i>Specialist foundation serving tunnelers</i> Ing. Rastislav Žuffa	4/2002	13
Zajištění stavební jámy v prostoru „Karolína“ v Ostravě – štětové stěny <i>Construction pit in the „Karolína“ area in Ostrava – sheet pile walls</i> Ing. Jiří Tvardek Ing. Lubor Dvořák	4/2002	23	Tunel Horelica <i>The Horelica Tunnel</i> Ing. Stanislav Sibert	4/2002	18
DOPRAVNÍ STAVBY TRANSPORT-RELATED PROJECTS			Sveti Marko – první chorvatský dálniční tunel ražený NRTM <i>Sveti Marko – the first Croatian highway tunnel driven by the NATM</i> Ing. Roman Šabata	4/2002	34
Železniční tunel el Cortijo <i>El Cortijo railway tunnel</i> Ing. Pavel Zelina Ing. Stanislav Sikora	1/2002	14	METRO THE METRO		
Podchod tunelů metra pod Vltavou <i>The metro tunnels underpassing the Vltava river launching operations</i> Doc. Ing. Jan L. Vitek	1/2002	18	Podchod tunelů metra pod Vltavou <i>The metro tunnels underpassing the Vltava river launching operations</i> Doc. Ing. Jan L. Vitek	1/2002	18
Suchý dok, provedení zářezu a stabilizace pravého tunelu trasy metra IV C1 pod řekou Vltavou v Praze -Troji <i>The dry dock, execution of the open box and stabilisation of the right tunnel of the metro line IV C1 under the Vltava river in Prague - Troja</i> Ing. Stanislav Dostál Ing. Miloslav Novotný Ing. Petr Nosek	1/2002	21	Suchý dok, provedení zářezu a stabilizace pravého tunelu trasy metra IV C1 pod řekou Vltavou v Praze-Troji <i>The dry dock, execution of the open box and stabilisation of the right tunnel of the metro line IV C1 under the Vltava river in Prague-Troja</i> Ing. Stanislav Dostál Ing. Miloslav Novotný Ing. Petr Nosek	1/2002	21
První jednolodní ražená stanice na pražském metru <i>The first single-bay mined station of the Prague metro</i> Ing. Josef Kutil Ing. Otakar Hasík Ing. Jiří Růžička	1/2002	30	První jednolodní ražená stanice na pražském metru <i>The first single-bay mined station of the Prague metro</i> Ing. Josef Kutil Ing. Otakar Hasík Ing. Jiří Růžička	1/2002	30
Uplatnění NRTM při výstavbě metra v Kodani <i>The NATM application on the Copenhagen metro</i> Dipl. Ing. Paul Bonapace	3/2002	10	Uplatnění NRTM při výstavbě metra v Kodani <i>The NATM application on the Copenhagen metro</i> Dipl. Ing. Paul Bonapace	3/2002	10

KANALIZACE, KOLEKTORY, MALÉ PROFILY <i>SEWERAGE, UTILITY TUNNELS, SMALL PROFILE TUNNELS</i>			Betontag 2002 <i>Betontag 2002</i> Ing. Georgij Romancov, CSc.	2/2002	54
Sanace oblasti Karolina v Ostravě – drenážní kolektor <i>Rehabilitation of Karolina district in Ostrava – drainage collector</i> Ing. Jiří Tvardek Ing. Karel Dolínek	1/2002	9	28. výroční zasedání valného shromáždění ITA/AITES – Sydney 2002 <i>ITA/AITES twenty-eighth annual meeting – Sydney 2002</i> Ing. Václav Valeš	3/2002	48
SANACE, REKONSTRUKCE, ÚDRŽBA, OPRAVY <i>REHABILITATION, REFURBISHMENT, MAINTENANCE, REPARATIONS</i>			Pražské geotechnické dny 2002 <i>Prague geotechnical days 2002</i> Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.	3/2002	51
Sanace oblasti Karolina v Ostravě – drenážní kolektor <i>Rehabilitation of Karolina district in Ostrava – drainage collector</i> Ing. Jiří Tvardek Ing. Karel Dolínek	1/2002	9	Z činnosti sekce silniční tunely ČSS <i>Activity of the CRA Road Tunnels Department</i> Ing. Petr Vozarik	3/2002	53
ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB <i>WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTION</i>			Roadware 2002 Ing. Petr Vozarik	3/2002	53
Průchod valem Pražského mostu <i>Passage through the „Gunpowder“ bridge embankment</i> Josef Jánský	1/2002	47	Podzemí: stavby, které žijí <i>Underground: living construction</i> Ing. Tomáš Eberman	4/2002	55
Silniční tunel v Andoře <i>Road tunnel in Andorra</i> Ing. Pavel Stoužil jun. Petr Kirschner	2/2002	43	ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES <i>NEWS SERVICE OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE ITA/AITES</i>		
Lefortovský tunel v Moskvě <i>Lefortovo tunnel in Moscow</i> Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	3/2002	44	Změny v členské základně ČTuK 1. 1. 2002 <i>Changes in the CTuK memberships at January 1. 2002</i> Ing. Karel Matzner	1/2002	55
Okružní trasa metra v Barceloně <i>The orbital metro line in Barcelona</i> Ing. Miloslav Novotný	4/2002	53	Informace pro členy ČTuK <i>Information for CTuK members</i> Ing. Karel Matzner	1/2002	55
Prodloužení metra v Rio de Janeiru <i>The extension of the metro in Rio de Janeiro</i> Ing. Miloslav Novotný	4/2002	54	Podzemní stavby Praha 2003 – první oznámení <i>Underground construction Praha 2003 – first announcement</i>	2/2002	56
Z HISTORIE PODZEMNÍCH STAVEB <i>FROM THE UNDERGROUND CONSTRUCTION HISTORY</i>			Zápis ze zasedání valného shromáždění ČTuK ITA/AITES <i>Report from session of the general assembly of the Czech ITA/AITES tunnelling committee</i> Ing. Karel Matzner	3/2002	54
30 let vodního díla Želivka – zkušenosti z provozu štolového přivaděče <i>30 years of the Želivka water resources scheme – the experience of the aqueduct tunnel operation</i> Ing. Miroslav Uhlík	2/2002	45	Exkurze na stavbu dálničních tunelů u Drážďan <i>An excursion to the highway tunnels near Dresden</i> Ing. Georgij Romancov, CSc.	3/2002	55
TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI <i>TECHNICAL MATTERS OF INTEREST</i>			Redakční rada zasedala ve Slovinsku <i>Editorial board meeting in Slovenia</i> Ing. Karel Matzner	4/2002	56
Projekt: Analýza a řízení rizik v tunelech pozemních komunikací <i>Project: Risk assessment and risk management in road tunnels</i> Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	1/2002	49	Výzva všem členským organizacím <i>Appeal to all member organizations</i> Ing. Karel Matzner	4/2002	56
Některé výsledky testování profilu 4000 <i>Selected results of the profiler 4000 testing</i> Ing. Tomáš Křemen Doc. Ing. Milan Kašpar, CSc.	2/2002	46	Upozornění autorům příspěvků do našeho časopisu <i>Notice to the authors of contributions for our magazine</i> Ing. Karel Matzner	4/2002	56
Revoluční technologie bezkontaktního měření a 3D modelování <i>Revolutionary technology of contactless measurement and 3D modelling</i> Ing. Vladimír Pachta	3/2002	46	Změna ve složení redakční rady <i>A change in the editorial board composition</i> Ing. Karel Matzner	4/2002	56
ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ <i>NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES</i>			JUBILEA <i>JUBILEES</i>		
Mezinárodní symposium Moderní tunelářské postupy a technologie IS – Kjóto 2001 <i>International symposium on modern tunnelling science and technology IS – Kyoto 2001</i> Ing. Richard Šňupárek, CSc.	1/2002	53	10 let časopisu Tunel <i>10 years of the „Tunel“ magazine</i> Ing. Petr Vozarik Ing. Miroslav Uhlík	1/2002	51
Silniční konference 2001 <i>Road conference 2001</i> Ing. Petr Vozarik	1/2002	54	Významné životní výročí Ing. Milana Krejčara <i>A remarkable anniversary of Ing. Milan Krejcar</i> Ing. Petr Vozarik	1/2002	52
Konference „Železnice 2001“ <i>The conference „Railway 2001“</i> Ing. Petr Vozarik	1/2002	54	65 roků Ing. Jozefa Frankovského <i>Ing. Jozef Frankovský's 65 years</i> Ing. Pavol Kusý	1/2002	52
28. mezinárodní světový tunelářský kongres <i>28-th international world tunnel congress</i> Ing. Georgij Romancov, CSc.	2/2002	52	20 let Ústavu geoniky AV ČR v Ostravě <i>20 years of the Institute of geonics by ASCR in Ostrava</i> Ing. Richard Šňupárek, CSc.	2/2002	49
Konference Železniční mosty a tunely <i>Conference Railroad bridges and tunnels</i> Ing. Petr Vozarik	2/2002	53	Významné životní výročí – Ing. Petr Vozarik <i>A significant life anniversary – Ing. Petr Vozarik</i> Ing. Milan Krejcar	2/2002	50
			Ing. Miroslav Uhlík – 65 let <i>Miroslav Uhlík – 65 years</i> Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	2/2002	51

60 let Ing. Georgije Romancova, CSc. 60 years of Ing. Georgij Romancov, CSc. Ing. Miloslav Novotný	4/2002	52
--	--------	----

INFORMACE
INFORMATION

EFUC – evropské fórum pro podzemní stavby EFUC – European forum on underground construction Ing. Jaroslav Raclavský, Aut. Ing.	2/2002	55
--	--------	----

TP 154: provoz, správa a údržba tunelů pozemních komunikací TP 154: operation, administration and maintenance of road tunnels Z. Pitrová	3/2002	56
--	--------	----

RŮZNÉ
MISCELLANEOUS

Bibliografie článků a statí uveřejněných v Tunelu, časopisu Českého tunelářského komitétu a Slovenskej tunelárskej asociácie ITA/AITES v roce 2001 Bibliography of articles published in the journal „Tunel“ of the Czech Tunnelling Committee and the Slovak Tunnelling Association ITA/AITES within the year 2001 Ing. Pavel Polák	1/2002	kulér
--	--------	-------

Jmenný rejstřík autorů a statí časopisu Tunel Name index of authors of articles published in the „Tunel“ journal in the year 2001 Ing. Pavel Polák	1/2002	kulér
--	--------	-------

JMENNÝ REJSTRÍK AUTORŮ STATÍ ČASOPISU TUNEL ZA ROK 2002
NAME INDEX OF AUTHORS OF ARTICLES PUBLISHED IN THE TUNEL JOURNAL IN THE YEAR 2002

Jméno: name:	číslo: number:	strana: page:
-----------------	-------------------	------------------

B		
Barták Jiří	2/2002	51
Barták Jiří	4/2002	27
Bartoš Luděk	2/2002	27
Bartoš Luděk ml.	2/2002	27
Bonapace Paul	3/2002	10
Březina Jan	1/2002	1

C		
Cúth Ivan	4/2002	8

Č		
Červený Milan	1/2002	2

D		
Dolinek Karel	1/2002	9
Dostál Stanislav	1/2002	21
Dvořák Josef	2/2002	21
Dvořák Lubor	4/2002	23

E		
Eberman Tomáš	4/2002	55

F		
Frankovský Miloslav	2/2002	36

G		
Gajdoš Pavel	4/2002	43
Gaňa Lubomír	4/2002	2

H		
Havrda Arnošt	2/2002	1
Havrda Arnošt	2/2002	2
Hasík Otakar	1/2002	30
Hilar Matouš	4/2002	27
Hlaváček Petr	1/2002	38
Hrdlička Miloš	3/2002	35
Hric Jozef	4/2002	2

Ch		
Chmelář Radovan	2/2002	10

J		
Jánský Josef	1/2002	47
John Max	3/2002	2

K		
Karmazín Karel	3/2002	35
Kašpar Milan	2/2002	46
Kirschner Petr	2/2002	43
Klement Boris	3/2002	1

Knajbel Jozef	4/2002	8
Krejcar Milan	2/2002	50
Kolečář Miroslav	2/2002	2
Kovári Kalmán	1/2002	34
Kovári Kalmán	2/2002	33
Kovári Kalmán	3/2002	30
Křemen Tomáš	2/2002	46
Kusý Pavol	1/2002	52
Kutil Josef	1/2002	30
Kvaš Jan	4/2002	43

L		
Lacina Jaroslav	1/2002	43

M		
Mattle Bruno	3/2002	2
Matzner Karel	1/2002	55
Matzner Karel	3/2002	54
Matzner Karel	4/2002	56
Mičunek Petr	3/2002	40

N		
Novotný Miloslav	1/2001	43
Novotný Miloslav	1/2002	21
Novotný Miloslav	4/2002	52
Novotný Miloslav	4/2002	53
Novotný Miloslav	4/2002	54
Nosek Petr	1/2002	21

P		
Pachta Vladimír	3/2002	46
Pitrová Z.	3/2002	56
Polák Pavel	1/2002	kulér
Pruška Jan	4/2002	27
Příbyl Pavel	1/2002	49
Příbyl Pavel	2/2002	40
Příbyl Pavel	3/2002	44

R		
Raclavský Jaroslav	2/2002	55
Romancov Georgij	2/2002	52
Romancov Georgij	2/2002	54
Romancov Georgij	3/2002	55
Rozsypal Alexandr	2/2002	14
Rozsypal Alexandr	3/2002	51
Růžička Jiří	1/2002	30

S		
Schnierer Gustav	4/2002	1
Sibert Stanislav	4/2002	18
Sikora Stanislav	1/2002	14
Stoulik Pavel	2/2002	43
Straka Jiří	3/2002	40
Svoboda Jiří	4/2002	48
Svoboda Petr	3/2002	14
Svobodová Helena	4/2002	48

Š		
Šabata Roman	4/2002	34
Šňupárek Richard	1/2002	53
Šňupárek Richard	2/2002	49

T		
Tětek Petr	2/2002	21
Trázník František	3/2002	35
Tvardek Jiří	1/2002	9
Tvardek Jiří	4/2002	23

U		
Uhlík Miroslav	1/2002	51
Uhlík Miroslav	2/2002	45

V		
Valeš Václav	3/2002	48
Vitek Jan	1/2002	18
Vorel Josef	2/2002	10
Vozarik Petr	1/2002	51
Vozarik Petr	1/2002	52
Vozarik Petr	1/2002	54
Vozarik Petr	2/2002	53
Vozarik Petr	3/2002	53

W		
Wohlmuth Jiří	3/2002	26

Z		
Zelina Pavel	1/2002	14
Zemánek Igor	2/2002	14
Zmítko Jiří	3/2002	21

Ž		
Žuffa Rastislav	4/2002	13

VÁŽENÍ KOLEGOVÉ A ČTENÁŘI!

V únoru 2003 uplynulo 10 let od privatizace akciové společnosti AQUATIS. Toto významné jubileum opravňuje k bilancování činnosti za období existence a. s. zvláště pak, když navazuje na předchozí čtyřicetiletou činnost v oboru vodního hospodářství pod názvem Hydroprojekt Praha, odštěpný závod Brno (až do roku 1990). Souhrnně se jedná o 50 let trvání společnosti a o 50 let souvislé práce a zkušeností především z projekční činnosti ve vodním hospodářství.

Od úspěšné privatizace v únoru 1993 je majoritním akcionářem a. s. rakouský VERBUNDKONZERN Vídeň. V současné době je vlastním 52 % akcií VERBUND – Beteiligungs- GmbH a 43 % akcií vlastní konzultační a projekční společnost VERBUNDPLAN gmbH Vídeň, která disponuje asi 300 kvalifikovanými odborníky, z nichž velká část působí přímo v tunelovém stavitelství.

Akciová společnost AQUATIS zaměstnává v současné době na 170 kvalifikovaných odborníků v oboru vodního hospodářství, oborech a speciálních činnostech s ním souvisejících. Moderní vybavení společnosti výpočetní technikou a stále vzdělávání pracovníků zajišťuje inženýrské a konzultační služby na špičkové úrovni. Dobré jazykové znalosti zaměstnanců umožňují úspěšné podnikání na mezinárodním trhu.

Pracovníci firmy AQUATIS se v rámci vodohospodářské výstavby v uplynulých 10 letech podíleli na projektování a realizaci tunelů a kaveren pro využití vodní energie, obtokových tunelů, tunelů spodních výpustí vodních děl, průzkumných a drenážních štol. Pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou a čištění odpadních vod pak vyprojektovali a podíleli se na realizaci celé řady kanalizačních štol a stolových přivaděčů ve vodárenství. Předprojektová a projektová příprava primárních a sekundárních kolektorů ve městě Brně jakož i inženýrská součinnost při jejich realizaci patří k velmi významným aktivitám tunelového stavitelství. Z nejvýznamnějších staveb projekčně připravených nebo již vybudovaných v období 1993 – 2003 stojí za zmínku:

- Přečerpávací VE Dlouhé Stráně
- VD Slezská Harta
- Rekonstrukce VD Morávka
- Vířský oblastní vodovod
- Sekundární kolektory v historickém jádru města Brna
- Rekonstrukce kmenové stoky „D“ v Brně
- Kolektory v Jižním centru města Brna
- Rekonstrukce kmenové stoky „C“ v Brně (PHARE)
- Stoková síť města Brna (ISPA)

V posledních letech se významnou součástí činnosti společnosti AQUATIS stává příprava projektů s financováním z evropských zdrojů (EU) v rámci programu PHARE a následně strukturálních fondů ISPA. Řada projektů zpracovaných do úrovně tendrové dokumentace pro výběr zhotovitele pro mezinárodní veřejné obchodní soutěže svědčí o připravenosti firmy obstat v tvrdé konkurenci zahraničních společností po předpokládaném vstupu ČR do Evropské unie v roce 2004.

O významných stavbách v oboru tunelového stavitelství jsme na stránkách tohoto časopisu informovali čtenáře již dříve a hodláme tak činit i v budoucnu.



DEAR COLLEAGUES AND READERS OF THE MAGAZINE,

In February 2003 AQUATIS celebrated the 10 years' anniversary of its privatisation.

The achievements of these last ten years are firmly founded on the previous 40 years' history of the Company's successful involvement in Water Resources Engineering. This was the history of Hydroprojekt Praha from which the Brno Branch, our Company, seceded (in 1990).

On this occasion we may thus celebrate 50 years of the Company's existence and its continuous involvement with the design and development of structures and equipment applicable to Water Works.

After its successful privatisation in February 1993, VERBUNDKONZERN Vienna became the Company's majority shareholder. 52 % of the Company's shares are currently held by VERBUND – Beteiligungs- GmbH and the consulting company VERBUNDPLAN gmbH Vienna owns additional 43 % of the shares. This company employs approximately 300 professionals of which a large number specialises in the tunnel construction sphere.

AQUATIS a.s. is currently employing 170 specialists in Water Resources Engineering and the fields closely related therewith. Equipped with the latest computer technology and electronic equipment which is complemented by the continuous upgrading of its personnel qualification, the Company can offer to its clients services that are on a very high professional level. Furthermore, combined with language skills of its employees, this enables the Company to be successful even in international competition.

During these last 10 years Aquatis participated in various design projects concerning tunnelling and cavern-chambers for water power generating, bypass tunnels, bottom outlet tunnels, exploration and drainage galleries. Our engineers designed and assisted with the erection of a whole range of adits and their intakes for the supply of potable water to the public and wastewater to treatment plants.

Pre-feasibility and feasibility studies for primary and secondary collectors in Brno, inclusive of engineering assistance during the works execution, belong among the meaningful activities of the tunnelling activities.

From the most noticeable structures designed by Aquatis, some of which were already erected during the period 1993 – 2003, I should like to mention the following:

- Pumping Storage Water Power Plant - Dlouhe Strane
- Water Works – Slezska Harta
- Reconstruction of the Moravka Water Works
- Vir – Regional Water Supply
- Secondary Collectors - erected in the historical part of Brno
- Reconstruction of the Trunk Sewer "D" in Brno
- Collectors in southern part of Brno
- Reconstruction of the Trunk Sewer "C" in Brno (PHARE)
- Sewer of Brno (ISPA)

A significant part of AQUATIS' activities has recently been focused on the preparation of projects funded by the EU in the framework of the PHARE programme and subsequently by the ISPA fund. A number of designs worked out at the level of documentation for international public tenders have proved AQUATIS' readiness to fight and succeed in the stiff competition from abroad after the accession of the CR to the EU in 2004.

We informed the readers of this magazine about significant tunnelling projects in the past, and we are going to continue this activity in the future too.

Ing. Pavel Kutálek
 generální ředitel a předseda představenstva
 General Manager and Chairman of the Board of Directors
 AQUATIS, a. s.

REKONSTRUKCE KMENOVÉ STOKY V BRNĚ FINANCOVANÁ Z FONDU PHARE

BRNO - TRUNK SEWER RECONSTRUCTION FINANCED BY PHARE

Ing. Otakar Fabián - TUBES, spol. s r. o., Praha, Ing. Alexandra Hradská - AQUATIS Brno, a. s.,
Ing. Jan Sehnal - AQUATIS Brno, a. s.

STRUČNĚ O PROGRAMU PHARE

Program Phare byl zahájen již v roce 1990 jako pomoc států Evropské unie zemím střední a východní Evropy. Jeho legislativním podkladem byla směrnice Rady evropských společenství EEC 3906/89 z 18. prosince 1989 o ekonomické pomoci některým zemím střední a východní Evropy. Původně byl tento program zamýšlen pouze pro Polsko a Maďarsko – odtud i původní význam zkratky PHARE – Poland and Hungary Assistance to the Restructuring of the Economy (Pomoc při hospodářské restrukturalizaci v Polsku a Maďarsku). Okruh příjemců byl potom postupně rozšiřován, takže v současné době využívá jeho pomoci třináct států střední a východní Evropy.

V České republice bylo prvotním záměrem programu Phare přispět k urychlení ekonomické reformy, a to především formou poskytování rad a informací ministerstvům při ekonomické transformaci, podporou rozvoje soukromého sektoru (privatizace, podpora malých a středních firem, rozvoj finančního sektoru apod.) a podporou rozvoje lidských zdrojů (školení managementu, restrukturalizace trhu pracovní síly).

Od roku 1994 byl program rozšířen o podporu příhraničních regionů sousedících se státy EU v rámci Programu přeshraniční spolupráce – CBC Phare, jehož priority byly definovány především v oblastech dopravy, technické infrastruktury, životního prostředí, hospodářského rozvoje, zemědělství, lesnictví a lidských zdrojů.

V roce 1998 byl program Phare znovu rozšířen o další složku – Program velkých infrastrukturálních investic – LSIF (The Large-Scale Infrastructure Facility). Jedná se o centrální program zajišťující spolufinancování pro projekty s přeshraniční působností v oblastech životního prostředí a dopravy. Investice jsou spolufinancovány za pomoci mezinárodních finančních institucí. Konkrétní zaměření programu v jednotlivých letech bylo závazně dáno Finančním memorandumem, které na základě finančního návrhu české strany vypracovala a předložila k podpisu Evropská komise.

Projekty se vybíraly jednak na základě jejich vlivu na předvstupní přípravu kandidátských zemí, jednak podle stupně jejich připravenosti k provádění. Proto do výběru mohly být zařazeny pouze nové zahajované akce bez uzavřených dodavatelských vztahů, u rozestavených staveb výhradně nezávislé etapy (například dodání technologií, mechanizace apod.). Smlouvy s dodavateli mohly být uzavřeny až po podpisu finančního memoranda a následném zpracování a odsouhlasení dokumentace pro veřejnou obchodní soutěž a po jejím následném vyhodnocení. Příkladem podporovaných projektů jsou rekonstrukce silničních a železničních tahů, zlepšování zásobování vodou, systémů likvidace odpadních vod a projekty zlepšující kvalitu ovzduší.

Od roku 2000 byl LSIF nahrazen zcela novým programem tzv. předkohezního fondu ISPA – (Instrument for Structural policies for Pre-Accession – nástroj strukturálních politik v předvstupním období), což je speciální podpůrný program připravený Evropskou komisí k podpoře uchazečských států při přípravě jejich vstupu do Evropské unie.

V rámci programu Phare bylo pro Českou republiku v letech 1990 – 2000 vyčleněno více než 750 mil. eur, z toho činil podíl LSIF na projekty velkých infrastrukturálních investic v letech 1998 – 1999 asi 275 mil. eur.

PŘÍPRAVA PROJEKTU REKONSTRUKCE VEŘEJNÉ KANALIZAČNÍ SÍTĚ BRNO

Kandidátské země včetně České republiky soutěžily o získání prostředků v rámci programu LSIF. Podmínkou účasti na tomto programu bylo spolufinancování projektu, což se České republice zpočátku nedařilo zajistit. V roce 1999 ČR získala v rámci programu Phare – LSIF 14,2 mil. eur pro rekonstrukci kanalizační sítě města Brna na základě projektu spolufinancovaného Evropskou bankou pro obnovu a rozvoj. Projekt byl veden pod označením "CZ 99.10, část 5. - Kanalizace Brno". V průběhu roku 2000 bylo nutné splnit podmínky finančního memoranda projektu, tj. zpracování tendrové dokumentace (TD), provedení výběrového řízení a podpis smlouvy s vybraným dodavatelem díla do 31. 12. 2000.

Celá tato procedura probíhala podle tehdy platné metodiky Evropské komise označované zkratkou DIS – Decentralised Implementation System (Decentralizovaný systém provádění). Jako základ pro smluvní dokumenty byl ve finančním memorandumu předepsán standard FIDIC z r. 1995, tzv. oranžová kniha, tj. smlouva na projekt, výstavbu a dodávku na klíč (Design – Build and Turnkey).

SHORTLY ABOUT PHARE PROGRAMME

The Programme was launched by the European Union in 1990 in order to assist countries of Central and Eastern Europe. The Programme was founded on the basis of the EEC Directives 3906/89, dated 18 November 1989, concerning assistance to certain countries of the region.

Originally the Programme's aim was to assist with the restructuring of the Polish and Hungarian economies only, thus the name PHARE. However, the circle of aid recipients kept on getting larger and larger till it developed into its present form, i.e., encompassing thirteen countries of Central and Eastern Europe.

As far as the Czech Republic was concerned, the assistance took a form of consultations and guidance offered to various Ministries in order to assist with a speedy restructuring of the economy, development of private sector (privatisation, assistance to small and medium sized organisations, development of banking systems, etc.) and development of human resources (seminars on management and restructuring of the labour market).

The Programme was enlarged, in 1994, for assistance to the regions bordering with the nations of the European Union – CBC Phare (Cross Border Cooperation), mainly with the transportation, the regions' engineering infrastructure, environmental considerations, economical development, agriculture, forestry and human resources.

In 1998 the Programme was enlarged again by a new component – The Large-Scale Infrastructure Facility – LSIF, i.e., the centralised programme of the joint financing of the interstate projects involving the environmental aspects and transportation. The international financial institutions participate in financing of these projects. Programmes concerning activities applicable to the individual years were specified by the Financial Memorandum, which was produced on the basis of financial recommendations of the Czech side and then presented for approval to the European Committee.

The projects were selected according to the influence they were expected to impose on the pre-acceptance preparation of the individual countries for the EU, and their feasibility. For this reason the selection could include only those projects which were not yet initiated or adjudicated to contractors, and those being in the process of construction with a possibility of dividing its individual parts into independent sections (for example- supply of mechanical / electrical equipment, automation, etc.).

The tenders could have been adjudicated only after signing the Financial Memorandum, preparing and approving the documentation for public advertising and evaluating the offers in accordance with the specified procedures. Reconstruction of roads and railways networks, improvement of water supply systems, processing of wastewaters and projects concerning environmental aspects are example of the projects that were preferred for the assistance.

A completely new programme called ISPA – Instrument for Structural Policies for Pre-Accession, replaced the LSIF Project in the year 2000. The ISPA, prepared by the European Committee, is a special supporting programme assisting the candidate states with their preparation for the entry into the EU.

The Phare Programme assigned 750 million EUR to the Czech Republic for the period 1990 to 2000 of which approximately 275 million EUR was allocated for the LSIF Projects in the period of 1998 to 1999.

PREPARATION OF THE BRNO – PUBLIC SEWERAGE SYSTEM RECONSTRUCTION PROJECT

The candidate countries, including the Czech Republic, competed for the financial assistance assigned to the LSIF programmes. However, involvement in the Programme, being subjected to the financial participation, created certain difficulties at the beginning to the Czech Republic. The Czech Republic received, through the LSIF Programme 14,2 million EUR in 1999 for reconstruction of the sewerage system for the city of Brno. This was founded on the basis of the financial participation of the European Bank for Reconstruction and Development. The project was registered under a code name "CZ 99.10, Part 5. - Sewerage System Brno". The Project specified that the requirements of the Financial Memorandum will be fulfilled within the year 2000, i.e., that the tender documentation (TD) will be completed, offers assessed and the Contract

Tendrovou dokumentací zpracovala firma Aquatis v období únor – červen 2000. Vzhledem k velikosti investice byla TD značně objemná a zahrnovala více než 1000 stran textových dokumentů a 30 výkresů – situací, podélných a příčných profilů. Kromě toho bylo nutné souběžně s pracemi na TD přeložit do angličtiny veškerou dostupnou dokumentaci ke stavebnímu řízení a příslušná stavební povolení, aby mohla být k dispozici účastníkům výběrového řízení. To prakticky znamenalo tuto DSP znovu vydat, což představovalo dalších 500 stran textu a 110 výkresů. TD byla schválena nejprve delegací Evropské komise v ČR a následně samotnou Evropskou komisí na podzim 2000. Výběrové řízení na dodavatele stavby bylo uzavřeno počátkem prosince a smlouva s vítězem veřejné soutěže – konsorciem českých firem pod vedením ZS Brno, a. s. – byla podepsána dne 21. 12. 2000. Výstavba byla zahájena v lednu 2001 a bude probíhat do července 2003. Dodavatel musí v rámci smlouvy získat řadu nezbytných souhlasů a povolení pro projekt a výstavbu, vypracovat potřebné prováděcí projekty, průzkumy, musí zajistit výstavbu nových a rekonstrukci stávajících kanalizačních stok jakož i rozsáhlý monitoring okolních objektů a provést čištění, zkoušení a uvedení do provozu včetně potřebné dokumentace. Projektantem realizačních projektů je TUBES, s. r. o., Praha. Generálním dodavatelem stavby je sdružení firem ZS Brno, a. s., Subterra, a. s., a IMOS Brno, a. s.

STAVEBNÍ DOZOR

Projekt, který je realizován podle standardu Orange Fidic, předpokládá řízení výstavby zástupcem investora (Employer's Representative). Na základě mezinárodního výběrového řízení bylo výkonem této funkce pověřeno konsorcium belgické firmy AQUAPLUS NV a brněnské firmy DUIS, s. r. o. Konsorcium přizvalo ke spolupráci firmu JANČÁLEK, s. r. o., z Břeclavi. Zástupce investora vykonává veškeré činnosti spojené s dohledem nad realizací díla a je v této věci plně kompetentní zastupovat po všech stránkách investora stavby, tj. statutární město Brno. Současně nese spoluodpovědnost za dokončení díla v předepsaných termínech a kvalitě. Na straně zástupce investora pracuje skupina odborníků belgického partnera v čele s Project Managerem a skupina čtyř místních inženýrů. Tito pracovníci provádějí veškerou průběžnou denní kontrolu přípravy a realizace stavby, přebírají hotové části a vedou dokumentaci dle předpisů EU. Zástupce investora má pro svou činnost vypracovanou podrobnou metodiku a systém kontroly jakosti prací. Další složkou dozoru je samostatné sledování stavby pracovníky implementační agentury Centra pro regionální rozvoj, jež garantuje správné využití finančních prostředků poskytnutých ze strany EU.

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PROJEKTU

Projekt řeší zlepšení stavebně-technických a kapacitních problémů v trase kme-

adjudicated to the selected Supplier before 31 December 2000.

The procedure was carried out in accordance with the, then, applicable requirements of the European Committee known as DIS – Decentralised Implementation System. The tenders were based on the FIDIC rules of 1995, the so called orange book, i.e., Design – Build and Turnkey Project.

The tender documentation was prepared by Aquatis a.s. in the period February to June 2000. Due to the broad scope of activities covered by the TD, the documentation comprises more than 1000 pages of specifications and 30 drawings showing general layouts with longitudinal and cross sections. It was further required that the documentation necessary for the civil construction work together with the relevant Building Permits had to be translated into English and submitted for consideration to various participants on the Selection Procedure. This required that additional 500 pages of text and 110 drawings had to be prepared.

After the approval was secured from the Delegation of the European Committee in the Czech Republic, the documentation was submitted and approved by the European Committee head office in autumn of 2000. The selection process was completed at the beginning of December 2002 and the Contract adjudicated to a successful Contractor, the Consortium of the Czech companies under the leadership of ZS Brno a.s., on 21 December 2000.

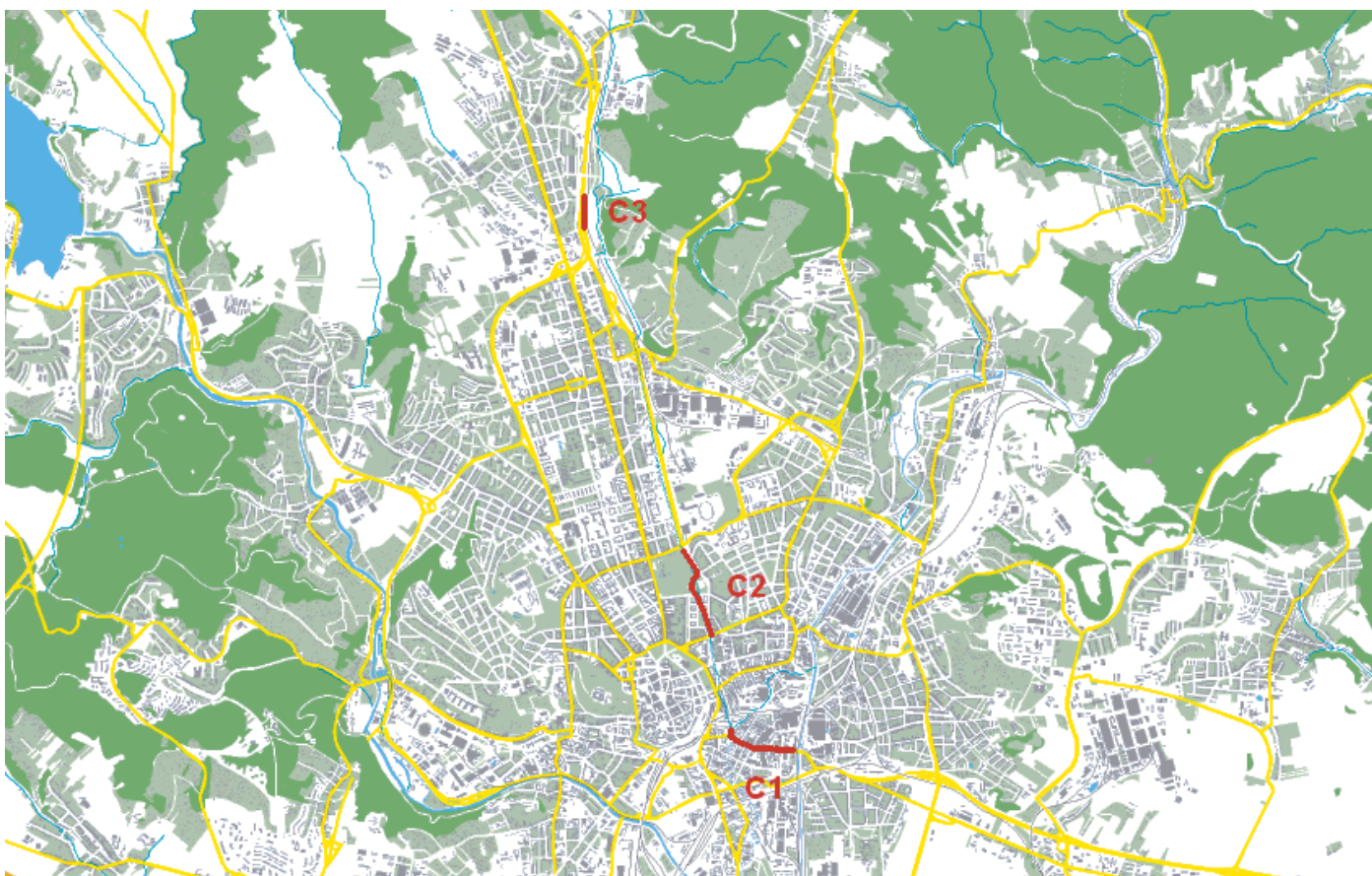
The construction works commenced in January 2001 and the system is to be handed over to the Employer in June 2003. The Supplier is expected to secure a number of agreements and permits from the relevant authorities, to produce the necessary construction drawings, arrange for various investigations, refurbish the existing sewerage system, monitor the neighbouring structures, clean, test, put the equipment into operation, and provide all the specified documentation.

The Detailed Design Documents are to be prepared by TUBES s.r.o. Praha. The General Contractor is a joint venture formed by ZS Brno a.s., Subterra a.s., and IMOS Brno a.s.

SUPERVISION OF CONSTRUCTION

The "FIDIC – Orange Book" requires that the Employer's Representative is responsible for managing the works at site. This task was given, on the basis of the international selection proceedings, to the Consortium formed by Belgium AQUAPLUS NV and Czech DUIS s.r.o. - located in Brno. The Consortium invited the Czech company JANČÁLEK s.r.o. from Břeclav to assist with the task.

The Employer's Representative is fully competent to conduct the site supervision on behalf of the relevant authorities of Brno's Municipality. The Representative is also responsible for ensuring that the works will be to the specification and within the specified period. The Belgium experts and four



Obr. 1 Celková situace rekonstruovaných úseků
Fig. 1 General layout of the refurbished sections

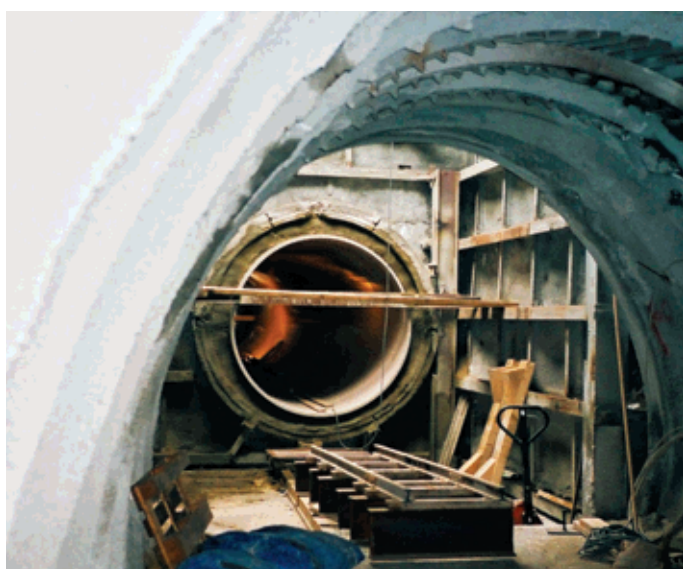
nové stoky C, která odvodňuje severní část brněnské městské aglomerace. Zahrnuje tři oddělené úseky kmenové stoky označené C1, C2 a C3, jak je patrné ze situace na obr. 1. Navrhovaná stavba představuje bezmála 2 km nových kmenových stok hloubených tunelováním s profily od 1,4 do 2,8 m. Vedle vlastní kmenové stoky je nutné zřídit řadu dalších navazujících konstrukcí.

Stávající stoková síť v dané oblasti je celkově ve špatném technickém a hydraulickém stavu. Nedostatek kapacity některých stok způsobuje problémy jak hydraulické, tak v udržení přijatelné kvality vody v recipientech, řekách Svitavě a Svratce včetně jejich drobných přítoků. Vzhledem k očekávaným potížím při provádění výkopových prací v dopravních plochách byla pro stavbu upřednostněna podpovrchová metoda výstavby, tj. tunelováním, které minimálně narušuje dopravní zóny a ostatní infrastrukturu a rovněž minimalizuje vliv provádění stavby na životní prostředí. Stavba se skládá ze tří úseků kmenové stoky C s následující charakteristikou:

úsek C1 – Křenová (ulice Křenová)

- délka a profil kmenové stoky 685 m DN 2 180
- kapacita stoky $Q = 8\,149,0$ l/s
- délka a profil uliční stoky Cp 565 m DN 300, 400, 500
- kapacita největšího profilu $Q_{max} = 430,0$ l/s
- odlehčovací komora OK Vlhká s bočním přepadem a etáží, se škrťací tratí a se šybkou pro převedení svitavského náhonu.

Odlehčovací komora byla navržena na základě výsledků modelového výzkumu z r. 1994, který určil základní parametry objektu, které bylo nutné dodržet. Jde



Obr. 2 úsek C1 – ul. Křenová

Pohled do klasicky ražené štoly přes prostor vstupní šachty TŠ1 na začátek úseku vystrojeného troubami DN2200 HOBAS uloženými ve štítovaném úseku. Fig. 2 Section C1 – Krenova Street

View inside the adit excavated by the conventional mining method – through the entry shaft TS1 to the beginning of a section fitted with HOBAS DN 2200 pipes laid in the part driven by shield.



Obr. 3 úsek C2 – Ponávka

Štítovaný úsek mezi TŠ37 a TŠ34 po dokončení ražeb a zapravení ŽB prefabrikovaného ostění.

Fig. 3 Section C2 – Ponávka

Section between TS37 and TS34, driven by shield after the installation of precast lining.

local engineers form the group of the Employer's Representatives. The leader of the group, the Project Manager, is an employee of the Belgium Company. This staff is responsible for inspections of the construction works on a daily basis, acceptance of proprietary items and filing of documentation, all in accordance with the EU specification concerning the Quality Assurance and Works Safety.

An additional, independent, component of the inspection is carried out by the Implementation Agency of the Centre for Regional Development. This agency is responsible for ensuring that the finances provided by the EU are correctly utilised.

ENGINEERING ASPECTS OF THE WORKS

The project solves structural and capacity-related problems concerning the trunk Sewer C, which drains the northern, densely populated, part of Brno. This comprises three separate trunk sewer sections marked C1, C2 and C3 as shown on the layout - Fig. 1. The proposed structure represents nearly 2 km of the new trunk sewers made by the tunnelling method, having sizes ranging from 1,4 m to 2,8 m. Apart of constructing the main sewer, it is necessary to build a number of other ancillary structures connected to the mains.

Due to the rather inadequate conditions of the existing sewers and their capacities, hydraulic problems and problems connected with the quality of waters discharged into the Svitava and Svratka Rivers are being experienced.

In order not to disrupt public transportation and pollute the atmosphere in the city by surface excavations in the area, it was decided to use the tunnelling methods for the work execution.

The construction works consists of three sections of the sewer "C", and have the following characteristics:

Section C1 – Krenova (Krenova street)

- length and a profile of the trunk sewer 685m DN 2 180
- sewer capacity $Q = 8\,149,0$ l/s
- length and a profile of the street sewer Cp 565m DN 300, 400, 500
- capacity of the largest profile $Q = 430,0$ l/s
- two-storey relief chamber "OK Vlhka" with the side spillway and a floor, with a throttling line and an inverted siphon on the Svitava river race-way.

The relief chamber was designed on the basis of findings from the model investigations carried out in 1994, which determined basic requirements to be complied with. The structure is a combination of a side spillway and a floor.

Section C2 – Ponávka (section between Pionyrská and Milady Horakove streets)

- length and a profile of the new trunk sewer 1 021m DN 2 730/2755
- lengths and profiles of the reconstructed sewer 526m DN 3 000/2400
- 528m DN 3 900/1600
- capacity of the newly constructed profile $Q = 20\,480$ l/s

Section C3 – Hradecka (along the highway feeder- Hradecka)

- length and a profile of the trunk sewer 351.0m DN 1400
- profile capacity $Q = 3\,889,0$ l/s

DESCRIPTION OF THE INDIVIDUAL SECTIONS

Section C1

It is situated in one of the busiest streets of the city, featuring a large number

o kombinaci etážové odlehčovací komory a odlehčovací komory s bočním pře-
padem.

úsek C2 – Ponávka (úsek mezi ulicemi Pionýrská – Milady Horákové)
- délka a profil nové kmenové stoky 1 021 m DN 2730/2755
- délky a profily rekonstruované stoky 526 m DN 3000/2400
528 m DN 3900/1600
- kapacita nově vybudovaného profilu Q = 20 480 l/s

úsek C3 – Hradecká (podél dálničního přivaděče Hradecká)
- délka a profil kmenové stoky 351,0 m DN 1400
- kapacita profilu Q = 3 889,0 l/s

POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ

Úsek C1

je situován v jedné z nejméně frekventovaných ulic města s množstvím obchodů, drobných provozoven a s velkými výrobními podniky. Jejich provoz nesměl být stavbou omezen. Nová kmenová stoka C je vedena po levé straně vozovky ve směru z města. Kmenová stoka je v dolní části napojena na již rekonstruovanou kmenovou stoku D.V horní části navazuje na odlehčovací komoru OK Vlhká, která je součástí úseku C1. Na pravé straně ulice Křenová je navržena paralelní stoka Cp, která odvádí odpadní vody ze zástavby na pravé straně ulice.

V odlehčovací komoře OK Vlhká je navrženo kombinované odlehčení vestavěnou etáží s doplněním bočního pře-
padu a zaústěním do svitavského náhonu. Stávající trasa svitavského náhonu je převedena pod odlehčovací komorou dvouramennou shybkou a zaústěna do odtokové galerie bočního pře-
padu. Splaškové vody jsou odvedeny do trasy nové kmenové stoky C v ulicích Křenová a Masná.

Součástí stavby jsou přeložky inženýrských sítí, bez kterých by nebylo možné stavbu realizovat. Stavba vyžadovala zásah do systému městské hromadné dopravy (po dobu stavby je v provozu pouze 1 kolej pro tramvajovou dopravu v obou směrech) a veřejné dopravy. Před zahájením vlastních prací byla provedena pasportizace a statické posouzení stávající zástavby a v nutných případech bylo provedeno zabezpečení domů, které byly výstavbou ohroženy.

Úsek C2

zahrnuje výstavbu nové trasy kmenové stoky C pomocí razicího štítu DN 3600 mm, rekonstrukci stávajícího klenbového profilu a obdélníkového profilu s žeb-

of shops, small businesses and a number of large industrial companies whose function was not allowed to be interrupted by the Project. The new trunk sewer is routed under the left hand side of the street, viewed outward from the city.

The sewer is, in its downstream part, connected onto the already refurbished sewer "D". At its upstream part, the sewer is connected onto the relief chamber Vlhka, which forms a part of the section C1. A parallel sewer Cp was proposed to run under the right hand side of the street Křenova, discharging wastewaters collected from the development in this area.

The relief chamber Vlhka has been designed as a combination of the built in storey and a side channel spillway system discharging into the Svitava race-way. The existing routing of the Svitava race-way passes under the relief chamber via a double-branched inverted siphon with an outflow into the discharge gallery of the side spillway. The wastewaters are then directed into the new trunk sewer "C" under the Křenova and Masna Streets.

In order to proceed with the Project, it was necessary to rearrange the existing utility services in the area and restrict the public transport system (only one rail route, serving the tram's transportation in both directions, has been allowed). Before the works could commence it was further necessary to conduct a survey of the existing condition, arrange for structural analysis of existing structures and in some cases even to reinforce certain buildings, which could otherwise collapse or be damaged during the Project's execution.

Section C2

It includes construction of the new routes of the trunk sewer "C" by a shield DN 3600 mm, refurbishment of the existing dome profile and a rectangular profile with ribbed ceiling. The new trunk sewer is connected at both ends onto the already refurbished parts of the trunk sewer "C".

The construction works are carried out in the centre of the city. However, the works were not allowed to disrupt the city's transport to any large extent. In order to facilitate connection onto the existing street sewer in M. Horakova street it became necessary to place the junction shaft in the centreline of the tram bed. For this reason the works had to be completed during the school holidays in which period the busses could substitute the trams' transportation.

A part of the existing and the new trunk sewer routes is situated under the Luzanky Park (the state protected landmark of 1st grade), Vrchlickeho Park and a Park at the 28 November Square (all of them protected areas). The construction activities were subjected to the requirements of the Parks Management Office, i.e., no heavy construction equipment was allowed. The construction



Obr. 4 úsek C2 – Ponávka

Pohled na čelbu vyražené stoly s razicím štítem v úseku mezi TŠ31 a TŠ30

Fig. 4 Section C2 – Ponávka

View at the working face with the shield installed in the section TS31 and TS30



Obr. 5 úsek C1 – ul. Křenová

Klasická štola pro převedení stávající vejčité stoky do prostoru soutokové šachty. Provádí se za provozu kanalizace.

Fig. 5 Section C1 – Křenova Street

A conventional tunnel for transition of the existing oval sewer into the junction shaft. Being constructed during the full operation of the sewer system.



Obr. 6 úsek C2 – Ponávka

Převedení průtoku částí stávajícího obdélníkového profilu – 1. etapa.

Fig. 6 Section C2 – Ponávka

Wastewater flow diversion using the part of existing rectangular profile - 1st phase

rovým stropem. Nová kmenová stoka navazuje na začátku i na konci na již rekonstruované úseky kmenové stoky C. Stavba je umístěna ve středu města. Při výstavbě nesměla být zásadně narušena veřejná doprava. Pro propojení se stávající uliční stokou v ulici M. Horákové bylo nutné umístit soutokovou šachtu v ose tramvajového tělesa MHD. Tyto práce byly limitovány časovým obdobím prázdnin, kdy bylo možné tramvajovou dopravu nahradit dopravou autobusovou. Část trasy stávající kmenové stoky i nové trasy kmenové stoky je situována v parcích Lužánky (státní chráněná památka I. stupně), Vrchlického sady a park na náměstí 28. října (parky městského významu). Způsob realizace musel být přizpůsoben požadavkům správců těchto parků, bez možnosti použití těžké techniky. Realizace stavby byla současně podmíněna celou řadou přeložek inženýrských sítí a úprav v parcích. Bylo nutné provést zásahy do městské hromadné dopravy a veřejné dopravy.

Úsek C3

Trasa kmenové stoky je umístěna do tělesa zemního násypu umístěného mezi rychlostní komunikací 1/43 a železniční tratí Brno – Havlíčkův Brod. Staveniště je umístěno mimo městskou zástavbu. V souběhu s trasou byly vedeny kabely Českých drah, veřejného osvětlení, Telecomu a kabelové televize. Tato část je svým situováním mimo střed města nejméně problémová.

POZNATKY ZÍSKANÉ PŘI VÝSTAVBĚ

Všechny tři části stavby vzhledem ke stísněným podmínkám staveniště byly realizovány jak klasickými ražebními metodami, tak ražbami protlačení a ražbou štítem DN 3050 (C1), DN 3600 (C2) a DN 2000 (C3).

Z hlediska geologických a hydrogeologických poměrů je zájmové území součástí Brněnské pahorkatiny. Z širšího geologického hlediska náleží k okrajové části čelní hlubiny na jejím styku s horninami brněnské vyvěřelého masívu. Ražící práce, ať již klasickými metodami, či štíty nebo protlaky byly povětšinou realizovány v prostředí jílovitých povodňových hlín místy se šterkovitými či písčivými příměsemi, v ulici Křenové byla ražba štítem ztížena přítomností zbytků sklepů a základového zdíva původní výstavby v této ulici.

Úsek C1

Při realizaci tohoto úseku byly použity všechny tři běžné metody činností prováděných hornickým způsobem – klasická ražba, štítování i metoda protlačení. Z hlediska klasické ražby se jako velmi obtížný jevil úsek mezi šachtami TŠ 34a – TŠ1, kdy byla ražbou zastížena stávající zděná stoka oproti podkladům, které měl projektant k dispozici, zasahující do tělesa nově ražené štoly – viz obr. č. 5. Zděná stoka musela být přeložena mimo prostor ražby a teprve poté mohlo být přikročeno k dokončení štoly a poté k osazování, stabilizaci a následnému zabetonování potrubí HOBAS – viz obr. č. 2. V neposlední řadě se pak prováděcí organizace musela vyrovnat s místy velmi nepříznivými podmínkami při klasické ražbě štoly, zejména mezi šachtami TŠ7 – TŠ8 u ulice Vlhké, kdy bylo nutno štolu pažit na plný profil, čelbu odkrývat po etážích a ražbu provádět prakticky členěným porubem. Nejobtížnější částí úseku C1 byla bezesporu odlehčovací komora v ulici Vlhké. Její funkce byla již stručně popsána výše. Při realizaci samotné byl kladen velký důraz ze strany investora na dokonalou kvalitu díla především na zachování navržených tvarů konstrukcí včetně povrchové úpravy definitivních konstrukcí, keramických obkladů a úprav pracovních a dilatačních spár. Výstavba byla o to složitější, že bylo nutno veškeré práce koordinovat tak, aby zůstalo v provozu stávající mohutné kanalizační těleso staré Ponávky.

Úsek C2

Nejobtížnější částí úseku C2 byla koncová soutoková komora TŠ 40 v ulici Prikop, kdy bylo nutno propojit stávající zakryté kanalizační těleso staré Ponávky s nově navrženou trasou stoky C – viz obr. č. 6. Pro vylepšení spádových poměrů byl využit stávající stupeň v trase kmenové stoky. Z kolmého stupně ve stávající stoce byl vybudován stupeň šikmý v soutokové šachtě TŠ 40. Bylo nutné za provozu odbourat postupně téměř celý stávající profil (3,6 x 2,1 m) staré Ponávky. Založení nové části soutokové komory bylo nutné realizovat pod úrovní stávajícího základu. Pro stabilizaci části ponechané stávající konstrukce bylo navrženo kotvení pomocí mikropilot. Výstavba úseku C2 vyžadovala nejvíce pozornosti z hlediska jejího vlivu na životní prostředí, protože její část mezi šachtami Š 33 – Š 31 je vedena v chráněné a přísně sledované části Brna – v parku Lužánky. Součástí této stavby byla i rekonstrukce tenisových kurtů v tomto parku.

Úsek C3

Jak již bylo řečeno v předchozích odstavcích, tato část díla poblíž ulice Hradecké byla vzhledem ke své poloze nejméně problematickou a v době zpracování tohoto článku (listopad 2002) byla blízko dokončení.

ZÁVĚR

Zvolený způsob výstavby kanalizace v Brně, kdy byla zvolena metoda podpovrchového vedení stavby, je přes výše uvedené obtíže při realizaci možno považovat za nejvhodnější a nejbezpečnější pro tuto zájmovou oblast. Jedná se o stavbu náročnou, avšak v předchozích stupních projektové přípravy velmi podrobně dokumentovanou a připravenou, nyní úspěšně realizovanou, rovněž investorsky detailně sledovanou a kvalitně vedenou. Stavba úzce souvisí s otázkami tvorby a ochrany životního prostředí a koresponduje zejména se snahami zlepšit kvalitu kanalizační sítě v městě Brně. Zřetelným způsobem přispěje ke zkvalitnění životního prostředí v Brně a snad i dokáže oprávněnou a nutnou realizace staveb tohoto typu pro budoucnost.

works were further complicated by a necessity to relay a number of the existing utility services and a dressing up works in the park areas. The works disrupted to some extent the city traffic and public transportation as well.

Section C3

The trunk sewer has been laid into a ground fill between the fast highway 1/43, and the Brno – Havlíckuv Brod railway line.

The site is situated outside the city built-up area. The railway cables, cables for the public lighting, Telecom cables and the cable television run concurrently with the route.

Due to its location, this section is considered to be the least problematic one.

OBSERVATIONS MADE DURING THE PROJECT'S EXECUTION

Due to the confined conditions under which the works on all three sections had to be carried out, it was necessary to make use of all the known methods of the underground construction, i.e., from the conventional tunnelling to pipe jacking and using the TBMs DN 3050 (C1), DN 3600 (C2) and DN 2000 (C3).

From the geological point of view, the area of interest is situated in the hilly country of Brno. Viewed from a wider angle, the area belongs to the peripheral part of the Carpathian frontal basin at its contact with the Brno massif. The mining works were mostly carried out in the clay sedimentary deposits containing locally sandy or gravel admixture. The TBM excavation under Křenova Street was further complicated by a number of cellars and foundation walls built during the original housing development in this street, interfering with the work.

Section C1

All the three mining methods had to be utilised in this section. The part between the shafts TS 34a – TS1 seemed to have posed serious problems. This was due to the fact that, contrary to the documentation submitted to the designer, the tunnel came in this section against a bricked sewer, which intervened with the excavation of the new gallery – see Fig. No. 5. Tunneling works and the tunnel lining, which had to be followed by installation of the HOBAS pipes, embedded in concrete (see Fig. No. 2) could continue only after the bricked sewer had been removed from the excavation area. Further complications were experienced in the area between the shafts TS7 – TS8 under Vlhka Street. In this part the complete cross-section of the adit had to be secured by sheeting and the face had to be opened in parts, which virtually meant a necessity to apply a sequential excavation procedure.

However, the most difficult part of the section C1 was undoubtedly the construction of the relief chamber in Vlhka street. Its function was briefly described above. The Employer laid high demands on the quality of the construction work, namely adherence to the specified shapes, surface finishing, ceramic tiling and finishing of the construction joints. The construction work had to be well co-ordinated with the function of the massive sewerage system of the Old Ponávka, which had to stay fully operational.

Section C2

The most complicated part of the section C2 concerned the construction of the junction shaft under Prikop Street. Here it was necessary to connect the existing covered sewerage system's body of the Old Ponávka with the new route of the sewer "C" – see Fig. No. 6. The existing drop on the trunk sewer had been utilized in order to improve the gradient of the route. The vertical step on the existing sewer was converted into a slope in the junction chamber TS 40. It was necessary to break away practically the whole existing profile of the Old Ponávka (3,6 x 2,1 m). The new part of the junction chamber had to be founded on a base which is below the existing foundations level. Anchoring of the existing part of the structure was done by micro-piles. Construction of the section C2 required that great attention be paid to its influence on the environment since the part between the shafts S33 – S31 lies under a strictly protected part of Brno – Lužanky Park. Reconstruction of tennis courts in this park formed a part of the works as well.

Section C3

As was already stated in the previous chapters, the works at Hradecka Street were, due to the site's location, the least complicated. When this article had been compiled, i.e., November 2002 the works here were nearing the completion.

CONCLUSION

The selected method of developing the underground sewerage system in this part of Brno may be considered as the most advantageous and safest method of sewer laying under the given conditions.

It was a demanding construction work. However, there was an accurate and detailed documentation available, which allowed for the successful execution of the works. The site activities were also excellently managed both by the Site Manager and the Employer's Representative. The project laid great emphasis on the environmental considerations and a quality of the sewerage system built for the city.

This new facility will provide a noticeable improvement to the environmental conditions in Brno and hopefully will become a guide for similar activities in future.

VELKOPRŮMĚROVÉ VRTY V PODZEMNÍM STAVITELSTVÍ

LARGE-PROFILE BORING IN UNDERGROUND WORKS

Ing. Stanislav Kučík, Ing. Miroslav Janků, OKD, DPB, a. s., Paskov

ÚVOD

Technické projekty podzemních staveb mohou v mnoha případech využívat technologie dlouhodobě používané v uhlé a rudném hornictví. Jednou z takovýchto technologií je technologie velkopříměrových vrtů. Jedná se o vrty o průměrech v rozsahu 0,8 m až 2,4 m.

Tyto vrty mohou sloužit při ražbách průzkumných štol dlouhých silničních, resp. železničních tunelů. Zkrácení větrné báze separátního větrání změnou na průchodní větrní proud vznikne propojením raženého díla s povrchem pomocí vrtů.

Další velmi významnou oblastí využití velkopříměrových vrtů je hloubení větrných šachet, které jsou součástí definitivního systému větrání provozovaných tunelů. Technologicky předvrt ražby, s úklonem vyšším než je spyný úhel rozvolněné horniny, lze rovněž s výhodami použít v podzemním stavitelství pro náběhové kanály k turbinám podzemních elektráren. Velkopříměrových vrtů, resp. předvrtů pro šachtice bylo v několika případech využito při ražbách podzemních kolektorů, k dopravě sypkých materiálů, betonu nebo napojení energetických zdrojů, přivádění splaškových vod do kanalizačního sběrače nebo také po vystrojení žebříky jako možná úteková cesta z podzemí.

POPIS ZÁKLADNÍCH TECHNOLOGIÍ VRTÁNÍ VELKOPRŮMĚROVÝCH VRTŮ

Na tomto místě jsou popisovány technologie používané realizátorem OKD, DPB, a. s. Základní podmínky pro užití níže uvedených technologií jsou:

- přístupy k hornímu i spodnímu horizontu prováděného podzemního díla,
- vyhovující stabilita hornin v profilu vrtu.

Při splnění uvedených podmínek můžeme podzemní díla mezi sebou nebo i s povrchem propojit vrty na vzdálenosti až do 350 metrů.

V praxi se využívají převážně dvě technologie provádění vrtů, a to buď „Raise boring“, nebo „Box boring“ podle směru provádění cílového (pilotního) vrtu. U metody „Raise boring“ je vrtná souprava umístěna na horním horizontu nebo povrchu a pilotní vrt je veden směrem shora dolů a po proniknutí do podzemního díla se provede nasazení rozšiřovacího vrtného nástroje a rozšiřování pilotního vrtu se provádí směrem ke stroji. U metody „Box boring“ je vrtná souprava ustavena v nižším podzemním díle a pilotní vrt se odvrta směrem zdola na horní podzemní horizont nebo povrch. Po nasazení rozšiřovacích dlát se následně pilotní vrt vždy směrem ke stroji několika stupni rozšíří na požadovaný průměr.

NĚKOLIK PŘÍKLADŮ POUŽITÍ VELKOPRŮMĚROVÝCH VRTŮ NA PODZEMNÍCH STAVBÁCH V NĚMECKU

Saukopftunnel

Lokalita:	Weinheim – Hessensko	
Délka:	2 715 m	
Větrná jáma:	hloubka: 160 m	profil: 43 m ²
Předvrt větrní jámy:	hloubka: 158,5 m	průměr: 1,72 m
Zásobovací vrt:	hloubka: 168 m	průměr: 216 mm
Horniny:	granodiorit 134 – 160 MPa	
Odběratel:	VOKD, ARGE ÖSTU – STETTIN	

Vzhledem k obtížnosti a nákladnosti zajištění přívodu el. energie a vody na zaústění hloubené větrní jámy (chráněná oblast) byl nejdříve proveden zásobovací vrt, kterým byla protažena kolona trub, VN kabel se zemnicím lanem a telekomunikační kabel. Vrt byl vrtán z energetické komory tunelu soupravou TURMAG EH 1200 s vyústěním na povrchu v areálu zařízení staveniště.

Následně bylo provedeno zahloubení limce jámy na pevnou horninu a na dně zahloubení části budoucí větrní jámy zbudována odkalovací jímka, která současně sloužila jako základ pro ustavení vrtné soupravy WIRTH HG – 210. Jímky pod strojem bylo využito pro demontáž rozšiřovacího dláta.

Po zakotvení vrtné soupravy, rozmístění příslušenství a napojení na přívod energie byl odvrtný pilotní vrt o průměru 250,8 mm, zaměřený do komory tunelu. Dosažená směrová odchylka byla 35 cm od svislice, což představuje 0,22 % z délky vrtu. Následně byla provedena demontáž valivého vrtačího dláta, demontáž pěti centráčních vrtných tyčí a nasazení pětiramenného roz-

INTRODUCTION

Technical designs for underground structures can in many cases use technologies, which are used in coal and ore mining industry on a long-term basis. The technology of large-profile bores is one of these. These are bores with diameters ranging from 0,8 to 2,4 m. These bores can serve well during excavations of exploratory galleries by long road and/or railway tunnels. Shortening of the air flow basis of a separate ventilation system by its changing to a through-circulating current would be provided by connecting the excavated works with the surface using a borehole.

Sinking of ventilation shafts, which are part of the final system of ventilation of operating tunnels, is another significant field for the use of large-profile bores. Technological forebore of the excavation, with a gradient steeper than the angle of repose of loosened ground, can be also with benefits used in the underground works for headrace tunnels to turbines of underground power plants. Large-profile bores/forebores for shafts have been also used by excavations of underground collectors, for transport of loose materials, concrete or also connection of power sources, feeding of sewage into interceptor sewers or also as possible escape route from the underground after installation of ladders.

DESCRIPTION OF BASIC TECHNOLOGIES OF LARGE-PROFILE BORING

Technologies, which are described here, are being used by the contractor OKD, DPB a.s. Basic requirements for the use of further mentioned technologies are the following:

- Access to both upper and lower level of the realized underground structure
- Satisfactory rock stability in the bore's profile

When the aforementioned requirements are met, we are able to connect underground structures with each other or even with surface by bores within the distance of 350 m.

In practice, two technologies of realization of bores are mainly being used, and thus either „Raise boring“ or „Box Boring“ according to the direction of realization of the target (pilot) bore. By the „Raise boring“ method, the boring set is located at the upper level or surface while the pilot bore is conducted downwards and following penetration into the underground structure, a reamer is attached and the pilot borehole is reamed out upwards to the boring set. As for the „Box Boring“ method, the boring set is installed in the lower underground structure and the pilot bore is bored upwards to the upper underground level or surface. After installation of reaming bits, the pilot bore is always reamed out in the direction towards the boring set in several steps up to the required diameter.

SOME EXAMPLES OF USE OF THE LARGE-PROFILE BORES IN THE UNDERGROUND WORKS IN GERMANY

Saukopftunnel

Location :	Weinheim – Hessen	
Length :	2 715 m	
Ventilation shaft:	depth: 160 m	profile: 43 m ²
Forebore for ventilation shaft:	depth: 158,5 m	diameter: 1 720 mm
Supply bore:	depth: 168 m	diameter: 216 mm
Geology:	granodiorite 134 – 160 MPa	
Client:	VOKD, ARGE ÖSTU – STETTIN	

With regards to complexity and expensiveness of provision of supply of electric power and water to portal of the ventilation shaft to be sunk (protected area), a supply bore had been realized as soon as possible, through which a stack of pipes, high voltage cables along with earthing cable as well as telecommunication cable were pulled. The bore was bored from an energy chamber of the tunnel using a TURMAG EH 1200 set ending at surface within the construction site area.

Subsequently, sumping for the shaft collar was carried out up to solid rock

širovacího dláta o průměru 1720 mm. Pilotní vrt byl rozšířen tahem vrtací kolony směrem zdola nahoru. Rozšiřovací dláto osazené jedenácti roubíkovými kotouči bylo chlazeno cca 70 l/min. vody. Denní produkce rubaniny při rozšiřování představovala cca 60 m³ vrtné drtě, kterou vzhledem k velkému úložnému prostoru v komoře tunelu nebylo problémem průběžně odtěžovat.

Při vrtání bylo dosaženo těchto průměrných vrtných postupů:

Vrtný průměr	250,8 mm	14,4 m/den
Rozšiřování na průměr	1 720 mm	11,3 m/den

Včetně montáže a demontáže vrtné soupravy byl vrt o délce 158,5 m a průměru 1720 mm realizován za 39 dnů.

Sommerbergtunnel

Lokalita:	Hausach, Badensko – Württenbersko	
Délka tunelu:	1 050 m	
Větrná jáma:	hloubka: 63 m	profil: 35 m ²
Předvrt větrní jámy:	hloubka: 63 m	průměr: 1 422 mm
Zásobovací vrt:	hloubka: 63 m	průměr: 216 mm
Horniny:	syenit, pararula, 140 – 160 MPa	
Odběratel:	VOKD, fa KUNZ GmbH	

Obdobně jako u větrní jámy ve Weinheimu byl nejdřív proveden zásobovací vrt pro přívod el. energie, vody, el. kabelu, uzemňovacího lana a stlačeného vzduchu a následně byl odvrtn technologický předvrt pro hloubení větrní jámy. Na této lokalitě byl zásobovací i technologický vrt vrtný jedním typem soupravy, a to TURMAGEM EH 1200, umístěným v odbočné komoře tunelu. Vrtný stroj byl ukotven na ocelovou konstrukci a pilotový vrt o průměru 190,5 mm vrtný svisle dovrchně byl provrtán na povrch s odchylkou 48 cm od zaměřeného bodu, což představuje 0,76 % z celkové délky vrtu. Po demontáži vrtacího dláta byl vrt rozšířen na Ø 450 a Ø 610 mm. Průměr vrtu 610 mm byl pak rozšířen na konečných 1422 mm směrem shora dolů. Odtěžení vrtné drtě bylo průběžně zajišťováno kolovým přepravníkovým nakladačem.

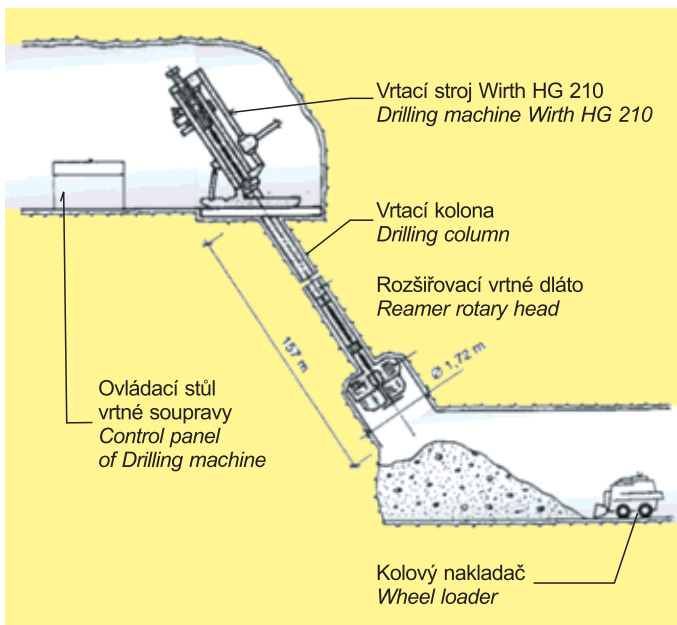
Dosažené průměrné vrtné postupy:

Průměr	190,5 mm	31,5 m/den
Průměr	450 mm	21,0 m/den
Průměr	610 mm	25,2 m/den
Průměr	1422 mm	4,5 m/den

Včetně montáže a demontáže vrtné soupravy byl vrt v délce 63 m o průměru 1422 mm realizován za 25 dnů.

PŘEDVRT RAŽBY ÚKLONNÉHO PODZEMNÍHO DÍLA NA STAVBĚ HYDROELEKTRÁRNY V RECKU

Lokalita:	Messochora, pohoří Natia Pindos
Délka díla:	157 m
Průměr předvrtu:	1 720 mm
Úklon předvrtu:	- 52°
Horniny:	vápence, rohovec
Odběratel:	BUDIMEX, PRG Myslowice, Polsko



Obr. 1 Použití technické zařízení při realizaci technologického předvrtu
Fig. 1 Layout of individual blocks of the tailrace tunnels

while at the bottom of the excavated part of the future ventilation shaft, a settling sump was constructed, which also served as a base for installation of the boring set WIRTH HG - 210. The sump below the machine was used for disassembling of the reaming bit.

Following anchoring of the boring set, distribution of the accessories and connection to power input, a pilot bore with a diameter of 250,8 mm was bored in direction towards the tunnel chamber. Achieved course deviation was 35 cm from the vertical axis, and that represents 0,22 % of the bore length. Then, disassembling of the disc cutter, disassembling of five centering drifter rods and installation of a five-spoke reaming head with diameter of 1720 mm have been carried out. The pilot bore was expanded by pulling the drill pipe string in the upward direction. The reaming head equipped with eleven button discs was cooled by water at app. 70 l/min. Daily output of mined rock during the reaming was represented by app. 60 m³ of drill cuttings, which was being continuously removed without problems thanks to the large storage space in the tunnel chamber.

During boring, the following average boring advances have been achieved:

Boring diameter	250,8 mm	14,4 m/day
Expansion to diameter	1 720 mm	11,3 m/day

Including assembling and disassembling of the boring set, the 158,5 m long bore with a diameter of 1 720 mm has been realized in 39 days.

Sommerbergtunnel

Location :	Hausach, Baden - Württemberg	
Length :	1 050 m	
Ventilation shaft:	depth: 63 m	profile: 35 m ²
Forebore of ventilation shaft:	depth: 63 m	diameter: 1 422 mm
Supply bore:	depth: 63 m	diameter: 216 mm
Geology:	sienite, paragneiss, 140 – 160 MPa	
Client:	VOKD, KUNZ GmbH	

In the same way as by the ventilation shaft in Weinheim, a supply bore for conduit of electric power, water, high voltage cable, earthing cable and compressed air was carried out first while the technological forebore for sinking the ventilation shaft was bored next. In here, both the supply and technological bore were bored by a single type of boring set, and thus TURMAGEM EH 1200, located in lateral tunnel chamber.

The reaming machine was fixed to a steel structure and the pilot bore with a diameter of 190,5 mm was bored vertically upwards to the surface with a deviation of 48 cm from the point determined by surveying, which represents 0,76 % of the total bore length. After disassembling of the drilling bit, the bore was reamed out to a diameter of 450 and 610 mm. The bore diameter 610 mm was subsequently expanded to final 1 422 mm in the downward direction. Removal of the drill cuttings was continuously provided by a load-haul-dump machine.

Achieved average boring advances:

Diameter	190,5 mm	31,5 m/day
Diameter	450 mm	21,0 m/day
Diameter	610 mm	25,2 m/day
Diameter	1 422 mm	4,5 m/day

Including assembling and disassembling of the boring set, the 63 m long bore with a diameter of 1 422 mm has been realized in 25 days.

FOREBORE OF EXCAVATION OF AN INCLINED UNDERGROUND WORK AT CONSTRUCTION OF HYDRO POWER PLANT IN GREECE

Location :	Messochora, Natia Pindos mountain range
Length :	157 m
Forebore diameter:	1 720 mm
Forebore inclination:	- 52°
Geology:	limestone, carobstone
Client:	BUDIMEX, PRG Myslowice, Poland

With regards to spatial conditions at accessible underground structures, larger space of the surge control tank had been used for assembling of the boring device WIRTH HG 210, which was subsequently dragged for 25 m to the starting spot of the inclined bore. There, the device was plugged in using hydraulic cylinders aligned into the required inclination of - 52°. With the aforementioned procedure of assembling works, it was possible to avoid excavation of the boring chamber, which has to be 8,5 m high (in 1998, the device was rebuilt for assembling in the horizontal position, which allowed reduction of the chamber height to 6,0 m) with a diameter of at least 4,5 m during regular assembling.

The drill string consisting of steel pipes with a diameter of 210 mm, 6 stabilizers in lengths of 1,5 m and drilling head with a diameter of 250,8 mm was in the section above the stabilizers complemented with 6 anti-magnetic rods, which enabled continuous checks on boring direction and inclination using a photo-inclinometric method. After several meters of boring the pilot bore, founded in relatively solid limestones, a zone of tectonically faulted rocks was encountered. In order to get through this very complicated section from the boring viewpoint, a technological cementation of the bore was carried out

S ohledem na prostorové poměry přístupových podzemních děl bylo využito většího prostoru vodní protirázové nádrže pro montáž vrtacího stroje WIRTH HG 210, jenž byl následně zatažen 25 m do místa zavrtání úklonného vrtu. Tam byl stroj napojen na zdroj elektrické energie a sklopen hydraulickými válci do požadovaného úklonu – 52°. Uvedeným postupem montážních prací došlo k úspoře výlomu vrtné komory, který je nutný vytvořit na výšku 8,5 m (v roce 1998 byl stroj přestavěn pro montáž v horizontální poloze, čímž bylo dosaženo snížení výšky komory na 6,0 m) o průměru min. 4,5 m při běžné montáži.

Vrtací kolona sestávající z ocelových trubek průměru 210 mm, 6 stabilizátorů o délkách 1,5 m a vrtacího dláta o průměru 250,8 mm byla v úseku nad stabilizátory doplněna 6 antimagnetickými tyčemi, které umožňovaly průběžnou kontrolu směru a úklonu vrtání, fotoinklinometrickou metodou. Po několika metrech vrtání pilotního vrtu, založeného v poměrně pevných vápencích, bylo zastíženo pásmo tektonicky narušených hornin. Ke zvládnutí tohoto velmi náročného úseku z hlediska provrtávání byla provedena technologická cementace vrtu a použito speciálního polymerového výplachu SUPER MUD Pds., za pomoci kterého bylo dosaženo vytvoření zpevněného stvolu vrtu a snížení infiltrace výplachu do tektonicky narušených hornin.

V dalším průběhu vrtání cílového vrtu, kdy byly provrtány pevné horniny, byl použit vodní výplach při cirkulaci 800 l/min. Pro ověření správného směru bylo provedeno 4x fotoinklinometrické měření v antimagnetických tyčích. V místě proniku pilotního vrtu v hloubce 157 m byla naměřena konečná odchylka 80 cm od vytýčené osy vrtu, což představuje 0,51 % z celkové délky vrtu. Výsledek jistě pozoruhodný. Rovnoměrnosti postupu vrtání při 60 ot./min. a kroutícím momentu od 1250 – 1700 Nm byl vyvíjen optimální přítlak na vrtací dláto. Po odstranění centračních a antimagnetických tyčí z vrtné kolony bylo vrtací dláto průměru 250,8 mm zaměněno za jednostupňové rozšiřovací dláto o průměru 1720 mm, osazené 11 roubíkovými kotouči. Chlazení vrtacích kotoučů a jejich očišťování bylo zajišťováno vodním výplachem v množství cca 80 l/min. Vrtná drť vytvořená v průběhu rozšiřování pilotního vrtu v množství cca 40 m³/sm byla odtěžována kolovým přepravníkovým nakladačem.

ODVZDUŠŇOVACÍ VRT DO PROTIPOVODŇOVÉ ŠTOLY V ZÁTOPOVÉ OBLASTI MĚSTA LANGENTHALU VE ŠVÝCARSKU

Lokalita:	Madiswil
Délka vrtu:	51 m
Průměr vrtu:	1 400 mm
Úklon vrtu:	- 76°
Horniny:	pískovce, 90 MPa
Odběratel:	WITSCHI AG, Langenthal

Dnes tolik diskutovaná protipovodňová opatření. V malebném území v okolí švýcarského Langenthalu, opakovaně a v nepravidelných časových intervalech, přicházely ničivé záplavy, způsobené rozvodněním malé říčky Langete. O tom, co tato říčka dokáže pod přívaly větších dešťů nebo náhlého tání sněhu v okolních horách, svědčí řada dokumentů a staveb. Také v historii města Langenthal je možno najít stopy o ztěžování života obyvatel povodněmi.

and a special polymeric drilling fluid SUPER MUD Pds. applied, using which the bore core was reinforced and infiltration of the drilling fluid into tectonically faulted rock reduced.

During further course of boring of the final bore, when solid rocks were bored through, a water flush circulating at 800 l/min was used. 4 inclinometric measurements in the anti-magnetic rods were carried out in order to verify correct direction. At penetration spot of the pilot bore in depth of 157 m, a final deviation of 80 cm from the determined bore axis was measured, which represents 0,51 % of the total bore length. The result is definitely remarkable. An optimal thrust on the drilling head was applied by even drilling speed of 60 rpm and torque moment ranging between 1 250 – 1 700 Nm. After removal of the centering and anti-magnetic rods from the drill string, the drilling head with a diameter of 250,8 mm was replaced with single-level reaming head with diameter of 1 720 mm, equipped with eleven button discs. Cooling of the drilling discs and their cleaning was provided by water flushing in the app. amount of 80 l/min. Drill cuttings arising from expansion of the pilot bore in app. amount of 40m³/shift was removed by a load-haul-dump.

VENTILATION BORE INTO ANTI-FLOOD GALLERY WITHIN FLOOD-ZONE OF THE LANGENTHAL CITY IN SWITZERLAND

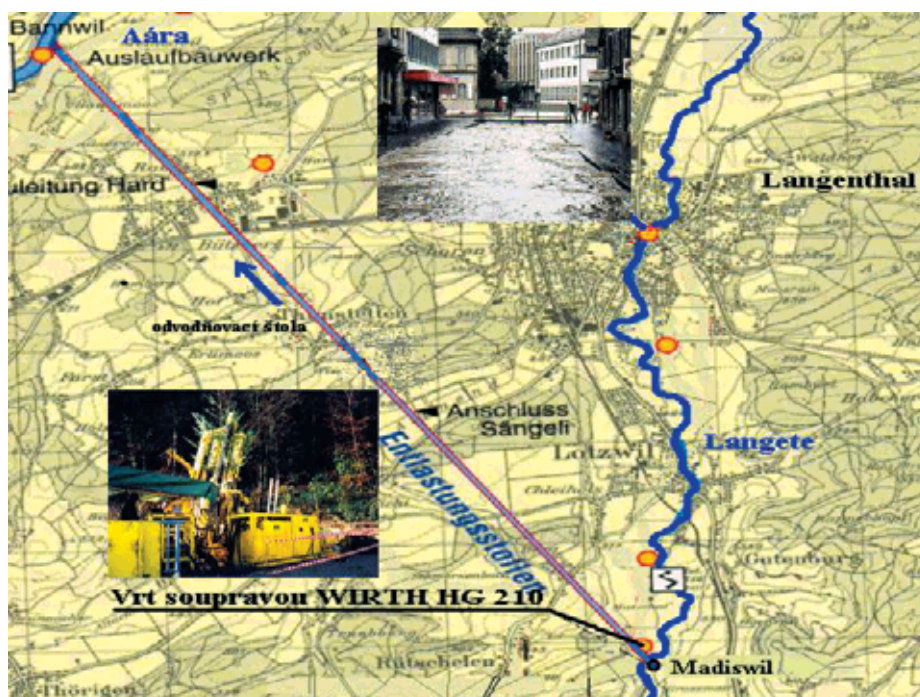
Location :	Madiswil
Bore length :	51 m
Bore diameter:	1 400 mm
Bore inclination:	- 76°
Geology:	sandstones, 90 MPa
Client:	WITSCHI AG, Langenthal

Today so disputed anti-floods measures. Within picturesque area in vicinity of the Swiss city Langenthal, devastating floods, caused by the overflowing small river Langete, have been coming repeatedly in irregular intervals. A handful of documents as well as structures evidence, what is this river capable of during heavy downpours and sudden thaw in the surrounding mountains. There are even traces in Langenthal's history about how floods complicated the lives of inhabitants. Flood canals, going along several city streets and cut below the surface level, are the witnesses.

The long-term monitored water flow of 12 m³s⁻¹ in these times rose to extreme 90 m³s⁻¹ and thus caused floods with severe material losses.

With a unique project solution, which was enabled by the terrain configuration and concurrence of the water flows, it was possible to reduce problems connected to the floods using an anti-flood draining gallery. By means of connection of the flood-area near the Madiswil city, the flood streams from the Langete River are being drained through a gallery, excavated app. 55 m below surface, into the Aare river near the Bannwil hydro power plant.

The 7 531 m long draining gallery with net diameter of 3,30 m, reinforced with concrete panels, was excavated by a TBM in two years. Inflow portal near Madiswil is solved by a vertical shaft with a diameter of 5,50 m, in the upper section transforming into funnel-shape with a diameter of 20 m at the most. This enlarged portal is covered by a concrete cap allowing water inflow into the shaft along the funnel edge by increased water surface level. Covering of



Obz. 2 Územní situování odvodňovací štoly
Fig. 2 Situation of the drainage gallery

Svědkiem jsou povodňové kanály, táhnoucí se městem několika ulicemi, zařízené pod úroveň terénu.

Z dlouhodobě sledovaného průtoku vody v množstvích cca $12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ v těchto obdobích stoupal průtok až na extrémních $90 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ a způsoboval povodně se značnými materiálními škodami.

Ojedinelým projekčním řešením, které umožnila konfigurace terénu a návaznost spádů vodních toků, se podařilo zmírnit svízele způsobované povodněmi pomocí protipovodňové odvodňovací štolky. Propojením zátopové oblasti u městečka Madiswil se povodňové přívaly vody z říčky Langete odvádějí štolou vyraženou v hloubce cca 55 m pod úroveň terénu do řeky Aáry, poblíž vodní elektrárny Bannwil.

Odvodňovací štola o délce 7531 m a světlem průměru 3,30 m, vyztužená betonovými panely, byla vyražena tunelovacím strojem v období dvou let. Vtoková vpusť u Madiswilu je řešena svislou šachtou o průměru 5,50 m v horní části přecházející do trychtýřového tvaru o průměru až 20 m. Tato rozšířená vpusť je překryta betonovým poklopem umožňujícím vtok vody po obvodu trychtýře do šachty při zvýšené hladině vody. Překrytím límce poklopu pod hladinu vody je zabráněno nánikání plovoucích předmětů do vtokové vpusť, čímž je předcházeno možnému zanesení a ucpání šachty. Šachtou voda padá do tzv. „toskomory“, na hloubkové úrovni odvodňovací štolky. Do této komory jsou rovněž situovány dva odvětrávací vrty. Dále voda pokračuje odvodňovací štolou až do již zmiňované řeky Aáry. Kapacita vyprojektovaného odvodňovacího systému je $58 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Montáž soupravy WIRTH HG 210 na povrchovém staveništi poblíž vtokové vpusť byla provedena během tří dnů, a tak mohlo proběhnout zaměření pilotního vrtu a jeho zavrtání pod úklonem 300 % směrem do podzemní štolky. V průběhu devíti směn byl pilotní vrt o průměru 250,8 mm a délce 50,88 m odvrtán. Zjištěná odchylka 12 cm představuje vynikající přesnost, která přepočtena na celkovou délku činí 0,24 %.

Přesné odvrtání cílového vrtu se stalo předpokladem pro dokončení vrtu. Vlastnímu připojení rozšiřovacího dláta (RD) o průměru 1400 mm předcházelo rozšíření úseku 8 m průměrem 450 mm z prostorových důvodů, kdy nakloněná osa vrtu neumožňovala připojení RD 1400 mm (obr. 4). Rozšířením vznikl prostor pro vychýlení osy vrtných trubek, a tím i možnost průchodu RD 1400 mm do vrchlíku vrtné komory. Rozšiřovací dláto 1400 mm bylo osazeno osmi plnoplošně osazenými roubíkovými kotouči s předstupněm o průměru 450 mm. S takto sestaveným vrtacím nástrojem bylo provedeno rozšíření pilotního vrtu na konečný průměr v průběhu 10 směn.

Bylo tak dosaženo průměrného postupu rozšiřování 5,09 m/sm. Rozpojená hornina v množství cca $25 \text{ m}^3 \text{ /sm}$ byla plynule odtěžována lžícovým nakladačem na housenicovém podvozku. Odtěžování rubaniny byla věnována maximální pozornost při soustavném sledování hladiny vody v říčce Langete z důvodu zamezení ohrožení pracovníků odtěžením a splavením rubaniny do trasy odvodňovací štolky. Z těchto důvodů byl objednatel vybrán pro reali-



Obr. 3 Pronik pilotního vrtu do „toskomory“
Fig. 3 Pilot bore penetration into the “toss-chamber”



Obr. 4 Zavrtávání RD 1 400 mm do stropu „toskomory“
Fig. 4 EC 1 400 boring into the roof of the “toss-chamber”



Obr. 5 Provtání RD 1400 mm na povrch
Fig. 5 Penetration of the RD 1 400 mm to surface

the cap edge prevents any floating objects from entering into the inflow area, and thus prevents potential pollution and congestion of the shaft. Through the shaft, the water falls into the so-called tosca-chamber at depth level of the draining gallery. Two ventilation bores are located in this chamber as well. Further, the water advances through the draining gallery all the way into the aforementioned Aare river. Capacity of the designed draining system is $58 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Assembling of the boring set WIRTH HG 210 at the surface construction site near the inflow portal has been carried out in three days and thus the survey of the pilot bore and its collaring under an inclination of 300 % in direction towards to the underground gallery could proceed. The 50,88 m long pilot bore with diameter of 250,8 mm was bored during 9 shifts. Identified deviation of 12 cm means an outstanding accuracy, which in relation to the total length represents 0,24 %.

Accurate boring of the final bore became requirement for completion of the bore. Expansion of an 8 m long section by a diameter of 450 mm had to precede the attachment of the 1400 mm diameter reaming head (RH) due to spatial reasons, when the inclined borehole axis did not allow attaching the RH 1400 mm. With this expansion, an area for deflection of axis of the boring pipes arose, allowing the passage of the RH 1400 mm into the crown of the boring chamber. The expansion chisel 1400mm was equipped with eight discs with buttons on the entire surface, with a pre-reamer of 450 mm in diameter. With such assembled boring device, expansion of the pilot bore was realized up to the final diameter in 10 shifts.

An average reaming advance of 5,09 m/shift was thus achieved. The muck in the app. amount of 25 m^3 was being continuously removed by a crawler-mounted shoveller. Highest attention has been devoted to removal of the mined rock under constant monitoring of the water surface level of the Langete River in order to avert threat to the employees as well as to prevent the muck from being washed down into the draining gallery. From these reasons, the investor selected the month of November for realization due to empirically low rainfalls. However, this estimation was not confirmed as several times during the boring works the emergency system prevented anyone from entering into lower chamber area in the draining gallery.

A relatively monotonous geological profile, without tectonics, almost along the entire length consisted of fine-grained to medium-grained sandstone,

zaci listopadový termín s dlouhodobě nízkými srážkami. Tento předpoklad nebyl potvrzen a několikrát v průběhu vrtných prací byl havarijním systémem znemožněn vstup do prostoru dolní komory v odvodňovací štolě. Poměrně monotónní geologický profil, bez tektoniky, tvořil téměř po celé délce jemnozrnný až střednězrnný pískovec, jehož pevnost nepřesáhla 90 MPa. Nezpevněné horniny, tvořící povrchovou vrstvu, byly do hloubky 5,70 m odstraněny a vzniklý prostor vyplněn betonem.

SPADIŠŤOVÉ ŠACHTY DO KANALIZAČNÍHO SBĚRAČE ODPADNÍCH VOD V BECHYNĚ

Lokalita:	Bechyně, ČR
Délky vrtů:	33 m
Průměry vrtů:	1 x 813 mm, 2 x 1 016 mm
Úklony vrtů:	svisle, + 90°
Horniny:	orto a pararuly, 150 MPa
Odběratel:	Erebos, s. r. o., Malé Svatoňovice

Zakázku na provedení tří spadišťových šachet OKD, DPB, a. s., získala na základě komplexní nabídky a hlavně pro velmi přesnou realizaci velkopříměrových vrtů (813 a 1 016 mm) v délkách 33 m. Maximální povolená odchylka byla 0,3 m od osy. Jednotlivé vrty byly provedeny soupravou TURMAG EH 1200 s cílovými vrty o průměru 190,5 mm vrtanými ze štoly na povrch.

Měřičské cíle proniku na povrchu byly zastíženy s odchylkami do 10 cm od vytýčení. Jeden z vrtů byl vrtán bez jakékoliv odchylky. Následovalo rozšíření na definitivní průměr, který v jednom případě byl 813 mm a ve zbývajících dvou 1016 mm. Vrty byly vedeny ve velmi tvrdých ortorulách a pararulách o pevnosti až 150 MPa. Vrtné soupravy bylo dále využito na spuštění ocelolitinových přírubových trub o vnějším průměru 570 mm. Do mezikruží byly dále instalovány bezpřírubové roury DN 100. Zapažnicový prostor byl zabetonován.

ZÁVĚR

Z uvedeného výčtu realizovaných akcí je znát narůstající uplatnění velkopříměrových vrtů v podzemním stavitelství, které pozorně zaznamenáváme a požadavky odběratelů pokrýváme svými kapacitami. Jsme vybaveni vrtovou technikou, umožňující vrtání v pevných horninách až do průměru vrtu 2,5 m v délce 200 m a menšími průměry 1,42; 1,72; 2,0 m můžeme vrtat až do délek 350 m.

OKD, DPB, a. s., se sídlem v Paskově je držitelem osvědčení o zavedení systému řízení jakosti ČSN EN ISO 9001:2001 pro obor činnosti „Poskytování služeb v oblasti dodávek vrtných prací včetně geologického vyhodnocování“ uděleného certifikačním orgánem ITI TÜV, jenž je českým členem skupiny TÜV SÜddeutschland.

Na závěr je tedy možno říci, že využití velkopříměrových vrtů v podzemním stavitelství si nachází své místo. Zejména předvrty hloubených jam se staly základním technologickým prvkem. Trhací práci rozvolněná hornina se z počty hloubení s využitím gravitační energie přemísť na spodní horizont, kde je odtěžována. Tímto způsobem odpadá nákladné odtěžování rubaniny z hloubení na povrch nebo horní horizont jámy. Dalšími výhodami této metody jsou vyšší účinnost trhací práce, prováděné na volnou plochu vytvořenou předvrtem, okamžité ovětrávání podzemního díla průchodním větrním proudem, odvádění průtoků vod, čímž se značně snižují energetické nároky na pohon ventilátorů a čerpadel. V neposlední řadě předvrt zlepšuje ergonomické a klimatické podmínky na čelbě, a tím i bezpečnost práce.

whose strength did not exceed 90 MPa. Loose ground, creating the surface layer, has been removed up to depth of 5,7 m and the space was filled with concrete.

DROP MANHOLES ON THE INTERCEPTOR SEWER IN BECHYNĚ

Location :	Bechyně, ČR
Bore lengths :	33 m
Bore diameters:	1 x 813 mm, 2 x 1 016 mm
Bore inclinations:	vertical, + 90°
Geology:	ortho - and paragneiss, 150 MPa
Client:	Erebos s.r.o., Malé Svatoňovice

Based on a complex offer and especially due to a very accurate realization of large-profile bores (813 and 1 016 mm) in lengths of 33 m, OKD, DPB, a.s. was awarded a contract for realization of three drop manholes. The largest permitted deviation was 0,3 m from the axis. Individual bores have been realized using the TURMAG EH 1200 set with target bores of 190,5 m in diameter, bored upwards from the gallery to the surface.

Surveyed targets of penetration to surface have been reached with deviations up to 10 cm. One of the bores was bored without any deviation. It was followed by expansion to the final profile, which in one case was 813 mm and 1 016 mm in the remaining two. The bores were conducted in very hard orthogneiss and paragneiss with strength even 150 MPa. The boring set was further used to lower steel-iron casing tubes with outer diameter of 570 mm. Furthermore, DN 100 flangeless pipes were installed into the annulus. The space behind the casing pipes was backfilled with concrete.

CONCLUSION

Considering the number of realized activities, an increase in the use of large-profile bores in the underground works is obvious, and we are carefully observing that while covering our customer's needs with our own capacities. We are equipped with boring machinery, enabling boring in hard rock in length of 200 m up to 2,5 m of bore diameter while with smaller diameters of 1,42; 1,72; 2,0 m we are able to bore even up to lengths of 350 m.

OKD, DPB a.s. with its headquarters in Paskov is a holder of the certification on implementation of quality management ČSN EN ISO 9001:2001 for the field of "Supply of services in the field of boring works including geological evaluation", granted by the certification office ITI TÜV, which is a Czech partner in the TÜV Sudetenland group.

In the end it can be stated, that the use of large-profile boring in underground works is finding its position. Especially forebores for excavated shafts have become a basic technological element. The rock loosened by blasting is moved from the excavation bottom to the lower level using gravitational energy, where it is consequently removed from. With this method, an expensive removal of mined rock from the excavation location to the surface or to an upper shaft horizon is not necessary anymore. Higher effectiveness of the blasting, realized into a loose space created by the forebore, immediate ventilation of the underground space by through-circulating current, and draining of the water inflows, which significantly lowers the power demands for the propulsion of fans and pumps, belong to further advantages of this method. Last but not least, the forebore also increases ergonomic and climatic conditions at the face, and thus the working safety as well.



Obr. 6 Lokalita spadiště SP 3 – Bechyně

Fig. 6 Location of the drop manhole SP 3 – Bechyně

TRENDY VO VÝVOJI TBM PRE RAZENIE DOPRAVNÝCH TUNELOV

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TRANSIT TUNNELS DRIVING BY TBMS

Ing. Pavol Kusý, PhD., Terraprojekt, a. s., Bratislava
Prof. Ing. František Klepsatel, PhD., Svf STU Bratislava

ÚVOD

Beztrhavinové razenie tunelov pomocou raziacich strojov (TBM=tunnel boring machines) prešlo už dlhým vývojom. Tento vývoj sa však týkal predovšetkým razenia štôlní s použitím TBM malých priemerov (D 5,0m). TBM Ø 4,27 m, zhotovené podľa návrhu B. Beamonta a T. Englisha boli napr. nasadené už na razenie prieskumnej štôlnie pre tunel pod Kanálom La Manche, kde v rokoch 1880/81 vyrazili v ideálnych geologických podmienkach – vodotesných slienitých vápencoch celkom cca 4,5 km štôlnie priemernou rýchlosťou v tom čase nevídanou 15 m za deň.

Beztrhavinové razenia tunelov pomocou veľkých TBM (priemer D>10 m) má tradíciu len cca 30 rokov, pričom sa zatiaľ realizovali tunely predovšetkým v mäkkých a stredne tvrdých horninách (vápence, slieky, ílovcy, dolomity, silty, silty, silne bridličnaté a puklinaté ruly) a výška nadložia len zriedka presiahla 200-300 m. Snaha rozšíriť použiteľnosť tejto technológie razenia tunelov aj do tvrdých skalných hornín a v súvislosti s prípravou výstavby hlboko pod povrchom situovaných „bázových“ alpských tunelov tj. pre razenie pod vysokým nadložíom a cez poruchové zóny, kde sa môžu vyskytovať vysoké „pravé“ horninové tlaky vedie ku konštrukčným úpravám a zdokonaleniam týchto veľmi výkonných, no aj finančne náročných strojových komplexov. O vývojových trendoch v adaptácii TBM do týchto podmienok pojednáva predkladaný príspevok.

POŽIADAVKY NA KONŠTRUKCIE TBM

Moderné komplexy TBM pre razenie automobilových a dvojkolajných železničných tunelov sú drahé. Nadobúdacie náklady na ne možno rádovo stanoviť na 15 až 20 mil. eur. Ich nasadenie vyžaduje rozsiahle prípravné práce (veľmi podrobný prieskum, príjazdové komunikácie, štartovacie komory, prívod elektrického vedenia VN atď.), preto je zrejme, že očakávaný efekt sa dosiahne len pri razení dlhých tunelov (dĺžka >2000m) a samozrejme nemožno odpísať celú hodnotu nového TBM len na jednej stavbe. Prevádzkovateľ musí mať čo najspolahlivejšiu záruku plynulého prechodu aj na ďalšie tunely, tj. celkového vyrazenia minimálne 10 km tunelov približne rovnakého prierezu. Celkom bolo doposiaľ s použitím TBM vyrazených asi 180 km tunelov priemeru nad 10 m, z toho cca 80 km vo Švajčiarsku. Z nich bolo 32,0 km vodohospodárskych, cca 44 km dvojkolajných železničných a cca 104 km cestných a diaľničných tunelov. Použilo sa k tomu celkom 14 TBM veľkých priemerov. Oproti celkovej dĺžke tunelov, vybudovaných konvenčnými metódami je ich podiel teda zatiaľ nepatrný, ale stúpa. Vzhľadom na vysoké nadobúdacie náklady a s nimi spojené riziko strát v prípade neúspechu, resp. vzniku väčších problémov pri strojnom tunelovaní je rozhodnutie o nasadení veľkých TBM veľmi vážne a treba k nemu pristupovať obzvlášť zodpovedne. Pri rozhodovaní musí budúci prevádzkovateľ v úzkej súčinnosti s projektantom a pracovníkmi geologického prieskumu spoľahlivo zodpovedať na 4 skupiny otázok:

- Rozsah a spôsob dočasného zabezpečovania výrubu,
- Spôsob, akým sa spoľahlivo prekonajú predpokladané poruchové a konvergenčné zóny v trase,
- Hospodárnosť mechanického rozpojovania horniny diskovými dlátami,
- Spoľahlivý roznos reakcií od prítlačných síl rozperných dosák (pri TBM bez plášte) do horninového masívu.

Pokiaľ nemožno spoľahlivo zodpovedať čo aj len na jednu z týchto otázok, je nasadenie TBM príslušného typu vysoko rizikové, resp. je potrebné uvažovať o nasadení TBM vôbec.

VOĽBA TYPU TBM

Pre strojné razenie tunelov sú k dispozícii viaceré typy TBM (obr. 1):

a) TBM bez plášte („otvorená TBM“) vhodné na práce v stabilnom horninovom prostredí, nevyžadujúcom rozsiahlejšie najmä však nie veľmi skoré zabezpečovanie výrubu dočasným výstrojom. Prítlak na vrtaciu hlavu sa zabezpečuje rozoprením TBM do výrubu.

b) TBM so štítoým plášťom, vhodné do geologických podmienok, kde výrub

INTRODUCTION

The system of driving tunnels by tunnel driving machines, TBMs, without drill-and-blast operations, has already passed through a long development period. This development was primarily focused on excavating adits by small-diameter TBMs (D £ 5.0m). For example, 4.27m diameter TBMs manufactured according to a design developed by V. Beaumont and T. English were used as early as the drive of an exploration gallery for a tunnel under the La Manche Channel in 1880/81. The gallery at a length of 4.5km was bored in ideal geological conditions of waterproof stiff marls at an unprecedented average rate at that time, 15m per day.

The tradition of blasting-free tunnel excavation by large TBMs (diameter D>10 m) exists for about 30 years only. Besides, the tunnels have been mostly excavated in soft and medium hard rock (limestone, marls, claystone, dolomites, siltstone, heavily schistose and jointed gneiss, and under a cover rarely exceeding 200-300 m. The efforts to extend the applicability of this tunnel driving technique even to hard rock conditions and, in connection with the preparation of deep-seated Alpine base tunnels with high cover and weakness zones which will have to be passed through, i.e. tunnels with high "genuine" rock pressures occurrence possible, have resulted in structural adaptations and improvements of those very efficient, but also cost-demanding mechanical complexes. The following article is dealing with the development trends in TBMs adaptation to the above conditions.

REQUIREMENTS ON TBM DESIGN

Modern TBM complexes for driving automobile and twin-rail tunnels are expensive. Initial costs can be assessed in the order of 15 to 20 million euro. Their application requires extensive preparation work (deep-detailed investigation, access roads, launch chambers, high voltage service line, etc.). Therefore it is obvious that the expected effect can be achieved on drives of long tunnels (a length >2000 m) only. Of course, it is impossible to depreciate the whole TBM value on a single tunnel construction. The TBM owner has to have as reliable guarantee as possible that the TBM will be shifted to further tunnels fluently, i.e. have a guarantee that in total it will bore at least 10km of tunnels of approximately identical cross sections. An aggregated length of TBM tunnel excavation exceeding a diameter of 10 m completed to date is about 180 km, out of that 80 km in Switzerland. Out of this length, water conveyance tunnels represented 32 km, twin-rail tunnels about 44 km and road and motorway tunnels about 104 km. The work was carried out by a total of 14 large-profile TBMs. Compared with the overall length of tunnels constructed by conventional methods, their share is still insignificant, but it is growing. Because of the high initial costs and related potential of losses in case of a failure or more serious problems encountered during the mechanical excavation, any decision to use a large profile TBM is very serious and has to be dealt with in a specially responsible manner. The future tunnel operator, in co-operation with the designer and geological investigation staff, has to reliably answer 4 groups of questions during the decision-making process:

- The scope and method of temporary supporting the excavation;
- The manner in which the anticipated weakness and convergence zones found along the alignment will be reliably overcome;
- Cost efficiency of mechanical rock breaking with disc cutters,
- A reliable way of distribution of thrust forces from gripper shoes (at unshielded TBMs) to the rock massif.

If reliable answers to even a single question are impossible, the application of the particular TBM type is highly risky, or any TBM application has to be considered as questionable.

THE TBM TYPE SELECTION

There are more TBM types available for mechanical tunnel driving (see Fig. 1): a) Unshielded TBMs (open mode TBM) suitable for working in stable rock environment, which does not require more extensive and primarily very early supporting of the excavation by temporary means. The cutterhead thrust is secured

treba čo najskôr za vrtacou hlavou zabezpečiť. Dočasné zabezpečenie výrubu vytvára štítový plášť, pod ochranou ktorého sa montuje prefabrikované primárne ostenie. Reakcie od prítlačných síl na vrtaciu hlavu sa prenášajú na čelo prstenca ostenia.

To sú základné typy TBM. Alternatívne ešte rozoznávame:

c) TBM s dvojitým („teleskopickým“) plášťom, ktorých štítový plášť je pozdĺžne členený na dve časti; pod ochranou prednej sa razí, pod zadnou sa montuje prefabrikované ostenie. Podľa kvality horninového prostredia je TBM pri práci zropretý do výrubu, čo umožňuje súčasne raziť aj vystrojovať, alebo do čela zmontovaného prstenca ostenia. Vzhľadom na veľkú hmotnosť a tuhosť plášťa sa tento typ zatiaľ vyrába len pre TBM malých a stredných prierezov.

d) TBM s rozširovaním výrubu sa nasadzuje do zložitých geologických podmienok, ktoré je vhodné predrážku preveriť. Tento typ sa úspešne používa len pri TBM razení tunelov veľkých prierezov.

Rozhodnutie o voľbe najvhodnejšieho základného typu TBM patrí medzi rozhodujúce. V priaznivých geologických podmienkach je totiž výkon TBM s plášťom až o 40 % nižší, ako výkon otvoreného TBM (obr. 2). Je to spôsobené tým, že pri TBM s plášťom sa čas, potrebný na zabezpečenie výrubu plne započítava do pracovného cyklu v čelbe. S narastaním rozsahu zabezpečovacích opatrení sa postup otvorených TBM spomaľuje a výhodnejšími, no hlavne bezpečnejšími pre pracovníkov sa stávajú oplášťované TBM.

Najväčšie skúsenosti s razením tunelov pomocou TBM majú v Alpskej oblasti Švajčiari. Ich norma SIA 198/1993 rozoznáva pozdĺž raziaceho komplexu 3 oblasti (L1, L2 a L3) a v ich rámci 3 možné pracovné zóny (L1*, L2*, L3*), ktorých situovanie je zrejme z obr. 3. Podľa pracovnej zóny, v ktorej treba výrub pri razení TBM zabezpečiť je horninové prostredie zatriedené do 5 pracovných tried:

Trieda I	zabezpečenie nie je potrebné, lebo sa môže (lokálne) uskutočniť za raziacim komplexom, takže postup razenia vôbec neovplyvňuje,
Trieda II	zabezpečovanie výrubu prebieha v zóne L2* t.j. medzi vlastným raziacim strojom a jeho návěsmi, takže spôsobuje len malé obmedzenia vlastného razenia,
Trieda III	zabezpečovanie výrubu musí prebehnúť už v oblasti raziaceho stroja (zóna L1*) a spôsobuje značné spomalenie razenia,
Trieda IV	výrub treba zabezpečovať po každom zábere ihneď za vrtacou hlavou; čo vyžaduje prerušenie vrtania,
Trieda V	razenie vyžaduje zlepšovanie vlastností horninového prostredia, resp. predhánané paženie, takže sa striedavo vŕta resp. po úsekoch zabezpečuje trasa, čo komplikuje organizáciu prác a postup výrazne spomaľuje.

Z uvedeného je zjavné, že najrýchlejšie a najbezproblémovejšie sa razí otvorenými TBM v horninách pracovných tried I a II. Pokiaľ sa v trase tunela vyskytujú aj úseky v triedach III a IV, resp. poruchové zóny väčšieho rozsahu (trieda V), treba zvážiť pri zohľadnení podielu ich sumárnej dĺžky na celom tuneli, či je vhodnejšie nasadiť otvorený alebo oplášťovaný raziaci stroj. Pokiaľ sa v trase razeného tunela nachádzajú dlhé úseky v pracovných triedach IV a V, je pochybná účelnosť TBM razenia vôbec a výhodnejšie bude zrejme konvenčné razenie. Základnému rozhodnutiu o voľbe technológie výstavby, resp. type TBM musí teda predchádzať dostatočne podrobný, cieleň geotechnický prieskum.

TBM BEZ ŠTÍTOVÉHO PLÁŠŤA (OTVORENÉ)

V horninovom prostredí s dostatočnou stabilitou výrubu najväčšie výkony dosahujú otvorené TBM. Špičkové výkony presahujú nezriedka 20 m/d., prie-

by gripper shoes bracing the TBM against the rock.

b) Shielded TBMs suitable for geological conditions where the excavated space behind the cutterhead has to be supported as soon as possible. Temporary excavation support is provided by the shield envelope protecting the primary segmental lining erection work. Reactions of thrust forces acting on the cutterhead are transferred to the front face of the lining ring.

The above modes are basic types of TBMs. In addition, we distinguish following alternatives:

c) Double Shielded (telescopic shield) TBMs, whose shield's length is divided into two sections. The excavation work is carried out under the protection of the front shield section, while the rear section protects the installation of primary segmental lining. Depending on the rock mass quality, the TBM is either gripped in the opening, which state allows concurrent excavation and support installation, or braced against the completed lining ring. Because of the great weight and stiffness of the shield, this type has been manufactured for the excavation of small and medium-size diameters.

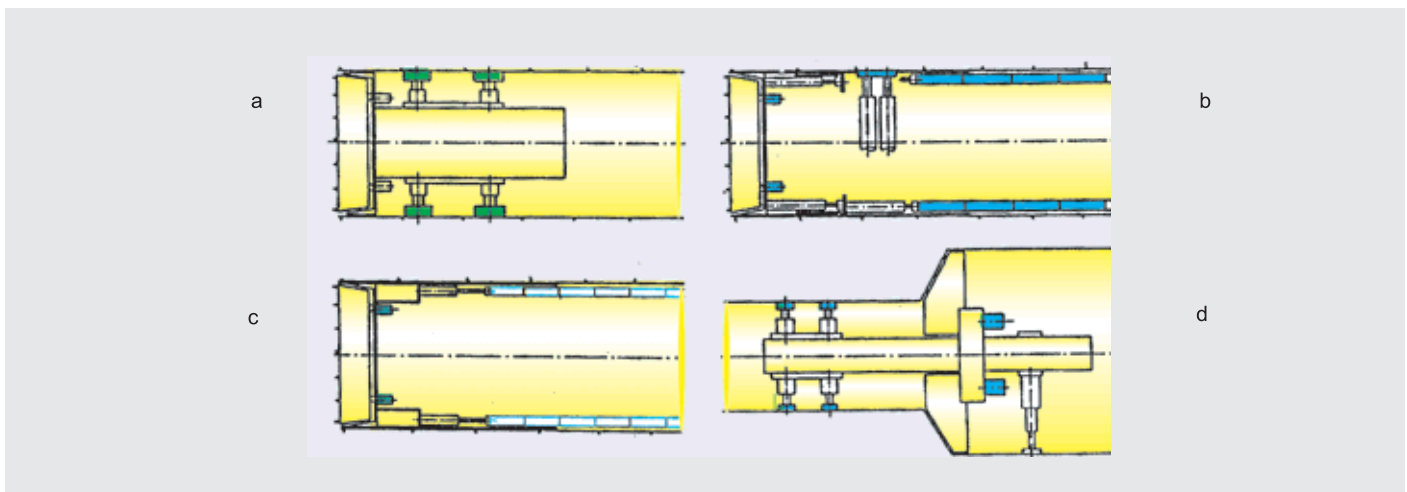
d) Reaming TBMs are set up in difficult geological conditions for which pre-boring is advisable. This type has been used successfully in large profile TBM drives only.

A decision on the choice of the most suitable basic TBM type is one of the crucial ones. This is because the performance of a shielded TBM in favourable geological conditions is by 40% lower than the performance of an open-mode TBM (see Fig. 2). The reason is that the time required at the shielded TBM application for the excavation support is fully counted into the working cycle time. The advance rate of open-mode shields drops with the growing scope of support measures. In such a situation the shielded TBMs become more advantageous, but mainly safer for mining crews.

The most experienced in TBM tunnel excavation are the Swiss in the Alps. Their SIA 198/1993 standard distinguishes three regions along a tunnel boring complex (L1, L2 and L3) and, within those regions, 3 working zones possible (L1*, L2*, L3*). The location of these zones is shown in Fig. 3. Rock environment is classified according to the working zone which the TBM excavation is to be supported in. The following 5 rock environment classes are distinguished:

Class I	no support is required as it can be (locally) carried out behind the boring complex, without any impact on the excavation progress;
Class II	the support operations are carried out in the L2* zone, i.e. between the boring machine and its back-up, and causes only minor hampering of the excavation proper;
Class III	the support has to be installed already in the boring machine section (L1* zone), and this operation causes considerable delays in the excavation progress
Class IV	the excavation has to be supported immediately behind the cutterhead, after each advance; this operation requires interruption of boring operations;
Class V	the excavation work requires improving of the rock environment, or forepoling; this means that either the boring is carried out or support installed within a particular tunnel section, which means a complication in terms of the work organisation and a serious delaying of the work progress.

It is obvious from the above discussion that the fastest excavation with the least amount of problems is carried out by open mode TBMs in rock classes I and II. If sections containing classes III and IV or major weakness zones (class V) are found along the tunnel alignment, it is necessary to give consideration to whether an open mode or shielded TBM is to be applied, taking into account their aggregated length in relation to the total tunnel length. If long sections of



Obr. 1 Základné typy TBM

a) Bez plášťa, b) so štítovým plášťom, c) s dvojitým plášťom, d) s rozširovaním výrubu

Fig. 1 Basic TBM types

a) Unshielded, b) shielded, c) double shielded, d) reaming

merné sú samozrejme o niekoľko metrov nižšie.

Zvyšovanie výkonov možno pritom dosiahnuť:

- urýchlením procesu vrtania
- spofahlivým rozopretím TBM do stien výrubu
- urýchlením zabezpečovania výrubu
- dosiahnutím čo najplynulejšieho, neprerušovaného priebehu prác

a) Vrtanie

Proces vrtania možno urýchliť:

- zväčšovaním počtu otáčok vrtacej hlavy
 - zvyšovaním prítlačku na vrtaciu hlavu
 - zlepšovaním konštrukcie diskových dlát a ich rozmiestnenia na vrtacej hlave.
- Pre stanovenie počtu otáčok vrtacej hlavy sa uvádza jednoduchý vzťah $n = X/D$, (ot./min), kde D je priemer vrtacej hlavy a X – faktor počtu otáčok, ktorý sa v súčasnosti volí 45-50. Pre vrtaciu hlavu priemeru 12,5 m sa v súčasnosti za optimálne považujú cca 4 ot./min. a je tendencia faktor otáčok mierne zvyšovať. Rýchlosť otáčok obvodových diskových dlát by však nemala presiahnuť s ohľadom na opotrebovanie ich ložísk 150 m/min. Zväčšovaním priemeru obvodových diskov je teda teoreticky možné zväčšiť rýchlosť otáčania vrtacej hlavy. Pri vrtaní v tvrdých horninách však dochádza pri vysokých otáčkach k vibráciám vrtacej hlavy, ktoré majú veľmi negatívne následky na životnosť diskových dlát a namáhanie vrtacej hlavy, hlavne v miestach uchytania diskov. Otáčky vrtacej hlavy musí byť preto možné plynule meniť. Aby nedošlo k preťaženiu elektromotorov poháňajúcich vrtaciu hlavu (najmä v mäkkších horninách, kde je väčšia hĺbka zatlačenia hrán diskových dlát do horniny – penetrácia) sú dnes elektromotory ovládané frekvenčne s variabilným číslom otáčok pri konštantnej veľkosti krútiaceho momentu. Inštalovaný výkon elektromotorov dosahuje až 4000 kW a krútiaci moment až 30000 kN.m. Výhodné je, pokiaľ má vrtacia hlava možnosť reverzibilného otáčania, čo umožní prípadné uvoľnenie zaseknutej hlavy veľkým krútiacim momentom pri nízkom prítlačku a malom počte otáčok.

Pri nasadení TBM v tvrdých horninách je potrebné zväčšiť prítlak na vrtaciu hlavu, aby sa dosiahla požadovaná penetrácia (aspoň niekoľko mm na jednu otáčku). V súčasnosti konštruované TBM do tvrdých hornín vyvíjajú prítlak 267 kN na jedno diskové dláto čo predstavuje pri obvyklých 60 až 80 diskových dlátach na vrtacej hlave veľkého TBM celkový prítlak až 25000 kN. Vývoj smeruje k ďalšiemu zväčšovaniu prítlačku až do 300 kN/dláto v obzvlášť tvrdých horninách. Treba však optimálne zladíť prítlak a krútiaci moment s tvrdosťou rozpojovanej horniny. Tvrdé horniny vyžadujú pre dosiahnutie primeranej penetrácie čo najväčší prítlak a krútiaci moment nie je problémom. Naopak, pri razení v mäkkých horninách treba prítlak znížiť, aby penetrácia diskových dlát nebola priveľká a nespôsobovala preťaženie elektromotorov vrtacej hlavy príliš veľkým krútiacim momentom, potrebným na odlamovanie hrubších úlomkov horniny.

Optimalizácia prítlačnej sily a krútiaceho momentu je veľmi dôležitá z hľadiska minimalizácie obrusu diskových dlát, keďže náklady na diskové dláta predstavujú významný podiel nákladov na TBM razenie tunelov. Podľa údajov firmy Wirth [10], treba počítať v tvrdých horninách s nákladmi až 10 EUR/m³ rozpojenej horniny

Pre rýchlosť a plynulosť vrtania má veľký význam konštrukcia diskových vrtacích dlát. Vývoj v metalurgii tvrdých kovov umožňuje postupné znižovanie priemerov diskových dlát, pretože dnes aj subtilnejšie a tým aj ľahšie dláta

working rock classes IV and V are found along the driven tunnel, the sense of any TBM application is questionable, and it is obvious that conventional excavation will be more suitable. Therefore, a sufficiently detailed, targeted geotechnical investigation has to precede the basic decision on the construction technique or on the TBM type.

UNSHIELDED (OPEN MODE) TBM

Open mode TBMs perform best in rock environment with sufficient excavation stability. Peak outputs frequently exceed 20 m per day, average progress is obviously lower by several metres.

Increased TBM penetration rates can be achieved by:

- accelerating the process of boring,
- reliable gripping of the TBM inside the excavation,
- accelerating the process of the excavation support installation
- achieving as fluent progress of the work as possible, without interruptions.

a) Boring

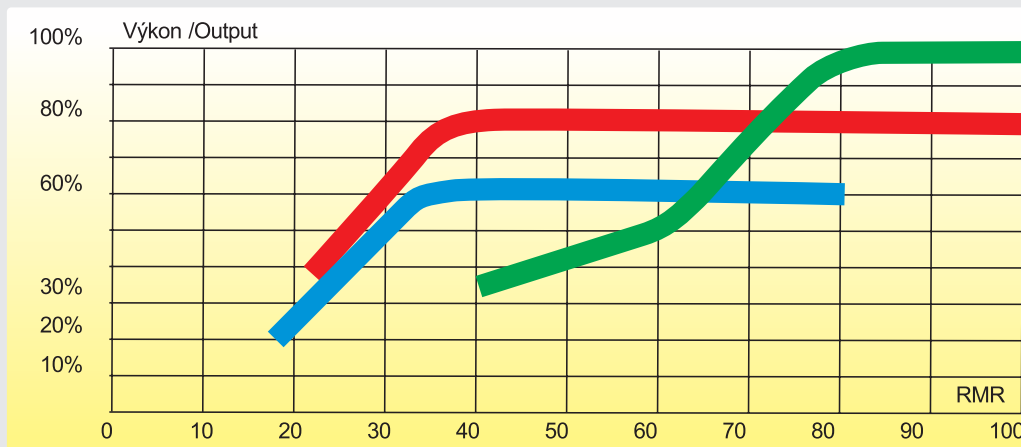
The drilling process can be accelerated by:

- increasing the speed of the cutterhead rotation,
- increasing the cutterhead thrust,
- improving the design of disc cutters and their position on the cutterhead face.

For the determination of the cutterhead rotation speed, a simple relationship $n = X/D$ (rpm) is used, where D is the cutterhead diameter and X is the speed factor, whose value is currently determined at 45 – 50. A speed of 4 rpm is currently considered as optimal for a cutterhead diameter of 12.5 m, and there is a tendency of slightly increasing the speed factor. Although, the speed of circumferential disc cutters' rotation should not cross 150 m/min with respect to the wear of their bearings. This fact implies that it is theoretically possible to increase the cutterhead speed by increasing the diameter of circumferential disc cutters. On the other hand, vibrations of the cutterhead occur at boring in hard rock at a high speed. The vibrations negatively affect the disc cutter lifetime and stressing of the cutterhead, primarily at the points where disc cutters are mounted.

For the above reasons the cutterhead speed has to be fluently variable. To prevent overloading of the electric motors propelling the cutterhead (mainly in rather soft rock where the penetration of disc cutters' edges into the rock is bigger), current motors are frequency controlled, with variable number of revolutions at constant magnitude of torque. Installed output of the motors reaches up to 4000 kW, and torque 30000 kNm. It is an advantage if the cutterhead is capable of reverse rotation. It allows releasing of the cutterhead in case of a blockage by great torque at low thrust and low speed.

If the TBM is used in hard rock, the cutterhead thrust has to be increased so that the required penetration rate be achieved (at least several mm per revolution). Modern TBMs designed for hard rock excavation apply, at a standard number of 60 to 80 disc cutters mounted on the cutterhead of a large-diameter TBM, a thrust of 267 kN on one disc cutter, which represents an overall thrust up to 25000 kN. The development is heading towards further increasing of thrust up to 300 kN/cutter in extremely hard rock. But it is necessary to bring the thrust and torque into harmony with the hardness of the rock to be cut. Hard rock requires as big thrust as possible, while torque presents no problem. On the contrary, thrust has to be reduced at driving in soft ground so that the disc cutters



Obr. 2 Výkony rôznych typov TBM v závislosti od kvality horninového prostredia [10]

1 – bez plášťa, 2 – s dvojitým plášťom, 3 – s jednoduchým plášťom

RMR – zatriedenie horninového prostredia podľa Bieňanského

Fig. 2 Performance of various TBM types depending on Rock Mass Rating [10]

1 – unshielded, 2 – double shielded, 3 – single shielded

RMR – Rock Mass Rating system after Bienawski

dokážu preniesť prítláčne sily do 300 kN. Kým do začiatku 90. rokov sa veľké TBM osadzovali diskovými dlátami priemeru 19" (483 mm), niekedy aj väčšími, dnes sa používajú diskové dláta – temer výhradne priemeru 17" (432 mm) a vývoj smeruje k dlátam priemeru len 16,35" (415 mm). Veľká pozornosť sa venuje tesneniu samomazných ložísk diskov, aby sa predišlo ich rýchlemu opotrebovaniu „brúsnou pastou“, tvorenou vodou a jemnými časticami rozdrvenej tvrdej horniny. Rezné hrany diskových dlát z tvrdokovu sú súvislé, alebo osádzané „gombičkami“ z tvrdokovu a sú vymeniteľné, takže vlastné diskové dláto prežije aj niekoľkonásobnú výmenu obloženia. Pozoruhodné na moderných diskových dlátach do tvrdých hornín je rozšírenie resp. zväčšenie uhlu skosenia reznej hrany, čo predlžuje jej životnosť (obr. 4). Do najtvrdších hornín sa používajú gombičkové dláta, ktoré pôsobia na povrch horniny bodovo (sústredenou silou). Mechanizmus rozpojovania horniny je zrejmy z obr. 5. Osová vzdialenosť dlát, pokiaľ má byť rúbanina z tunela využiteľná na prípravu kameniva do betónu, by nemala byť menšia ako cca 85 mm, aby boli doštičkové odštiepky dostatočne veľké na ďalšie zdrobenenie na zná vhodnejšieho tvaru.

Do pevných stabilných výrubov sú najvhodnejšie otvorené, vylahčené viaca menné hlavy. Umožňujú lepší prístup k čelu výrubu i jeho vizuálnu prehliadku. Pokiaľ je horninový masív prestúpený systémom plôch nespojitosti, pozdĺž ktorých hrozí vypadávanie blokov horniny z čelby, vyžaduje sa vrtacia hlava plnostennej konštrukcie, ktorá plochu čela sčasti paží a zabraňuje „zaseknutie“ vrtacej hlavy vypadávajúcimi blokmi horniny. V oboch prípadoch musia byť diskové dláta zapustené do nosnej konštrukcie vrtacej hlavy, aby medzera medzi čelom výrubu a čelom vrtacej hlavy bola čo najmenšia. Púzdra na uloženie diskových dlát musia mať plynulý, eliptický obrys a musia umožňovať výmenu otupených dlát odzadu. Vrtacia hlava musí byť pritom otočiteľná do takej polohy, aby príslušné dláto bolo vymeniteľné za pomoci kladkostroja, resp. jednoduchého žeriavu.

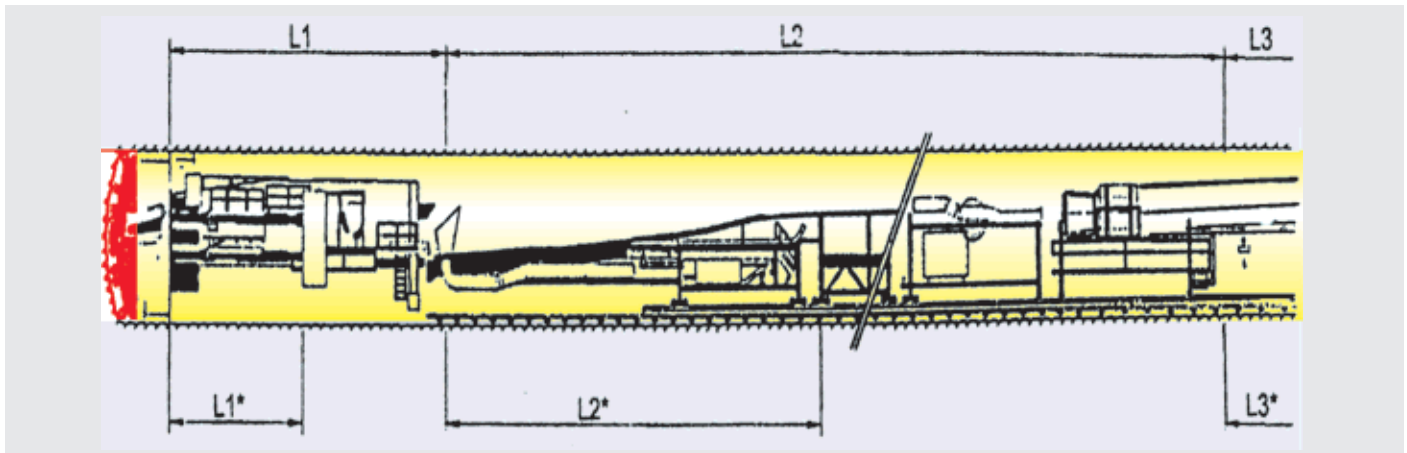
b) Rozopretie TBM do stien výrubu

Pri otvorených TBM musia byť reakcie od prítláčnych síl, ale aj od síl potreb-

penetration rate is not too high and does not cause overloading of the cutterhead motors by inadequate torque needed when larger pieces of rock are cut away. The optimisation of thrust and torque is very significant when one considers the need for minimisation of the disc cutters' wear. The cost of disc cutters represents an important part of the overall cost incurred in TBM tunnel driving. According to Wirth company's information [10], a cost of 10 EURO/m³ of broken rock has to be expected.

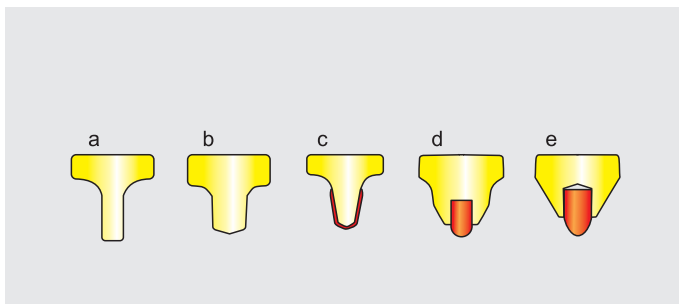
The disc cutters' design is crucial for the TBM penetration rate and fluency of drilling. The development in the field of tungsten carbide metallurgy allows step by step reducing the disc cutters' diameters. Current more subtle and thus lighter cutters are capable of transferring thrust forces up to 300kN. While disc cutters with 19" (483 mm) and sometimes bigger diameters were mounted on large-profile TBMs up to the beginning of the 90s, disc cutters' diameter of 17" is used today nearly exclusively and the development is heading towards 16.35" (415mm) diameter cutters. Great attention is paid to the sealing of self-lubricating disc bearings to prevent their fast wear by "grinding paste" consisting of water and fine particles of broken hard rock. Cutting edges of disc cutters made of hard metal are either continuous or they contain carbide button inserts. The cutting edges are replaceable, thus the disc cutter body survives even several changes of the edge. A remarkable feature of current disc cutters for hard rock application is the widening of the cutting edge or increased angle of the cutting edge taper. This design extends the longevity (see Fig. 4). Button cutters are used in the hardest rock which exert point forces on the rock surface (concentration of forces). The mechanism of the rock disintegration is obvious from Fig. 5. The spacing of disc cutters' axes should not be less than about 85 mm if the debris is to be usable for preparation of concrete aggregates. Then the cuttings are large enough to be suitable for further grinding and forming grains with more suitable shape.

Lightweight multi-spoke open-star type cutterheads are the most suitable for rigid, stable excavations. They allow better access to the tunnel face and its visual checking. If a system of discontinuity surfaces occurs in the rock mass connected with a potential of rock blocks falling from the face, a compact cut-



Obr. 3 Pracovné oblasti a pracovné zóny v komplexe TBM podľa normy SIA 198/1993

Fig. 3 Working regions and working fields of a TBM complex according to the SIA 198/1993 standard

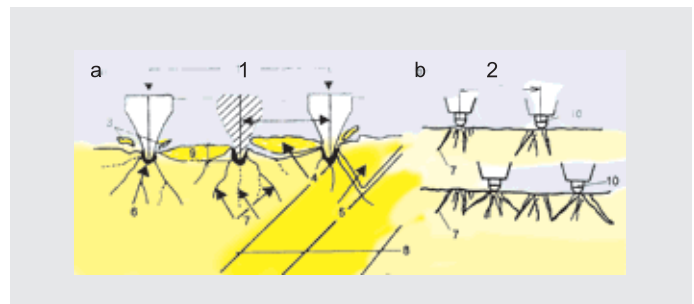


Obr. 4 Úprava rezných hrán moderných diskových dlát

a, b) z tvrdej ocele, c) zo spekaného karbidu, d, e) s výčnelkami zo spekaného karbidu

Fig. 4 Design of cutting edges of current disc cutters

a, b) hard steel, c) tungsten carbide, d, e) containing tungsten carbide inserts



Obr. 5 Mechanizmus rozpojovania horniny diskovými dlátami

a) dláta so súvislou reznou hranou, b) gombičkové dláta

1 – diskové dláta, 2 – osová vzdialenosť dlát, 3 – úlomky horniny, 4 – odštiepky, 5 – uvoľňovanie horniny po predurčených plochách, 6 – rozdrvená hornina, 7 – radiálne praskliny, 8 – odlučné plochy, 9 – penetračná hĺbka, 10 – gombičkové dláta

Fig. 5 Mechanism of rock breaking with disc cutters

a) disc cutters with continuous cutting edge, b) button cutters

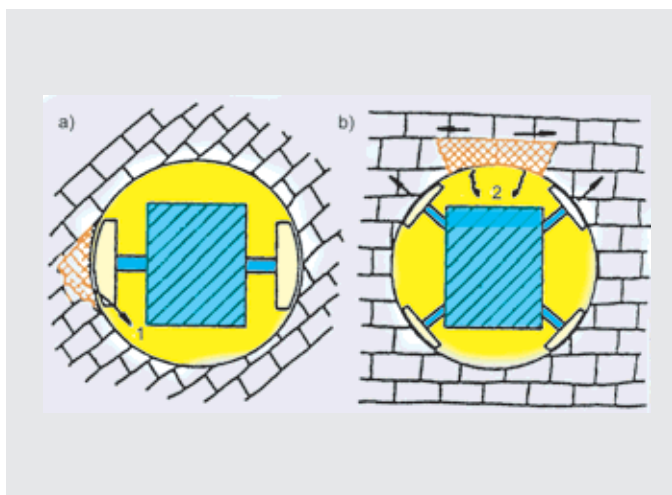
1 – disc cutters, 2 – axial distance of cutters, 3 – rock debris, 4 – cuttings, 5 – rock breaking along predestined surfaces, 6 – muck, 7- radial cracks, 8 – planes of separation, 9 – penetration depth, 10 – button cutters

ných na ťahanie návesov a prekonanie vnútorných strát v strojnom systéme roznesené do líca výrubu pomocou rozperných dosák. Veľkosť roznášaných síl dosahuje desiatistice kN! Rozperné dosky musia byť preto dostatočne veľké, aby pod nimi nedochádzalo k drobeniu mäkkších hornín, resp. vypadávaniu blokov horniny v dôsledku otvárania plôch nespojitosti veľkými sústredenými silami (obr. 6). Rozperné dosky majú byť usporiadané v dvoch prierezoch, vzdialené min. niekoľko metrov od seba. Umožní to spoľahlivé rozopretie TBM aj pri razení v kavernóznych krasových horninách, resp. spoľahlivo prekonať užšie poruchové zóny. Majú byť pritom usporiadané tak, aby dokázali premostiť oblúkový výstroj, pokiaľ je osadenie tohoto v horninách pracovných tried III až V v nevelkých vzdialenostiach potrebné (pozri obr. 5).

c) Urýchlenie zabezpečenia výrubu

Pokiaľ sa predpokladá, že v trase otvorených TBM sa vyskytnú aj úseky so zhoršenými geologickými podmienkami, musia byť tieto dovybavené komplexným zariadením urýchľujúcim a uľahčujúcim zabudovanie prvkov dočasného zabezpečenia výrubu a umožňujúcim razičom maximálnu bezpečnosť prác. Príkladom môžu byť TBM firmy Herrenknecht, priemeru $\varnothing=9,4$ m, vyrobené pre razenie Lötschbergskeho tunela. Stroj je vybavený (obr. 7):

- ochranným ocelovým roštom, vysúvateľným spod krytu vrtacej hlavy pod



Obr. 6 Porušovanie horniny pod rozpernými doskami

a) drvením a vysypávaním, b) vypadávaním blokov

Fig. 6 Rock breaking under gripper shoes

a) by crushing and spilling, b) by falling of blocks

terhead design is required, which braces the face partially and prevents a blockage of the cutterhead by falling rock blocks. In both cases the cutter disks have to be embedded in the load bearing structure of the cutterhead so that the gap between the excavation face and the cutterhead face be as narrow as possible. The disc cutters' housings have to have smooth elliptical contours and have to allow blunt cutters' replacement to be carried out from the rear. The cutterhead has to be capable of being turned to a position in which the relevant cutter can be replaced by means of a tackle or a simple crane.

b) TBM gripping inside the excavation

Open mode TBMs have to be equipped with gripper shoes enabling the distribution of the thrust and forces needed for towing the trailing gear and overcoming internal losses in the mechanical system to the internal face of the excavation. The magnitude of the forces being distributed reaches tens of thousands of kN! Therefore, the dimensions of the gripper shoes have to be sufficient to prevent breaking of softer ground under the shoes or falling of rock blocks as a result of discontinuity surfaces being opened by big concentrated forces (see Fig. 6). The gripper shoes are to be installed in two cross sections, at least several meters apart. Such a configuration allows reliable gripping of the TBMs even in excavations carried out through cavernous karst rock or overcoming narrower weakness zones. They should be designed in a manner making straddling of steel ribs possible if the ribs installed at a close spacing are required for rock working classes III to V (see Fig.5).

c) Acceleration of the excavation support installation

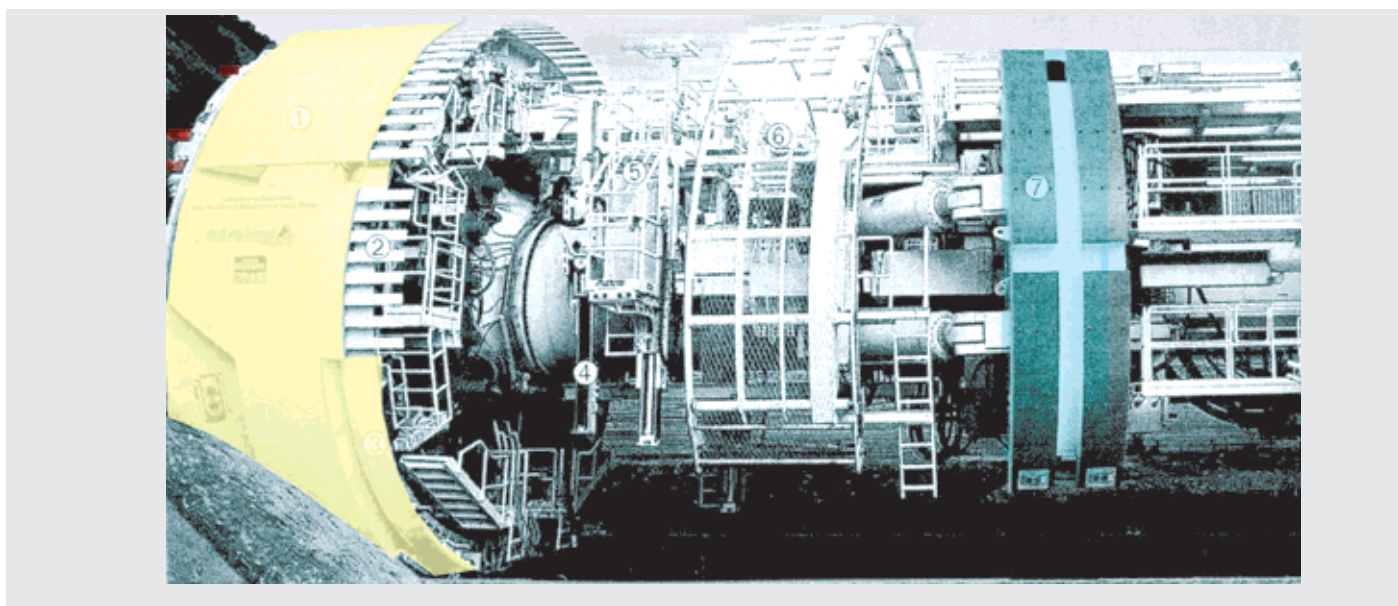
If sections of unfavourable geology are expected along the alignment of a future tunnel to be excavated by an open mode TBM, the machines have to be equipped with a complex equipment accelerating and simplifying the temporary excavation support installation operations and facilitating safe working conditions for miners. As an example, we can use a 9.4 m diameter TBM manufactured by Herrenknecht for the Lötschberg tunnel excavation. The machine (see Fig. 7) carries the following equipment:

- protective steel grating extendible from underneath the cutterhead's cover allowing safe installation of steel ribs if needed;
- two slewing drifters and working baskets allowing anchors to be installed along the overall excavation circumference;
- facility for erecting welded mesh;
- shotcrete robots;
- facility for ground consolidation ahead of the cutterhead by grouting and for probe drilling

As discussed above, the TBM complex has to contain a wide range of auxiliary equipment facilitating the work on the excavation support if the excavation is to progress as fast as possible in difficult geological conditions.

d) Securing an uninterrupted progress of the operations

If the excavation is carried out in favourable geological conditions, the boring progresses fast and without considerable downtimes. In such a case, efficient



Obr. 7 Vybavenie moderného TBM bez plášťa

1 – Teleskopický plášť vrtacej hlavy, 2 – vysúvateľný rošt, 3 – prstencový erektor na osadzovanie výstužných oblúkov, 4 – dve vrtacie kladivá na osadzovanie kotiev, 5 – pracovný kôš s ochranným prístreškom, 6 – pohyblivé zariadenie na osadzovanie výstužných sietí (možnosť premiestnenia až pod ochranný rošt), 7 – rozperné dosky, preklenujúce oblúkový výstroj

Fig. 7 Equipment of a modern unshielded TBM

1 – telescopic shell of the cutterhead, 2 – extendible grating, 3 – segment erector for installation of steel ribs, 4 – two drifters for installation of anchors, 5 – working basket with a protective roof, 6 – moving equipment for installation of welded mesh (capable of shifting under the protective grating), 7 – gripper shoes straddling steel ribs

ochranou ktorého možno osadiť v prípade potreby oblúkový výstroj,
- dvomi otočnými vrtačkami a pracovnými košmi, umožňujúcimi osadzovať kotvy po celom obvode výrubu,

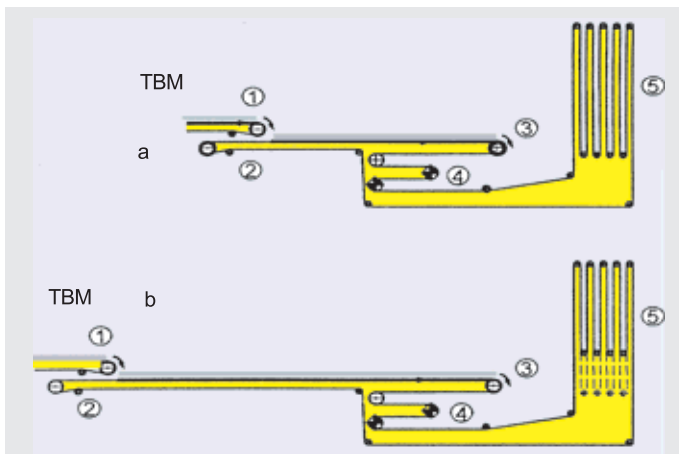
- zariadením na osadzovanie výstužných sietí,
- striekacími robotmi na nanášanie vrstvy striekaného betónu,
- zariadením na spevňovanie horniny pred vrtacou hlavou injektážou a na prieskumné predvrtky.

Z uvedeného je zrejmé, že pre čo najrýchlejší postup razenia v zložitejších geologických podmienkach musí komplex TBM zahrňovať širokú škálu pomocných zariadení, uľahčujúcich prácu pri zabezpečovaní výrubu.

d) Zabezpečenie plynulého priebehu prác

Pokiaľ sa rázi v priaznivých geologických podmienkach priebehu vrtania tunela rýchlo a bez väčších prerušení. Tu je dôležité zabezpečiť najmä výkonnú odťažbu rúbániny za raziaci komplex a prísun potrebných materiálov a vystužovacích prvkov do čelby. Vzhľadom na obrovské množstvo rúbániny – raziaci stroj priemeru 12 až 12,5 m vyprodukuje pri postupe cca 20 m za deň 2300 až 2500 m³ rúbániny – je výhodné dopravu rúbániny oddeliť od dopravy materiálu do čelby. Na odťažbu rúbániny je najvhodnejšia kontinuálna pásová doprava. Aby nevznikli časové straty pri nadstavovaní pásov, môže byť pri moderných TBM pás dopravníka automaticky predlžovateľný pomocou vodiacich kladiek a pásového zásobníka až o 300 m (obr. 8). Dlhý dopravný pás pritom slúži aj ako medzihľahý zásobník, na ktorom možno deponovať až 600 m³ rúbániny. Aj ďalšie zariadenia na návesoch majú byť logisticky usporiadané tak, aby umožnili čo najmenej prerušovaný postup vrtania na plný výkon.

K zabezpečeniu čo najplynulejšieho priebehu vrtania patrí aj potreba čo najskôr zistiť prípadnú zmenu podmienok razenia, resp. poruchové zóny v trase,



Obr. 8 Predlžovania pásového dopravníka pomocou vodiacich kladiek

a) zasunutá poloha, b) vysunutá poloha

- 1 – nakladanie rúbániny, 2 – pohyblivá kladka, 3 – výsyp, 4 – pohon,
- 5 – zásobník pásového dopravníka

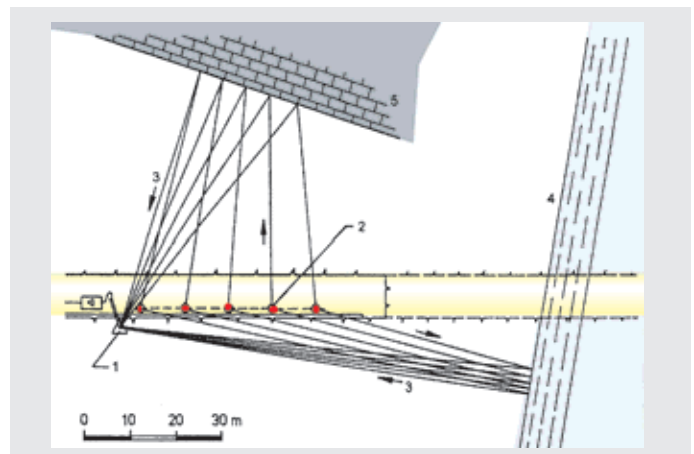
Fig. 8 Extension of a belt conveyor by means of track idlers

a) retracted position, b) extended position

- 1 – muck loading, 2 – moving pulley, 3 – discharge, 4 – driving device 5 – belt storage unit

spoil removal system has to be established as a priority, getting the spoil behind the TBM set, as well as a system of supplying materials required and support elements to the face. Considering the large amount of muck produced, e.g. a 12 to 12.5 m diameter TBM produces 2,300 to 2,500m³ of muck per day at an advance rate of 20 m per day, it is advisable to separate the mucking out system from the material supply to the face. A continuous belt conveyor system is the most suitable solution for the muck removal. To avoid downtimes caused by extending of the belts, advanced TBMs are equipped with facilities allowing automatic extension of the belt by up to 300 m by means of track idlers and belt storage units (see Fig. 8). A long belt conveyor can be also used as an intermediate storage facility, which may contain up to 600 m³ of muck. From a logistical point of view, also the other items of equipment forming the trailing gear should be arranged so that the boring progressing in full swing is interrupted as little as possible.

The task to identify a contingent change in excavation conditions or a weakness zone as early as possible is also intended to secure uninterrupted progressing of the boring operations. It should provide time for a timely preparation for the adaptation of the working procedure. As no geotechnical investigation, even the most detailed one, does not provide an absolutely perfect image of the rock environment along the alignment ahead of the cutterhead, modern TBMs are equipped with a pre-survey facility. The basic equipment is a drill rig for at least 50 – 70 m long investigation core holes. The drill rig installed behind the cutterhead is an integral part of the tunnel-boring complex. If required, it can be also used for drilling drainage or grout holes (see Fig. 9). Since the investigation drilling is a time consuming operation and the borehole mouth is at least several metres behind the cutterhead, its utilisation is, with respect to the need for fast progress of the tunnel boring, limited. This was the reason why the Swiss company Amberg, as the first company, installed seismic refraction equipment

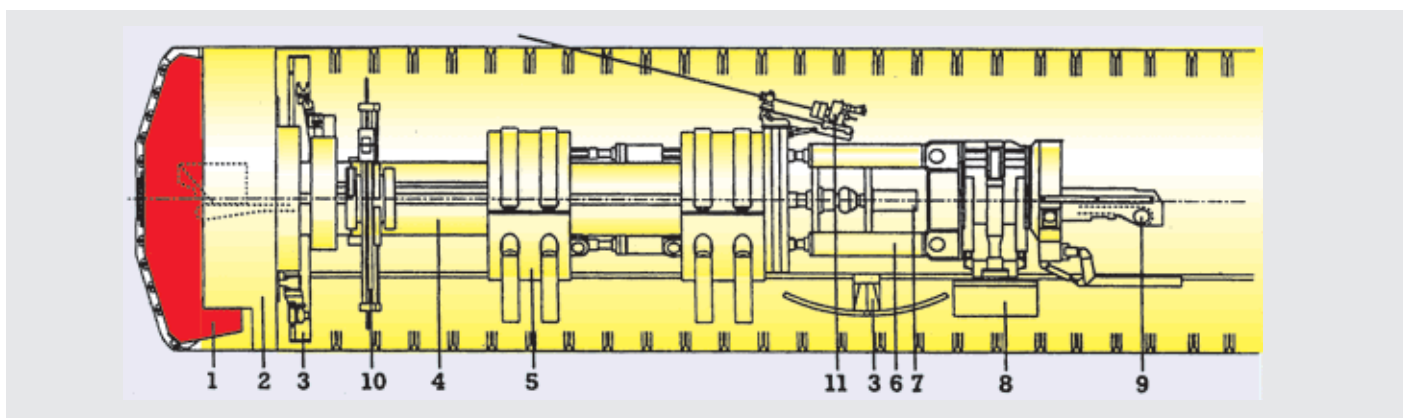


Obr. 10 Seizmický prieskum trasy pred vrtacou hlavou TBM [7]

- 1 – akustický prijímač, 2 – imitačné náložky, 3 – vyvolané a odrazené vlny,
- 4 – poruchová zóna, 5 – zmena typu horniny

Fig. 10 Seismic refraction investigation of the route ahead of the TBM cutterhead [7]

- 1 – acoustic receiver, 2 – imitation charges, 3 – induced and refracted waves, 4 – weakness zone, 5 – change in the rock type



Obr. 9 Otvorený TBM Wirth so zariadením na vrtanie prieskumných vrtov

- 1 – vrtacia hlava, 2 – plášť, 3 – zariadenie na osadzovanie oblúkovitej výstuže, 4, 5 – vnútorné a vonkajšie kelly s rozpieracím systémom, 6 – hydromotory, 7 – pohon vrtacej hlavy, 8 – zadná opora, 9 – transportér, 10 – vrtačka na osadzovanie kotiev, 11 – jadrová prieskumná vrtačka

Fig. 9 Open mode TBM Wirth equipped with a probe drilling facility

- 1 – cutterhead, 2 – shell, 3 – steel ribs erection facility, 4, 5 – internal and external kellys with a bracing system, 6 – hydraulic motor, 7 – cutterhead propulsion, 8 – rear support, 9 – conveyor, 10 – drifter for anchors installation, 11 – exploration core drilling rig

aby bolo možné sa na prípadnú zmenu pracovného postupu včas pripraviť. Keďže žiaden, ani ten najpodrobnejší geotechnický prieskum nedáva absolútne dokonalý obraz o horninovom prostredí v trase pred vrátcou hlavou, sú moderné TBM vybavené zariadením pre predprieskum. Základným zariadením je vráčka na aspoň 50 – 70 m dlhé jadrové prieskumné vrty. Vráčka je zaintegrovaná do raziaceho komplexu za vrátcu hlavou a v prípade potreby môže byť využitá aj na vrtanie odvodňovacích, resp. injektážnych vrto (obr. 9). Keďže vrtanie prieskumných predvrtov je zdĺhavé a ústie vrtu je min. niekoľko metrov za vrátcou hlavou, je vzhľadom na rýchly postup razenia tunela ich využiteľnosť obmedzená. Pri razení tunela Vereina vo Švajčiarsku firma Amberg preto začlenila po prvýkrát do raziaceho komplexu zariadenie na seizmický predprieskum trasy (obr. 7). Toto zariadenie umožní rýchlo odhaliť anomálie v trase pred vrátcou hlavou do vzdialenosti až 200 – 300 m (obr. 10). Až k ich podrobnejšiemu preskúmaniu sa potom podľa potreby zriaďuje prieskumný jadrový vrt.

TBM S PLÁŠŤOM

V geologických podmienkach, kde je výrub na dlhších úsekoch nestabilný, môže byť výhodnejšie nasadiť TBM s plášťom, pod ochranou ktorého sa montuje primárne prefabrikované ostenie zo železobetónových segmentov a nadvýlom sa zaplní výplňovou injektážou z cementovej malty. Keďže vráčia hlava sa pri posúvaní dopredu v priebehu vrtania opiera o čelo zmontovaného prstencového ostenia, je čas potrebný na montáž ostenia plne započítaný do pracovného cyklu, takže postup razenia sa oproti otvoreným TBM v stabilných výruboch spomalí. Napriek tomu sa dosiahli modernými TBM vo Švajčiarsku špičkové výkony 450 až 523 m za mesiac. Priemerné výkony sú prirodzené podstatne nižšie – dosahujú 200 až 400 m za mesiac (v obzvlášť obtiažných geologických podmienkach ešte menej). Snaha po zrýchlení postupu razenia vedie cez skrátenie času, potrebného na zmontovanie ostenia. To je možné:

- predĺžením prstencového ostenia: za posledné desaťročie sa prstence ostenia predĺžili z 1,25 m až na 2,0 m (hrúbka segmentov ostala zachovaná 0,3 až 0,35 m).
- zdokonalením ukladáčov segmentov a zmenšovaním počtu segmentov v prstenci. Počet segmentov v prstenci sa v súčasnosti ustálil na 5+1 (uzatvárací dielec). Výnimočne sa pridávajú navyš 2 špeciálne hore ploché dnové segmenty čo urýchľuje montáž kolajní na posun návesov.

Problémom TBM s plášťom, konštruovaným pre razenie tunelov pod vysokým nadloží je nebezpečie zovretia plášťa pri konvergenciách výrubu v dôsledku veľkých horninových tlakov pri prekonávaní poruchových zón. Aj tu sa našlo riešenie:

- skonštruovali sa vrátcie hlavy, ktoré majú obvodové vrátcie dláta hydraulicky vysúvateľné, čo umožňuje zväčšiť priemer výrubu až o 300 mm (obr. 11)
- plášť TBM je pozdĺžne členený, hydraulicky rozopierateľný, takže vytvorený nadvýlom aktívne podopiera (pozri obr.7). V prípade pôsobenia veľkých tlakov a tým aj konvergencii výrubu je možné teleskopický plášť postupne „sťahovať“ a tým predísť jeho zovretiu.

Ďalšou pozoruhodnosťou moderných TBM je, že sú konštruované tak, aby sa bez problémov priamo v podzemí mohli v priebehu niekoľko dní prebudovať z TBM s plášťom na hydroštitý, podopierajúce čelo výrubu pretlakovou suspenziou.

ZÁVER

Z uvedeného je zrejme, že v poslednom desaťročí vývoj v konštrukcii veľkých TBM výrazne pokročil, takže v prípade potreby budú môcť byť nasadené aj pre razenie v extrémne tvrdých horninách resp. konvergentnom horninovom masíve pri vysokom nadloží rovnako ako poruchových zónach s výplňou charakteru vodou nasýtených zemín. Každé prídavné zariadenie však zvyšuje zložitosť komplexu TBM a tým aj jeho finančnú náročnosť, preto nie je snaha dovýbaviť TBM tak, aby bol absolútne univerzálny, ale aby dokázal spoľahlivo raziť tunel v konkrétnych geologických podmienkach, čo samozrejme zvyšuje nároky na rozsah a kvalitu prieskumných prác.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Klepsatel, F. at all: Výstavba dopravných tunelov a použitím TBM Štúdia KGT SvF STU Bratislava 1998
- [2] Kovári, K. at all: Erfahrungen mit Vortriebsmaschinen in der Schweiz In: Forschung und Praxis Nr.34/1992
- [3] Herrenknecht, M.: Innovationen und zukünftige Entwicklungen beim maschinellen Tunnelvortrieb In: Vorschung und Praxis Nr.36/1994
- [4] Weber, W.: Standortbestimmung der TBM – Vortriebes unter besonderer Berücksichtigung der geplanten Alpenbasistunnel In: Felsbau Nr.12/1994
- [5] Hackel, A.: Vintage TBM-s in Switzerland In: World Tunneling Nr.5/1997
- [6] Gehring, K.: Leistungs – und Verschleissprognosen im maschinellen Tunnelbau In: Felsbau Nr.6/1995
- [7] Amberg, R.: Der Einsatz einer TBM bei hoher Überlagerung und grosser Gebirgsfestigkeit In: Felsbau Nr.1/1994
- [8] Klepsatel, F.: Rúbánina z tunelov – nežiadúci odpad či stavebné kamenivo? In: Inžinierske stavby č.3/1998
- [9] Bitschman, M.- Wörle, Ch.: TBM – Vortrieb zwischen Euphorie und Ernüchterung In: Felsbau Nr.6/1996
- [10] Prospekty firiem Herrenknecht, Wirth a Robbins

for pre-investigation along the tunnel alignment (see Fig.7). This equipment makes quick revealing of anomalies along the alignment ahead of the cutterhead up to a distance of 200 – 300 m (see Fig. 10). Exploration core holes are drilled only for a more detailed investigation of the anomalies identified.

SHIELDED TBM

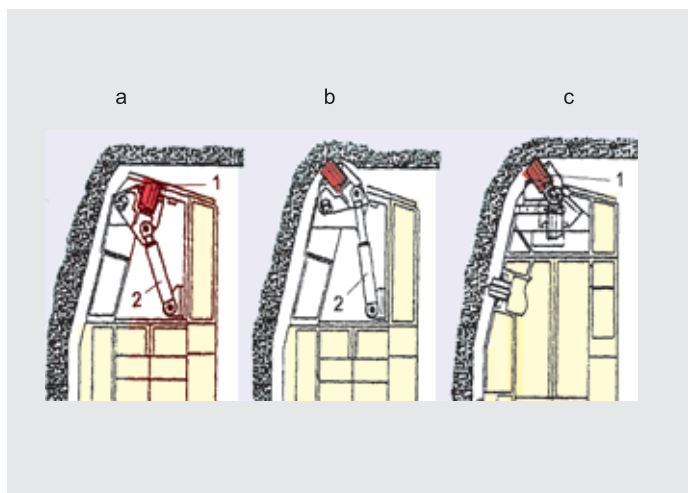
In geological conditions where the excavation is instable within longer sections, the application of a shielded TBM may be more advantageous. Primary segmental concrete lining is assembled and the annular gap backfilled with cementitious grout injection under the protection provided by the shield. As the cutterhead is pushed forwards from the completed lining ring segments during the boring, the time necessary for the lining ring assembly must be fully counted into the working cycle. Therefore, the advance rate is slower compared to an open mode TBM excavation in stable rock. Nevertheless, peak performance of 450 to 523 m per month has been achieved in Switzerland by state-of-the-art machines. Naturally, average progress is substantially lower, reaching 200 to 400 m per month (even less in extremely difficult conditions). The effort to accelerate the excavation advance rate results in cutting the time required for the erection of the lining. This can be achieved by:

- lengthening of the lining rings;
 - during the past decade the rings were lengthened from 1.25 m even to 2.0 m (thickness of segments 0.3 to 0.35 m remained unchanged);
 - improving segment erectors and reducing the number of segments in one ring. The number of segments in one ring has currently stabilised at 5 + 1 (key segment). Exceptionally 2 special flat invert segments are added to accelerate the track laying operations and movement of trailing gear.
- There is a problem connected with the shielded TBMs designed for tunnel boring under deep overburden. The problem is the danger that the TBM's skin will become locked in the process of the excavation convergence caused by high rock pressures in overcoming weakness zones. A solution has also been found:

- cutterheads with hydraulically extendible disc cutters have been designed; this design makes enlarging of the excavation diameter possible by up to 300 mm (see Fig. 11);
 - TBM's skin is split in hydraulically expandable segments along its length. It provides an active support of the over-excavation created by the TBM (see Fig. 7). In case of high pressures acting and causing the excavation convergence, the telescopic shell can be continually "retracted" and the locking prevented.
- Another feature of modern TBMs is that their design allows a changeover from shielded TBMs to hydroshields, supporting the excavation face by pressurised slurry, to be carried out just in the underground, within several days.

CONCLUSION

The above article shows how much the development of large diameter TBMs has advanced in the recent decade. If required, they will be able to drive even in extremely hard rock or convergent rock mass under deep cover, as well as through weakness zones containing water saturated soils. Although, any additional facility increases the TBM set's complexity and, as a result, also its cost. Therefore the aim is not to equip a TBM to become absolutely universal. It should be capable of reliable tunnel boring in respective geological conditions. Obviously, this specification increases the demands put on the quality of the investigation work.



Obr. 11 TBM s vysúvateľnými obvodovými dlátami
a) v zasunutej polohe, b - c) vysunuté polohy
1 – diskové dláto, 2 – vysúvaci hydromotor
Fig. 11 TBM with extendible circumferential cutters
a) in a retracted position, b – c) extended positions
1 – disc cutter, 2 – extension hydraulic motor

VYUŽITIE DATABÁZY POZNATKOV Z REALIZOVANÝCH TUNELOV PRI PRÍPRAVE A VÝSTAVBE NOVÝCH

APPLICATION OF THE DATABASE CONTAINING THE EXPERIENCE GAINED ON COMPLETED TUNNELS IN PLANNING AND IMPLEMENTATION OF NEW TUNNELS

Ing. Pavol Kusý, PhD., Terraprojekt, a.s., Bratislava
 Prof. Ing. František Klepsatel, PhD., SvF STU Bratislava

ÚVOD

Razené dopravné tunely sú vzhľadom na veľký prierez výrubu náročnej stavby. Výška nadložia, ktorá koliduje v rozmedzí od niekoľkých desiatok až po stovky metrov (výnimočne aj cez 1000 m) a líniový charakter razeného diela robia časovo a finančne náročným aj prieskum pre výstavbu. Napriek tomu sú výsledky prieskumu často neadekvátne vynaloženým prostriedkom, lebo najmä v zložitých geologických podmienkach a pri vysokom nadloží nevystihujú a ani nemôžu bezo zvyšku vystihnúť všetky osobitosti v stavbe horninového prostredia. Optimalizácia realizácie výstavby vyžaduje preto konfrontáciu prognózovaných a v projekte zohľadnených podmienok výstavby so skutočnými, ktoré sa zistia počas razenia a v prípade potreby aj prispôbenie pracovných postupov skutočným podmienkam v trase. Tieto dôležité rozhodnutia sa pritom prijímajú „za chodu“ – často v časovom strese a ešte pred vyhodnotením výsledkov geotechnických meraní a úložných pomerov v čelbe. Najspoľahlivejšie údaje o horninovom prostredí sa pritom získavajú práve z geologicko-geotechnickej dokumentácie stavby, keďže obsahujú kvalitatívne výsledky meraní, indexové hodnoty aj verbálny popis geologických podmienok a ich grafické zobrazenie. Takto získané podklady o výstavbe sú širokospektrálne a hľadanie zovšeobecňujúcich súvislostí, resp. odpovedí na konkrétne otázky je preto zložitá a bez využitia výkonnej výpočtovej techniky nerealizovateľné v prijateľnom časovom limite.

V tunelársky vyspelých krajinách boli vybudované Novou rakúskou tunelovou metódou za posledné desaťročia stovky veľkoprierezových dopravných tunelov, dokumentácia z realizácie ktorých je archivovaná. Táto dokumentácia predstavuje neobyčajne cenné informácie o stavbe horninového masívu aj vo veľkých hĺbkach pod povrchom, ktorý vo veľkej miere prispel k rozšíreniu poznatkov o geologickej stavbe územia, režime podzemných vôd a vlastnostiach jednotlivých typov hornín. V stave, v akom sa nachádza sa však nedostatočne efektívne využíva pri príprave a realizácii výstavby nových tunelov. Efektívnejšie využívanie týchto podkladov môže pritom viesť k výraznému zjednodušeniu a zlacneniu prieskumu pre výstavbu a tým aj skráteniu doby potrebnej na jeho realizáciu a samozrejme aj k z hospodárneniu vlastnej výstavby.

PROGRAM DEST

Vyššie uvedené skutočnosti viedli Geotechnickú skupinu na Technickej univerzite v Grazi, sformovanú okolo významných odborníkov – Univ. Prof. Dr. G. Riedmüllera a Univ. Prof. Dr. Ing. W. Schuberta v spolupráci s firmou Geodata Messtechnik Leoben k vytvoreniu programu DEST (Datenevaluierungssystem für den Tunnelbau). Konceptcia programu DEST vychádza z požiadaviek tunelárskej praxe a jeho spracovatelia v ňom zúročili aj svoje vlastné bohaté praktické skúsenosti z výstavby tunelov v Rakúsku aj zahraničí. Softwarový program DEST umožňuje okrem racionálnej archivácie aj cieľenú, rýchlu interpretáciu a sledovanie vzájomných súvislostí relevantných údajov. Databáza je založená na softvare Vizual FoxPro a Vizual C Microsoft a zahŕňa množstvo jednotne spracovaných údajov z realizovaných stavieb, rozčlenených do štyroch hlavných databáz (geologické podklady, vystrojovacie prvky, pretváranie, razenie) a 18 subdatabáz, ktorých náplň je zrejma z obr. 1.

Databáza je živá a stále sa dopĺňa. Vložené údaje môžu byť podľa spoločných znakov buď štatisticky analyzované prípadne kombinované s cieľom hľadania korelácií. Môže byť využitá na stanovenie kvazihomogenných oblastí podľa rôznych parametrov, ocenenie kvality horniny a výstupy možno vyžiadať v rôznej forme spracovania (číselne, tabelárne, graficky). Tým sa stalo možným kedykoľvek priamo na stavbe vyhodnotiť z akéhokoľvek požadovaného hľadiska (trendy, interakcie, súvislosti) relevantné údaje bez nároku na nákladné dodatočné investície a získať tak rýchlo spoľahlivejší základ pre fundovanejšie rozhodnutia, ktoré sa doposiaľ prijímali často len intuitívne na

INTRODUCTION

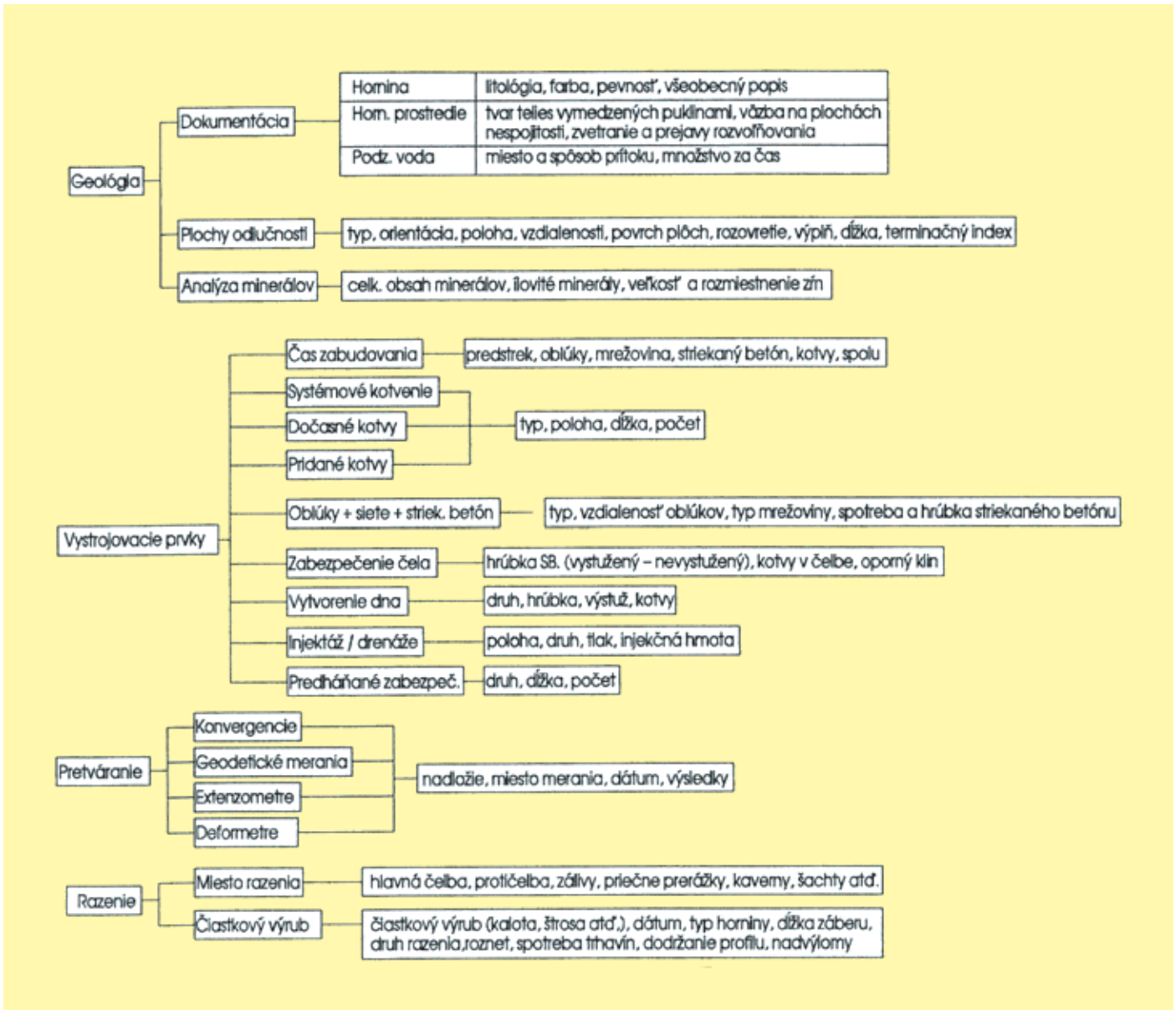
Due to large excavated cross sections, mined transit tunnels are difficult constructions to build. Overburden thickness varying in a range of several tens to hundreds of meters (exceptionally even over 1,000m) and the line character of any mined tunnel are the reasons why even the site exploration work becomes demanding in terms of time and costs. On the other hand, exploration results are often an inadequate investment as they do not and even cannot give a true picture of all specific features of a rock mass composition, mainly in the cases of complex geological conditions and deep overburden. Therefore the optimisation of the construction process requires the confrontation of anticipated construction conditions taken into consideration during the design development with actual conditions encountered in the course of the excavation. Even, if needed, working procedures may be adapted to the actual conditions existing along the route. Such the significant decisions are made in the course of the work, often under a time pressure, more earlier than the assessment of geotechnical measurements results and deposition conditions is available, whereas the most reliable data on geology are obtained from geological and geotechnical documentation of the particular construction since it contains qualitative results of the measurements, values of indices, as well as a verbal description of geological conditions and their display in a graphic form. The scope of construction data obtained in such a manner is very wide, therefore searching for generalising relations or answers to particular questions are complicated. Without the utilisation of efficient computer technology it is impossible to carry out this search within an acceptable time limit.

The documentation of hundreds of large profile transit tunnels completed during previous decades by the New Austrian Tunnelling Method in countries developed in terms of tunnelling has been filed in archives. This documentation contains extremely important information on rock mass structure even at great depth under the surface. It contributes to the extension of the knowledge of the particular area's geology, groundwater regime and properties of individual rock types. Although, the efficiency of its exploitation in planning and implementation of new tunnels is insufficient due to the poor condition of the documentation. A significant simplification and reduction in the cost of the construction exploration can be achieved through more efficient utilisation of those data, leading to reduction in the time required for the construction realisation and, obviously, to higher cost effectiveness of the construction process.

THE DEST PROGRAM

The above-mentioned facts inspired the Geotechnical Group at the Technical University of Graz, formed around important experts, Univ. Prof. Dr. G. Riedmüller and Univ. Prof. Dr. Ing. W. Schubert in collaboration with Geodata Messtechnik Leoben, to develop the DEST (Datenevaluierungssystem für den Tunnelbau) program. The DEST program's conception is based on requirements of the tunnelling praxis. Its authors also took the advantage of the wealth of their own practical experience in tunnelling both in Austria and abroad. In addition to a rational system of filing, the DEST software also allows targeted and fast interpretation and observation of mutual relationships between relevant data. The database is based on Vizual FoxPro and Vizual C Microsoft software. It contains a vast amount of data from completed projects processed in a unified manner, divided in four main databases (geological data, support elements, deformation and excavation) and 18 sub-databases, whose contents is shown in Fig. 1.

The database is continuously updated. The filed data can be either analysed statistically in terms of common features or combined with an aim of searching for correlation. The database can be used for the determination of quasihomogeneous regions according to various parameters, for rock quality assessment, and the outputs can be obtained in various forms (numerical, tabular, graphical).



Obr. 1 Štruktúra databázy DEST
Fig. 1 The DEST database structure

základe skúseností.

Program DEST bol niekoľko rokov testovaný počas razenia prieskumných stôlní pre železničný a diaľničný tunel Semmering a pri razení diaľničného tunela Lainberg.

VYUŽITELNOSŤ VÝSLEDKOV

Zhromažďovanie a vyhodnocovanie údajov je neoddeliteľným podkladom pre každú stavbu pri navrhovaní ktorej sa využíva observačná metóda ako súčasť vykonávacieho projektu. Kvalita projektu aj rozhodnutí, prijatých počas realizácie závisí do značnej miery na kvalite zhromaždených podkladov, ich správnom vyhodnotení a stanovení kľúčových parametrov. Databáza DEST je teda veľmi užitočná tak v čase projektovej prípravy, ako i v priebehu samotnej realizácie.

a) Pri príprave stavby projektantovi poskytujú:

- rýchly prehľad o všetkých údajoch, súvisiacich s razením v podobných geologických podmienkach
- objektívnu analýzu týchto dát a tým aj objektívne posúdenie problémov razenia
- výborný podklad pri rozhodovaní a objektívne argumenty pri zdôvodňovaní svojho návrhu
- podklady pre kalkulácie

Skúsenosti z realizovaných stavieb možno využiť aj pri optimalizácii rozsahu prieskumných prác. V praxi sa vyskytujú prípady podhodnotenia prieskumu s veľmi negatívnymi následkami, ale aj nadhodnotenia, čo vedie k zbytočnému predraženiu v dôsledku nevyužívania, alebo praktickej nevyužitelnosti príliš

This system has allowed any kind of assessment (trends, interactions, relations) of relevant data to be carried out anytime directly on the site, without any additional cost requirements. A more reliable basis for better grounded decisions, which have often been made intuitively only on the basis of experience, can be obtained fast in this way.

The DEST program was tested for several years during the excavation of exploration galleries for the Semmering rail and road tunnel and in the course of the Lainberg motorway tunnel excavation.

THE RESULTS' DEGREE OF UTILITY

The data acquisition and assessment are an inseparable basis for any construction for whose design the observation method is used as a part of the final design. Quality of the design and decisions made in the course of construction work depends in a significant extent on the quality of the data collected, their correct interpretation and determination of key parameters. The DEST database is therefore very useful both during the project-planning phase and in the course of the realisation proper.

a) During the construction planning phase, the designer obtains:

- fast knowledge of all data related to excavation carried out under similar geological conditions
- objective analysis of those data, thus also objective assessment of driving problems
- excellent basis serving in the decision-making process, and objective arguments for explaining the design particulars

The experience of completed projects can even be exploited in the optimisation of the exploration scope. Cases of underestimation of the exploration occur in practice, having very negative consequences. On the other hand, overestimation

rozsiahlych podkladov.

b) Počas vlastnej výstavby sú systémom DEST spracované podklady dôležitou pomôckou, umožňujúcou v prípade výskytu nepredvídaných situácií prijať v priebehu niekoľkých desiatok minút fundované rozhodnutie, opierajúce sa o vyhodnotenie informácií, ako sa obdobné situácie zvládli v minulosti na stavbách v podobných geologických podmienkach. Bez predmetnej databázy by podobné rozhodovanie, včítane rozboru príčin vzniku problémov a ich vyhodnotenia mohlo zaberať aj niekoľko týždňov. V súvislosti s tým sa však kľúčovou otázkou stáva rýchlosť vyhodnotenia aktuálnych podmienok na danej čelbe (geologické úložné pomery, konvergencie, pevnostné charakteristiky hornín). Treba zdôrazniť, že aj v tomto smere sa dosiahol v ostatných rokoch pri používaní NRTM pozoruhodný pokrok:

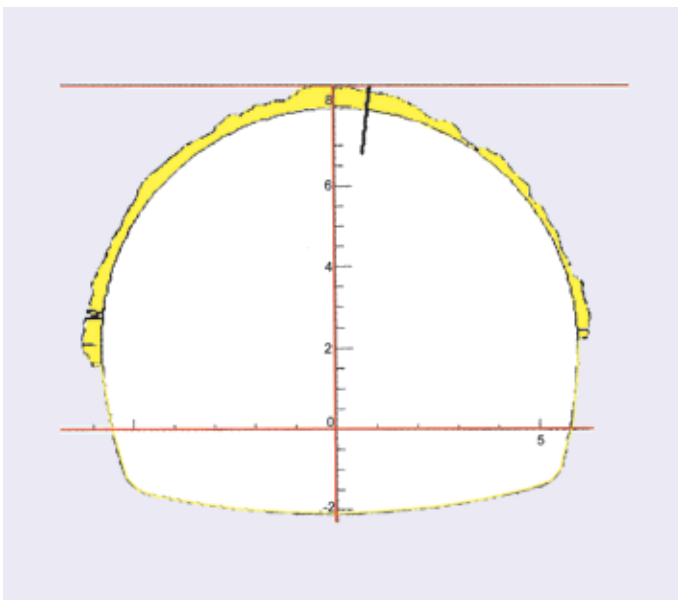
- používanie jednoduchého zariadenia na skúšanie bodovej pevnosti horniny (Point load test) umožňuje rýchlo a spoľahlivejšie ako s použitím odrazového (Schmidtového) kladivka zistiť pevnosť horniny priamo na stavbe,
- geodetické trojdimenzionálne meranie konvergencie výrubu s automatickým záznamom a prenosom výsledkov a softwarovým programom na ich číselné vyhodnotenie a grafické znázornenie poskytuje výsledky priamo na stavbe už v priebehu niekoľkých minút
- Tunnelscanner DIBIT, vyvinutý organizáciami ILF Beratende Ingenieure Innsbruck a Joanneum Research, Graz umožňuje objektívnu farebnú stereodokumentáciu čelby ale aj skutočného prierezu výrubu s automatickým prenosom dát a s číselným a grafickým komputerovým vyhodnotením výsledkov tiež v priebehu niekoľkých minút. Presnosť meraní je pritom rádovo ± 5 mm.

K meraniu sa používa prenosné samozamerovateľné zariadenie s dvomi digitálnymi videokamerami na stereobáze 1,7 m (obr. 2) napojené na poľný počítač Pentium II (300 MHz, 128 MB) a vyhodnocovací počítač Pentium II > 350 MB. Snímací rozsah 1 až 10 m. Skutočný prierez výrubu sa vynáša graficky (obr. 3) a odchýlky sa vyhodnocujú aj číselne so znamienkami \pm oproti projektom predpokladanému prierezu.

Možno konštatovať, že zavedením programu DEST a vyššie uvedených zariadení, najmä Tunnelscanneru DIBIT (Digitales Bildmesssystem für den Tunnelbau) dostávajú tunelári účinných a rýchlych pomocníkov na prijímanie najadekvátnejších úprav pracovných postupov a zabezpečovacích prostriedkov na základe objektívneho vyhodnotenia pomerov priamo na čelbe.

Literatúra:

1. Golser, J.: Innovationen im Tunnelbau in Österreich. In: IUT' 99 Innovation im Untertag – und Tunnelbau Sergans, Schweiz 28.-30.10.1999 s. 34.-40.
2. Schubert, W. at all. Neue Methoden der Datenerfassung und Darstellung im Tunnelbau. In: 14. CH. Veder Kolloquium Graz. 8.-9.4.1999 s. 13-27
3. Lin, Q. at all. Datenbanksystem zur Auswertung der beim Tunnelvortrieb gewonnenen Daten. In: Proceedings Tunnel for People, World Tunnel Congress Vienna' 97
4. Steindorfer, A. – Schubert, W. – Rabensteiner, K.: Problemorientierte Auswertung geotechnischer Messungen. In: Felsbau 6/1995



Obr. 3 Záznam skutočného obrysu výrubu zhotovený s použitím Tunnelscanneru DIBIT

Fig. 3 Record of the actual excavation contour produced using DIBIT Tunnelscanner

leads to unnecessary expenses resulting from the fact that too extensive database is not used or cannot be used in practice.

b) The data processed by the DEST system are an important tool used in the course of the construction work. It makes the adoption of a well-grounded decision possible in a case of a contingency. The decision is based on the assessment of the information how similar situations were coped with in the past on projects, under similar geological conditions. Without a relevant database, similar decision-making, including the analysis of the reasons for the origin of the problems and their assessment, could even take several weeks. Although, in the context of this fact, the key issue remains the speed of the assessment of actual conditions at the given tunnel face (geological mode of deposition, convergences, strength-related characteristics of rocks). Stress must be placed on the fact that significant progress has been achieved in this regard in the NATM application:

- the application of a simple point load testing device allows quick and more reliable in-situ determination of rock strength compared to the (Schmidt) hammer rebound test;
- the system of a 3D survey of excavation convergence with automatic recording and transmission of results and a software for their numerical assessment and graphical representation provides results directly on the site within several minutes;

the DIBIT Tunnelscanner developed by ILF Beratende Ingenieure Innsbruck and Joanneum Research, Graz makes the creation of objective colour stereo-documentation of the face possible, as well as that of the actual excavated cross section, with automatic transmission of the data and numerical and graphical computer-processed assessment of results carried out within several minutes too. The measurement accuracy is of the order of ± 5 mm.

A portable self-seeking instrument with two digital video-cameras on a stereobasis of 1.7 m (see Fig. 2) connected to a Pentium II (300 MHz, 128 MB) field computer and Pentium II > 350 MB assessment computer are used for the measurement. The reading range is from 1 to 10 m. The actual excavation cross section is plotted in a diagram (see Fig. 3). Deviations are also evaluated numerically, with \pm signs marking deviations from the cross section expected. Thanks to the implementation of the DEST program and application of the above mentioned equipment it is possible to state that tunnellers have been given efficient and quick aids helping them in the process of adopting the most adequate adaptations of working procedures and support measures on the basis of objective assessment of the conditions existing directly at the excavation face.



Obr. 2 Tunnelscanner DIBIT
Fig. 2 DIBIT Tunnelscanner

PODJEZD UL. NA ZLÍCHOVĚ JAKO SOUČÁST STAVBY MĚSTSKÉHO OKRUHU

THE NA ZLÍCHOVĚ STREET UNDERPASS, A PART OF THE CITY CIRCLE.

Ing. Jan Růžička, VIS, a. s., Ing. Aleš Merta, PUDIS, a. s.

ÚVOD

Dne 28. 10. 2002 byl na Praze 5 uveden do provozu další úsek městského okruhu, stavba označovaná jako stavba Zlíchov – Radlická. Obrazně řečeno, přibyl tak další kámen do mozaiky páteřních komunikací hlavního města Prahy podle koncepce územního plánu, platného od 1. 1. 2000.

MĚSTSKÝ OKRUH, KONCEPCE ŘEŠENÍ

Podle územního plánu tvoří základ městského systému pro automobilovou dopravu skelet městských komunikací, ve kterém mají prioritní význam dva okruhy – městský a silniční (pražský) a soustava radiál směřujících vždy přibližně z centra města. Tyto páteřní komunikace při vzájemném spolupůsobení na sebe převezmou rozhodující podíl automobilové dopravy. Městský okruh se po svém dokončení stane hlavním regulačním prvkem dopravy. Bude mít významnou ochrannou funkci pro centrální zónu města.

V současnosti je funkční pouze jeho jižní část, známá jako jižní spojka a úsek vedený Strahovským tunelem. Stavba Zlíchov – Radlická pokrývá část západního segmentu městského okruhu mezi Barrandovským mostem a ulicí Radlickou. K úplnému propojení se Strahovským tunelem bude nezbytné ještě dokončit tunely pod Mrázovkou, v terminologii investorské přípravy stavbu Radlická – Strahovský tunel. Po dokončení této stavby bude městský okruh od jižní spojky propojen až ke Strahovskému tunelu. Prstenec městského okruhu se tak uzavře v ucelené trase v celém jeho jižním a západním segmentu. Výsledný návrh vedení trasy městského okruhu územím Smíchova vyšel z četných studií, které hledaly nejvýhodnější řešení pro optimální začlenění nadřazené komunikační sítě do urbanistické struktury města. Základní podmínkou každé studie bylo propojit již dříve vybudovaný Barrandovský most s tehdy již rozestavěným Strahovským tunelem.

V neformální veřejné soutěži všechny zpracovatelské týmy respektovaly zásadu, že uvolňování urbanizovaného území ve prospěch dopravní infrastruktury musí probíhat velmi uvážlivě, neboť výsledné řešení ovlivní vzhled a funkčnost města pro další generace jeho obyvatel. Vyhovět takovým podmínkám mohla pouze řešení, která za svůj základ vzala stavby tunelové, tj. stavby, které jsou sice investičně a provozně nákladnější, které však nevytvářejí nepřekonatelné dopravní bariéry v intravillánu města a které se rovněž v mnohém ohledu chovají podstatně šetrněji k životnímu prostředí (řízené odvádění exhalací, omezení hluku na okolní zástavbu apod.). Jako příklad vývoje názorů na umístění páteřní komunikace lze uvést porovnání dopravního řešení křižovatky v oblasti dnešních ulic Radlická a Křížová z roku 1988 a z roku 2000. Dnešní trasa nevyvolává potřebu jakýchkoli demolice přilehajících budov, celá stopa okruhu podél zástavby je uzavřena betonovými tubusy atd. Šetrnější přístup k řešení problematiky vedení dopravy je ze situací naprosto zřejmý.

Filozofie vybraného řešení stavby části okruhu mezi Zlíchovem a ul. Radlickou vychází z využití koridoru podél západního svahu Smíchovského nádraží a z nedotknutelnosti historické blokované struktury zástavby Smíchova. Odklonění severní části trasy do ražených tunelů pod kopec Mrázovka umožňuje již nyní postupně realizovat rozvoj smíchovského centra. Rovněž v jižním cípu stavby, v oblasti Zlíchova, byla celá trasa okruhu posunuta západním směrem, tj. směrem od Vltavy až do koridoru podél železniční trati a navíc byla situována do zahloubeného podjezdu. I zde bylo motivem zachovat rozvojový potenciál vltavského nábřeží a ostrova Císařská louka, který je rekreačním zázemím této části Prahy.

Celý proces výběru optimální varianty byl završen v roce 1992, kdy Rada Zastupitelstva hl. m. Prahy odsouhlasila vedení trasy Barrandovský most – Strahovský tunel podle koncepční varianty PUDIS, a. s. Výsledný projekt vychází z principu sdružení dopravního koridoru železničního se silničním, bez výrazné kolize s urbanistickou strukturou. Respektuje podmínky pro rozvoj a regeneraci Smíchova, ale dává i předpoklady pro výhledové možnosti rozvoje komunikační sítě, to vše v míře přijatelného kompromisu.

NÁVRH A REALIZACE KONSTRUKCE PODJEZDU ULICE NA ZLÍCHOVĚ

Projekčně, technicky i časově jednoznačně nejnáročnějším úsekem stavby je místo jejího křížení s tratovými kolejemi ČD a s násypovým tělesem ul. Na Zlíchově.

INTRODUCTION

Another section of the city circle was opened on 28. 10. 2002 in Prague 5, the construction titled the "Zlíchov – Radlická" lot. Expressed pictorially, another piece has been added to the mosaic of artery roads of the Prague capital according to the conception of the land-use plan valid from January 1, 2000.

THE CITY CIRCLE DESIGN CONCEPTION

According to the land-use plan, the urban motor traffic system is based on a skeleton of city roads, where two circles, i.e. the City Circle and the (Prague) Ring Road, and a system of radial roads leading approximately from the city centre have a priority importance. Interacting, these artery roads will assume a major share of the motor traffic. When completed, the City Circle will become the main element of traffic regulation. It will have a significant protective function for the city central zone.

Currently its southern section known as the Southern Connection and a section led through the Strahov tunnel are functional. The Zlíchov – Radlická construction lot covers a part of the western segment of the City Circle between the Barrandov bridge and Radlická street. The completion of tunnels under Mrázovka hill, called the Radlická – Strahov tunnel construction lot in the terminology of the investment project preparation, will be necessary for the overall interconnection with the Strahov tunnel. Once this construction lots has been completed, the City Circle will become interconnected from the Southern Connection up to the Strahov tunnel. Thus the ring of the City Circle will be closed along an integrated route within the whole southern and western segment of the ring.

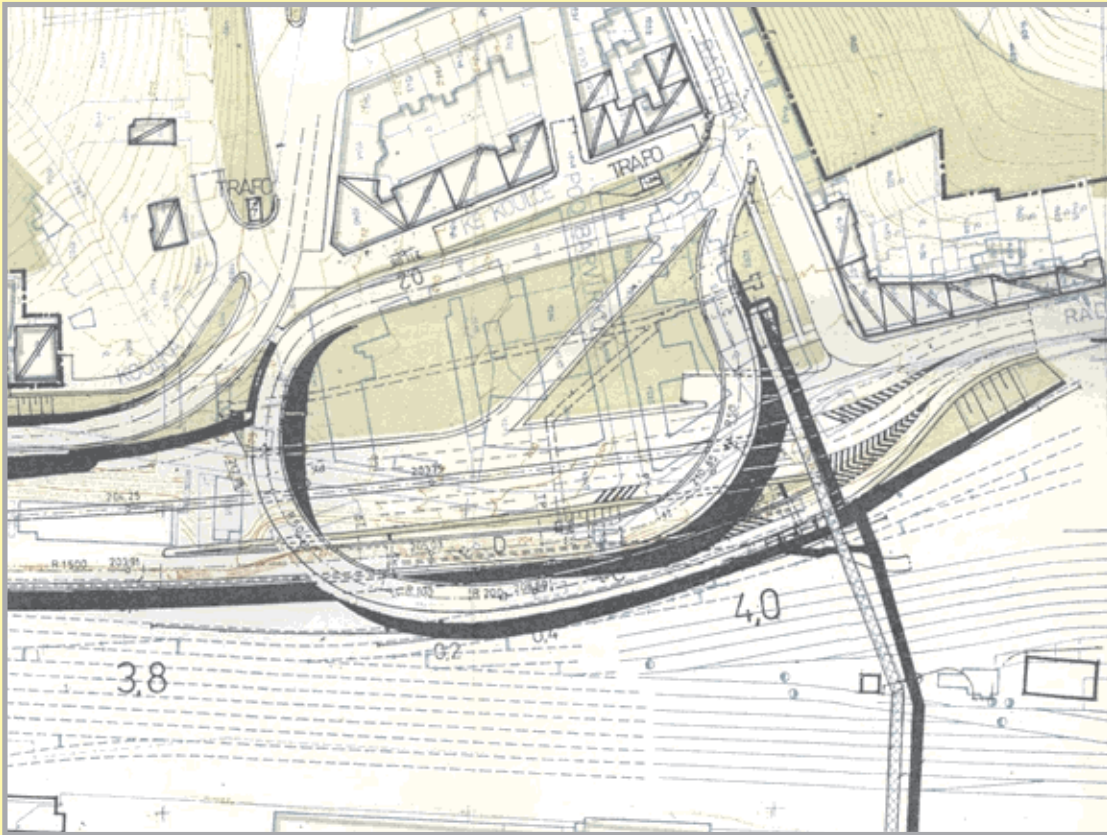
The resulting design of the City Circle route location in the Smíchov district area was based on numerous studies, searching for the most advantageous solution for an optimum integration of the superior road network into the urban structure of the city. A fundamental prerequisite of each study was to interconnect the earlier built Barrandov Bridge with the Strahov tunnel, whose construction had already started.

All teams preparing the documents for the informal public tendering respected a principle that the process of the vacation of the developed area for benefit of the traffic infrastructure had to proceed in a very prudent manner as the resulting solution would affect the overall appearance and functionality of the city for other generations of its inhabitants. These conditions could be satisfied by such solutions only, which adopted tunnel construction as their basis. Tunnel structures are more demanding in terms of funding and operation, but they do not create unsurpassable traffic barriers within the urban area. They also are in many aspects significantly more environmentally friendly (controlled evacuation of exhalations, noise reduction within the neighbouring development, etc.). As an example of the development of attitudes towards the arterial road, we can mention the comparison of the traffic solution of a crossroads in the area of present-day streets Radlická and Křížová, developed in 1988.

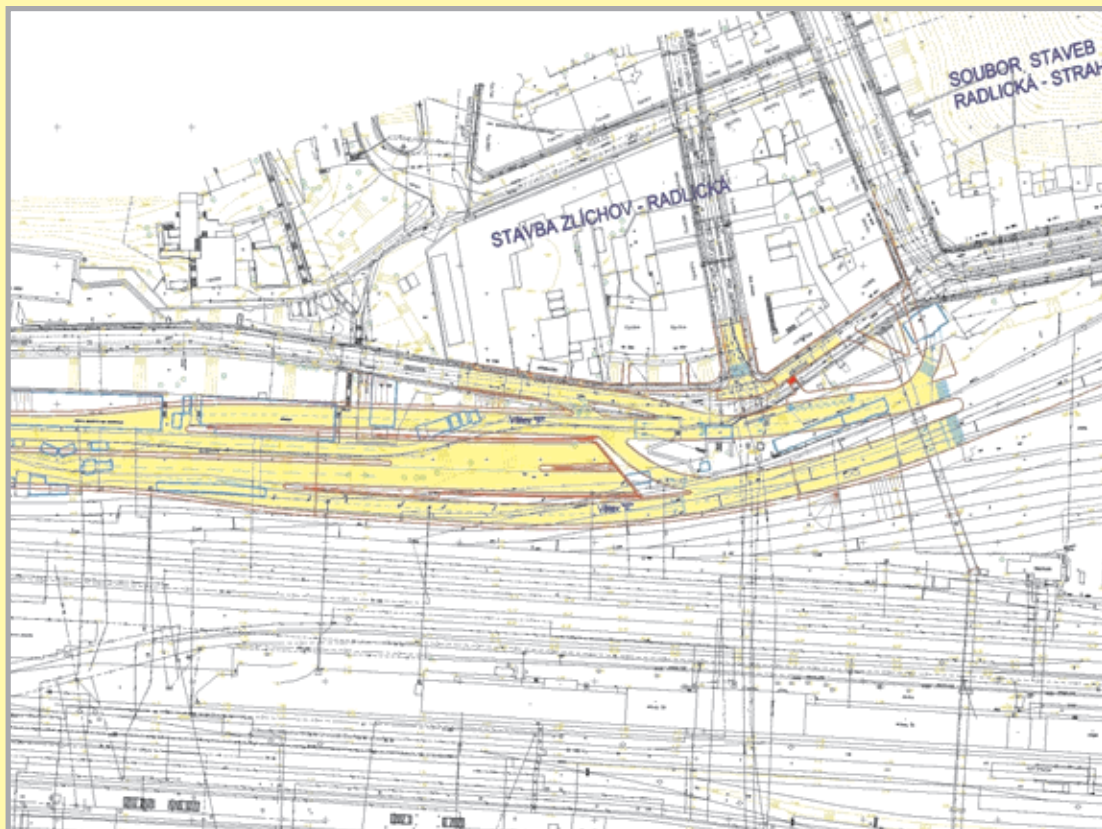
The current route does not give rise to any need of demolitions of adjacent buildings, the whole path of the circle along buildings is contained in concrete tubes etc. The careful attitude towards the solution of the traffic route placement is clearly obvious from the layouts.

The philosophy of the solution adopted for the construction of the circle section between the Zlíchov district and Radlická Street is based on the utilisation of the corridor leading along the western slope of the Smíchov rail station, and on the fact that the historic block structure of the Smíchov district development has been strictly protected. The diversion of the northern part of the alignment into mined tunnels under Mrázovka hill allows the Smíchov centre to be developed already now. The overall alignment of the circle at the southern corner of the construction, in the Zlíchov district, was also shifted to the west, i.e. in the direction from the Vltava River, reaching into the corridor along the railway track. In addition, the track has been situated into a sub-surface underpass. The motif was the same, to maintain the development potential of the Vltava river's embankment and "Císařská louka" island, which is a recreational hinterland of this part of Prague.

The overall process of the selection of the optimum variant was concluded in 1992, when the Council of the City of Prague agreed on the alignment leading from the Barrandov Bridge to the Strahov tunnel, according to a conceptual variant developed by PUDIS a.s. The resulting design has been based on the



Obr. 1 Studie křižovatky Radlická x Křížová z roku 1988
Fig. 1 The Radlická x Křížová crossroads study from 1988



Obr. 2 Výsledné řešení křižovatky Radlická x Křížová z roku 2000
Fig. 2 Final design of the Radlická x Křížová crossroads from 2000

Do tohoto místa je situován jednak železniční most, a jednak těsně přiléhající tubus podjezdu. Jeho tvarově složitá a po své délce značně proměnná konstrukce zohledňuje založenými zárodky budoucí záměr připojení Radlické radiály. Hlavní trasa má zde absolutně nejnižší kótu a prochází ve směrovém inflexu v údolnicovém oblouku nivelety. Podjezd pod ul. Na Zlíchově je tunel délky 196 m.

Jaké byly požadavky na konstrukci podjezdu, které bylo nutno brát v úvahu jak při posuzování každého stupně dokumentace, tak i při vlastní realizaci díla? Jaké podmínky musel podjezd splňovat? Uvedeme alespoň několik nejdůležitějších:

1. Musí vyhovovat prostorovému vedení procházející komunikace okruhu s podjezdnou výškou min. 4,95 m.
2. Musí též vyhovět vedení výhledově napojovaných akcí – Radlické radiály (RR) včetně detailů napojení vozovky, izolací apod. Tato podmínka vyžadovala založit i místo křížení předportálového úseku s budoucí větví „G“ RR.
3. Dimenzování konstrukce musí zohlednit i předpoklady zatížení terénu, tj. jednostranné boční tlaky, aktivované až v době otevření stavební jámy pro stavbu RR.
4. Vzhledem k nízké absolutní výšce vozovky musí být bezpečně chráněn jak proti vniknutí podzemní vody z okolního terénu, tak i proti vniknutí zvýšené hladiny vody z Vltavy. Výška vozovky v podjezdu přibližně koresponduje s úrovní normální hladiny vody na Vltavě. Reálně tedy existuje teoretická možnost zpětného vniknutí vltavské vody přes výtokové řady usazovací nádrže a odvodňovací vpustí předportálových úseků do podjezdu. Problematiku ochrany před vyššími hladinami Vltavy řeší technologická zařízení na přilehlé nádrži. Výška ustálené hladiny spodní vody je pak asi 3 m nad niveletou vozovky.

5. Musí mít technologické vybavení zajišťující bezpečný provoz a musí být vytvořeny předpoklady pro řešení dopravních havarijních situací.

6. Únikové trasy již musí být posouzeny i s ohledem na fázi provozování RR. Jaké tedy bylo přijato výsledné řešení:

Podjezd délky je v příčném řezu navržen jako dvojitý rám se zaklenutým eliptickým stropem, podélně je rozdělen na čtyři samostatné dilatační celky, na které navazují na obou stranách předportálové úseky izolačních van. Pro hrubou představu o velikosti podjezdu uvádíme – do nosné konstrukce bez předportálových úseků bylo postupně uloženo 17 350 m³ konstrukčního betonu kvality C25/30-5a, celková plocha izolací činí 14 300 m².

Jako jediná možná technologie výstavby, vzhledem k nepravidelnému tvaru a k relativně nízkému neúnosnému nadloží, byl zvolen způsob výstavby v rozsáhlé stavební jámě zajištěné kotveným záporovým pažením či mikropilotami (viz obr. 5).

Jáma hloubky až 17 m prošla postupně pokrývnými útvary navážek a deluviálních sedimentů, ve spodní části bylo pažení kotveno do královských

principů kombinace železničního a silničního dopravního koridoru, bez jakýchkoli vážných kolizí s urbanizací. Respektuje podmínky nezbytné pro rozvoj a regeneraci Smíchova, ale umožňuje i rozvoj dopravní sítě v budoucnu, a to v rámci přijatelného kompromisu.

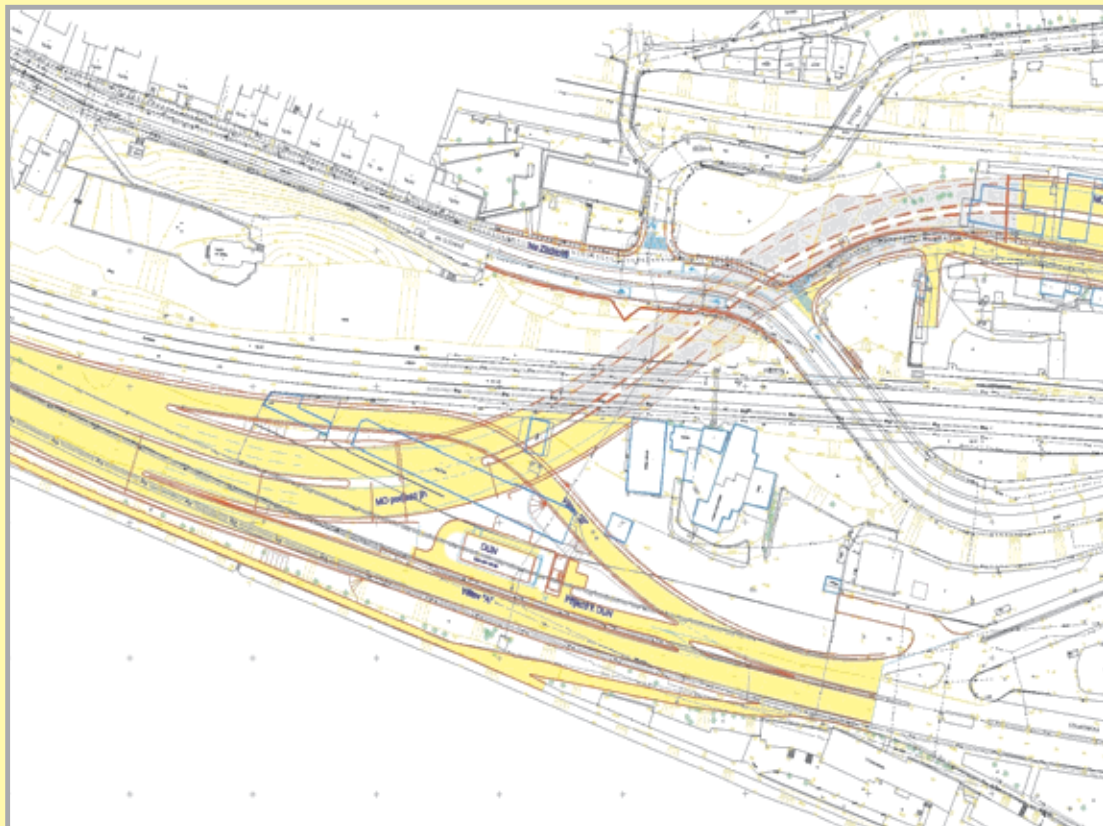
DESIGN AND REALISATION OF THE NA ZLÍCHOVĚ STREET UNDERPASS STRUCTURE

The location where the construction crosses the CD (Czech Railways) railway tracks and the embankment in Na Zlíchově street is the most demanding in terms of the design, the technique and the time.

Both a rail bridge and a closely adjacent tube of the underpass are situated to this location. The underpass structure design, complex in the shape and significantly variable along its length, takes into consideration the future intention of the Radlice Radial road connection. The main route has its absolute lowest point here, and it passes in a directional inflexion through an alignment sag. The Na Zlíchově street underpass is a 196 m long tunnel.

Which requirements on the underpass structure had to be taken into consideration in assessing each design stage and in the works performance? Which conditions applied to the underpass? We will mention at least several of them, the most important ones:

1. It has to suit the 4.95 m high clearance profile of the circle road passing through the underpass
2. It also has to suit the projects of roads to be connected in the future, i.e. the Radlice Radial (RR), including the details of connection of the carriageway, insulation etc. This condition required the crossing of the pre-portal section with the future "G" branch of the RR to be founded too.
3. The structural design has to take into consideration the anticipated terrain loading, i.e. the single-sided pressures activated in the moment of opening the construction pit for the RR construction.
4. Owing to the low absolute altitude of the carriageway, it has to be safely protected against the intrusion of both ground water from the neighbouring terrain, and inrush of surged surface of water from the Vltava River. The elevation of the carriageway in the underpass roughly corresponds to the normal water level in the Vltava. Therefore a theoretical possibility of intrusion of the Vltava river water back through the outlet pipelines leading from the settlement tank and drainage intakes of the pre-portal sections into the underpass. The issue of the protection against higher levels of the Vltava River has been solved by means of technological equipment in the adjacent tank. The elevation of the standing water table is about 3 m above the carriageway level.
5. It has to be equipped with technological facilities ensuring a safe operation, and conditions have to be created for solving traffic emergency situations.



Obr. 3 Situační řešení křížení dopravního okruhu s tratí ČD a ulicí Na Zlíchově
Fig. 3 The traffic circle crossing with the CR track and Na Zlíchově street

břidličných vrstev, které se nepravidelně střídaly s dvoreckopropokopskými obtížně rozpojitelnými šedými vápenci. Obecně bylo skalní podloží po celé délce dostatečně únosné pro bezpečné založení konstrukce tohoto typu. Problémy vznikaly spíše v obtížné rozpojitelnosti skalního podloží. Stavební jáma byla překlenuta provizorní lávkou pro pěší. Střední stojka lávky, situovaná uprostřed stavební jámy, byla vytvořena dvojicí vrтанých pilot, ze kterých se po odtěžení terénu staly nosné sloupky. Lávka zajišťovala provoz pěších v ul. Na Zličově až do doby obnovení této komunikace. Doprava v ul. Na Zličově byla přerušena po dobu 20. měsíců. Jaké význačnější problémy bylo nutno vyřešit:

A. Technologie betonáže

Betonáž byla rozdělena klasickým způsobem na spodní desku, stěny a klenby. Pozoruhodným problémem, z hlediska provádění, bylo místo příčného řezu nad střední stojkou mezi klenbovými oblouky. Zde je konstrukční výška klenby 4 m a jen relativně pomalu se směrem ke středu rozpětí snižuje. Technický „ofitšek“ spočívá nejen v nutnosti vybetonovat takto velkou část vcelku, nejen v nutnosti zachytit související veliké tlaky na bednění, ale především současně snížit očekávaný vývin hydratačního tepla ve fázi tuhnutí betonu. Napětí od nepravidelného oteplení konstrukce totiž může vést k jejímu porušení již ve fázi výroby. Jaká opatření se tedy přijala:

1. Receptura betonové směsi byla upravena tak, aby množství cementu nepřekročilo hodnotu 350 kg/m³.
2. Vložením bednicí sítě do výtuzě byla oddělena betonáž klenby od betonáže klínu nad střední stojkou.
3. Betonáž klenby se prováděla po vrstvách tl. max 40 cm s časovou prodlevou betonáže další vrstvy cca 2 hod.
4. Závěrečná střední část výšky 4 m se betonovala nadvrát – spodní 2 m spolu s betonáží klenby a po dvou dnech se dokončila zbylá část klínu.

Výsledný návrh postupu a související teoretické hodnoty napětí v konstrukci vzhledem ke složitosti zadání nevycházely z exaktního výpočtu. Proto byl postup odsouhlasen spíše empiricky, na základě zkušeností zúčastněné projekční a stavební firmy i ostatních partnerů výstavby. Lze konstatovat, že prohlídka konstrukce po jejím odbednění prokázala správnost těchto opatření. Žádný její díl nevykazoval neočekávané otevření trhlinek.

B. Vysoká hladina spodní vody

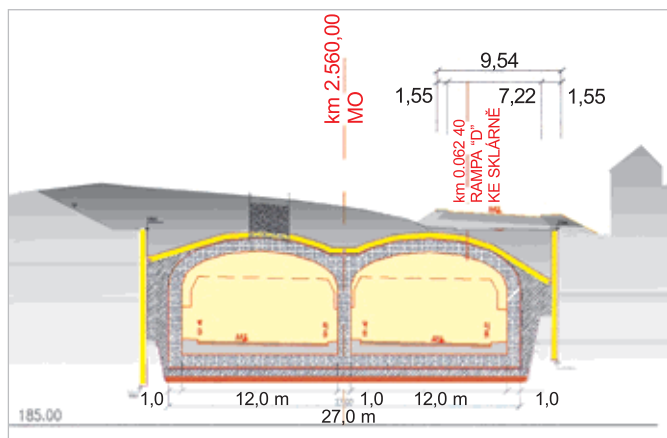
Další důležitou problematikou, jejíž úspěšné řešení rozhodujícím způsobem přispívá k výsledné kvalitě díla, je návrh, provádění a kontrola izolačního souvrství. Jaká kritéria bylo potřeba vzít v úvahu při návrhu izolace?

1. Podjezd je asi 4,5 – 5 m pod hladinou spodní vody.
2. Podjezd je sestaven ze čtyř dilatačních celků. Každý bude přitížen různou výškou zásypu ulice Na Zličově (nejvíce 7 m), takže je možno reálně očekávat různou míru sedání každého celku, a tedy pohyby dilatačních spar. Jejich velikost byla teoreticky vyčíslena na 2,5 cm ve vsmřelém, tj. střížném, směru.
3. Izolace musí být dostatečně chráněna proti porušení od stavební činnosti při provádění výtuzě a bednění.

Adekvátní představou problému je zadání úkolu, jak izolovat rozměrnou železobetonovou zakřivenou rouru sestavenou z několika segmentů, potopenou 5 m pod hladinu vody a s reálnou možností pohybu jednotlivých segmentů speciálně v příčném směru.

Jako výsledné řešení technologie izolačního pláště byl nakonec odsouhlasen návrh zhotovitele objektu na dvojitou izolaci spodní desky a stěn. Izolace stropu zůstala jednoduchá. Jako materiál pro izolace byly navrženy folie ALKORPLAN tl. 2 mm (vnější) a 1,5 mm (vnitřní), kladené na netkanou geotextilii NETEX a chráněné vrstvou stříkaného betonu (viz obr. 6).

Zhotovitel dopracoval i detaily přechodů izolace přes dilatační spáry vložením polystyrenových přechodových desek šířky 0,5 m. Eventuální střížný pohyb dilatace se tak neodehraje pouze v jediném řezu, ale přes desky se roznese na vzdálenost 2 x 0,5 m, takže izolační plášť při pohybu zůstane nepoškozen. Materiál ALKORPLAN prokazuje mimořádně vysoké přetvárné a pevnostní charakteristiky (tažnost 250 %, pevnost v tahu 15 Mpa, odolnost proti tlaku vody 400 kPa), tato technologie má atestované i veškeré další součásti –



Obr. 4 Tvar klenby podjezdu

Fig. 4 The shape of the underpass roof vault

6. Escape routes have to be assessed with respect to the RR operation phase too. Which final solution has been adopted then:

The cross section of the 196 m long underpass has been designed as a double frame with vaulted elliptic roof, divided longitudinally into four independent expansion sections, connecting on both sides to pre-portal sections of waterproofing tanks. Just for you to get a rough idea of the underpass size, we state that 17,350 m³ of C25/30-5a grade structural concrete was step by step cast into the load bearing structure of the pre-portal sections, and the overall area of waterproofing amounts to 14,300 m².

The only technique of construction available for such an irregular shape and relatively shallow unstable cover was the utilisation of a large box excavation supported by anchored soldier beam and lagging walls or micropiles (see Fig. 5). The pit up to 17 m deep passed gradually through the cover consisting of made ground and diluvial sediments. In its bottom section, the support was anchored into the Králův Dvůr shale measures, which irregularly alternated with the with difficulties fragmentable Dvorec-Prokop grey limestones. In general, the load-bearing capacity of the bedrock was sufficient for safe foundation of this type of structure along the whole length. Problems occurred rather due to the difficult excavation of the bedrock.

A pedestrian bridge was built over the construction pit. The central pillar of the pedestrian bridge situated to the construction pit centre was formed by means of a pair of bored piles, which became bearing pillars after cutting the ground away. The bridge had served pedestrians in Na Zličově street until the road traffic was restored. The traffic suspension in Na Zličově street took 20 months.

Which more significant problems had to be solved?

A. Concrete casting technique.

The process of casting was divided by a conventional manner, i.e. to invert, walls and vaults. A remarkable problem in terms of the work execution was the place in the cross section found above the central column between the vault arches. There is the vault structural height of 4m there, and it diminishes relatively slowly towards the span centre. The technical headache consisted not only in the necessity to cast such a big part in a single operation, not only in the necessity to carry the related big pressures on the formwork, but, above all, to simultaneously reduce the expected hydration heat development during the concrete setting phase. That is to say the stress induced by the irregular heating of the structure can cause damage already in the construction phase. Which measures were adopted then:

1. The concrete mix design was adjusted so that the cement volume did not cross a value of 350 kg/m³.
2. The casting of the vault was separated from the casting of the wedge above the central pillar by inserting fine steel mesh shuttering into the reinforcement.
3. The vault was cast in layers 40 cm thick as a maximum, with the following layer cast in about 2-hour time delay.
4. The final 4m high central part was cast in two steps, i.e. the lower 2 m cast together with the vault casting, and remaining part of the wedge completed after two days.

Because of the complexity of the task, neither the resulting proposal on the procedure nor the related theoretical values of stress in the structure were based on an exact calculation. The procedure was approved rather empirically, on a basis of experience of the designing company and the contractor, as well as other project participants. It can be stated that the correctness of the above measures was proved by an inspection carried out after the shutter striking. No part of the structure exhibited unexpected opening of fissures.

B. High ground water level

Another serious issue, whose successful solution contributes in a crucial manner to the resultant quality of the works, is the design, application and inspection of waterproofing layers. Which criteria had to be taken into consideration in designing the insulation?

1. The underpass is about 4.5 – 5 m deep under the ground water table
2. The underpass consists of four expansion units. Each of them will be loaded by varying thickness of the backfill of Na Zličově Street (7 m as a maximum). This means that differing settlement rate of individual sections, and thus the movements of expansion joints, can be expected realistically. Their magnitude was theoretically calculated to be 2.5 cm in vertical, i.e. shearing direction.
3. The waterproofing layers have to be protected sufficiently against damaging by the work on reinforcement and shuttering.

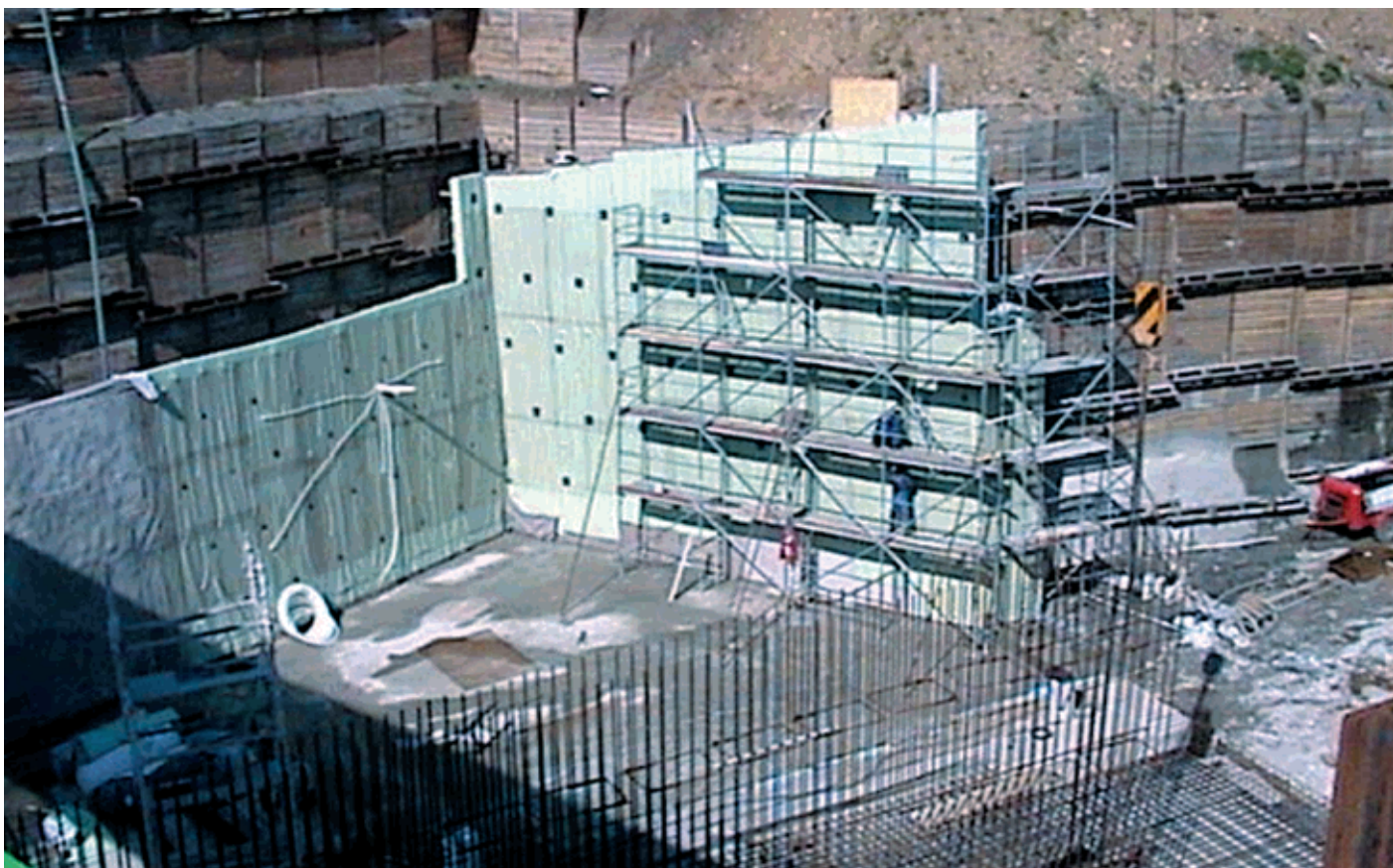
To be able to get an adequate idea of the problem, you must imagine a task to insulate a sizeable reinforced concrete curved tube consisting of several segments, submerged 5 m under water surface, with a realistic possibility of movement of individual segments, especially transversally.

A proposal by the building contractor to apply double-layer insulation of the bottom slab and walls, with the roof deck provided with a single-layer insulation, was approved as the final solution of the waterproofing envelope. ALKORPLAN membrane 2 mm (external layers) and 1.5 mm (internal layers) thick was designed as the material for the insulation, to be applied on NETEX non-woven geotextile, and protected by a shotcrete layer (see Fig. 6).

The contractor improved the details of the insulation transition across expansion joints by inserting polystyrene transition plates 0.5 m wide. Thus the potential shearing movement of the expansion joints does not take place in a single cross section, but it is distributed by the plates over a length of 2 x 0.5 m, and the insulation shell remains undamaged by the movement. The ALKOPRAN material features extraordinarily favourable deformation and strength characteristics (ductility of 250 %, tensile strength of 15 Mpa, resistance to water pressure of 400 kPa). Also all the other components of this technology, i.e. anchors, elbows, hoses, expansion strips, welding guns, automatic welding machines etc., have been attested.



Obr. 5 Pohled do otevřené stavební jámy v místě jejího rozšíření pro napojení výhledové Radlické radiály a křížující lávky pro pěší
Fig. 5 A view inside the box excavation at the location of its expansion for the future connection of the Radlice Radial and the crossing pedestrian bridge



Obr. 6 Pohled na sektorovou izolaci podjezdu s vyvedenými injektážními trubičkami
Fig. 6 A view of the sector insulation of the underpass with grouting pipes protruding

kotvy, kolínka, hadičky, dilatační pásy, svařovací pistole, svářecí automaty apod.

Dvojitá izolace má další výhodu – možnost odzkoušení ve fázi před provedením ochrany. Mezi izolační vložky se vloží rohož petexdren a následně se obě po obvodu svaří do jednotlivých sektorů (polštářů) o velikosti cca 50 m². Do polštářů se osadí přípojovací kolínka, která tvoří průchod jednou vrstvou izolace a napojí se na ně injektážní trubičky. Z každého polštáře je vyvedeno zpravidla 5 trubiček. Zkouška sektoru se provádí podtlakem, tj. vysátím vzduchu a měřením stálosti hodnoty dosaženého podtlaku po dobu 10 min. Pokud zůstane jeho hodnota v povolené toleranci, lze bezpečně tvrdit, že není poškozen žádný cm² celé zkoušené plochy včetně přípojovacích prvků. Adekvátním způsobem, avšak jiným typem zkoušky, jsou prověřovány svary materiálu. V neposlední řadě tento systém umožňuje přes trubičky, pečlivě očíslované a pasportizované, provést kdykoli v budoucnu v případě poruchy dodatečnou těsnící injektáž poškozeného místa.

ZÁSADY POSTUPU PŘÍPRAVY A REALIZACE STAVBY

Tuto pasáž uvádíme pro úplnost pohledu na celkovou problematiku fáze zajišťování přípravy a realizace velké dopravní stavby a na možné časové komplikace, které mohou potkat stavebníka, pokud se rozhodne realizovat stavbu v obdobném území. Pod pojmem stavba je myšlena celá trasa stavby dl. 2 km. Jaké jsou tedy nejdůležitější omezující podmínky, které vyplývají ze situování stavby a dále pak i komplikace vyplývající ze současné legislativy.

Umístění stavby

Situování stavby na drážních pozemcích vyvolává potřebu likvidace drážních provozů. Zábor stavby vyžadoval demolicí celkem 68 drážních budov, provozů a skladů, likvidaci odstavných kolejí a části seřadiště nákladového obvodu. Její poloha tedy vyžadovala provedení výkupu souvisejícího majetku Českých drah. Dále bylo nezbytné dohodnout a odsouhlasit s ČD rozsah přeložek tratí, sítí, náhradní výstavby budov a umístění jednotlivých náhradních provozů. Administrativní agenda a úkony spojené s touto problematikou započaly počátkem roku 1995 spolu s projednáváním DUR, stavební práce byly zahájeny koncem roku 1998. Doba projednávání se složkami ČD a všechny navazující kroky, včetně schválení výkupu vládou ČR, trvaly tedy asi 4 roky.

Legislativa

Stávající úprava legislativních předpisů vyžaduje pro stavbu tohoto typu obstarat stavební povolení celkem čtyř speciálních úřadů (drážní povolení, vodohospodářské povolení, stavební povolení na vlastní komunikace, stavební povolení na příslušenství komunikací) a stavbu realizovat, mimo jiné, podle dvou základních zákonných norem – zákona 266/1994 o drahách a stavebního zák. 50/1976. Celkem měl např. stavebník plnit 270 podmínek hlavních a asi 350 dalších, na které se texty odkazují. Některé podmínky jsou duplicitní, jiné si částečně protičeří. Účelnost a efektivitu stávajících předpisů, jak vyplývá jen z hrubých rysů uvedených součtových údajů, lze hodnotit oprávněně dosti diskutabilně.

Další komplikací pro stavebníka je skutečnost, že v poslední době proti většině správních rozhodnutí podávají odvolání nově vznikající ekologická hnutí, a to i v případech, kdy trasa stavby je situována v tunelu. V případě této stavby bylo podáno odvolání jen proti jedinému povolení vydanému odborem dopravy MHMP dne 28. 7. 1999. Následovalo pak řízení odvolacího orgánu v takové lhůtě, že pravomocné rozhodnutí bylo k dispozici až ve 12 měsíci 1999, tj. s reálným zpožděním asi 4 měsíce. Spolu s průtahy v obstarání pozemku zemědělského soukromého vlastníka činilo zpoždění ve vydání tohoto povolení celkem asi 11 měsíců. Toto prostředí má samozřejmě velice negativní vliv nejen na časovou, ale i na technickou organizaci stavebních postupů. Jak vlastně probíhá za těchto podmínek řízení stavby? Stavebník v r. 1998 byl v situaci, kdy již vynaložil značné finanční prostředky za výkupy pozemků, za dokumentaci stavby a má zájem na jejich urychlené návratnosti formou krátké lhůty uvedení stavby do provozu. Navíc má k dispozici dvě pravomocná rozhodnutí, která mu umožňují provádět stavební práce na drážních a vodohospodářských objektech. Ta tvoří asi 40 % objemu stavby. Je vybrán zhotovitel stavby, jsou zmapovány sítě na staveništi. Jsou tedy vytvořeny předpoklady pro realizaci velké části stavby.

V zájmu urychleného dokončení je stavba koncem roku 1998 zahájena, neboť předpoklady pro získání doposud nevydaných povolení jsou absolutně reálné. Odvolání proti povolení a průtahy s tím spojené však již stavbu postavily do situace, kdy bylo nutno technicky upravit dokumentaci některých objektů (drážní most), neboť v dané chvíli ještě nebylo možno realizovat objekty sousední. Jejich povolení totiž stále nebylo pravomocné. Oddělením pracoviště od sousedních pozemků vznikaly dříve nepředpokládané náklady, stavba však pokračovala velice intenzivním tempem speciálně na přeložkách drážních objektů.

Celkové zpoždění termínu zprovoznění stavby se tak podařilo díky úsilí všech zúčastněných partnerů téměř vyloučit a stavba byla uvedena do provozu ve smluvním termínu.

There is another advantage of the double-layer insulation, i.e. a possibility to check it in the phase before the protection is applied. Petexdren mat is inserted between the insulation layers, and the two layers are welded along the circumference into individual sectors (cushions) with an area of about 50 m². Connecting elbows are inserted into the cushions, creating a passage through one insulation layer. Grouting pipes, about 5 pieces in each cushion, are connected to the elbows. A sector testing is carried out by negative pressure, i.e. by exsuction of air and measurement of stability of the negative pressure achieved for 10 minutes. If the value remains within an allowable tolerance, it can be safely stated that not a single cm² of the tested area, including the connecting elements, has been damaged. The material welds are checked by another adequate type of testing. At last but not least, in a case of a defect, this system allows additional sealing grouting of the damaged place through the carefully numbered and registered pipes anytime in the future.

PRINCIPLES OF THE PROJECT PLANNING AND EXECUTION PROCEDURE.

The purpose of this part of the article is to complete the viewing of the overall issue of the phase of planning and realisation of a large transport-related construction, and of possible time-related complications an owner may encounter if he decides to realise a construction in a similar area. The term "construction" is understood to mean the overall 2 km long construction route.

Which are the most important restricting conditions following from the construction location and complications resulting from current legislation.

The construction location

The fact that the construction is located in a railway area means that railway facilities will have to be removed. The acquisition of land for the construction required demolition of 86 railway buildings, plants and warehouses, removal of dead-end tracks and a part of a rallying point of a goods store. The location required acquisition of the respective property of České dráhy (CD - Czech Railways). In addition, it was necessary to negotiate and adjust with CD the extent of railway tracks and utilities diversions, rebuilding and location of particular substitute plants. The administration agenda and actions related to this issue started early 1995, together with negotiations over the DUR (land-use transportation permission), the construction works started at the end of 1998. This means that the negotiation with CD departments and all following steps, including the approval of the property acquisition by the Czech government, took roughly 4 years.

Legislation

The current statutory rules valid for a construction of this type require permissions to be issued by four specialised authorities (railway's permission, water management permit, building permit for roads proper, building permit for roads equipment), and the construction to be realised, among others, in compliance with two basic laws, i.e. the Law No. 266/1994 Coll. on railways, and the Building Law No. 50/1976 Coll. In total, for example, the builder was to fulfil 270 major conditions and about 350 other conditions, which are referred to in the texts. Some conditions are duplicate, others are partially contradictory. Suitability and effectiveness of the rules, as it follows just from the rough features of the above-mentioned summary data, can be rightfully judged as rather disputable.

Another complication for the builder consists in the fact that newly established environmental groups have recently lodged appeals against most of the administrative rulings, even in the cases when the route was situated in a tunnel. Regarding this particular construction, only one appeal was lodged, namely against the permission issued by the Transportation Department of the Prague City Hall on July 28, 1999. Following appeal proceedings were concluded in such a term that the final decision was available in the twelfth month of 1999, i.e. with a realistic delay of about 4 months. Combined with a delay in acquisition of a property owned by a deceased private person, the overall delay in the issue of this permission amounted to about 11 months. Obviously, this environment affects very negatively not only the time-related, but also the technical organisation of construction processes.

How in fact has the project been managed under such the conditions? In 1998, the builder was in a situation when substantial funds had already been invested in acquisition of land and design documentation, and he was interested in quick returns on this investment to be achieved by a short term of the construction commissioning. In addition, he had two final decisions allowing him to carry out the civil engineering work on railway and water-resources structures. Those decisions covered about 40% of the project scope. The building contractor had been selected, utilities on the site had been mapped. Thus conditions had been created for realisation of a major part of the construction.

For the sake of an accelerated completion, the works started at the end of 1998, since the assumption of obtaining still not issued permissions were absolutely realistic. Although, the appeal against the permission and related delays had got the construction into a situation when the design of some structures (the railway bridge) had to be modified technically, as it was impossible to realise neighbouring structures at the given moment. The permissions for those structures had not been valid yet. The separation of the construction site from neighbouring plots entailed previously unanticipated costs, however the works proceeded at a fast pace, especially on relaying the railway structures. The overall delay of the construction commissioning was, thanks to the efforts made by all participants, nearly removed, and was commissioned according to the contracted schedule.

TUNELY KRASÍKOV

THE KRASÍKOV TUNNELS

Ing. Jiří Tesař, Ing. Zdeněk Klein, Subterra, a. s.

ÚVOD

Tunely Krasíkov jsou součástí zakázky „ČD, DDC, Optimalizace tratového úseku Krasíkov – Česká Třebová“, kterou získalo vítězstvím ve veřejné obchodní soutěži „Sdružení Krasíkov“ reprezentované společností Subterra, a. s., ŽS Brno, a. s., a Železniční stavitelství Praha, a. s. Zhotovitelem obou tunelů Krasíkov 1 a Krasíkov 2 je společnost Subterra, a. s.

CHARAKTERISTIKA CELKOVÉ STAVBY

Stavba „ČD, DDC, Optimalizace tratového úseku Krasíkov – Česká Třebová“ leží na rameni železniční trati Olomouc – Česká Třebová. Stavba začíná v km 26,450 a končí v km 4,450. Obsahuje celkem 3 železniční stanice – Krasíkov, Rudoltice v Čechách a Třebovice v Čechách a 3 zastávky – Tatenice, Žichlínek a Luková. Železniční trať bude realizována jako dvoukolejná. V úseku trati Třebovice v Čechách km 9,00 z důvodu nepříznivých geologických poměrů vede kolej č. 1 a kolej č. 2 každá ve vlastní stopě. Optimalizace tratového úseku je řešena na rychlost 120 až 140 km/hod. pro klasické soupravy a 160 km/hod. pro soupravy s naklápěcími skříněmi. Stavba má charakter liniové stavby a probíhá částečně po stávajícím tělese, nové směrové vedení představuje úsek za Krasíkovem včetně dvou nových mostů přes Moravskou Sázavu a dvou tunelů a úsek za Třebovicemi.

GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2 budou raženy v masívu křídových hornin, který představuje velmi nehomogenní těleso, a to jak horninových typů, tak úložných a tektonických poměrů. V masívu jsou zastoupeny převážně jemnozrnné pískovce (pouze místy středně až hrubozrnné), prachovce a jílovce, které obsahují proměnlivou vápenitou příměs, takže místy přecházejí až do slínovců. V masívu dochází k častému a nepravidelnému střídání vrstev hornin stupňů pevnosti dle ČSN 73 1001 od R2 do R6, tj. od pevnosti vysoké až do pevnosti extrémně nízké.

Geofyzikální průzkum indikoval u tunelu Krasíkov 1 několik poruchových pásem, nejvýraznější se předpokládá km 25,100 až 25,060, které se projevuje i na povrchu příčným žlabem. Celkově je stupeň prozkoumanosti horninového prostředí poměrně nízký, a proto se předpokládá pravidelné sledování horninových poměrů a vyhodnocování průzkumných předvtřů v průběhu všech ražeb.

V tunelu Krasíkov 1 se očekávají výrony podzemní vody v čelbě od 1 l/s až do 5 l/s, v poruchové zóně km 25,100 až 25,060 může být místy až do 10 l/s. V tunelu Krasíkov 2 je hladina podzemní vody pode dnem tunelu.

POPIS HLAVNÍCH POSTUPŮ PRACÍ

Hlavní postupy prací u obou tunelů jsou:

- I. Příprava zařízení staveniště v areálu:
 - instalace zdrojů elektrické energie a vody
 - vybudování obsluhy tunelu – zásobování vodou, betonem, stlačeným vzduchem, zřízení systému větrání tunelu při ražbě
- II. Zajištění stavební jámy hloubeného úseku tunelu, portálu, vybudování sjezdové rampy
- III. Dovrchní ražba tunelu z portálu (úpadní ražba tunelu) – kalota, s odstupem spodní lávka a s odstupem dobírka dna a betonáž bloků
- IV. Úpadní betonáž definitivního ostění tunelu z portálu včetně izolace
- V. Betonáž dna tunelu, vystrojení tunelu

TUNEL KRASÍKOV 1

Dvoukolejný železniční tunel. Tunel začíná v km 24,693 35 a končí v km 25,791 65. Celková délka tunelu je 1098,30 m, z toho ražená část je dlouhá 1030,00 m, hloubená západní část tunelu 46,15 m a hloubená východní část tunelu 22,15 m. Maximální mocnost nadloží je 52 m.

Zahájení prací: 09/2002

Předpokládané ukončení prací: 05/2004

Tunel Krasíkov 1 se člení do následujících částí:

1. Hloubené úseky s portály – západní portálový úsek (P1) a východní portá-

INTRODUCTION

The Krasíkov tunnels construction is part of the „ČD, DDC, Optimisation of the Krasíkov – Česká Třebová track section“ project. The public tender called by Czech Railways was won by the „Sdružení Krasíkov“ joint venture consisting of Subterra a.s., ŽS Brno and Železniční stavitelství Praha a.s. The construction work on both tunnels, Krasíkov 1 and Krasíkov 2, is carried out by Subterra a.s.

THE CHARACTERISTICS OF THE OVERALL PROJECT

The „ČD, DDC, Optimisation of the Krasíkov – Česká Třebová track section“ construction lies on a branch of the Olomouc – Česká Třebová railway line. The project starts at 26.450 km and its end is at 4.450 km. It contains 3 railway stations in Krasíkov, Rudoltice v Čechách and Třebovice v Čechách, and three stops in Tatenice, Žichlínek and Luková. The railway line will have two tracks. Due to unfavourable geological conditions within the Třebovice line kilometre 9.00, the alignments of the track 1 and track 2 differ.

The optimisation of the rail line section has been designed for a traditional train speed of 120 to 140 km/h, and a speed of 160 km/h for trains featuring tilting bodies. The route passes partially along existing track bed. The new alignment consists of a section behind Krasíkov, including two new bridges across the Moravská Sázava River, two tunnels and a section behind Třebovice.

GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS

The Krasíkov 1 and Krasíkov 2 tunnels will be excavated in Cretaceous rock massif, which is a very inhomogeneous body in terms of rock types, bedding and tectonic conditions. The massif largely consists of fine-grained sandstone (only locally medium - to coarse-grained), siltstones and claystones containing a variable degree of a limy ingredient causing locally their transition to marlstone. Frequent and irregular changes in the strength classification of rock layers according to the ČSN 73 1001 occur. The classes vary from R2 to R6, i.e. from high to extremely low strength.

Geophysical survey indicated several weakness zones for the Krasíkov 1 tunnel. The most significant fault is anticipated within the 25.100 km to 25.060 km section. It even becomes apparent on the surface by a transversal trough. Generally the degree of knowledge of the rock environment gained by the survey is quite low. Therefore regular monitoring of rock conditions and assessment of the probe drilling in advance of the heading are planned for all phases of the excavation work.

For the Krasíkov tunnel, places of water seepage from 1 litre/s to 5 l/s are expected at the face. Locally, within the weakness zone from 25.100 km to 25.060 km, the inflows may reach 10 litre/s. The water table along the Krasíkov 2 tunnel lies under the tunnel bottom.

DESCRIPTION OF THE MAIN WORK PROCEDURES

The main work procedures on both tunnels are as follows:

- I. Preparation of the site facility:
 - installation of power and water sources
 - installation of tunnel services supplying water, concrete and compressed air; establishment of the tunnel ventilation system operating during the excavation work
- II. Support of the construction pit excavated for the cut-and-cover tunnel section; portal support; preparation of the access ramp
- III. Uphill/downhill excavation of the tunnel from the portal – top heading excavation, bench excavation at a distance behind, invert excavation at a distance behind, and casting of concrete blocks
- IV. Downhill casting of the tunnel final concrete lining from the portal, including waterproofing
- V. Invert casting; the tunnel equipment

- lový úsek (P2)
- 2. Ražené portály
- 3. Ražené úseky dvoukolejného tunelu
- 4. Úniková štola
- 5. Úniková šachta

TUNEL KRASÍKOV 2

Dvoukolejný železniční tunel. Tunel začíná v km 25,986 00 a končí v km 26,126 65. Celková délka tunelu je 140,65 m, z toho ražená část je dlouhá 85,00 m, hloubená západní část tunelu 12,50 m a hloubená východní část tunelu 43,15 m. Maximální mocnost nadloží je 18 m.

Zahájení prací: 09/2002

Předpokládané ukončení prací: 05/2004

Tunel Krasíkov 2 se člení do následujících částí:

1. Hloubené úseky s portály – západní portálový úsek (P1) a východní portálový úsek (P2)
2. Ražené portály
3. Ražené úseky dvoukolejného tunelu

PORTÁLY

Portály jsou v zásadě stejného tvaru a konstrukce. Budou vybudovány v hloubené jámě zajištěné stříkaným betonem se sítí a svorníky typu SN. V rámci realizace portálu bude vybudována čelní portálová zeď s korunou. V horní části portálu bude osazena ochranná síť.

HLOUBENÉ ÚSEKY

Na portálové pásy navazuje hloubená část tunelu. Tato část tunelu bude vybudována v hloubené stavební jámě. Hloubení bude prováděno po etážích výšky asi 1,5 m až 3,0 m za současného zajišťování svahů či stěn vrstvou stříkaného betonu SB 20 (C 16/20) vyztuženého ocelovými sítěmi 150 x 150 x 6 mm a systematickým kotvením horninovými svorníky typu SN upevněnými ve vrtu cementovou maltou.

Po ukončení ražeb tunelu bude prováděna betonáž definitivního ostění v ražené části a na tuto betonáž bude navazovat betonáž a izolace hloubených částí tunelu. Po dokončení betonáže bude proveden zásyp stavební jámy v celém rozsahu. Zásyp musí být s postupem hutněn.

RAŽENÉ ÚSEKY

Základní stavební technologií při realizaci raženého dvoukolejného železničního tunelu je Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM). Konstrukce tunelu je navržena jako dvouplášťová s mezilehlou foliovou izolací s plným uplatněním NRTM. Nová rakouská tunelovací metoda je soubor technických a tech-

THE KRASÍKOV 1 TUNNEL

A double-rail tunnel, it starts at 24.693 35 km and terminates at 25.791 65 km. The total tunnel length is 1,098.30m, out of that the mined section is 1,300.00 m long, the western and eastern cut-and-cover sections are 46.15 m and 22.15 m long respectively. The maximum cover thickness is 52 m.

Works beginning: 09/2002

Scheduled works completion: 05/2004

The Krasíkov 1 tunnel is divided in the following sections:

1. Cut-and-cover sections with portals – the western portal section (P1) and the eastern portal section (P2)
2. Mined portals
3. Mined sections of the double-rail tunnel
4. Escape adit
5. Escape shaft

THE KRASÍKOV 2 TUNNEL

A double-rail tunnel, it starts at 25.986 00 km and terminates at 26.126 65 km. The total tunnel length is 140.65 m, out of that the mined section is 85.00 m long, the western and eastern cut-and-cover sections are 12.50 m and 43.15 m long respectively. The maximum cover thickness is 18 m.

Works beginning: 09/2002

Scheduled works completion: 05/2004

The Krasíkov 2 tunnel is divided in the following sections:

- 1 Cut-and-cover sections with portals – the western portal section (P1) and eastern portal section (P2)
- 2 Mined portals
- 3 Mined sections of the double-rail tunnel

PORTALS

Basically, the shape and structure of the portals are identical. The portals will be built in an open pit supported with shotcrete, mesh and SN rockbolts. A portal face wall with a crown will be built as a part of the portal structure. A protective net will be installed at the upper part of the portal.

CUT-AND-COVER SECTIONS

The cut-and-cover part of the tunnel joins the portal sections. This tunnel part will be built in a pit. The pit excavation will proceed in stages, with individual benches about 1.5 m to 3 m deep dug concurrently with the work on the stabi-



Obr. 1 Portál tunelu Krasíkov
Fig. 1 Portal of the Krasíkov tunnel

nologických opatření při tunelování. Plně rozvinutí této metody umožňuje technologie betonáže nosného ostění formou stříkaného betonu, případně uplatnění tyčových svorníků zpevňujících tunelové ostění a uplatnění betonových směsí s rychlým nárůstem pevnosti.

Nedílnou součástí NRTM je geotechnický monitoring výrubů a horninového prostředí kolem výrubu. Realizaci těchto měření bude provádět nezávislá, odborně způsobilá organizace s potřebnými znalostmi v oboru inženýrské geologie a geotechniky, která bude zajištěna investorem. Aplikace výsledků těchto měření je velmi důležitá pro operativní upřesnění postupu ražení a způsobu vstrojení výrubu, a tím také výrazně ovlivňuje bezpečnost a ekonomiku výstavby tunelu.

Krasíkov 1 – ražba bude prováděna dovrchně z východního portálu (660 m) a úpadně ze západního portálu (370 m). Celková délka ražeb bude 1030 m.

Krasíkov 2 – ražba bude prováděna úpadně v celé délce 85 m.

Ražba dvoukolejného tunelu bude prováděna ve třech etapách – kalota, spodní lávka a dobírka dna. Pro umožnění dopravy mezi kalotou a spodní lávkou bude vytvořena vždy v jedné polovině tunelu rampa z horniny. Předpokládaný spád rampy bude 10%. Po ní se pohybuje mechanizace, potřebná k ražení a zajišťování výrubu kaloty, jakožto i k nakládání a vyvážení horniny. Další etapa ražby tunelu vyžaduje odstranění rampy v jedné polovině tunelu a její vytvoření v druhé polovině tunelu.

K rozpojování hornin budou použity trhací práce prováděné metodou hladkého výlomu. Navrtání čelby bude prováděno vrtacím vozem ROCKET BOOMER L2C. Délka záběru bude dle projektové dokumentace v rozmezí 0,8 m až 3,0 m v závislosti na geologických a hydrogeologických podmínkách v trase tunelu. Dobírka horniny v profilu kaloty, spodní lávky a dna bude prováděna skláním bagrem.

Odvoz rubaniny z tunelu bude zajišťován nákladními automobily, které budou vyvážet rubaninu před portál tunelu na mezdeponii. Nakládání rubaniny do nákladních automobilů bude prováděno kolovým nakladačem VOLVO.

Primární ostění – bude tvořeno vrstvou stříkaného betonu s ocelovými příhradovými nosníky a ocelovými svařovanými sítěmi. Pomocnými prvky jsou krátké kotvy, které jsou osazovány v případě potřeby do výrubu. Ocelové kotvy (svorníky) napomáhají vytvoření pevné a stabilní horninové klenby zachycením příčných sil. Stabilita čelby výrubu bude zajišťována stříkaným betonem dle projektové dokumentace.

Stříkání betonu bude prováděno tzv. mokrou cestou. Vlastní stříkání bude prováděno mobilním stříkacím zařízením. Toto je tvořeno čerpadlem betonové směsi MEYCO SUPREMA, manipulatorem MEYCO ROBOJET 041 EH. Betonová směs bude přivážena speciálními autodomíchači a plněna do násypky čerpadla umístěného v tunelu.

Pro vyztužování a vstrojování tunelu při ražbě bude použita pojezdná pracovní plošina MANITOU MRT 1540.

Definitivní obezdívka tunelu je tvořena těmito hlavními činnostmi:

- pokládka hydroizolace,
- armování,

lisation of slopes or walls by a layer of sprayed concrete SB 20 (C 16/20) reinforced by 50x150x6 mm steel mesh and by system anchoring using SN rock-bolts fixed in boreholes by cementitious grout.

When the tunnel excavation has been completed, concrete final lining will be cast in the mined section. This casting will be followed by casting and waterproofing of the cut-and-cover tunnel sections. Once the concrete operations are over, the construction pit will be backfilled. The fill has to be compacted continually, with the work progressing.

MINED SECTIONS

The New Austrian Tunnelling Method (NATM) is the basic technique applied in the construction of the double-rail tunnel. The double-skin design of the tunnel structure with intermediate waterproof membrane has been designed to suit the NATM. The New Austrian Tunnelling Method is a set of technical and technological measures to be applied in the course of a tunnel excavation. Full exploitation of this method is possible thanks to the technique of the erection of the load bearing lining by the shotcreting method, the installation of rock bolts supporting the tunnel liner, and the application of concrete mixtures featuring rapid early strength development.

An inseparable part of the NATM is the geotechnical monitoring of the excavation and the rock environment around the excavation. Those measurements will be carried out by an independent, competent organisation, having the required expertise in the field of engineering geology and geotechnics. The client will appoint this organisation. The application of the results of those measurements is very significant for the operative control of the excavation progress and the method of the excavation support. In this way, the monitoring also strongly affects the safety and economy of the tunnel construction.

Krasíkov 1: the excavation will be carried out uphill from the eastern portal (660 m) and downhill from the western portal (370m). The total length of the mined tunnel will be 1,030 m.

Krasíkov 2: the whole of the tunnel length will be driven downhill.

The double-rail tunnel will be excavated in three phases, i.e. top heading, bench and invert. A ramp from the muck allowing transport between the bench and the top heading will be maintained in an alternating manner at relevant halves of the tunnel. The ramp gradient of 10% is expected. The equipment needed for the top heading excavation and support operations, as well as for the muck loading and removal will move along the ramp. Any subsequent excavation phase requires the removal of the ramp from the respective half of the tunnel and its creation in the other half of the tunnel.

The rock will be disintegrated by drill and blast, using the smooth blasting method. The face drilling will be by a ROCKET BOOMER L2C jumbo. The designed round



Obr. 2 Příprava primárního ostění
Fig. 2 Preparation of the primary lining

- betonování posuvným bedněním.

Sekundární ostění – na primární obehzdívku bude provedeno položení geotextilie a hydroizolační folie z plastických hmot na bázi PVC tl. 2 mm a provedena betonáž definitivního ostění z litého betonu B 30 (C 25/30).

Betonáž bude prováděna pomocí ocelového posuvného teleskopického bednění o délce sekce 10 m se zavážecím vozem. Bednění pojíždí po už vybetonovaných patkách (součást dobírky dna tunelu). Bednění bude řešeno jako pojezdový vozík s odbedněním pomocí hydrauliky a s posunem na další krok. Součástí bednění budou sklopné betonovací lávky. Budou použity dvě sekce bednění. Celý úsek obehzdívky o délce 10 m bude vždy betonován nepřetržitě. Beton za bednění bude dopravován čerpadlem betonové směsi (např. Schwing BP 750 RE, MEYCO SUPREMA, PUTZMEISTER), které bude umístěno u posuvného bednění. K čerpadlu bude beton dopravován upravenými automodchávači. Armování a pokládka izolace bude prováděna z pojezdových lešení, která budou umístěna před posuvným bedněním.

Pro zajištění provádění trhacích prací při ražbě tunelů bude vybudován sklad výbušnin. Tento povrchový sklad výbušnin bude sloužit k uskladnění max. 1000 kg trhaviny a max. 10 000 kusů rozbušek. Trhaviny budou uskladňovány ve schránkách po max. 150 kg.

Tunel při ražbě bude odvětráván separátním větráním foukacím. Budou použity ventilátory KORFMANN, které budou umístěny na povrch u portálů a napojeny na lutnové tahy z flexibilních luten F 1000 mm. Čerstvé větry budou přiváděny lutnovými tahy na čelbu a odtud budou proudit celým profilem tunelu k portálu. V průběhu ražby budou prováděna měření deformací provizorního ostění (konvergenční měření). Konvergence výrubu bude měřena na značkách zabudovaných do primárního ostění v jednotlivých příčných profilech.

V případě výskytu zdroje podzemní vody z výrubu tunelu bude provedeno ihned jeho podchycení do jímky a odtud bude voda čerpána potrubím k portálu. Pro provádění ražení, vyztužování primární a sekundární obehzdívky budou zpracovány technologické postupy. Tyto budou vycházet z projektové dokumentace zpracované pro realizaci tunelu.

ÚNIKOVÁ ŠTOLA A ŠACHTA

Z raženého tunelu Krasíkov 1 bude ve staničení km 25,242 na severní stranu zaražena úniková štola. Tato štola bude dlouhá 240 m se stoupáním 10 %. Na konci únikové štoly bude vyhloubena úniková šachta se schodištěm o výškovém rozdílu 12,5 m. Světlá šířka šachty v místě schodiště bude 6,45 m.

Rozrážka z tunelu bude zajištěna řadou jehel. Štola bude ražena plným profilem klasicky s rozpojováním horniny trhacími prací. Vrtání vývrťů bude prováděno vrtacím vozem BWA 3. Uvolněná hornina bude nakládána nakladačem LF-4 a odtěžována tímto nakladačem do prostoru tunelu a nakládána do nákladních aut. Výrub bude zajišťován s postupem ražby dle zastížené technologické třídy.

Primární výztuž je tvořena stříkaným betonem s výztužnou sítí, svorníky SN u TT 3. U TT 4 bude výztuž zesílena příhradovým obloukem. U TT 5 budou dále použity jehly.

Definitivní ostění štoly bude provedeno z prostého betonu B 20. Vodotěsnost štoly bude zajištěna pláštovou izolací z umělohmotné folie, chráněné ze strany primárního ostění ochrannou geotextilií. Betonáž definitivního ostění bude prováděna úpadně, tj. od napojení na únikovou šachtu směrem k tunelu.

Úniková štola bude při ražbě a provádění definitivního ostění odvětrávána separátním větráním foukacím. Použitý lutnový tah f 600 mm a ventilátor APXE 630.

V ose štoly bude provedena podélná drenáž.

Na začátku štoly bude provedena přepouštěcí přetlaková komora, která bude mít na obou koncích protipožární dveře.

Úniková šachta bude hloubena z povrchu mobilním hloubicím zařízením v úvodní části a dále při použití mobilního jeřábu OVJ 75. Uvolněná hornina bude odtěžována čelistovým nakladačem do Straegr – vanů a odvážena na skládku. Po vyhloubení bude úniková šachta vybetonována definitivním ostěním s izolací, vystrojena ocelovým žebříkem a na povrchu šachty bude postaven „kiosek“.

PROVÁDĚNÍ IZOLACÍ

Složení hydroizolace tunelu bude následující:

- ochranná geotextilie GEOFILTEX 63/50 – 500 g/m², pevnost min. 10 kN/m, chemicky odolná, požární odolnost tř. B1
- fólie PE CARBOFOL tunelová – tl. 2,5 mm + signální vrstva 0,2 mm
- pro portály budou použity spárové rubové pásy CARBOFOL 6/30/400

Pro vlastní kladení hydroizolační vrstvy bude použito pojezdové lešení, z kterého se provádí montáž hydroizolačního systému v horní části profilu tunelu. Pro snadný pohyb lešení v tunelu bude montována kolejová dráha.

ODVODNĚNÍ

V celé délce hloubených i ražených úseků obou tunelů je navržena rubová nebo mezilehlá foliová izolace, která je ukončena v patě oper podélnou drenáží. Dno není izolováno a případně průsaký dnem pod kolejové lože budou jímány střední tunelovou stokou. Konstrukce patečních drenáží za rubem izolace je upravena tak, aby byla zajištěna možnost bezpečné a přesné pokládky drenáží, snadná revize a pročištění tlakovou vodou.

DEFINITIVNÍ VĚTRÁNÍ

Elektrická trakce železniční dopravy nevyvoluje prakticky žádné škodliviny, a proto budou dvoukolejné tunely i úniková šachta provětrávány za provozu

length varies within the range of 0.8 to 3.0 m, depending on geological and geotechnical conditions along the tunnel alignment. The top heading, bench and invert scaling will be carried out by rock excavator.

Muck will be removed from the tunnel by trucks. They will move it through the tunnel portal to an intermediate stockpile. A VOLVO wheeled loader will load the muck on the trucks.

The primary liner will consist of a shotcrete layer with steel lattice girders and steel welded mesh. Short anchors will be installed as additional support members if required. The steel anchors (rockbolts) help to create a firm and stable rock arch by means of taking transversal forces. The face stability will be secured by sprayed concrete according to the design.

The wet process of shotcrete application will be used. The mobile set of spraying equipment will consist of a MEYCO SUPREMA concrete pump and MEYCO ROBOJET 041 EH manipulator. Concrete mix will be carried to the concrete pump positioned inside the tunnel by special transmixers and placed into the pump's charging hopper.

A MANITOU MRT 1540 lifting platform will be used for the excavation reinforcement and support.

The final lining erection consists of the following operations:

- application of the waterproofing membrane
- fixing of concrete reinforcement
- concrete casting behind the moving shuttering

The secondary lining: Geotextile will be attached to the primary lining, followed by PVC-based waterproofing membrane 2 mm thick. Then the final lining will be cast using B 30 (C 25/30) concrete.

A 10 m long section of steel travelling telescopic form will be used for the concrete casting, mounted on a carriage. The form moves on in advance prepared concrete footings (cast in the phase of the tunnel invert excavation). The form will be designed as a collapsible system. Foldable walkways for concrete placers will be part of the form. Two sets of the form will be used. The whole of the 10 m long section of the lining will be cast in a single continuous operation. Concrete will be transported behind the form by a concrete pump (e.g. Schwing BP 75 RE, MEYCO SUPREMA, PUTZMEISTER), which will be positioned at the moving formwork. Modified transmixers will carry concrete to the pump. The fixing of concrete reinforcement and erection of the waterproofing membrane will be carried out from travelling platforms installed ahead of the travelling formwork.

A magazine will be built for the blasting operations to be carried out in the course of the tunnel excavation. This surface magazine will serve for the storing of maximally 1,000 kg of explosives and maximally 10,000 pieces of detonators. Explosives will be deposited in boxes each containing 150 kg as a maximum. Fresh air will be provided by a forced ventilation system in the course of the excavation work. KORFMANN fans will be used. They will be located on the surface, at the portals, and connected to the 1,000 mm diameter flexible ventilation ducts. Fresh air will be supplied through the ducts to the face, and from this place it will flow, filling the full tunnel cross section, to the portal.

The measurements of deformations of the temporary lining (convergence measurements) will be carried out in the course of the tunnel excavation. The convergence will be measured on bolts attached to the primary lining at individual measurement stations.

If a groundwater source is encountered, it will be immediately drained to a sump and pumped through a pipeline to the portal.

Technological procedures will be developed for the excavation operations, support installation and primary and secondary lining erection. The procedures will be based on the final design documents worked out for this project.

THE ESCAPE ADIT AND SHAFT

The escape adit will be driven towards the north from the chainage km 25.242 of the mined tunnel Krasíkov 1. The adit will be 240 m long, on a 10% upgrade. The escape shaft containing a staircase with a difference in level of 12.5 m will be sunk at the end of the adit. Net width of the shaft measured at the staircase will be 6.45 m.

The intermediate point of attack will be supported by a row of spiles. The adit will be excavated full-face by the traditional drill-and-blast technique. A BWA 3 drill rig will be used for the drilling. Muck will be loaded by a LF-4 loader, shifted to the tunnel by the same machine and loaded on trucks. The excavation support will be installed continuously with the work progressing, depending on the excavation classes encountered.

For technological class TC 3, the primary support consists of shotcrete, mesh and SN rockbolts. For TC 4, the support will be reinforced by lattice girders. Spiles will be added for TC 5.

The final lining of the adit will be in B 20 unreinforced concrete. The waterproofing of the adit will be secured by a plastic membrane protected from the primary lining side by geotextile. The final lining will be cast on a down gradient, i.e. from the adit connection to the escape shaft towards the tunnel.

The escape adit will be vented by a separate forced ventilation system during the excavation and the final lining erection. APXE 630 fan and 600 mm diameter ducts will be used.



Obr. 3 Zajištění čela výrubu
Fig. 3 Support of the tunnel face



Obr. 4 Montáž primární výztuže
Fig. 4 Installation of the primary support

přirozeným větráním za přispění pístových účinků projíždějících vlaků a výškového rozdílu ústí únikové štoly do tunelu a východu z únikové šachty.

ZÁCHRANNÉ VÝKLENKY

Záchranné výklenky budou realizovány vstřícně po obou stranách tunelu ve vzdálenosti po 25 m. Hloubka výklenku v nejužším místě je 0,75 m, výška výklenku v nejužším místě je 2,20 m a šířka výklenku v nejužším místě je 2,00 m. Mezi záchrannými výklenky po obou stranách tunelu bude umístěno madlo.

KABELOVODY

V chodníkovém ústupku po obou stranách tunelu budou osazeny devíticestné multikanály z polyetylenu, kterými budou vedeny u koleje č. 1 kabely silnoproudé a u koleje č. 2 kabely slaboproudé.

POŽÁRNÍ SUCHOVOD

Bude umístěn pouze u tunelu Krasíkov 1 po jeho celé délce do chodníkového ústupku u koleje č. 2 z ocelových pozinkovaných trub. Jako zdroj požární vody je navržen přírodní zdroj z vodoteče Moravské Sázavy, která protéká mezi oběma Krasíkovskými tunely.

OSTATNÍ VÝSTROJ TUNELŮ

Tunely budou opatřeny pouze orientačním a nouzovým osvětlením. V tunelech budou dále zabudovány zásuvkové okruhy s napětím 230 V. Dále jsou součástí definitivního vystrojení tunelů konstrukce pro upevnění trakčního vedení včetně posilovacích kabelů osazená ve stanovených místech v klenbě do sekundárního ostění, ochrana před nebezpečným dotykovým napětím, tvořená ukolejňovacím lanem a s ním spojené všechny nosiče trakčního vedení, značení v tunelech a pasivní ochrana proti účinkům bludných proudů.

ZÁVĚR

Tunely Krasíkov 1 a Krasíkov 2 představují ojedinělý a zajímavý, zároveň však i technicky velmi náročný projekt. Jsme přesvědčeni, že tak zkušená tunelářská společnost, jakou Subterra, a. s., bezesporu je, zvládne výstavbu na výbornou a k plné spokojenosti investora i budoucího uživatele.

Longitudinal drainage will be installed along the adit axis.

An air lock with fire-check doors at both ends will be installed at the beginning of the adit.

The escape shaft will be excavated from the surface by excavator in its initial part, and later by an OVJ 75 mobile crane. Muck will be loaded by clamshell grab to a Straegr carrier and transported to the stockpile.

When the escape shaft excavation is completed, i.e. when the final concrete lining and waterproofing are finished, a steel ladder will be installed and the "kiosk" built on the surface.

WATERPROOFING

The tunnel waterproofing system will have the following composition:

- GEOFILTEX 63/50 – 500 g/m² protective geotextile, minimum strength of 10 kN/m, chemically resistant, B1 fire-check class;
- PE CARBOFOL membrane for tunnel application – 2.5 mm thick + 0.2 mm thick signalling layer;
- CARBOFOL 6/30/400 waterstops cast into the external face of the structure will be used for the portals

A moving scaffold will be used for the fixing of the waterproofing layer at the upper part of the tunnel profile. A rail track will be installed in the tunnel to facilitate the scaffold movement.

DRAINAGE

Backside or intermediate waterproofing membrane system has been designed for the overall length of the mined and cut-and-cover tunnel sections of both tunnel tubes. The membrane terminates at the feet of the side-walls in longitudinal drains. The invert is not watertight. Any contingent seepage through the bottom under the track bed will be collected by the central drain. The design of the side-wall drainage has been solved so that the drainage can be laid safely and precisely, and checked and jetted easily.

DEFINITIVE VENTILATION

Electric traction of railway traffic develops virtually no harmful substances. Therefore, the natural ventilation system will be used for the double-rail tunnels and the escape shaft during their operation. The system's efficiency will be enhanced thanks to the piston effects of passing trains and the difference in the elevation of the escape adit's connection to the tunnel and the escape shaft top.

SAFETY RECESSES

Safety recesses will be built on either side of the tunnel at intervals of 25 m, directly opposite each other. The depth of the recess at its narrowest point is 0.75 m, the height of the recess at the narrowest point is 2.20 m and the width at the narrowest point is 2.00 m. Handrails will be installed along either side of the safety tunnel between the recesses.

CABLE DUCTS

Nine-way polyethylene cable ducts will be placed under the pavement, in a recess provided along either side of the tunnel. Power cables will lead through the ducts along the track 1, while weak-current cables will lead along the track 2.

FIRE DRY MAIN

It will be installed for the Krasíkov 1 tunnel only, along its full length. Galvanised pipes will lie in the pavement recess, along the track no. 2. A natural source has been designed to supply the fire main, i.e. the Moravská Sázava River flowing between the two Krasíkov tunnels.

THE OTHER TUNNEL EQUIPMENT

The tunnels will be equipped with orientation and emergency lighting only. In addition, 230V socket circuits will be installed. Other parts of the final equipment of the tunnels are the contact line and booster cables attachment structures installed at defined spots in the secondary lining arch, the system of protection against dangerous touch voltage consisting of a cable interconnecting all contact line bearing structures, the signs in the tunnels and the system of passive protection against the influence of stray current.

CONCLUSION

The Krasíkov 1 and Krasíkov 2 tunnels represent a unique and interesting, although technically very complex project. We are confident such an experienced tunnelling company as Subterra a.s. undoubtedly is will handle the construction excellently, to full client's and future operator's satisfaction.

VÝSTAVBA PRŮZKUMNÉ GEOLOGICKÉ ŠTOLY PRO DÁLNIČNÍ TUNELY „VALÍK”

GEOLOGICAL EXPLORATION GALLERY FOR THE VALÍK HIGHWAY TUNNEL

Ing. Vladimír Sálus, Metrostav, a. s.
Ing. Petr Vozarik, Metrostav, a. s.

ÚVOD

S návrhem technického řešení průzkumné geologické štoly tunelu Valík na dálniční stavbě obchvatu Plzně byli čtenáři našeho časopisu seznámeni v čísle 4/2000, a to v článku ing. Svobody a ing. Nechmače. V tomto příspěvku byla zdůrazněna společenská i odborná složitost technického řešení i přípravy výstavby této štoly i celého komplexu budoucího dálničního tunelu.

Tunel Valík je součástí projektované dálnice D5, stavby 0510, část I. Ejpovice – Útušice, která řeší jižní obchvat města Plzně. Tento tunel o délce 380 m je významnou ekologickou stavbou. Je navrhován jako vrcholový se dvěma tunelovými troubami šířky asi 14 m, celkové výšky asi 11,5 m, situovanými vedle sebe bez horninového mezpilíře. Z geotechnického hlediska jde nepochybně o případ třetí geotechnické kategorie (požadavky ČSN 73 10 01 i Eurokódu 07), jehož řešení vyžaduje spolehlivou znalost místních geotechnických charakteristik i poměrů.

V daném místě budoucí dálnice byl v roce 1996 proveden podrobný průzkum pro variantu dálnice v zářezu. Vzhledem ke změně koncepce vedení dálnice v tunelu místo v zářezu a na základě požadavku OBÚ Plzeň bylo nutné před zpracováním projekčních prací ve stupni DZS pro tunel Valík provést doplnění podrobného geologického průzkumu formou průzkumné a monitorovací štoly. Cílem bylo ověření předpokládaných inženýrsko-geologických poměrů v trase budoucího tunelu, upřesnění vlastností horninového prostředí a hydrogeologické posouzení celého horninového masivu.

PODMÍNKY PRO REALIZACI

Vrch Valík je z hlediska životního a přírodního prostředí význačný krajinotvorný prvek. Zásahy do tohoto ekosystému jsou podrobně sledovány jak odbornou, tak i laickou veřejností včetně příslušných státních orgánů. Proto splnění ekologických požadavků bylo pro technický návrh a technologii výstavby štoly rozhodující.

Při vlastní výstavbě přístupové komunikace, svážné a portálu štoly nebyl pokácen žádný vzrostlý strom. Pro vlastní návrh svážné bylo vybráno území, kde je nyní průsek, který sloužil pro ozdravný zásah do lesního porostu. Vlastní portál štoly byl rozměrově minimalizován, zajištění boků předportálového zářezu bylo navrženo z kamenné rovnaniny v ocelových koších (gabiony). Průzkumná činnost byla prováděna v oblasti vodárenského pásma II. stupně řeky Úhlavy, ze které město Plzeň bere pitnou vodu, a proto byly veškeré důlní vody v průběhu výstavby jímány a odváženy cisternami k čištění do čistírny v Plzni.

Veškeré plochy dotčené průzkumnou činností jsou v současné době (tzn. po skončení realizace a průzkumných prací) rekultivovány, lesní plochy překryty zpětně lesní hrabankou.

PRŮZKUMNÁ ŠTOLA

Profil štoly je navržen podkovovitý, s kruhovou klenbou a svislými stěnami ve dvou velikostech a ve dvou vystrojovacích třídách. Běžný profil (š. 3,4 m, v. 3,6 m) byl realizován pro nejdlejší část štoly v úseku budoucího raženého tunelu. Zmenšená velikost štoly (š. 2,7 m, v. 3,2 m) se realizovala v úvodní části štoly za portálem, kde byla malá výška nadloží a dále v 6,5 m dlouhé boční zarážce, kde je přístup k větracímu vrtu Š1. Tato zmenšená velikost je také navržena v konci průzkumné štoly, v zaústění druhého větracího vrtu Š2. V místech, kde bude průzkumná štola tvořit součást ražené části vlastního tunelu, je vedena rovnoběžně s niveletou dálnice v tunelu a má podlahu ve výšce 0,85 m nad touto niveletou. Před touto částí je štola od portálu vedena ve stoupání 4,76 %.

Výstup štoly ve všech velikostních typech tvořil stříkaný beton, ocelové sítě a kotvy BOLTEX-10. S ohledem na předpokládanou proměnlivost horninového prostředí bylo rozpojování horniny prováděno mechanicky i trhacími pracemi. Technologie byla navržena v zásadách nové rakouské tunelovací metody postupným prováděním dílčích operací v jednotlivých záběrech v závislosti na geologických podmínkách. Součástí štoly jsou dva větrací vrty, které budou event. sloužit při případném rušení díla.

Součástí je také dočasná panelová příjezdová komunikace včetně zpevněných ploch pro technická zařízení, svážná k portálu štoly, vlastní portál na úbočí

INTRODUCTION

Readers of our magazine were informed about the proposal for the technical solution of the geological exploration gallery for the Valík tunnel on the highway bypass of Plzeň in the issue 4/2000, in the article by Ing. Svoboda and Ing. Nechmač. This contribution places stress on the societal and professional complexity of both the design and the construction preparation of the gallery and the entire complex of the future highway tunnel project.

The Valík tunnel is a part of the D5 highway project, 0510 lot, section I from Ejpovice to Útušice, i.e. the southern bypass of the city of Plzeň. This 380 m long tunnel is also a significant environmentally favourable structure. It is designed as a summit tunnel with two tubes app. 14 m wide and app. 11,5 m high, running alongside, without any central rock pillar. From the geotechnical point of view, it is no doubt a case of the third geotechnical category (as defined by the Czech standard ČSN 73 1001 and Eurocode 07), whose design requires reliable knowledge of local geotechnical characteristics and parameters.

A detailed exploration verifying an alternative solution of the highway led in an open cut was carried out at the given location in 1996. Due to a change in the highway routing concept from an open cut to tunnelling, based on a request of the OBÚ Plzeň (the Regional Bureau of Mines in Pilsen), it was necessary, prior to elaboration of the design for the Valík tunnel (at a design level required for approval of a change of the construction), to perform a supplementary detailed geological exploration using exploration and monitoring galleries. The goal was to verify anticipated engineering-geological conditions along the alignment of the future tunnel, to specify properties of the rock environment as well as carry out a hydrogeological evaluation of the entire rock massif.

CONDITIONS FOR REALIZATION

The hill Valík is, from an environmental viewpoint, a significant landscaping element. Interventions into this ecosystem have been closely followed by both the professional and lay public, including competent authorities. Therefore, fulfilment of ecological requirements was a decisive condition for the technical design and method of the gallery construction.

During the construction of the access road, haulage incline and gallery portal, no single grown tree was cut. As for the proposal for the haulage incline, an area was selected at the spot of the current aisle, which served for a remedial forest action. Dimensions of the gallery portal were minimized; the sides of the pre-portal open cut section were supported by gabions.

The exploration operations were carried out in a level II zone of protection of water of the Úhlava River, from which the city of Plzeň draws its drinking water. This was the reason why all mine waters during the construction had to be intercepted and transported for treatment into a water treatment plant in Plzeň. All of the areas affected by the exploration are currently (i.e. following the completion of the exploration) subjected to reclamation, forest areas are repeatedly covered with forest litter.

EXPLORATORY GALLERY

The gallery profile is designed in a horseshoe shape, with a circular vault and vertical walls in two sizes and two support classes. Prevailing profile (3.4 m wide, 3.6 m high) was realized within the longest section of the gallery, i.e. the future mined section of the tunnel. The smaller-size gallery (2.7 m wide, 3.2 m high) was applied for the initial section behind the portal where the overburden was shallow, and for a 6,5 m long side drift leading to the ventilation bore Š1. This smaller size is also designed at the end of the exploration gallery, for the connection to the second ventilation bore Š2.

In the sections where the exploration gallery is excavated inside the cross section of the tunnel proper, it runs in parallel with the carriageway and its floor is 0.85 m above this level. From the portal to the beginning of the above section, the gallery ascends at a gradient of 4.76%.

The support for both gallery sizes consisted of shotcrete, steel mesh and BOLTEX-10 rockbolts. With regards to the anticipated variability of the rock environment, the rock was broken both mechanically and by blasting. The technology was designed according to the principles of the New Austrian Tunneling Method, with partial operations carried out within individual cycles in dependence on geological conditions. Two ventilation bores, which would possibly serve in contingent removal of the structure, are part of the gallery. Also a temporary panel access road including paved areas for equipment, a haulage incline to the gallery portal, the portal at the hillside of Valík and two widened parts (passing bays) are parts of the structure. For the passing bays

vrcholu Valík a dvě rozšířené části (výhybny). V prostoru výhyben štol, kde se prováděla geotechnická měření in situ, musela být technologie trhacích prací upravena tak, aby byl skalní masiv za výrubem poškozen co nejméně a aby tak nebyly znehodnoceny výsledky zkoušek hornin.

GEOLOGICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMĚRY V RAŽENÉ ŠTOLE

Vrch Valík, který je situován asi 2 km SV od obce Štěnovice a 2 km JZ od Černice, je z geologického hlediska tvořen algonkickými fylitizovanými, slabě metamorfovanými, převážně prokřemenělými břidlicemi a ojediněle lydity (bulžňníky). Tyto břidlice spadají do tzv. blovice-teplické série. Břidlice byly silně rozpukané, navětralé až zvětralé, limonitizované. Pukliny byly limonitizované, místy byly vyplněny hnědým jílem do 5 mm. Tektonické poruchy byly vyplněny drcenou, limonitizovanou břidlicí s tektonickým jílem a dosahovaly ojediněle mocnosti do 1 m (výjimečně i více). Hojnější byly tektonické švy, jejichž směr i sklon byl velice proměnlivý. Během výstavby vznikaly nadvýlomy, a to v křížení strmých puklin a tektonických zón se sklonem většinou 80°, které byly zhruba paralelní se směrem ražby a puklin subhorizontálních. Většinou byly tyto pukliny vyplněny jílem. Byl-li jíl suchý, zpravidla nedocházelo ke vzniku nadvýlomu. V místech, kde byl jíl vlhký nebo mokrá, docházelo k uvolnění klínů a jejich vypadnutí do štol. V některých místech k tomuto jevu napomáhala i strmá břidličnatost, zhruba paralelní se směrem štol. Téměř všechny čelby byly suché, jen ojediněle se vyskytovala vlhká hornina – zvláště v místech tektonických zón.

POSTUP VÝSTAVBY, ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ, MECHANIZACE

S ohledem na minimalizaci zásahu do lesního prostoru byla k portálu navržena svážná, která sloužila pro dopravu materiálu a rubaniny z pracoviště do štol a opačně. Je přímá, délky asi 50 m, ve sklonu 20 – 30 %. Její součástí je dopravní a pěší koridor zpevněný dřevěnými plošinami s protiskluzovými latěmi. Prostor portálu, svážné a zpevněná plocha pro stroje a zařízení u paty svážné byly oploceny.

S ohledem na životní prostředí a provádění stavby v oblasti II. vodárenského pásma byla provedena následující opatření:

1) Svážná sloužící pro dopravu materiálu a rubaniny z pracoviště do štol a opačně byla vedena tak, aby maximálně kopírovala terén. Svážná překonávala výškový rozdíl asi 16 m, její délka byla asi 50 m, s proměnným podélným sklonem 20 – 30 %. Na svážnou navazovala předportálová plocha délky asi 12 m. V jejím prostoru byly umístěny akumulční a sedimentační jímky o objemu 2x1 m³ sloužící pro odvodnění průzkumné štol. Šířka svážné a předportálové plochy byla asi 7 m, přičemž žádná vzrostlá zeleň nebyla kácena. Stromy zasahující do dopravního koridoru byly opatřeny ochranným obedněním. Svážná byla opatřena šterkovým povrchem, její součástí byla pochozí stezka z dřevěných plošin opatřených protiskluzovými latěmi. Společně s pochozí stezkou byla po pravé straně vedena potrubí odvodnění štol, technologické vody a stlačeného vzduchu. Celková plocha svážné a předportálové plochy je asi 480 m².

inside the gallery, where in situ geotechnical measurements were carried out, the blasting procedure had to be adjusted so that the rock mass ahead of the opening would suffer least possible damage and the results of rock testing would not be affected.

GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS IN THE MINED GALLERY SECTION

The hill Valík, which is located app. 2 km northeast of the village of Štěnovice and 2 km southwest of Černice, is from the geological viewpoint formed by Algonkian phylitized, slightly metamorphic, mostly quartziferous slates and sporadically by lydite (cobble stones). These slates fall into the so-called Blovice-Teplice series.

The slates were badly faulted, partially or fully weathered, limonitized. Joints were limonitized, partially filled with brown clay up to 5 mm.

Tectonic faults were filled with crushed, limonitized slate with tectonic clay and sporadically reached a width up to 1 m (exceptionally even more). Tectonic faults whose direction and dip were variable were more common.

Excessive overbreaks occurred during the construction, and thus at intersections of steep joints and tectonic zones with a prevailing angle of 80°, which were almost parallel with the direction of the excavation and of subhorizontal joints.

These joints were mostly filled with clay. In case the clay was dry, usually no excessive overbreaks occurred. However, in places where the clay was moist or wet, wedges got released fell subsequently into the gallery. This phenomenon was enhanced in the locations of steep schistosity, almost parallel with the gallery direction. Almost all headings were dry, moist rock took occurred sporadically – especially about tectonic zones.

CONSTRUCTION PROCEDURE, SITE FACILITY, EQUIPMENT

With regards to the minimized affecting of the forest area, a haulage incline was designed, which served for transport of material and rubble from workplace to the gallery and back. The incline is straight, app. 50 m long, with a gradient of 20-30%. Its parts include a transport and pedestrian corridor, paved in wooden platforms with anti-sliding laths. Areas around the portal, the haulage incline as well as the paved area for equipment established at the base of the haulage incline were fenced.

Because of environmental considerations and the fact that the construction was to be realised in the level II zone of protection of water, the following measures were adopted:

1) The haulage incline for transport of material and rubble from the site facility area to the gallery and back was conducted, so that it maximally copied the terrain. The gradient of the roughly 5 m long haulage incline varied from 20 to 30%. An app. 12 m long pre-portal area linked to the haulage incline. Accumulation and sedimentation tanks with a volume of 2x1 m³ were built in this area in order to allow draining of the entire exploration gallery. The width of the haulage incline as well as the width of the pre-portal area reached 7 m while no grown plants had to be cut. Trees interfering into the traffic corridor were protected by a casing. The haulage incline was covered with gravel; a pedestrian path from wooden platforms covered with anti-sliding cross laths was its part. There were pipes draining the gallery, technological water pipes and compressed air pipes installed on the right side, along with the pedestrian



Obr. 1 Portál průzkumné štol
Fig. 1 Portal of the exploration gallery

2) Zpevněná plocha pro zařízení staveniště (asi 440 m²) byla opatřena zvýšenou ochranou proti případům havarijního zhoršení jakosti vod. Ochrana sestávala z oplocení prostoru staveniště zvýšenou betonovou podezdívkou, provedení povrchu uvnitř staveniště z vyspávaných silničních panelů, zřízení přejezdového prahu a rozšířené kapacity akumulčních a sedimentačních nádrží (2 x 10 m³). Voda ze sedimentačních jímek se používala jako technologická, kal byl odvážen do čistírny odpadních vod. Součástí staveniště byly kontejnery na interní odpady.

3) Po obvodu svážně, nad zářezem portálu a okolo zpevněného prostoru pro stroje bylo provedeno průhledné oplocení výšky 2,2 m.

4) Dočasná přístupová komunikace délky asi 370 m a šířky 3 m byla provedena ze silničních panelů.

Mechanizace

- přepravníkový nakladač typu LF 4.1.

- přepravník stříkaného betonu CARMIX.

Velká strmost svážně velice nepříznivě ovlivňovala průběh stavby. Při jízdě do kopce se zatížením byly extrémně namáhány stavební mechanismy, v případě déletrvajících deštových srážek byl povrch svážně pro kolové mechanismy nesjízdný.

ZÁVĚREM

Provedení této průzkumné štoly bylo významným technickým opatřením plnícím řadu funkcí. Vedle umožnění spolehlivého poznání vlastností a charakteristik horninového prostředí je nutno zdůraznit její společenský dopad na posun rozhodovacích procesů výstavby celého dálničního obchvatu. I přes velmi důkladné sledování přípravy této stavby určité části veřejnosti a orgánu státní správy, kde postupně vydávání stavebních povolení na přístupové objekty trvalo více než rok, se podařilo splnit podmínky ochrany životního prostředí a zájem občanů. Jsme přesvědčeni, že bez realizování tohoto díla by došlo při návrhu a hlavně při realizaci následných tunelů k velkým a technicky náročným překvapením, která by měla velmi negativní dopad na cenu díla. Ohleduplná realizace průzkumného díla z hlediska životního prostředí také významně ovlivnila posun společenského vědomí obyvatel obcí v okolí budouvané dálnice.

Průzkumná štola je významným technickým opatřením plnícím řadu funkcí s okamžitým i odloženým účinkem. Její potřebnost je ale bezprostředně vázána na současnou úroveň a spolehlivost poznání vlastností a charakteristik horninového prostředí v okolí tunelu. Přístupové komunikace, svážně a vlastní portál štoly byly provedeny s maximálním ohledem na životní prostředí a s respektem všech požadavků státních orgánů včetně majitele pozemků.

path. The entire area of the haulage incline and pre-portal area reached 480 m²; 2) There was an increased level of protection of the paved area of the site facility (app. 440 m²) against emergency cases of deterioration of the water quality. The protection comprised fencing of the construction yard area by an elevated concrete plinth, road panels paving the interior of the construction yard laid at a gradient, construction of a passage threshold and extension of the capacity of the accumulation and sedimentation tanks (2 x 10 m³). Water from the sedimentation tanks was used for other technological purposes, the sediment was transported into the water treatment plant. Containers for internal waste were part of the site facility;

3) A transparent 2,2 m high fence was erected around the haulage incline, above the portal open cut and around the paved area for equipment;

4) A temporary access road, 370 m long and 3 m wide was realized using road panels.

Equipment

- LF 4.1 load-haul-dump

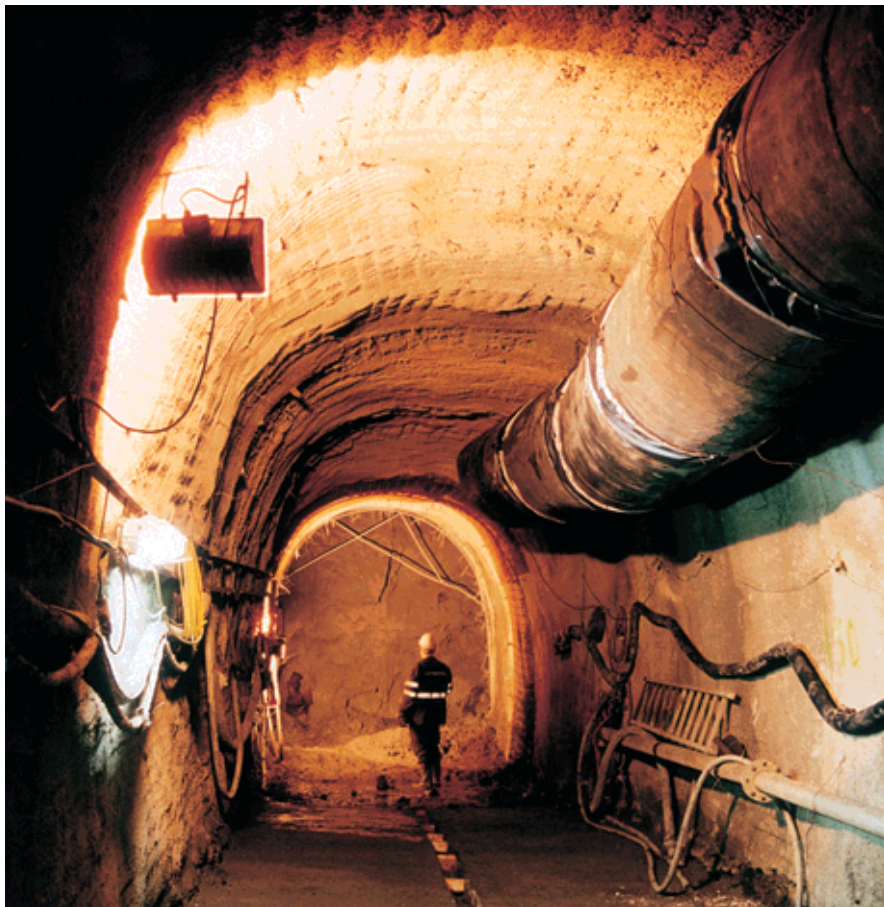
- CARMIX shotcrete mix truck.

The steep gradient of the haulage incline complicated the entire construction significantly. The construction equipment was heavily loaded due to the uphill movement. During longer rainfalls, the surface of the haulage incline was impassable for wheeled equipment.

CONCLUSION

Realization of this exploration gallery was a significant engineering measure, which will fulfil several tasks. Beside providing reliable knowledge about properties and characteristics of the rock environment, it is necessary to emphasize its social impact causing a shift in decision-making processes regarding the entire construction of the highway bypass. Despite very thorough surveillance over the project planning by a certain part of the public and the fact the process of gradual issuing building permits for access structures by the governmental agency took more than a year, all environmental protection requirements were met and the public interest upheld. We are convinced that without this structure, serious and technically complicated surprises would occur in the design and especially realization of the tunnels, which would subsequently have a big negative impact on the cost of the works. The from the environmental viewpoint regardful realization of the exploration has also significantly influenced the switch in social consciousness of villagers living in the vicinity of the constructed highway.

The exploration gallery is a significant measure, fulfilling several tasks with both immediate and postponed effect. However, its necessity is immediately tied to current level and reliability of knowledge about the properties and characteristics of the rock environment in vicinity of the tunnel. Access roads, the haulage incline as well as the gallery portal were realized with maximum possible regard to the environment as well as with due respect to all requirements of public organs including landowners.



Obr. 2 Pohled na čelbu průzkumné štoly
Fig. 2 View of the exploration gallery head

TECHNOLÓGIA RAZENIA TUNELA TROJANE V SLOVINSKU

EXCAVATION TECHNOLOGY OF TUNNEL TROJANE IN SLOVENIA

Ing. Anton Petko, BANSKÉ STAVBY, a. s., Priedvidza

ÚVOD

Tunel Trojane je situovaný na trase diaľnice A – 10 KOPER – LENDAVA asi 40 km pred Ljubljano v smere od Mariboru a je súčasťou sústavy tunelov a viaduktov, ktorými prekonáva táto trasa sedlo Trojane medzi Kamniško-Savinskými Alpami a Posávskou hornatinou. Sú to tunely: Ločica, Jasovnik, Trojane a Podmilj, z ktorých je tunel Trojane najdlhší (2800 m). Je to dvojrúrový tunel (ako všetky novobudované diaľničné tunely v Slovinsku), kde každá rúra má dva jazdné pruhy. Zhruba v polovici dĺžky tunela bude vetracia šachta.

Základné údaje:

Názov: tunel TROJANE
 Investor: DARS, d.d., Družba za avtoceste v Republiki Slovenie
 Zhotoviteľ: Impresa Grassetto, S. p. A. Milano – Italia, Podružnica Ljubljana
 Začiatok prác: september 2000
 Predpokladané ukončenie prác: 2004
 Dĺžka – ľavá rúra: 2 900 m
 pravá rúra: 2 821 m
 Priečny profil – hrubý výlom: 90 – 108 m²
 Pozdĺžny sklon: +0,5% do - 0,5%

GEOLOGICKÉ POMERY

Horniny, ktoré tvoria geologickú stavbu územia tunela Trojane patria do obdobia karbónu, ktorý je starý okolo 280 miliónov rokov. Hlavnú geologickú charakteristiku územia predstavuje príkrovová tektonická stavba. Ide o vrásnenie a opakujúce sa nasúvanie troch veľkých tektonických celkov: Dolenského krasu, Posávskej vrásy a Savinsko-Kamniških Alp. Tunel Trojane sa nachádza v Posávskych vrásach v jednej z podzón Trojanského príkrovu, presnejšie v Kozjaškom príkrove. Je to formácia prevažne paleozoických hornín, zastúpených hlavne pieskocom a prachovcom, silne tektonicky porušených s prejavmi regionálnej metamorfózy až na grafitické bridlice s výraznou bridličnatosťou, klivážou a mikrovrásami. Výraznými plochami odlučnosti sú pravidelné a časté tektonické zrkadlá. Všeobecne možno povedať, že je to náročné horninové prostredie pre podzemné dielo. Klasifikácia hornín vychádza z rakúskych noriem. Podľa ÖNORM B 2203 sú horniny tunela Trojane zaradené do nasledovných výlomových tried:

B2	393 m
C2	2395 m
C3	515 m
C5	103 m
SCC	1401 m
PC	718 m
CA	146 m
Cand C	50 m
SCC I	1120 m
SCC II	281 m
Spolu	5721 m v oboch tunelových rúrach

TECHNOLÓGIA RAZENIA

V súčasnosti sa razia obe tunelové rúry z oboch strán súčasne, každá je vybavená svojím strojným zariadením a osádkou, takže sa razia štyri nezávislé čelby. Projekt, technológia a organizácia prác rešpektujú zásady a princípy NRTM. Čelba je v závislosti od výlomových tried rozdelená na kalotu a ústupok, resp. kalotu, ústupok a protiklenbu.

Na mechanické rozpojovanie horniny sa používa hydraulické rýpadlo CAT 330, resp. CAT 320 s impaktorom. Veľkou nevýhodou je absencia tunelového bagra s charakteristickou kinematikou a jeho výhodami voči rozpojovaniu horniny hydraulickými rýpadlami.

Nakladanie a odťažbu zabezpečujú čelné kolesové nakladače typu CAT 938 s lopatou objemu 2,75 m³ a nákladné autá na medziskladku v blízkosti portálu. Vyztužovanie závisí od horninovej triedy, vo všeobecnosti však zahŕňa nástrek vrstvy striekaného betónu (SB), zabudovanie 1. vrstvy mrežoviny, zabudovanie ocelového oblúka profilu K 21, resp. K 24, znovu nástrek SB,

INTRODUCTION

Trojane tunnel is situated on the motorway line A - 10 KOPER - LENDAVA approximately 40 km before the capital Ljubljana in direction from Maribor and is a part of system of tunnels and viaducts. This line crosses the Trojane saddle between Kamniško-Savinske Alps and mountainous country Posávška. There are situated the tunnels: Ločica, Jasovnik, Trojane and Podmilj, from which the Trojane tunnel is the longest (2.800 m) one.

Tunnel consists of two-tunnel tubes (like all new-constructed motorway tunnels in Slovenia) and each tube has two traffic lanes. Approximately in a half of the tunnel a ventilation shaft will be situated.

Basic data:

Project name: Trojane motorway tunnel
 Client: DARS, d.d., Družba za avtoceste v Republiki Slovenie
 Contractor: Impresa Grassetto S.p.A. Milano – Italy, Podružnica Ljubljana
 Beginning of works: September 2000
 Planned finishing: 2004
 Length of the – left tube: 2.900 m
 right tube: 2.821 m
 Cross-section: 90 – 108 m²
 Longitudinal inclination: +0,5% till -0,5%

GEOLOGICAL CONDITIONS

Rocks, which the examined area is formed from, belong to Carboniferous Permian, so they are about 280 million years old. The overthrust tectonic structure expresses the main geological characteristic of the area, where the Trojane tunnel runs. It is about folding and repeated overthrusting of three large tectonic units: Dolenjska Karst, Posávška folds and Savinjske or Kamniške Alps. Trojane tunnel is located in one of the sub zones of Trojanski or more precisely, Kozjaški overthrust. It is formed mainly of Palaeozoic rocks as sandstone and silts with an intensive tectonics and regional metamorphism up to graphitic schists with the evident schistosity, cleavage and microfolding. The regular planes of cleavage create part of the jointing of different layers. Generally we can say that there are very difficult rock conditions for an underground object. Rocks are classified according to Austrian standards ÖNORM B 2003. The rocks of Trojane tunnel are classified to the following rock classes.

B2	393 m
C2	2395 m
C3	515 m
C5	103 m
SCC	1401 m
PC	718 m
CA	146 m
Cand C	50 m
SCC I	1120 m
SCC II	281 m
Total	5.721 m in both tunnel tubes.

It is a twin two-lane tubes motorway tunnel.

EXCAVATION TECHNIQUE

At the present both tunnel tubes are driven from both sides simultaneously. Each heading is equipped with machinery and crew, it means that four independent faces are in progress. The excavation technique and organisation of works respect principles and standards of the NATM. The face is divided according to the rock excavation classes into calotte and bench respectively into calotte, bench and invert.

For mechanic breakage of rock the hydraulic excavator CAT 330 resp. CAT 320 with impactor are being used. The absence of tunnel excavator with suitable kinematics and its advantages against disintegration of rock by hydraulic excavators is a big handicap.

Loading and hauling is provided by wheel front loaders CAT 938 with shovel capacity of 2,75 m³ and by trucks, which transport the muck to a temporary stockyard near the portal.

Supporting depends on the rock excavation class, but in general it includes the following operations: Application of one shotcrete (SB) layer, putting the first

zabudovanie 2. vrstvy mrežoviny a tretí nástrek SB. Pred pokládkou medziľahlej hydroizolácie sa celý tunel zastrieka 3 – 5 cm vrstvou jemného SB. Ďalej nasleduje zabudovanie SN-svorníkov alebo IBO-svorníkov dĺžky 6, resp. 9 m a v ťažších triedach aj zabudovanie mikropilót dĺžky 6 m.

Striekany beton je aplikovaný výlučne mokrou cestou s použitím bezalkalickeho urýchľovača typu Mapei AF 2000 striekacou súpravou CIFA SPRITZSYSTEM CSS 2 s výkonom 33 m³ za hodinu.

Svornikovanie sa robí dvojľafetovým vrtným vozom ATLAS COPCO 282, resp. ATLAS COPCO L2C. Veľkou nevýhodou oboch strojov je, že sú bez plošiny. Plošina MANITOU slúži na práce vo výškach pro montáž mrežoviny a TH výstuže.

Vrtanie a zabudovanie ochranného dáždnika v triedach SCC I a SSC II je osobitnou kapitolou a bude popísané nižšie.

Vetracie je separátne fúkacie, zabezpečujú ho axiálne ventilátory priemeru 1800 mm a flexibilné vetračky priemeru 1800 mm, vzdialené od čelby max 60 m. V čase písania tohoto článku bolo vyrazených v oboch rúrach z východnej strany asi 710 m a zo západnej strany asi 800 m. BANSKÉ STAVBY, a. s., Prievidza, Podružnica Ljubljana (BS) vykonávajú raziace práce v oboch rúrach z východnej strany prevažne v jednej z najťažších tried – SSC II, ďalej betonáž sekundárneho ostenia, meračské práce a servis mechanizmov. Preto sa v ďalšom texte budem zaoberať hlavne popisom razenia v tejto náročnej horninovej triedy.

RAZENIE V PODMIENKACH S NÍZKYM NADLOŽÍM – SHALLOW COVER CLASS (SSC)

Doteraz vyrazená časť oboch rúr tunela Trojane z východného portálu (cca 710 m), je situovaná v zastavanej oblasti s nízkym nadložíom od 5 do 25 m v zlých geologických podmienkach. Nutnosť minimalizovať sadanie nadložia viedla projektantov k zatriedeniu tejto časti do triedy SSC a jej modifikácii s množstvom zaujímavých technických prvkov. Dovoľené konvergencie v tejto triede sú 5 cm v primárnom ostení. Vystrojovacie prvky, dimenzie a jednotlivé technologické fázy rozpojovania a vystrojovania sú uvedené na obr. 1 a 2.

Charakteristickým prvkom tejto technológie je ochranný dáždnik z 27 oceľových rúr priemeru 114 mm a dĺžke 15 m s prekryvaním 4 m, takže čistá dĺžka vyrazeného úseku pod jedným „piperooom“ je 11 m. Tento dáždnik na tuneli Trojane vrta talianska fy. SGF ako poddodávateľ strojom CASAGRANDE PG 125. Injektáž sa robí injektážnym zariadením TECNIWELL TW I 7 umiestneným pri portáli tlakom max. 1 MPa. Navrtanie a zainjektovanie jedného ochranného dáždnika trvá asi 36 hod. Pritom je z hľadiska technologicky nutného rozšírenia profilu pod každým dáždnikom dôležitá presnosť navrtania každej jednotlivéj rúry. Polohu všetkých bodov pre vrtanie novej rúry vytýči merač, taktiež os tunela pre ustavenie vrtnéj súpravy. Správne nastavenie odklonu jednotlivých rúr od osi diela na dosiahnutie dostatočného profilu pre vrtanie nasledujúceho dáždnika (v tejto horninovej triede konkrétne 14°) sa stará osádka vrtnéj súpravy.

layer of the mesh, erection of steel arch profile K21 resp. K24, one layer of the shotcrete again, putting the second layer of the mesh and third layer of the shotcrete. Before installing a waterproof insulation the whole profile of the tunnel is sprayed with 3-5 cm layer of fine shotcrete. Further it continues with rock bolts SN or IBO type in length of 6 or 9 m and in difficult excavation classes also construction of the micropiles in the length of 6 m.

Shotcrete is applied only by wet process using non-alkaline accelerator type Mapei AF 2000 by spraying set CIFA SPRITZSYSTEM CSS 2 with the performance of 33 m³ per hour.

Rock bolting is provided by two-boom drilling set ATLAS COPCO 282 resp. ATLAS COPCO L2C. The both machines are without platforms what is a handicap. Platform MANITOU serves for elevated work - installation of steel mesh and TH support.

Boring and construction of safety umbrella (pipe roof) in excavation classes SCC I and SSC II is described in a separate part below.

Ventilation is separated, forced, provided by two axial ventilators in diameter 1.800 mm and flexible ducts in diameter 1.800 mm.

Approximately 710 m of the excavation from the east portal and approximately 800 m from the west portal have been completed in both tunnel tubes. This information was up-to-date during writing of this paper in June 2002. BANSKÉ STAVBY, a.s., Prievidza, Podružnica Ljubljana executes not only the excavation from east portal in both tunnel tubes in one of the most heavy rock classes – SSC II, but also casting of secondary lining, surveying works and machinery maintenance. Driving in this very difficult rock class is described below.

EXCAVATION CONDITIONS OF SHALLOW COVER CLASS (SSC)

Until today mined part of both tunnel tubes of Trojane tunnel from east portal (710 m) is situated under built up area with low overburden from 5 to 25 m in bad geological conditions. Obligation to minimise subsidence of overburden led the designer to class this part in the rock class SSC and its modification with a lot of interesting technical elements. The permitted convergence in primary lining is 5 cm in this rock class. Supporting components, dimensions and single technological phases of excavation and supporting are introduced on the figures No. 1 and No. 2.

Safety umbrella with 27 steel pipes in diameter of 114 mm and length 15 m with 4 m overlap is the characteristic sign of this technology so the effective length of driven part is 11 m under one umbrella. Italy firm SGF as subcontractor drills this umbrella on the Trojane tunnel by drilling rig CASAGRANDE PG 125.

Grouting is made by machine TECNIWELL TW I 7 with pressure 1 Mpa placed at the tunnel portal. Drilling and grouting of one safety umbrella takes approximately 36 hours. From the aspect of technologically necessary enlargement of the profile under each umbrella, the accuracy of each single pipe drilling is very important. The surveyor sets out the position of all points for drilling a new pipe and the axis for position of drilling rig. The crew on drilling rig is responsible for the right position of single pipe to the tunnel axis in order to reach a sufficient profile of next umbrella (in this rock class it is 140).



Obr. 1 Vystrojovanie tunela
Fig. 1 Supporting of the tunnel

Dôležitá je presnosť navrtania dáždnika, ktorý prakticky určuje parametre hrubého výlomu, pretože zvyčajne všetok materiál pri výlome od rúr odpadne, čiže zle navrtaný dáždnik môže byť príčinou zavinených nadvýlomov, alebo naopak môže spôsobiť problémy z dodržaním minimálneho profilu, ak sú niektoré z rúr navrhované prinízko.

Dalším stabilizačným prvkom na zaistenie výrubu v tejto triede sú svorníky v čelbe kaloty dĺžky 9 m typu IBO, ktoré sa musia dĺžkovo prekryvať o 3 m. Po vyrazení každých 6 m tunela sa musí do čela znovu navrtáť predpísaných 21 ks svorníkov (obr. 2), ktoré slúžia na zaistenie čela výrubu. Po rozpojení jednotlivých častí čelby kaloty sa svorníky skrátiť a na ne sa pripevní mrežovina, ktorá sa zastreieka SB v hrúbke 5 – 15 cm. S postupom čelby sa svorníky skracujú o dĺžku záberu.

Z obrázkov 1 a 2 je zrejme, že rozpojovanie v kalote prebieha v piatich sekvenciách, po každej z nich sa musí čelo zaistiť. Toto striedanie operácií pri každej sekvencii veľmi spomaľuje postup (rozpojovanie, nakladanie, striekanie).

Po výlome záberu v dĺžke 1 m a zaistení čelby nástrekom 1. vrstvy SB sa zabuduje prvá vrstva mrežoviny Q 283 a TH výstuž profilu K 24 s rozšírenou päťou a znovu zastreieka sa. Potom nasleduje navrtanie a zabudovanie mikropilót v oblasti päty kaloty priemeru 60 mm dĺžky 6 m v počte 1 až 2 ks na každú stranu v každom zábere.

Mikropilóty sa vrtajú vrtným vozom ATLAS COPCO 282 s rozširovacou korunkou priemeru 114 mm a injektujú sa injektážnym čerpadlom typu MAY PUMPE používaným aj na injektáž svorníkov. Funkciou týchto mikropilót je prenášať zaťaženie ostia kaloty v oblasti päty hlavne vo fáze rozpojovania stupňa a protiklenby až do jej uzavretia nástrekom SB.

Až po zabudovaní mikropilót sa môže pristúpiť k montáži 2. vrstvy mrežoviny a jej zastreikaniu. Celková vrstva SB v tejto triede je 35 cm. Po dvoch záberoch sa urobí výlom a zastreieka sa dočasná protiklenba v kalote o dĺžke 2 m.

Boky diela sú vystužované svorníkmi typu SN alebo IBO o dĺžke 6 m. V prípadoch veľkých konvergencií a deformácií sa vystužuje svorníkmi dĺžky 9 m.

Vo vzdialenosti max. 30 m od kaloty sa razí stupeň a protiklenba. Naraz je dovolené otvoriť dvojmetrový záber stupňa v celej šírke, ktorý sa však musí hneď, resp. do 48 hod. uzavrieť protiklenbou o dĺžke 2 m. Z tohto dôvodu a kvôli hĺbke protiklenby nie je možné pri razení protiklenby nechávať bezpečnú rampu do kaloty ani v časti profilu tunela. Preto nie je možné súčasne kontinuálne raziť kalotu a stupeň s protiklenbou. Aby boli postupy v kalote, na stupni a v protiklenbe rovnaké, ústupok a protiklenba sa razia vždy počas vrtnia ochr. dáždnika (priemerný postup 8 m) a vždy počas svornikovania čela kaloty sa vyrazí jeden cyklus na stupni a v protiklenbe (priemerný postup 2 m). Tu vznikajú stratové časy v častej likvidácii a navádzaní rampy.

Vystužovanie stupňa spočíva v nástreku 1. vrstvy SB, zabudovaní mrežoviny, TH výstuže, zastreikani 2. vrstvy SB, montáže 2. vrstvy mrežoviny a dostriekani vrstvy SB na požadovanú celkovú hrúbku ostia 35 cm.

Stupeň sa svornikuje obdobne ako kalota. Po zasvornikovaní stupňa nasleduje výlom protiklenby. Tu je tolerancia na konvergencie nulová. Ostie protiklenby

The accuracy of umbrella holes is very important from the aspect of cross section area, because all material under umbrella pipes separates during excavation and falls down. Inaccuracy produces undesirable overbreak or lowering of the cross section, which causes additional re-profiling.

Further supporting elements in this rock class for the top heading face are 9 m long IBO rockbolts with an overlap in length of 3 m. After excavation of each 6 m the face of the tunnel is supported with 21 pcs of rock bolts. (Fig. No.2). After single sequences are excavated, rock bolts are shortened in the length of a round. Then steel mesh is fastened on the shortened rock bolts and finished with the shotcrete layer of 5 – 15 cm.

Excavation in the top heading follows (Fig. No.1, No.2) in 5 sequences and each of them is individually stabilised. This alternation of operations in each sequence causes a big deceleration in process.

After a round of excavation in length of 1 m face stabilising follows i.e.: spraying of the first shotcrete layer, fastening the first KARL welded mesh and erecting the supporting arch K 24 and again second layer of shotcrete. Drilling and setting of micropiles in the area of the calotte footing in the diameter 60 mm, 6 m long, 1 – 2 pc on the each side and each round is the next operation. The holes for the micro piles are drilled with ATLAS COPCO 282 drill rig using a reaming drill bit of diameter 114 mm. Grouting of micro pile is carried out with the MAY PUMPE that is also used for bolt grouting. The function of these micropiles is to carry the top heading load in the footing area during the excavation of bench and invert until its completion by shotcrete.

After installation of micropiles the second layer of welded mesh and shotcrete will be sprayed. The total layer of shotcrete in this rock class is 35 cm thick. After two rounds the temporary invert of top heading in the length of 2 m will be excavated and shotcreted. The walls are anchored either with the SN or IBO rock bolts. In the case of excessive convergences and deformation 9 m long rock bolts are used.

The bench and invert are excavated in the distance of 30 m from top heading face. Only 2 m round for the total width of bench is allowed in the same time. But primary support must be completed in 48 hours in the length of 2 m. For this reason and because of the invert depth it is impossible to keep using of appropriate and safe ramp during invert excavation not even in partial width of tunnel.

Therefore it is not possible to excavate the top heading, bench and invert simultaneously. In order to keep the same advances in the top heading, on the bench and also in invert, the bench and invert are excavated during the umbrella holes drilling (average round 8 m long) and always one round on the bench and invert (average advance 2 m) is excavated during the top heading face anchoring. The frequent changing of operation – completing and removing of ramp – decreases the driving performance. The stabilising of bench with the expected thickness 35 cm consists of three layers of shotcrete and two layers of steel mesh.

The bench will be rock bolted similarly like the top heading. After rock bolting of the bench the invert excavation follows. The convergence tolerance is zero in this part of the tunnel. Primary support of invert consists of two layers of



Obr. 2 Ochranný dáždnik z ocelových rúr
Fig. 2 Safety umbrella with steel pipes

Řez AA
 geometrie výrubu v kategorii SCC II, příčný sklon = 2,5%
 Section AA
 excavation geometry shallow cover class II, superelvation = 2,5%

Zpevnění stropu vrty 102 mm, táhlo Ø 6 mm
 Pipe roof 4, inch well thickness 6 mm

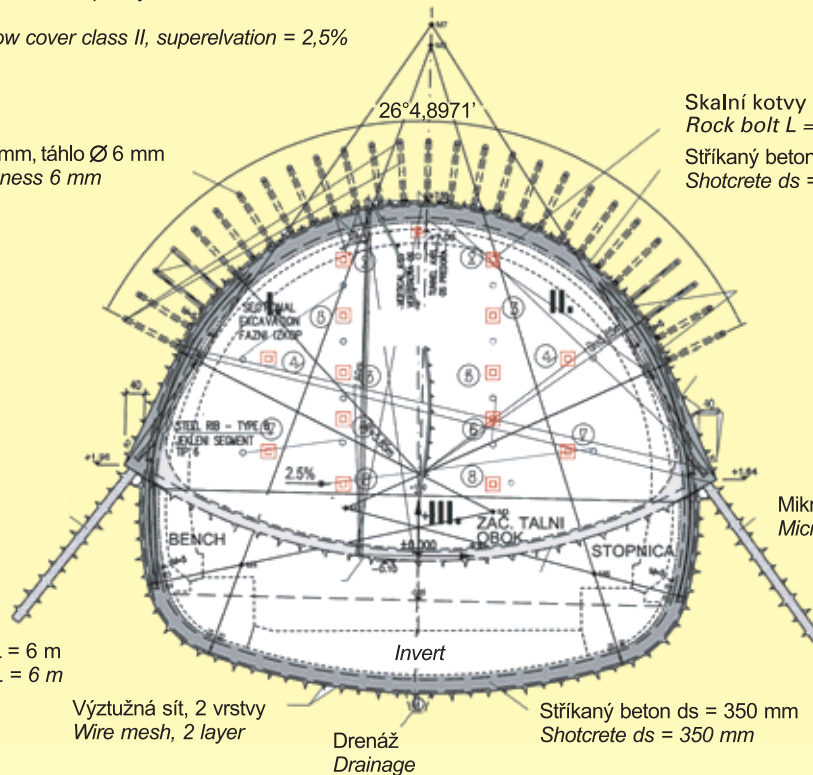
Skalní kotvy L = 9 m
 Rock bolt L = 9 m
 Stříkaný beton ds = 350 mm
 Shotcrete ds = 350 mm

Mikropiloty 60 - 106 mm L = 6 m
 Micro piles 60 - 106 mm L = 6 m

Výztužná síť, 2 vrstvy
 Wire mesh, 2 layer

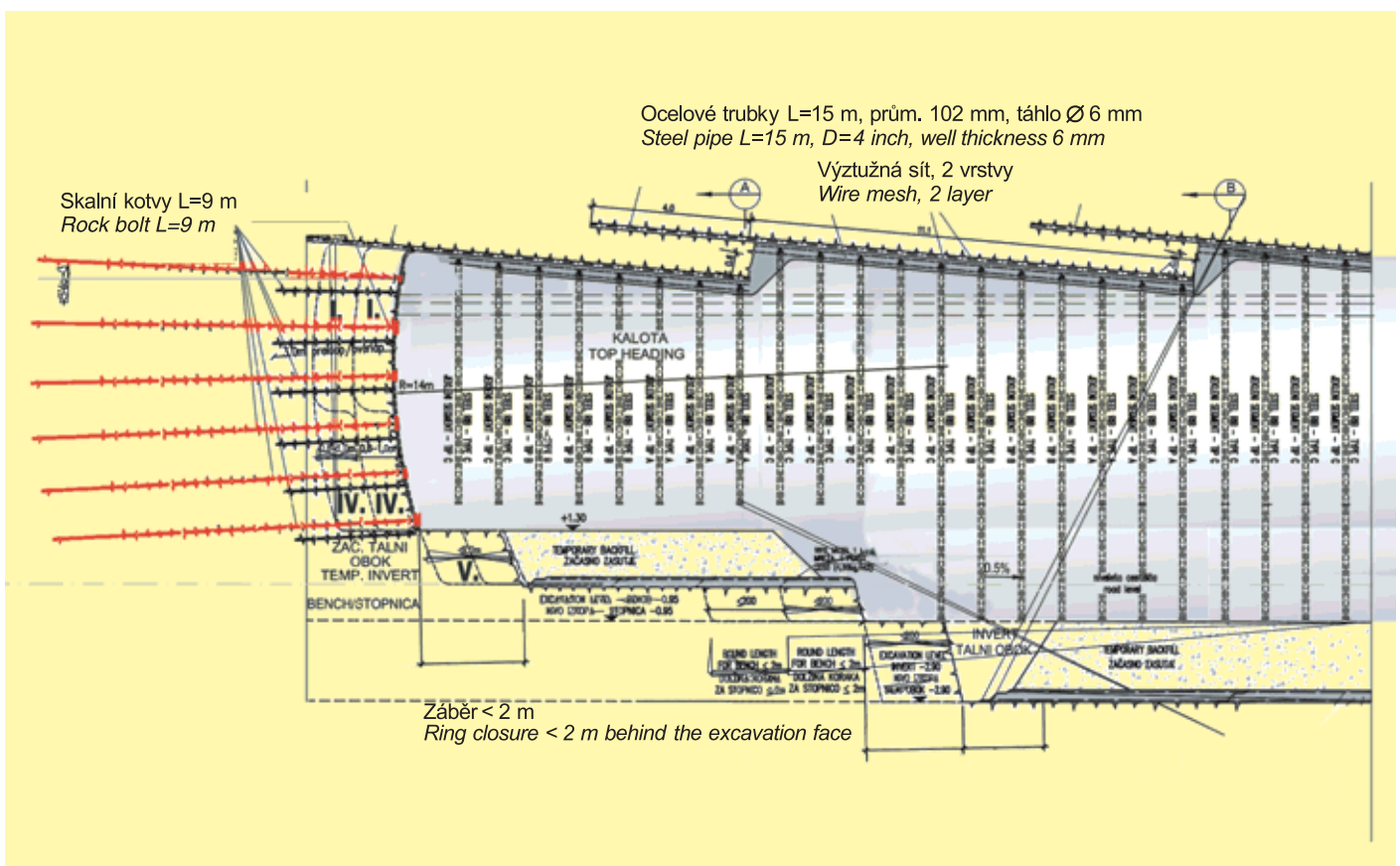
Drenáž
 Drainage

Stříkaný beton ds = 350 mm
 Shotcrete ds = 350 mm



Mikropiloty 60 - 106 mm L = 6 m
 Micro piles 60 - 106 mm L = 6 m

Obr. 3 Priečný rez tunela v kategórii SCC II, typ 3 na začiatku ochranného dáždnika
 Fig. 3 Tunnel cross section in the rock class SCC II, type 3 at the beginning of safety umbrella



Ocelové trubky L=15 m, prům. 102 mm, táhlo Ø 6 mm
 Steel pipe L=15 m, D=4 inch, well thickness 6 mm

Výztužná síť, 2 vrstvy
 Wire mesh, 2 layer

Skalní kotvy L=9 m
 Rock bolt L=9 m

Záběr < 2 m
 Ring closure < 2 m behind the excavation face

Obr. 4 Pozdĺžny rez tunelom – čelba v kategórii SSC II
 Fig. 4 Longitudinal tunnel profile – face in rock class SSC II

tvoria dve vrstvy mrežoviny a SB hrúbky 35 cm.

Z uvedeného vyplýva, že razenie je celkovo zložité, operácie sa často striedajú a ovplyvňujú, čo znižuje celkové výkony razenia. V kalote je málo miesta na výmenu, resp. odstavenie mechanizmov, na skladovanie materiálu. Takisto nakladanie kolesovým nakladačom v 30mrovej kalote za súčasného rozpojovania bagrom je komplikované. Ďalšou komplikáciou je súčasnosť betonáže bankiet a pokladania betónovej vrstvy protiklenby medzi banketami hneď za postupom razenia, max. do vzdialenosti 50 m od kaloty. To kladie vysoké nároky na organizáciu prác a komplikuje celý postup razenia.

V súčasnosti sa v pravej rúre z východného portálu začína profilovanie, kladenie izolácie a betonáž. Teleskopické debnenie a zariadenia na betonáž sú produktom firmy CIFA.

ORGANIZÁCIA PRÁČ A DOSAHOVANÉ VÝKONY

Na tuneli Trojane sa razia obe tunelové rúry súčasne z oboch strán, to znamená, že súčasne sú aktívne štyri čelby. Z východnej strany, kde razia BS, pracujú na jednej zmene v každej tunelovej rúre šiesti tunelári. V tuneli sú použité nasledovné strojné zariadenia pre 1 čelbu:

- bager CAT 330 (resp. 320) s impaktorom,
- bager CAT 320 (resp 312) s lopatou,
- nakladač CAT 938,
- striekacia súprava pre aplikáciu SB CIFA SPRITZSYSTEM CSS 2,
- vrtný voz ATLAS COPCO 282 (resp. L2C).

Dopravu betónu v domiešavačoch a odvoz rúbaniny zabezpečuje objednávateľ. Pracuje sa nepretržite v 12 hodinových zmenách. Predlžovanie ventilácie, potrubí a káblov, a údržba mechanizmov sa robí priebežne popri razení.

Ako už bolo spomenuté, razí sa zvlášť kalota, potom stupeň a protiklenba počas takých prác v kalote, keď nie je potrebná doprava do kaloty po rampe. Doprava materiálu je zo skladovej plochy v blízkosti portálu do tunela na medziskládku asi 150 m od čelby z priestorových dôvodov max. na 3 zábery. Betón sa dopravuje v domiešavačoch objemu 9 m³ z betonárky CIFA pri portáli. Mesačné výkony v triede SSC sa pohybujú od 42 do 45 m v jednej rúre. Sú to vlastne štyri úseky pod predpísanou dĺžkou ochranného dáždnika vrátane času na jeho vrtanie a prípravu na vrtanie, čo je asi 8 dní. Priemerný denný postup v kalote je teda cca 1,5 m/deň, čistý denný postup v kalote je 2 m/deň. Stupeň a protiklenba sa razia len v čase vrtania ochranného dáždnika, alebo svornikovania čela kaloty, a to je 10 dní čistého času v mesiaci, takže čistý denný postup na razení stupňa a protiklenby je 4 m/deň, mesačný postup je taký ako v kalote cca 44 – 46 m.

Doba trvania jednotlivých operácií a priemerný cyklus v kalote sú znázornené na obr. 3, cyklus razenia stupňa a protiklenby na obr. 4.

Najdlhšie trvajúca operácia v kalote je rozpojovanie a zaistovanie čelby po jednotlivých fázach. Vrtanie a zabudovanie mikropilot je tiež časovo náročné a zdržuje postup.

Postupy v triedach C 2 a C 5, v ktorých sa razí zo západného portálu, sa pohybujú od 2 m do 2,5 m/deň.

ZÁVER

Razenie tunela Trojane je náročné z dôvodu viacerých odlišností, s ktorými sa naša firma stretávala počas realizácie stavieb tunelov v zahraničí, najmä v Nemecku. Hlavným rozdielom je súbeh viacerých činností, ktoré sa zvyčajne vykonávali až po ukončení razenia tunela – profilovanie, betonáž bankiet a betonáž sekundárneho ostena tunela. Tento nárast činností v tuneli s ekvivalentným zvýšením počtu tunelovej techniky a počtu pracovníkov kladie zvýšené nároky na detailné plánovanie pracovných činností, organizáciu práce a na dodržiavanie bezpečnostných predpisov. Umožňuje to však aj osvojenie si nových pracovných návykov a alternatívnu pre zlepšenie doma používaných technológií výstavby tunelov. Vzhľadom na nadchádzajúci vstup do európskeho spoločenstva národov a na otvárajúce sa možnosti konkurovať západoeurópskym firmám je to nezaplátiteľná skúsenosť.

steel mesh and 35 cm of shotcrete.

From above mentioned it follows that the driving of the tunnel is totally complicated, single operations are frequently rotating and mutually influencing what reduces the total driving advance. In calotte there is a small space for changing respectively setting down the machines and for storage of the material. As well the loading by wheel loaders and parallel using of rock excavator at the same time is complicated in 30-m long calotte. The further complication is necessity of concreting the benches and laying the concrete of invert between benches immediately after excavating process, max. in distance 50 m from calotte. This takes big demands on work organisation and complicates whole driving process.

In present time profiling, placing insulation and secondary concreting in right tunnel tube are starting from east portal. Telescopic slip form and equipment for concreting are produced by CIFA.

WORK ORGANISATION AND PERFORMANCES

In the Trojane tunnel the tunnel tubes are driven synchronous from both sides it means the tunnel is driven by four crews on four faces. BANSKÉ STAVBY, a.s. drives the tunnel from east side. In one working shift six tunnellers work in each tube. For one face the following machinery is used in the tunnel:

- excavator CAT 330 (resp. 320) with impactor
- excavator CAT 320 (resp. 312) with shovel
- loader CAT 938
- shotcrete set SB CIFA SPRITZSYSTEM CSS 2
- drilling rig ATLAS COPCO 282 (resp. L2C)

The concrete transport in truck mixers and muck hauling is provided by Italian partner. Work in the tunnel is continuous in 12 hours shifts. Extension of ventilation, pipes and cables and service of machinery is made simultaneously with driving operations.

As mentioned above, the calotte is driven separately and afterwards bench and invert are driven in case of such works in calotte when the transport to the calotte at the ramp is not needed.

Transport of material is organised from storage place, which is situated near the portal to the tunnel on the temporary stockyard approximately 150 m from the face. For the lack of space the quantity of material is limited to three rounds. Concrete is transported in the truck mixers with capacity 9 m³ from concrete plant CIFA situated near the portal.

Monthly performances in rock class SSC are about 42 – 45 m in one tube. It means four sections under the regular length of safety umbrella including the time for drilling and preparation for drilling what is approximately 8 days. Average daily progress in calotte is 1,5 m/day, net daily progress in calotte is 2 m/day. Bench and invert are only driven during the safety umbrella drilling or when the rockbolts in face are set. It is 10 days of total net time in month, so net daily progress in driving a bench and invert is 4 m/day, monthly progress is the same as in calotte approximately 44 – 46 m.

On the figure No. 3 the period of individual operation and average cycle in calotte is illustrated. On the figure No. 4 the driving cycle of benches and inverts is illustrated. The most time consuming operation in calotte is altering of excavation and support erection individually in each face sequence. Micropiles installation presents another time consuming process.

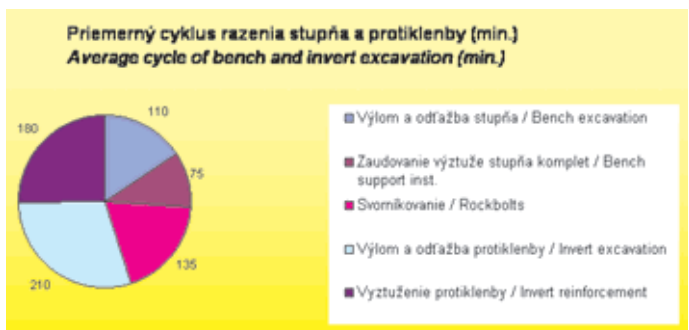
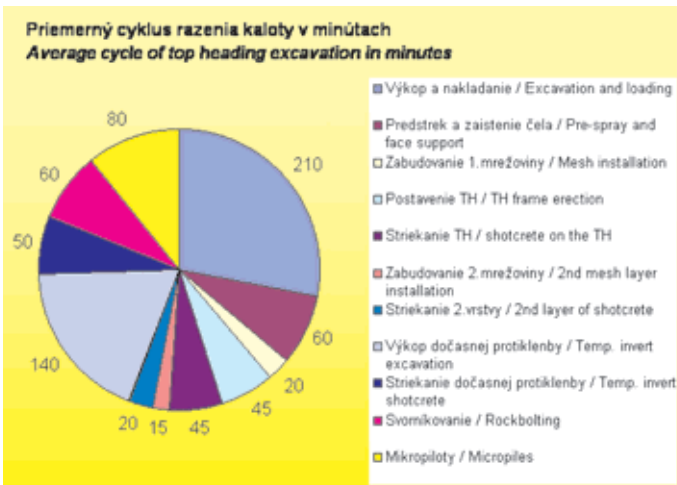
Advance rate in the classes C2 and C5 in which the tunnel is being driven from west portal is between 2 – 2,5 m/day.

CONCLUSION

The Trojane tunnel driving is challenging in many aspects when compared with company's previous experiences (mainly in Germany). An essential difference lies in the operations sequence. Several operation steps like reprofilling, concreting of invert and secondary lining are taken simultaneously as opposed to a usual consecutive way. Greater amount of parallel operations demands additionally more detailed planning, more sophisticated work organisation and adherence to safety standards.

Complicated geological and geotechnical conditions as well as vigorous structural, constructional and contracting requirements accentuate the significance of the experiences gained during the Trojane tunnel driving. There is a lot of practice applicable in the future company's activities.

The experiences on the Trojane tunnel construction amplifies the competitiveness of BANSKÉ STAVBY company what is an important attribute for the contractor operating in European constructional market.



MERAČSKÉ PRÁCE NA TUNELI TROJANE

GEODETIC SURVEY ON THE TROJANE TUNNEL

Ing. Milan Smaho, BANSKÉ STAVBY, a. s.

ÚVOD

Použitie modernej meračskej techniky a sofistikovaného know-how výrazne prispieva k úrovni razičských prác. Transfer a import meračskej techniky rovnako ako transfer a import techniky a technológie z tunelárskej vyspelých krajín umožnili rýchly odborný vývoj aj slovenským tunelárom a geodetom. S dobrými referenciami z predchádzajúcich domácich a zahraničných stavieb sa rozširujú príležitosti pre uplatnenie kvalifikovaných meračov na ďalších stavbách. Jednou z takýchto príležitostí sa stala aj stavba tunela Trojane v Slovinsku, na ktorom meračské práce boli zverené geodetom BANSKÉ STAVBY, a. s., Prievidza.

GEODETICKÉ MERANIA PRI RAZENÍ TUNELA

Organizáciu geodetických prác v tuneli Trojane je možné rozdeliť na tieto hlavné časti:

- vytyčovanie – meranie určujúcich prvkov pre vytyčovanie lasery, vytyčovanie ochranného dáždnika,
- meranie konvergencií,
- budovanie a aktualizovanie podrobnej vytyčovacej siete.

Vytyčovanie trasy tunela

Základnou vytyčovacou činnosťou na tuneli je vytyčovanie horizontálneho a vertikálneho priebehu trasy tunela. Tunel Trojane je pri razení usmerňovaný pomocou 5 laserov, 3 z nich sú v kalote a 2 na stupni. Vytyčovacie priamky sú reprezentované lúčmi, od ktorých sa meria poloha nohy vystužovacieho oblúka na určenie horizontálnych (d) a vertikálnych diferencií (h). Pomocou nich sa osadí vystužovací oblúk do projektovanej polohy.

Aby bolo možné vypočítať dráhu lúča lasera, osádzajú sa do ostenia tunela kontrolné značky. Pre každý laser sa osadia najmenej dve značky, jednu pri konzole lasera a jednu v dostatočnej vzdialenosti od konzoly tak, aby bolo možné presne nastavenie lúča do požadovaného smeru. Vytyčené značky sa následne zamerajú. Na vytyčenie a zameranie značiek sa používa aplikačný program totálnej stanice Leica – referenčná priamka. Program je možné použiť na základe toho, že tunelová os na krátkej vzdialenosti môžeme považovať za priestorovú priamku. Po zameraní bodu je vyhodnotená jeho poloha vzhľadom na os tunela pomocou ortogonálnych prvkov (staničenia od prvého bodu priamky, polohy kolmej na os dolava, alebo doprava a výšky nad, resp. pod referenčnou osou). Zároveň je zameraná poloha bodu, vyjadrená 3D súradnicami. Na základe týchto prvkov sa potom v grafickom prostredí výkresu kresliaceho programu, v ktorom je zadaná projektovaná trasa tunela, zobrazí priebeh lúča lasera voči projektu. Vo výkrese odmeriame vzdialenosť medzi projektovanou polohou nohy vystužovacieho oblúka a lúča v danom staničení tunela a vpišeme do tabuľky vytyčovacieho protokolu.

Použitá technológia razenia tunela vyžaduje, aby vzdialenosť medzi čelbou kaloty a stupňa bola relatívne malá (rádovo desiatky metrov), čo vyvoláva potrebu častej zmeny polohy konzol laserov smerom dopredu, a následne aj obmenu pracovných protokolov. Konzoly laserov v kalote je nutné prekladať priemerne jedenkrát do týždňa, čo predstavuje osadenie nových značiek pre lasery a pevné osadenie konzoly pre laser, ich zameranie, vyhodnotenie a zhotovenie nového vytyčovacieho protokolu. Táto činnosť vyžaduje dobrú organizáciu prác geodetov a spoluprácu s razičmi tunela.

Keďže v tuneli Trojane dochádza ku veľkým pohybom primárneho ostenia, udržiavanie vytyčovacích prvkov v aktuálnom stave je veľmi náročné. V úseku s veľkými konvergenciami sa stáva, že kontrolné značky v priebehu dňa vykonajú pohyb 2 až 3cm v horizontálnom aj vertikálnom smere. Pohyby môžu spôsobiť značné odchýlky v čelbe v oboch smeroch, rádovo až desiatky centimetrov. Spomenutým odchýlkam je potrebné predchádzať znalosťou priebehu konvergencií v danom úseku razenia, pričom sa do protokolu zavádza oprava zodpovedajúca predpokladaným konvergenciám. Samozrejmosťou je každodenné meranie všetkých značiek. Na základe zmeny ich polohy sa potom aktuálne mení aj vytyčovací protokol používaný pri razení.

Ďalším špecifickým prvkom týkajúcim sa vytyčovacích prác je vrátanie ochranného dáždnika nad profilom výkopu tunela. Rúry dáždnika sú dlhé 15 m s prekrytím 4 m s ďalšími rúrami, čo zodpovedá dĺžke bloku razenia 11 m. Po každom ukončení bloku je preto nutné vytyčiť miesta zavrtania rúr do čelby a referenčných bodov pre pozíciu vrtacieho stroja. Tieto činnosti sú tiež vykonávané s programom TS Leica – referenčnou priamkou. Z projektu vypočítané polohy rúr ochranného dáždnika sú vyjadrené profilovými súradnicami, ich vytyčením na čelbu tunela sa vyznačia značky pre vrátanie.

Medzi ďalšie, nemenej dôležité, práce spojené s razením tunela patrí meranie skutočného vyhotovenia primárneho ostenia. Meraný je vždy aktuálne zhotovený vystužovací oblúk, zaistený vrstvou striekaného betónu. Pri tomto profile tunela je vhodné zameranie minimálne 7 bodov na profile primárneho ostenia v danom staničení. Meranie sa uskutočňuje na špeciálne zhotovený terč, ktorého dĺžka umožňuje zameranie aj stropnej časti striekaného betónu

GENERAL DATA ON THE TROJANE TUNNEL

Application of modern geodetic equipment and sophisticated know-how significantly contribute to the high level of tunnelling. Transfer and import of geodetic equipment and transfer and import of construction equipment and techniques from countries advanced in tunnelling enable a quick professional development of Slovak tunnelers and surveyors. Good references from previous local and foreign projects extended the opportunities of utilisation of qualified surveyors on other projects. The tunnel Trojane construction in Slovenia is one of such opportunities. The geodetic survey for this project was entrusted to surveyors from BANSKÉ STAVBY, a.s. Prievidza, Slovakia.

GEODETIC SURVEY FOR THE TUNNEL EXCAVATION

The geodetic survey operations on the tunnel Trojane could be divided into the following main parts:

- tunnel surveying – setting out, tracing etc. of determining elements for the surveying lasers, surveying for the pipe-roof (i.e. the protective umbrella),
- the convergence measurements,
- building up and updating of detailed survey net.

Survey of the Tunnel Alignment

The basic surveying activity on the tunnel construction is the tracing of the horizontal and vertical alignment. Lasers guide the tunnel Trojane excavation. Three lasers are installed in the top heading profile during its excavation, while two lasers are used for the bench excavation. The survey lines for the tunnel excavation guidance are represented by laser rays, from which the horizontal (d) and vertical (h) distances of the support arch footing are measured. By means of this measurement the support arch is installed into the designed position. The position of the particular lasers is shown in the Figures 1 and 2. Control markers are embedded into the tunnel lining to allow the calculation of the laser ray trajectory. At least two markers are installed for each laser, one marker next to the laser bearing bracket, and the other one in a sufficient distance from the bracket allowing the laser to be set into the exact position requested. The markers are surveyed after the installation. The application software of Leica electronic total station - Reference Lines - is used for the setting out and survey of the markers. The application can be used on the basis of the fact that we can consider the tunnel axis for a short distance to be a straight line in the space. After the marker has been surveyed, its position with respect to the tunnel axis is determined calculating the orthogonal system of data (chainage, i.e. the distance from the initial point of the given straight line, the perpendicular distance from the tunnel axis measured horizontally, to the left or right side, and vertically, upwards or downwards from the reference axis). In the same time the identified position of the marker is expressed by 3D coordinates. Based on the obtained data, the laser ray position relative to the designed one is visualised in the graphic surrounding of the drawing processed by the draw program, which the designed tunnel alignment has been downloaded in. In the drawing displayed on the PC screen, we measure the distances between the designed position of the support arch footing and the ray in the particular tunnel chainage. The values are put into the tunnel survey protocol table.

The tunnel excavation technique used requires the distance between the top heading and bench heading face to be relatively short (in the order of tens of metres). This requires frequent moving of the laser brackets ahead, and, subsequently, respective replacement of the data in the working tunnel survey protocols. The laser brackets in the top heading have to be relocated once a week, which represents the work on embedment of new markers and firm installation of the laser bracket, their surveying, evaluation, and elaboration of a new tunnel survey protocol. This activity requires good control of surveyors' work and co-operation with the tunnelling crews.

Due to the significant movement in the primary lining occurring in the Trojane tunnel, it is a very demanding process to keep the survey system elements updated. The control points in the sections exhibiting significant convergences move both vertically and horizontally up to 2 - 3 cm during a day. This movement may cause serious deviations of the excavation face in both directions, even in the order of tens of centimetres. These deviations have to be prevented from occurring by knowing the development of convergences within the given excavation section and introducing a correction into the protocol corresponding to the convergences anticipated. Daily surveying of all markers is a prerequisite. The protocol used during the excavation work is updated according to the changes in the markers position.

v kalote. Na stupni je potrebné zmerať aspoň tri body na každej strane. Súradnice bodov sa po importe do PC spracujú v grafickom programe CAD&PILLAR od firmy DIGICORP, S. r. l., Italy. Výsledkom spracovania je grafické porovnanie línie skutočného vyhotovenia striekaného betónu a teoretického profilu. Z tohto môžeme vyvodit dva dôležité závery: jedným je reálny tvar realizovaného profilu, druhým je každodenná kontrola smerového a výškového budovania tunela. Vyhodnotenie zamerania trvá asi 1 hodinu, čo umožňuje okamžitú reakciu na prípadné nedostatky a korekcie.

Meranie konvergencií na tuneli Trojane

Tunel Trojane je razený metódou NRTM. Dôležitou súčasťou tejto metódy je meranie deformácií tunela. Pri razení tunela sa do primárneho ostenia osádzajú konvergenčné profily, ktoré sú tvorené minimálne piatimi meračskými bodmi. Na tieto body sú osádzané reflexné terče, ktorých stredy predstavujú vzhľadom na pozorovanie správanie sa systému hornina – ostenie tunela. Terče sú vybavené systémom, ktorý umožňuje ich natičanie v priestore, pričom je zabezpečená rovnaká poloha stredy terča.

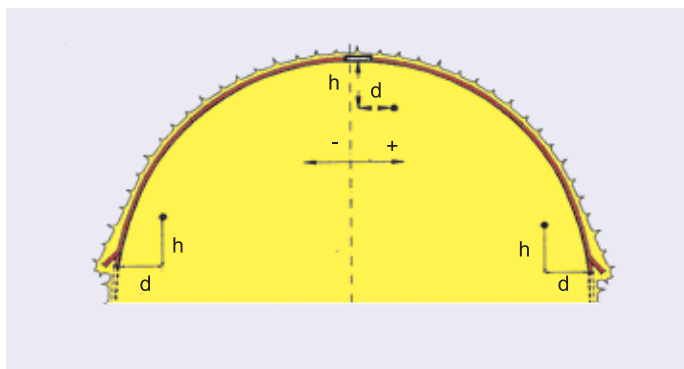
Konvergenčné profily sú osádzané s rôznou hustotou, od minimálnej vzdialenosti 5 m až po 20 m. Najskôr sú osádzané tri body v kalote, jeden v strope a po jednom na každej strane, po výkope stupňa je profil doplnený o ďalšie dva body, po jednom na každej strane. Prvé meranie profilu je vykonané do jednej hodiny po osadení bodov. Toto meranie je veľmi dôležité, pretože najväčšie pohyby masívu sa prejavujú pri otvorení čelby. Následne sa vykonávajú ďalšie merania, ktoré sú pripájané na predchádzajúce merania.

Dĺžka tunela 2 900 m a veľké konvergenencie vyžadujú vysokú presnosť merania. Používa sa totálna stanica Leica TC 1800 (TS) s presnosťou merania uhlov 1" a merania dĺžky 1 mm + 2 ppm.

Aplikuje sa metóda voľného stanoviska. Jej použitie je výhodné z hľadiska presnosti výsledkov, ako aj z hľadiska koordinácie geodetických prác s prevádzkou. Geodet volí polohu stanoviska ľubovoľne, a preto počas merania sa nemusia obmedziť, alebo dokonca zastaviť práce na tuneli.

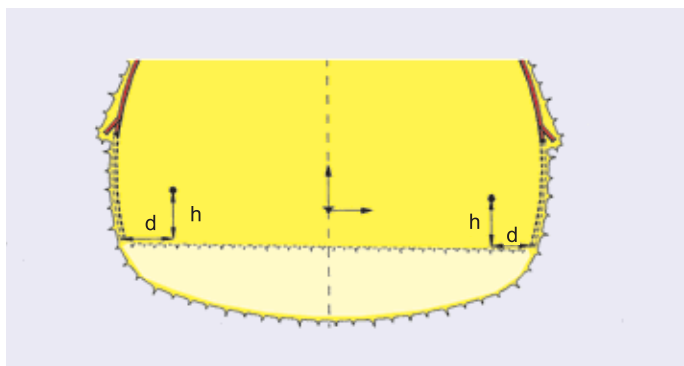
Princíp metódy spočíva v meraní uhlov a vzdialeností medzi prístrojom a bodom podrobnej vytyčovacej siete. Po zameraní dostatočného množstva bodov siete (v našom prípade obvyčajne 10 bodov, ojedinele aj menej) sa pomocou softwaru TS vypočítajú súradnice stanoviska, výška stanoviska a orientácia horizontálneho kruhu prístroja. Zameraním stredy terča a následným výpočtom jeho polohy dostávame absolútne súradnice polohy a výšky daného bodu. Z jedného voľného stanoviska je možné zmerať konvergenčné body s reálnou presnosťou až do vzdialenosti 60 m. So zväčšujúcou sa vzdialenosťou rapídne klesá presnosť určenia súradnic bodu. Keďže vypočítané 3D súradnice konvergenčných bodov sú absolútne, je možné z nich vypočítať všetky priestorové vzťahy, ktoré je potrebné poznať na určenie zvislých a horizontálnych zložiek konvergencie. Výpočet týchto vzťahov je realizovaný pomocou softwaru GEOCONVERGENCE, talianskej firmy GEOTOP. Do programu je potrebné importovať vypočítané súradnice bodov a staničenia hlavných stavebných fáz tunela (staničenie kaloty, stupňa, protiklenby a baniek) zodpovedajúcich danému dňu. Program následne vypočíta a graficky zobrazí zložky konvergencie. Každý bod profilu je v grafe označený svojou krivkou, ktorá ukazuje vývoj jeho deformácií v čase. Súčasne je graficky uvedený časový postup razenia vzhľadom ku staničeniu profilu. Výhoda tohto programu je, že na jednom formáte papiera A4 zobrazí všetky zložky konvergencií, ako aj situáciu stavebných prác tunela.

V miestach s maximálnymi pohybmi boli hodnoty konvergencií pri razení



Obr. 1 Umiestnenie laserov v kalote

Fig. 1 Position of lasers in the top heading



Obr. 2 Umiestnenie laserov na stupni

Fig. 2 Position of lasers in the bench

Another specific issue relating to the geodetic survey is drilling for the protective umbrella above the tunnel excavation profile. The pipes are 15 m long. Their 4 m long overlapping corresponds to the length of the excavation block being 11 m. Therefore the points where the pipe holes are to be drilled into the face, and reference points for the next drill rig position have to be determined by the survey whenever a block has been completed. Those activities are also carried out using the TS Leica software, i.e. the Reference Lines. The positions of the umbrella pipes calculated according to the design are expressed by the profile coordinates. The surveyors make marks for the boreholes collaring on the tunnel face.

The survey of the actual shape of the primary lining is another, not less important operation connected with the tunnel excavation. The subject of the survey is always the last completed supporting arch provided with a layer of sprayed concrete. For the given Trojane tunnel profile, it is advisable to survey at least 7 points along the primary lining perimeter, at the given chainage. A specially manufactured target is used for this survey, whose length even allows surveying the shotcrete at the top heading crown. At least three points on either side must be surveyed at the bench. Once they are imported into the PC, they are processed by graphic software CAD&PILLAR developed by DIGICORP, S.r.l., Italy. The processing result is a graphical comparison of the actual shotcrete lining profile and the theoretical profile. Two significant conclusions can be derived from this survey, i.e. an information on the actual shape of the profile, and data needed for daily checking of the tunnel line and level. The interpretation of the data obtained takes roughly 1 hour, which enables immediate reaction to occasional faults, and corrections.

Measurement of convergences on the Trojane tunnel

The Trojane tunnel is excavated by the NATM. The measurement of convergences is an important part of this method. Convergence stations consisting of at least five survey points embedded into the primary lining are established during the tunnel excavation. Reflective targets are fixed to those points. Their centres represent reference points for the observation of the rock – tunnel lining system behaviour. The targets are equipped with a system enabling their rotation in the space, while the position of the target's centre remains stable.

The convergence stations are installed at varying spacing, from a minimum distance of 5 m up to 20 m. First, three points are installed at the top heading, one in the crown and one on either side. Other two points are added, making the station complete, after the bench excavation, one on either side. The first survey of the given profile is carried out within one hour after the installation of the targets. This measurement is the most important since the largest deformations of the rock mass take place on the tunnel face opening. The other measurements, which are connected to the preceding measurements, are carried out subsequently.

The tunnel is 2,900 m long, with large convergences; therefore the measurement accuracy has to be high. The Leica TC 1800 total station (TS) featuring an angular accuracy of 1" and 1 mm + 2 ppm accuracy in the distance measurement is used.

The "free station" method is applied in the survey, which means that the theodolite position is not fixed. Its application is advantageous for the results accuracy, as well as for the co-ordination of the survey and the excavation work. The surveyor selects the theodolite position at his or her will, therefore the work on the tunnel does not have to be restricted or stopped during the survey.

The method principle is based on measuring the angle and distance between the instrument and a point of the detailed survey net. After measuring of sufficient number of the net points (in our case usually 10, occasionally less) the TS software calculates the station point co-ordinates, the station point elevation and the orientation of horizontal circle of the instrument. We get absolute co-ordinates of the position and the elevation of the given point by taking the bearing of the target centre and consequent calculation of its position. It is possible to measure convergence points from one station up to a distance of 60 m with realistic accuracy. The accuracy of determination of the co-ordinates diminishes rapidly with extending distance of the point. Because the calculated 3D coordinates of convergence points are absolute, they can be used for the calculation of all spatial relations needed for the determination of vertical and horizontal convergence components. The calculation of these relations is carried out by the GEOCONVERGENCE software of Italian company GEOTOP. The calculated co-ordinates of targets and chainages at which the main excavation phases (the chainage of the top heading, bench, invert and banquettes) are found on the given day have to be imported into the program. Subsequently the program computes and generates a graphic display of the convergence components. Each point of the given profile is represented by its own curve, which shows the time behaviour of its displacement. In the same time, the excavation advance is depicted relative to the chainage of the convergence station. The advantage of this software consists in imaging all convergence components and the progress of tunnelling operations on one A4 sheet format.

The convergences at locations exhibiting maximum movements after the top heading excavation reached a value of 30 cm, with additional 10 cm after the bench excavation. Horizontal convergences of 20 cm in the top heading and 10cm after the bench excavation were encountered. Maximum aggregated vertical and horizontal convergences measured reached 53 cm and 34 cm respectively. The deformation activity at the convergence station ceased after 1 month from its installation, while the distance from the top heading face and from the bench was 50 m and 20 m respectively.

Detailed tunnel survey net

Simultaneously with the convergence measurement, the detailed tunnel survey net is built and updated. The net contains convergence points and polygon brackets. For the survey of the free stations, we assume that the reference points positions are already stable. Nonetheless, these points can still move slightly. For that reason an updating survey of the net is carried out weekly, with a monthly-performed checking traverse survey. The traverse surveys are

kaloty vo vertikálnom smere 30 cm, po otvorení stupňa ďalších 20 cm. V priečnom smere sa vyskytli konvergencie v kalote 20 cm, po otvorení stupňa 10 cm. Celkovo boli namerané maximálne konvergencie 53cm vo vertikálnom a 34 cm v horizontálnom smere. Profil prestal byť aktívny po 1mesiaci od osadenia, pričom vzdialenosť od čela kaloty bola 50 m, od stupňa 20 m.

Budovanie a aktualizovanie podrobnej vytyčovacej siete

Súčasne s meraním konvergencií sa vykonáva aj budovanie a aktualizovanie podrobnej vytyčovacej siete, ktorá je tvorená konvergenčnými bodmi a polygómovými konzolami. Pri meraní voľných stanovisk vychádzame z predpokladu, že orientačné body sú už stabilné. Tieto však ešte môžu vykonať malé pohyby. Raz týždenne sa preto vykonáva spresňovacie meranie siete a raz za mesiac kontrolné polygómové meranie. Polygómové merania vychádzajú z bodov základnej vytyčovacej siete na povrchu. Po preciznom zameraní polygónu a vypočítaní nových súradníc, sa zavádzali opravy z polygómového merania. Hodnoty opráv dosahovali priemerne 15 mm v priečnom smere, 10 mm v pozdĺžnom smere a 5 mm vo vertikálnom smere.

MERANIE HORIZONTÁLNYCH A VERTIKÁLNYCH POSUNOV NA POVRCHU

V súvislosti s meraním konvergencií v tuneli sú vykonávané aj komplexné merania konvergencií na povrchu. Toto meranie slúži na kompletizáciu dokumentácie správania sa horninového masívu porušeného uskutočňovaným podzemným dielom.

Meranie obsahuje:

- nivelačné merania pozdĺžneho profilu vedeného ponad obe tunelové rúry – body osadené vo vzdialenosti každých 20 m,
- nivelačné merania priečných profilov MS-V, MS-VI a profilu na staničení 79+650,
- sledovanie sadania všetkých budov v záujmovom území – celkovo 40 domov,
- trigonometrické merania (3D) posunov bodov pozdĺžnych profilov osí tunela osadených na povrchu,
- 3D merania bodov profilov MS-V, MS-VI,
- 3D merania pozdĺžneho profilu trasy plynu – body GAS,
- 3D merania portálových múrov a profilov nad nimi,
- 3D merania bodov osadených pri extenzometroch a inklinometroch,
- špecifické 3D meranie testovacieho poľa, tvoreného priečnymi profilmi vzdialenými od seba 5 m na šírke 25 na obe strany od osí ľavého tunela na úseku s veľmi malým nadožím (20 m) dlhom 120 m. Celkovo 180 bodov.

TRIGONOMETRICKÉ SLEDOVANIE POHYBOV ÚZEMIA NA POVRCHU

Pri začatí meraní pohybov bodov na povrchu sa na meranie používali body základnej vytyčovacej siete, pevne stabilizované piliermi v oblasti portálov. So zväčšujúcou sa vzdialenosťou pozorovaných bodov od portálu nebolo možné merať body z pilierov, a preto sa na meranie začala využívať metóda voľného stanoviska. Tento spôsob prác si vyžadoval zhusťenie siete osadením nových pevných bodov. Pre body bolo nutné nájsť dobrú polohu, vzhľadom na vhodnú geometriu pre výpočet voľného stanoviska, možnosti orientácie na body z čo najväčšieho územia, ako aj pre zabezpečenie ich pevnej polohy na dlhý čas. Najlepšie boli využité body mimo konvergenčných vplyvov tunela. Vytvorená sieť má dynamický charakter, pretože body podliehajú vplyvom správania sa masívu narušeného výlomom. Keď sa práce v tuneli približia k bodom, je možné pozorovať ich pohyby, čo znemožní ich využitie pre meranie. Po asi 50 m sa pohyb územia ustáli, a body je opäť možné považovať za pevné. S postupným napredovaním čelby sa osádzajú ďalšie body dopredu v smere razenia tunela do oblasti, kde sa ešte neprejavujú poklesy. Približne raz za mesiac sa vykonávajú opravne merania siete, ktoré zabezpečujú jej spoľahlivosť. Dosahovaná presnosť v určení polohy bodu bola +/- 5 mm, presnosť v určení výšky +/- 1 mm (výšky upresňované nivelačným meraním). Prvé merania bodov na povrchu je nutné vykonať vtedy, keď sa vzdialenosť medzi bodom a čelom tunela priblíži na 100 m. Body sa potom merajú každý deň v okruhu 60 m od čela kaloty a 60 m od čela stupňa. Po náraste vzdialenosti sa hustota merania znižuje. Výsledkom merania sú tabuľky, v ktorých sa uvádza polohová a výšková odchýlka aktuálneho merania od prvého merania, resp. od predchádzajúceho merania. Na meraných bodoch je možné sledovať tendenciu horizontálneho a vertikálneho pohybu v závislosti od času a vzdialenosti bodu od čela tunela. Priemerné hodnoty sadania bodov sa pohybujú okolo 15 cm, extrémne, v miestach z nízkym nadožím body vykonávajú zvislý pohyb až 50 cm.

NIVELAČNÉ MERANIA NA POVRCHU

Na presné určovanie vertikálnych poklesov bodov na povrchu sme používali presnú nivelačnú. Na meranie sa používal nivelačný prístroj 1. triedy presnosti spolu s použitím invarovej laty. Presnosť sa zabezpečila uzatvorením na pevných výškových bodoch s maximálnou odchýlkou +/-1 mm. Zásadným prvkom merania bolo určenie pevnej výšky vzťahných výškových bodov čo najbližšie k meranému územiu. Po ich určení sa musela overiť stabilita výškových bodov. Týmto sa zabezpečilo kvalitné sledovanie vertikálnych pohybov bodov.

Pri povrchových meraniach vo veľkej miere sa na určenie sadania domov a budov nad tunelom Trojane použila presná nivelačia. Meranie budov vykázalo priemerné sadanie 50 mm, maximálne až 82 mm.

ZHRNUTIE

Na tuneli Trojane sa pri geodetických prácach používajú moderné metódy vytyčovania tunela a merania konvergencií. Pri použití presných meracích prístrojov, kvalitného prístrojového a počítačového softwaru a zodpovednej a kvalitnej práce tímu geodetov, a zhotoviteľov tunela sa zabezpečila plynulosť razičských prác v mimoriadne ťažkých geologických podmienkach.

Literatúra:

- 1) ROZSYPAL A. – VESELÝ V.: Geomonitoring pri stavbe tunela Mlčechovosti. Zborník konferencie Železniční mosty, správa a výstavba. Praha 2002
- 2) HLAVÁČEK P.: Moderní způsob měření konvergencí při razbě tunelu Mrázovka. Časopis Tunel, č. 1/2002, str. 38-42.

based on the basic survey net built at surface level. These precise surveys provided new coordinates used for introduction of corrections. On average, the values of the corrections reached 15 mm transversally, 10 mm longitudinally and 5 mm vertically.

MEASUREMENT OF HORIZONTAL AND VERTICAL DISPLACEMENTS AT THE SURFACE

Together with the convergence measurement inside the tunnel, complete measurement of convergences is also carried out at the surface. This measurement is to complete the documentation of the behaviour of the rock mass disturbed by the underground works is complete and comprehensive.

The measurement includes:

- taking levels of the longitudinal profile above both tunnel tubes – the points are installed at 20 m spacing,
- levelling of transversal profiles MS-V, MS-VI and of the profile at chainage 79 + 650,
- monitoring of the settlement of all buildings within the affected area – 40 buildings in total,
- trigonometric survey (3D) of the displacement of the points of the longitudinal tunnel axis, installed at the surface,
- 3D survey of the points of the MS-V and MS-VI profiles,
- 3D survey of the longitudinal profile of gas pipeline – the GAS points,
- 3D survey of portal walls and profiles above the portals,
- 3D survey of points fixed at extensometers and inclinometers,
- a specific 3D survey of a "testing field", containing cross profiles established at 5 m spacing and a width of 25 m to either side of the left-hand tunnel tube, along a 120 m long section featuring very shallow cover (20 m). 180 points are in the field in total.

TRIGONOMETRIC MONITORING OF THE GROUND SURFACE MOVEMENT

Initially the points of the basic survey net stabilised, firmly by pillars in the portal areas, were used for the measurement of the points at the surface. It became impossible to survey the points from the pillars due to the increasing distance of the monitored points from the portals. For that reason the free station method application began. This method required installation of additional points to densify the net. It was necessary to find good positions for the points, taking into consideration the suitability of the geometry in terms of the free station calculation, the possibility of orientation to the points from as large area as possible, as well as the possibility to protect the points for a long time. The points installed beyond the reach of the convergence effects were utilised best. The points are affected by the behaviour of the rock mass disturbed by the excavation. Therefore the net has a dynamical character. When the underground works come closer to the points, it is possible to observe their movement. This movement excludes the use of the points in the survey. After about 50 m, the area surface deformations settle, and the points can be considered stable again. Further points are installed ahead of the tunnel drive, with the advancing excavation, in the area where the settlement has not manifested yet. Roughly once in a month correction surveys of the net are carried out to secure its reliability. The accuracy achieved in the determination of a point position and elevation (the elevation measurement refined by levelling) was +/-5 mm and +/-1 mm respectively.

The first survey of the points at the surface has to be carried out when the distance between the point and the tunnel face approaches to a distance of 100 m. Then the points are surveyed daily, within a radius of 60 m from the top heading face and 60 m from the bench heading face. The frequency of the surveys decreases with the growing distance. The surveys provide data for tables containing the deviation of the current position and elevation measurement from the first measurement and/or from the previous measurement. A tendency of the horizontal and vertical movement developing with time and also depending on the distance from the tunnel face can be observed on the monitored points. The average values of the points settlement fluctuate around 15 cm. As an extreme case, in locations with low overburden, the points move vertically up to 50 cm.

LEVELLING AT THE SURFACE

For the accurate determination of the vertical deformation of the surface points, we used precise levelling. A 1st - class accuracy levelling instrument was used for this purpose, together with invar levelling rod. Accuracy was ensured by closing the levelling on bench marks with +/-1 mm maximum deviation. A principal survey element was the determination of fixed altitude of registration marks as close to the surveyed area as possible. Once this altitude had been determined, the stability of levelling points had to be checked. This method guaranteed a quality monitoring of vertical movement of the points.

Precise levelling was applied on the Trojane tunnel to a large extent in the measurement of the settlement of the buildings found above the tunnel. This measurement proved an average settlement of 50 mm, maximally up to 82 mm.

SUMMARY

The survey on the Trojane tunnel project, i.e. the tunnel alignment survey and convergence measurement, is carried out using the state-of-the-art methods. The fluency of the mining operations under extraordinarily difficult geological conditions was ensured also thanks to the utilisation of precise geodetic measuring instruments, quality computer hardware and software, and responsible and quality performance of the team of surveyors and tunnellers.

PROJEKT DVOUKOLEJNÝCH ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ MALÁ HUBA A HNĚVKOVSKÝ I. NA TRAŤOVÉM ÚSEKU ZÁBŘEH – KRASÍKOV

DESIGN OF THE MALÁ HUBA AND HNĚVKOV I DOUBLE-RAIL TUNNELS ON THE ZÁBŘEH – KRASÍKOV TRACK SECTION

Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s. r. o.

ÚVOD

Příspěvek pojednává o technickém řešení dvoukolejných železničních tunelů ležících na traťovém úseku Zábřeh na Moravě – Krasíkov v úrovni projektu stavby. Optimalizace traťového úseku patří ke stavbám budovaným v rámci modernizace železničních koridorů a vedení trasy v tunelu umožňuje zlepšení jízdních parametrů přípojně větve II. koridoru.

Projektovou dokumentaci zpracovala firma ILF Consulting Engineers, s. r. o., jako subdodávku pro firmu SUDOP Praha, a. s. Projekt předpokládá ražbu

INTRODUCTION

This paper deals with the technical solution of double-rail tunnels lying on the Zábřeh na Moravě – Krasíkov track section. The solution has been developed at a final design level. The project of this track section upgrading is one of the projects being implemented within the scheme of modernisation of railway corridors. The track alignment passing through tunnels allows the improvement of driving parameters on the given branch line of the Corridor II. The design documents have been developed by ILF Consulting Engineers, s.r.o. as a subcontract for SUDOP Praha, a.s. The design assumes the excavation of

ZÁKLADNÍ PARAMETRY PROJEKTOVANÝCH TUNELŮ			BASIC PARAMETERS OF THE TUNNELS UNDER DESIGN		
Popis	Hněvkovský I.	Malá Huba	Description	Hněvkovský I.	Malá Huba
Délka tunelu	180 m	324 m	Tunnel length	180 m	324 m
Ražená část + želva	132 m	300 m	Mined section + "Turtle" section	132 m	300 m
Hloubená část	36 + 12 = 48 m	12 + 12 = 24 m	Cut-and-cover section	36 + 12 = 48 m	12 + 12 = 24 m
Podélný sklon	0,24 ‰ - 0,89 ‰	4,221 ‰	Longitudinal gradient	0,24 ‰ - 0,89 ‰	4,221 ‰
Poloměr směrového oblouku	754 m	850 m	Radius of horizontal curve	754 m	850 m
Poloměr výškového oblouku	11 000 m	-	Radius of vertical curve	11 000 m	-
Výška nadloží	6 – 12 m	6 – 40 m	Overburden depth	6 – 12 m	6 – 40 m

obou tunelů s použitím NRTM. Projektová dokumentace zohledňuje požadavky návrhu nové normy ČSN 737508 Železniční tunely i nově přepracovaných technických kvalitativních podmínek staveb Českých drah ČD TKP 20 Tunely.

the two tunnels to be carried out by the NATM. The design documents respect the requirements contained in the new standard ČSN 737508 "Rail tunnels" and newly revised technical and quality specifications for Czech railway constructions "CD TKP 20 Tunely".

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

Tunel Hněvkovský I.

Trasa tunelu prochází pod jižním výběžkem vrchu Plechovec. Nadmořská výška povrchu terénu v trase tunelu kolísá od 298 m n. m. do 325 m n. m. (viz obr. 1). Horninový masiv tvoří proterozoické metamorfované horniny zábřežského krystalinika. Z petrografického hlediska se v horninovém masivu vyskytují kvarcitické ruly, pararuly a fylity. Horniny v oblasti ovlivněné ražbou jsou z větší části navětralé, pouze při povrchu a v okolí tektonických linií místy mírně zvětralé. Pukliny nepravidelně a všesměrně rozpukaného masivu jsou převážně sevřené.

Z hydrogeologického hlediska patří zábřežské krystalinikum k jednotkám s puklinovými vodami velmi malých vydatností. Již poměrně mělce pod povrchem jsou pukliny sevřené a prakticky nepropustné. Výjimku tvoří pouze tektonicky porušené zóny. Významnější přítoky do tunelu lze při ražbě očekávat pouze v oblastech rozsáhlejšího tektonického porušení horninového masivu a v příportálových úsecích, kde vydatnost přítoků přímo závisí na množství atmosférických srážek a může se pohybovat až v jednotkách l.s⁻¹.

Tunel Malá Huba

Trasa tunelu prochází pod severním výběžkem vrchu Malá Huba s nadmořskou výškou 415 m n. m. (viz obr. 2). Terénní elevace je součástí členité Zábřežské vrchoviny, která je v těchto místech ze severu ohraničena průlomovým údolím řeky Moravská Sázava. Patu skalního výběžku řeka obtéká ze

ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS

Hněvkov I Tunnel

The tunnel route passes under a southern spur of Plechovec Hill. The terrain surface altitude along the tunnel route varies from 298 m a.s.l. to 325 m a.s.l. (see Fig. 1). Proterozoic metamorphic rocks of the Zábřeh crystalline complex form the surrounding rock mass. In petrographical terms, quartzite gneiss, paragneiss and phyllites are found in the rock mass. The rock encountered within the area affected by the tunnel excavation is mostly little weathered, while moderately weathered rocks are found locally, near the surface and in the vicinity of tectonic lines only. Failure cracks in the irregularly and omnidirectionally broken massif are mostly tight.

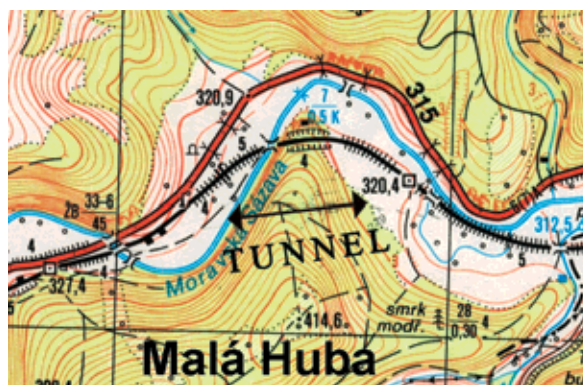
In terms of hydrogeology, the Zábřeh crystalline complex belongs among units with very low yield of fissure water. Fissures are tight and virtually impermeable already at a rather shallow depth under the surface. Tectonically disturbed zones are the only exceptions. More significant inflows into the tunnel during the excavation work can be expected in areas of more significantly disturbed rock and in the vicinity of portals only, where the intensity of inflows is directly dependent on the volume of rainfalls. It can vary within the order of litres per second.

The Malá Huba Tunnel

The tunnel alignment passes under the northern spur of Malá Huba Hill with an altitude of 415 m a.s.l. (see Fig. 2). This terrain elevation is part of the dissected Zábřeh Upland, which is bordered on the north of the given location by the Moravská Sázava River fault gap. The river flows around the rock spur on



Obr. 1 Tunel Hněvkovský I. – stávající situace s vyznačením projektovaného tunelu
Fig. 1 The Hněvkov I tunnel – existing layout with the designed tunnel



Obr. 2 Tunel Malá Huba – stávající situace s vyznačením projektovaného tunelu
Fig. 2 The Malá Huba tunnel - existing layout with the designed tunnel

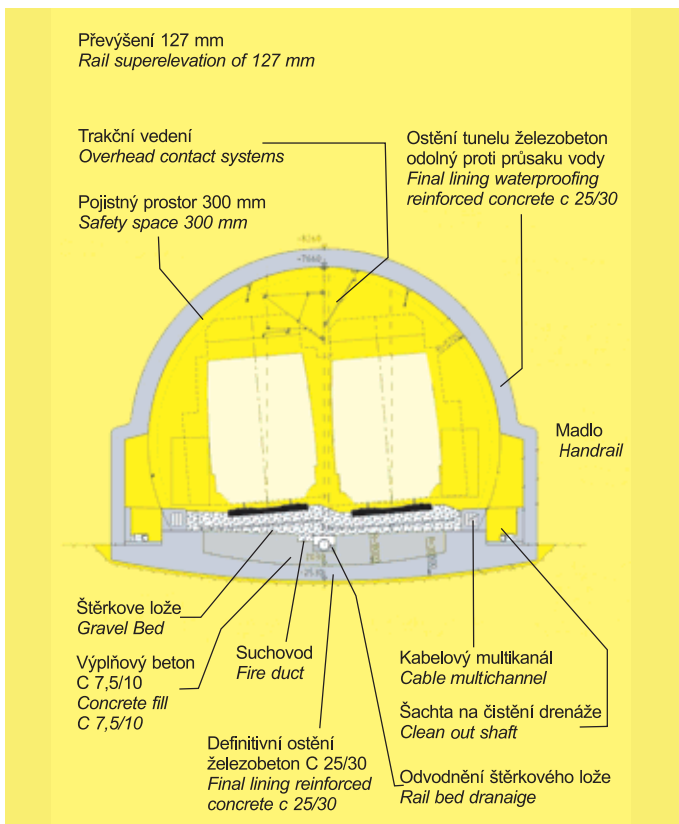
západu, severu a východu. Údolní niva leží v nadmořské výšce 316 až 317 m n. m. Horninový masív je v trase tunelu budován proterozoickými metamorfovanými horninami zábřežského krystalinika, které jsou zastoupeny převážně fylity. Z petrografického hlediska jsou v masivu zastoupeny kromě fylitů i svory, metadrobry, metapachovce a metapelity. Převažující muskoviticko-biotitické fylity se na lokalitě vyskytují v různých odstínech šedé až šedo-zelené barvy. Horniny mají vyvinutou výraznou foliaci. Směr a sklon foliačních ploch se však často mění, což je způsobeno provrášněním hornin. Vzdálenost foliačních ploch se mění od 3 do 10 mm. Horniny jsou nepravidelně a všesměrně rozpukané, pukliny jsou převážně sevřené, často vyplněné oxidy železa. V okolí některých tektonických poruch jsou horniny porušené až podrcené, v ojedinělých poruchách byly dokumentovány i polohy tektonického jílu mocnosti až 0,4 m. Z hlediska pevnosti převažují v masivu horniny se střední až vysokou pevností třídy R3 a R2. V jejich nadloží, v zóně silně zvětřalých, silně rozpukávaných a rozvolněných hornin pak převažují horniny s velmi nízkou až nízkou pevností třídy R5 – R4. Obecně lze horninový masív v trase tunelu hodnotit podle stupně zvětřání jako navětralý až zdravý a v blízkosti východního portálu navětralý až slabě zvětřalý. Směrem k východnímu portálu se v nadloží metamorfovaných hornin zachoval relikt křídových sedimentů v podobě písčitéch slínovců, které nezasahují do prostoru budoucí ražby.

SMĚROVÉ A VÝŠKOVÉ VEDENÍ TRASY

Jako podklad pro vypracování stavební části objektu sloužilo dříve navržené směrové a výškové řešení trasy. Oba tunely leží ve směrových obloucích, které jsou vzhledem k vynaloženým investičním nákladům nově budovaných tunelů a předpokládané životnosti díla relativně malých poloměrů. V případě tunelu Hněvkovský I. je poloměr směrového oblouku $R = 754$ m, u tunelu Malá Huba pak $R = 850$ m. Vzhledem k návrhové rychlosti 160 km/h a malému poloměru směrových oblouků je nutno provést rozšíření profilu tunelu. Minimalizace plochy příčného řezu tunelu je docíleno odsazením osy tunelu od osy kolejí o 160 mm. Geometrické parametry tunelu jsou patrné ze vzorových příčných řezů (viz obr. 3 a 4). Stupeň rozpracování projektové dokumentace v době zahájení prací na stavební části tunelů již neumožňoval provést korekci navrženého směrového a výškového řešení. Z hlediska sklonových poměrů klesá v případě tunelu Hněvkovský I. trať ve směru staničení spádem 0,24 ‰ až 0,89 ‰. Nedostatečný sklon značně komplikuje situaci při odvodnění tunelu a zvyšuje nároky jak při výstavbě (přesnost prováděných činností drenáží), tak zejména po celou dobu životnosti tunelu, kdy lze vzhledem ke složitosti odvodňovacího systému očekávat zvýšené riziko sedimentace jemných částic v potrubí. V případě tunelu Malá Huba je situace o málo lepší a sklon 4,221 ‰ se z hlediska odvodnění pohybuje těsně nad požadovaným minimem, které činí v zastížených inženýrskogeologických podmínkách 3 ‰.

POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Na základě požadavku investora byl tvar příčného řezu tunelu řešen podle návrhu novely normy ČSN 73 7508 Železniční tunely, která definuje nové požadavky na prostorové uspořádání příčného řezu tunelu a v době zpraco-



Obr. 3 Vzorový příčný řez – hloubený tunel se záchranným výklenkem
Fig. 3 Typical cross section – cut and cover tunnel with a safety recess

the west, north and east. The river plain lies at an altitude of 316 to 317 m a.s.l. The rock mass along the tunnel route consists of proterozoic metamorphic rocks of the Záhřeb crystalline complex represented mostly by phyllites. From the petrographical point of view, also mica schists, metagreywacke, metasiltstones and metaphyllites are present in the massif. Prevailing muscovite-biotitic phyllites are found in this location in various shades of grey to grey-green colour. The rocks have developed marked foliation. The direction and dip of the planes of foliation change very frequently as a result of the rock mass folding. The distance of the planes of foliation varies from 3 to 10 mm. The rock mass is fractured irregularly and omnidirectionally, cracks are mostly tight, often filled with iron oxides. In the vicinity of some fault zones the rock mass is disturbed, even broken. In isolated cases, even interbeds of tectonic clay up to 0.4 m thick have been documented. In terms of strength, rock types of medium to high strength classes R3 and R2 prevail in the massif. Their cover, i.e. the layer of heavily weathered, heavily fractured and loosened rock, consists mostly of rock types with very low to low strength of R5 - R2 classes. In general, in terms of the degree of weathering, the rock mass along the tunnel alignment can be assessed as little weathered to sound, while little to moderately weathered rock is found in the vicinity of the eastern portal. A relict of Cretaceous sediments in a form of sandy siltstones remained in the overburden in the direction towards the eastern portal. It does not extend to the area of the future excavation.

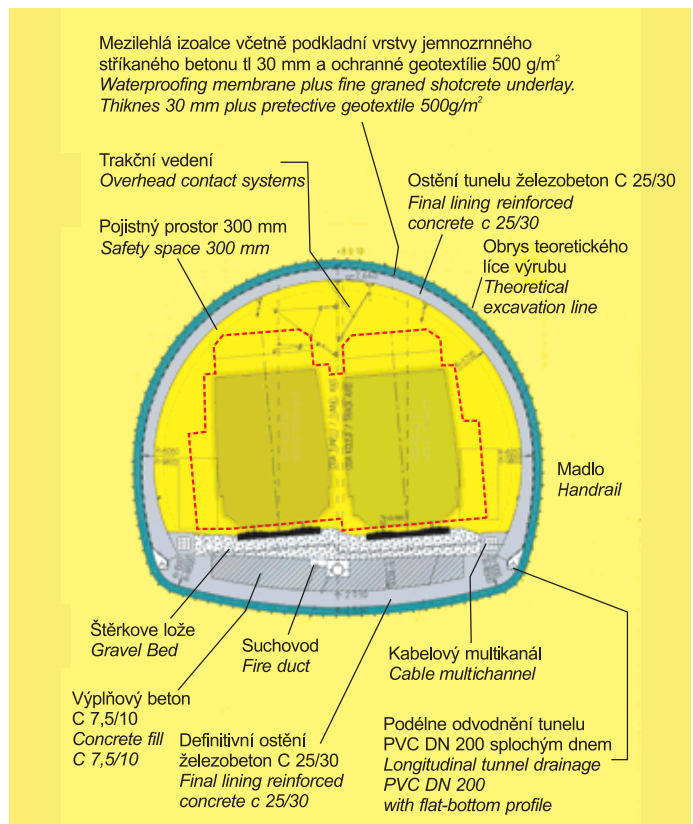
HORIZONTAL AND VERTICAL ALIGNMENT

An in advance elaborated design of horizontal and vertical alignment of the route was used as a basis for the development of the vertical for the civil part of the construction. Both tunnels are located on horizontal curves, whose radii are relatively small. If we consider the capital expenditures to be spent on the newly built tunnels and the expectation of life of the structures. The radius of the directional curve on the Hněvkov I tunnel and the Malá Huba tunnel is 754 m and 850 m respectively. Due to the design speed of 160 km/h and the small diameter of the directional curves, the tunnel cross section has to be enlarged. A minimisation of the tunnel cross section was achieved by offsetting the tunnel axis from the rail track centre line by 160 mm. Geometrical parameters of the tunnel are shown in typical cross section drawings (see Fig. 3 and 4). The high degree of completion of the design at the moment when the work on the civil part of the tunnels was started did not allow corrections to be made in the horizontal and vertical alignment design.

Regarding the gradient, the track in the Hněvkov I tunnel descends in the direction of chainage at a 0.24 ‰ to 0.89 ‰ grade. This insufficient gradient complicates the situation in terms of the possibility of its draining significantly. It increases the demands both in the construction period (preciseness of the drainage laying operations) and, above all, throughout the tunnel life period when the risk of fine particles sedimentation in the pipeline due to the complexity of the drainage system increases. The situation is slightly better on the Malá Huba tunnel. Its gradient of 4.221 ‰ hovers, in terms of the drainage, just above the minimum required, i.e. 3 ‰ for the engineering and geological conditions encountered.

DESIGN DESCRIPTION

Based on client's requirement, the tunnel cross section was designed in accordance with a draft revision of the ČSN 73 7508 "Railway tunnels". This draft standard revision defines new requirements for the configuration of a tunnel cross section. The draft had been approved by the Czech Standardisation Institute neither before nor during the design development. The structure has



Obr. 4 Vzorový příčný řez – ražený tunel
Fig. 4 Typical cross section – mined tunnel

vání dokumentace ještě nebyla schválena Českým normalizačním institutem. Konstrukce je navržena tak, aby vyhovovala sdruženému tunelovému průjezdnému průřezu pro elektrizovanou trať. Zásadní změnou ovlivňující velikost plochy výrubu, kterou novelizovaná norma přináší, je zvětšení pojistného prostoru z původních 150 mm na 300 mm. K dalším parametrům určujícím rozměry tunelů patří výška průjezdného průřezu 6 m a vzdálenost os kolejí 4 m. Minimální rozdíl velikostí směrových oblouků, a tím i převýšení kolejí umožnil pro oba tunely navrhnout tožný tvar konstrukce. Malá délka obou tunelů i příznivá vzdálenost staveb nabízejí při betonáži definitivního ostění možnost použití jediného bedničky vozu. Konstrukci tunelu raženého NRTM tvoří primární a sekundární ostění s mezilehlou izolací. Revidované TKP 20 nepřipouští u novostaveb železničních tunelů průsaky vody ostěním. Hydrogeologické poměry zájmového území umožňují zajistit požadovanou třídu vodotěsnosti systémem „deštník“, a mezilehlá plášťová izolace je proto navržena pouze v oblasti horní klenby tunelu. Voda je sváděna k opěří a pomocí podélné tunelové drenáže dále k vyzjedovým portálům tunelů. Malý podélný sklon tunelu Hněvkovský I. umožňuje odvádění vody k portálům průběžnou podélnou drenáží. Nedostatečný spád je v případě boční drenáže řešen podélným „zazubením“ se sklonem větším než sklon tratě. Omezené prostorové možnosti za rubem definitivního ostění v oblasti patek umožňují návrh minimálního sklonu drenáže 3 ‰ pouze na vzdálenost max. 24 m. To vede k zdvojnásobení počtu šachet na čištění drenáže, které jsou umístěny jak v každém záchranném výklenku, tak i v prostoru kolejiště v ose tunelu. V místě šachet je voda sváděna příčnou drenáží do střední tunelové stoky, jejíž sklon nekoresponduje se sklonem tratě, a v podélném směru dochází k jejímu zahloubení až na úroveň spodní klenby tunelu. Půdorysné schéma odvodnění je uvedeno na obr. 5.

Odvodnění tunelu Malá Huba podélnou drenáží umožňuje odvedení vody z bočních drenáží i střední tunelové drenáže v jednotném sklonu k vyzjedovému portálu tunelu. Oba systémy nejsou propojeny a střední tunelová drenáž slouží pouze k odvedení vody použité např. při zásahu požárním v tunelu.

Tloušťka primárního ostění ze stříkaného betonu C16/20 se pohybuje v závislosti na technologické třídě výrubu NRTM od 150 mm do 250 mm.

Sekundární ostění ražených úseků z betonu C25/30 má minimální tloušťku ve vrcholu klenby 350 mm. Směrem k opěří se tloušťka zvětšuje až na cca 600 mm. Ostění hloubeného tunelu (portálových pásů) minimální tloušťky 600 mm tvoří železobetonová konstrukce z betonu C25/30 odolného proti průsakům vody. Betonáž konstrukce definitivního ostění probíhá po blocích délky 12 m do bedničky vozu. Tunel Hněvkovský I. je navržen v celé délce se spodní klenbou. Stabilitu střední části tunelu Malá Huba, ražené v technologické třídě výrubu III., zajišťuje klenba definitivního ostění založená na patkách. V ostatních částech tunelu je ostění navrženo se spodní klenbou. V ražené části tunelu spojuje horní klenbu a spodní klenbu (resp. patky) kloubový styk. Portálové pásy tvoří rámová konstrukce s vetknutím horní a spodní klenby, která lépe přenáší nesymetrické zatížení zpětným zášypem.

K normou požadovaným bezpečnostním prvkům, které ovlivňují konstrukční řešení, patří záchranné výklenky umístěné v rastru 24 m (v každém druhém tunelovém pásu). V místě výklenků jsou situovány další prvky vybavení tunelu. Jedná se zejména o kabelové šachty, šachty na čištění drenáže, světelná a zásuvková okruha, hydranty požárního vodovodu nebo bryky pro měření účinků bludných proudů. Pro zvýšení bezpečnosti pracovníků provádějících kontrolu tunelu slouží kromě záchranných výklenků pevná pochozí stezka situovaná na obou stranách tunelu. Osoby v tunelu jsou během pochůzky vystaveny účinkům pistového efektu projíždějícího vlaku. Nezbytnou oporu poskytuje v této situaci madlo upevněné k ostění ve výšce 1,1 m nad úrovní stezky. Pod úrovní stezky vedou kabelové kanály a požární vodovod.

HLOUBENÉ ÚSEKY TUNELŮ

Portálové úseky tunelů tvoří významný krajinný prvek a jejich řešení vyžaduje citlivý přístup jak z hlediska tvaru konstrukce, tak použitých materiálů. Proto jsou portálové svahy a zářezy před tunelem stabilizovány gabionovými zdmi, které díky přírodnímu materiálu konstrukce lépe odpovídají rázu krajiny. Pro posouzení z estetického hlediska slouží počítačové 3D modely území, na základě kterých je vytvořena vizualizace. Vizualizace uvedené na obrázcích 6 až 9 znázorňují umístění stavby v krajině i napojení tunelu na mostní konstrukci před portálem.

Oba tunely vcházejí do hory pod ostrým úhlem. Rozsah hloubených úseků limituje taková výška nadloží, která zajišťuje možnost vytvoření dostatečně únosného horninového prstence v okolí výrubu. U šikmého vedení trasy vzniká v případě hloubených úseků problém nesymetrického zatížení ostění, které nepříznivě ovlivňuje průběhy vnitřních sil a deformací, zvyšuje nároky na dimenze ostění, a tím i celkovou cenu díla (viz obr. 10). Materiál zpětných zášypů je zpravidla výrazně horších geotechnických parametrů než stávající rostlá hornina a není schopen spolu s ostěním plnit nosnou funkci. Působí pouze jako opora s obtížně stanovitelnými geotechnickými parametry a veškeré zatížení přenáší ostění hloubeného tunelu.

Z uvedených důvodů bylo v průběhu projektu snahou zpracovatelů minimalizovat délku hloubených úseků a nalézt takové řešení, které by v maximální možné míře využilo nosné funkce horninového masivu. K tomu přistupovali a požadavek omezení rozsahu zemních prací v obtížně rozpojitelném horninovém prostředí. Na vyzjedovém portálu tunelu Hněvkovský I. dosahuje délka hloubených částí 36 m, na ostatních třech portálech je rozsah hloubených částí omezen pouze na portálové pásy délky 12 m. U vyzjedových portálů je problematika nízkého nadloží řešena použitím metody „želva“ (viz obr. 11).

Výstavba vyzjedového portálu tunelu Malá Huba je ztížena skutečností, že konstrukce portálového pásu přímo navazuje na nově budovaný most přes řeku Moravskou Sázavu. Přístup k portálu i vzájemná koordinace obou staveb bude klást zvýšené nároky na plán organizace výstavby i vlastní provádění.

ÚSEKY RAŽENÉ POD OCHRANOU KLENBY

Úseky tunelu s nízkým nadložím je možno budovat v otevřené stavební jámě

been designed to suit the combined tunnel clearance profile prescribed for electrified tracks. A fundamental change affecting the dimensions of the excavated cross section brought about by the revised standard is an increase in the safety margin size from the original 150 mm to 300 mm. The clearance height of 6 m and track centre distance of 4 m are another parameters defining the dimensions of the tunnels. The minimum difference between the radii of horizontal curves and between the super-elevations of the tracks allowed an identical shape of the structure to be designed for both tunnels. The short length of both tunnels and favourable distance between the two construction sites offer a possibility of applying a single mobile shuttering set for the casting. The structure of the tunnel excavated by the NATM consists of primary and secondary liners with intermediate waterproofing.

The revised specifications TKP 20 do not allow any leakage through the lining for newly built rail tunnels. Hydrogeological conditions within the area in question allow an application of an "umbrella" system ensuring achievement of the watertightness class required. Therefore the intermediate watertight jacket was designed for the area of the tunnel vault. Water is diverted to the side wall areas and further, through lateral tunnel drainage, to the tunnel exit portals.

The small longitudinal gradient of the Hněvkov I tunnel does not allow water to be diverted towards the portal through a continuous longitudinal drainage. The lack of gradient in the side drainage has been resolved by a longitudinal "indentation" having its bottom gradient greater than that of the track. The limited space available behind the final lining in the springing area allows the minimum drainage gradient of 3 ‰ to be designed for a maximum distance of 24 m only. As a result, the number of drainage inspection shafts had to be doubled. The shafts are located both in each safety recess and on the tunnel centre line. Water is conveyed from each shaft to the central tunnel conduit through transversal drains. The gradient of the conduit does not correspond with the track gradient. The conduit continually deepens in the longitudinal direction, down to the tunnel invert level. The drainage layout is shown in Fig. 5. The longitudinal drainage system in the Malá Huba tunnel allows evacuation of water through side drains and a central drain to the tunnel exit portal. All drains are laid at a uniform gradient. The two sub-systems are not interconnected. The central drain is to be used for the evacuation of water needed for example for a fire suppression purpose.

The thickness of the C16/20 shotcrete primary liner varies, depending on the NATM excavation class, from 150 mm to 250 mm.

Secondary lining of mined sections is made of C25/30 concrete. Its minimum thickness at the crown is 350 mm. The thickness grows towards the arch springing up to 600 mm. The minimally 600 mm thick lining of the cut-and-cover tunnel (portal sections) is a reinforced concrete structure built using C25/30 water-retaining concrete. The final lining casting is carried out in blocks, by means of a 12 m long moving shutter. The Hněvkov I tunnel design contains an invert structure for the entire length. The stability of the central part of the Malá Huba tunnel, which is driven in excavation class III, is secured by a final lining vault resting on springers. A tunnel lining with invert has been designed for the other tunnel parts. Hinge joints connect the tunnel vault and invert (i.e. the springers) in the mined section. The portal sections consist of a frame structure with hingeless joints between the upper vault and invert. This design carries better the asymmetric loading by the backfill.

Safety recesses required by the standard, located in every other block at 24 m spacing, also affect the design. Also other elements of the tunnel equipment are situated close to the recesses, i.e. cable shafts, drainage inspection shafts, lighting and receptacles installation, fire hydrants or stray current effect measurement points. Apart from the recesses, permanent emergency walkways leading along either side of the tunnel help enhance the safety of the tunnel checking staff. Persons walking in the tunnel are exposed to the piston effect induced by passing trains. A handrail fixed to the tunnel liner 1.1 m above the walkway level provides the support necessary. Cable ducts and the fire main are led under the walkway level.

CUT-AND-COVER TUNNEL SECTIONS

Portal sections of tunnels are a significant landscape feature. Therefore their design requires a sensitive attitude both in terms of the structure's shape and materials used. For that reason the portal slopes and cuts in front of the tunnel are stabilised by gabion walls, which better correspond with the landscape character thanks to the natural material used for their construction. Computer visualisation developed on the basis of 3D models of the area is used for assessing the aesthetic impression. The visualisations shown in figures 6 to 9 depict the positioning of the construction in the landscape and the connection of the tunnel to the bridge structure in front of the portal.

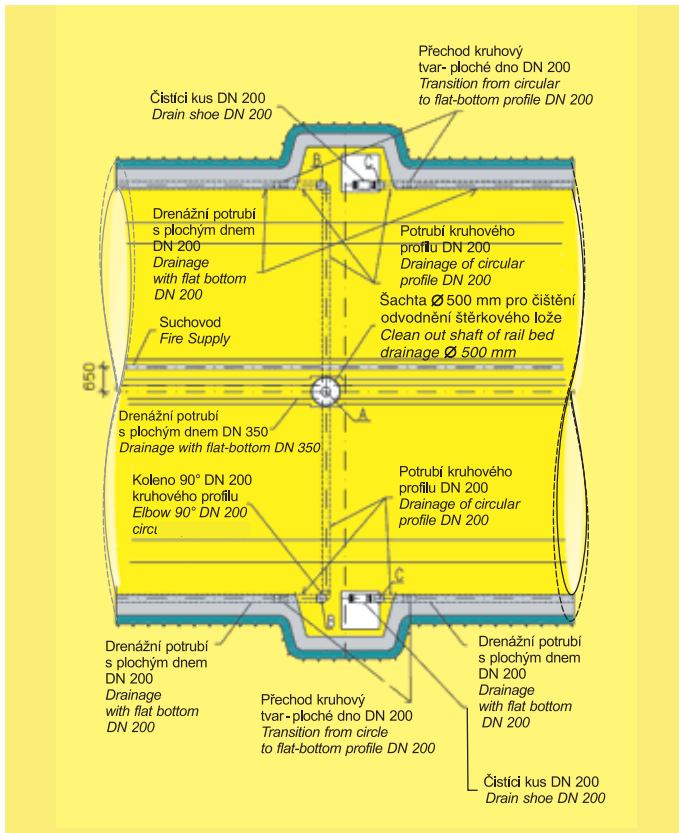
Both tunnels enter the mountain at an acute angle. The length of cut-and-cover sections is determined by the thickness of the overburden, which must allow the creation of a rock ring around the underground opening having a sufficient load bearing capacity. At an alignment coming to the mountain at an angle, a problem exists in cut-and-cover solutions consisting in asymmetric loading of the lining. The asymmetry affects negatively the curves of internal forces and deformations, increases the requirements for the dimensions of the lining and, consequently, results in a higher total cost (see Fig. 10). Geotechnical parameters of the backfill material are usually worse than those of the existing natural rock, therefore the backfill is not capable of bearing the loads jointly with the liner. It acts as a support only, whose geotechnical parameters are hard to determine. The whole load is carried by the cut-and-cover tunnel's lining.

For the above reasons the designers' effort was to minimise the cut-and-cover section length and find such a solution which would make maximum possible use of the load-bearing function of the rock mass. This idea was also supported by a requirement to reduce the scope of earthwork in the hard-to-disintegrate rock environment. The cut-and-cover section of the Hněvkov I tunnel is 36 m long at the entrance portal side, while the extent of the other three cut-and-cover sections is limited to 12 m long portal blocks. The issue of the shallow overburden at exit portals has been resolved by the application of the "Turtle" method (see Fig. 11).

The construction of the Malá Huba entrance portal is made more difficult by the fact that the portal block structure directly links to a newly built bridge over the Moravská Sázava River. The access to the portal and co-ordination of the two construction sites will put increased demands on both the construction organization plan and the work execution proper.

SECTIONS EXCAVATED UNDER THE PROTECTIVE ARCH

Tunnel sections where a shallow cover exists can be built in an open cut or they can be driven applying special measures, bearing a lower or higher risk of the overburden collapsing. Since neither buildings nor utility services are found above the tunnels, no special technological procedures had to be designed and



Obr. 5 Půdorysné schéma odvodnění tunelu Hněvkovský I.
Fig. 5 Ground plan of the drainage in the Hněvkov I tunnel



Obr. 6 Vjezdový portál tunelu Hněvkovský I.
Fig. 6 The entrance portal of the Hněvkov I tunnel



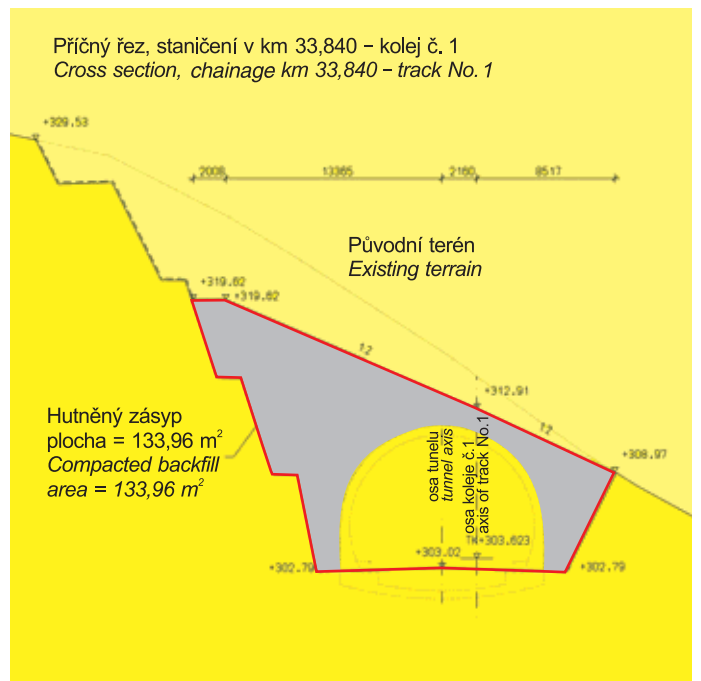
Obr. 7 Výjezdový portál tunelu Hněvkovský I. – zpevnění portálového svahu gabionovou zdí
Fig. 7 The exit portal of the Hněvkov I tunnel – the portal slope supported by a gabion wall



Obr. 8 Vjezdový portál tunelu Malá Huba – napojení tunelu na most přes Moravskou Sázavu
Fig. 8 The entrance portal of the Malá Huba tunnel – the connection of the tunnel to the bridge over the Moravská Sázava River



Obr. 9 Výjezdový portál tunelu Malá Huba – zajištění zářezy gabionovou zdí
Fig. 9 The exit portal of the Malá Huba tunnel – stabilisation of the cut by a gabion wall



Obr. 10 Stavební jáma – nesymetrický zásyp konstrukce hloubeného tunelu na vjezdových portálech
Fig. 10 Construction pit – asymmetric backfilling of the cut-and-cover tunnel structure at entrance portals

nebo razit za zvláštních opatření s větším či menším rizikem prolomení nadloží. Vzhledem k tomu, že se v nadloží tunelů nenacházejí objekty ani inženýrské sítě, nebylo nutno navrhnout zvláštní technologické postupy a vynakládat další finanční prostředky k razbě tunelu hornickým způsobem. Vysoká pevnost a obtížná rozpojitelnost horninového masivu vedla k požadavku snížení objemu zemních prací. Metoda „želva“, navržená na vjezdových portálech obou tunelů, umožňuje snížit hloubku stavební jámy na úroveň kaloty tunelu se všemi výhodami, které tato skutečnost přináší (snížení objemu výkopů a zásypů, zajištění svahů stavební jámy, statické chování konstrukce ostění apod.). Až do úrovně vrcholu klenby budoucího tunelu probíhá odtěžování stavební jámy bez omezení a zvláštních opatření. Sklony jámy jsou navrženy v souladu s geotechnickými parametry zemín, resp. hornin v dané lokalitě. Pod úrovní vrcholu klenby začíná odtěžování se současnou úpravou výkopu do tvaru klenby tunelu. Hornina tvoří přirozené bednění klenby „želvy“. Před zahájením ražby je konstrukce „želvy“ zasypana a povrch území je možno upravit do definitivní podoby. Ražba probíhá následně pod ochrannou klenbu. Kromě již popsaných výhod umožňuje metoda použití stejných technologických postupů a zařízení jako v raženém tunelu, včetně tak nákladného zařízení, jakým je bednicí vůz.

ÚSEKY TUNELŮ RAŽENÉ NRTM

Po prostudování výsledků inženýrskogeologického průzkumu byly ražené úseky rozčleněny do technologických tříd výrubu NRTM. Každá technologická třída výrubu přesně definuje způsob členění výrubu, délku záběru a způsob zajištění stability výrubu po čas ražby. Délka úseku se stejnou technologickou třídou i jeho poloha závisí zejména na kvalitě horninového prostředí, výšce nadloží a vzdálenosti od portálu. Dobrá kvalita horninového prostředí umožňuje s výhodou použít hydraulicky upínatelné svorníky (HUS). Pouze v oblasti portálu v technologické třídě výrubu V. probíhá stabilizace výrubu kotvami SN délky 4 m osazovanými do vrtů s cementovou závlivkou, jejichž vlastnosti lépe vyhovují předpokládanému způsobu porušení masivu.

Požadavky na obsah projektové dokumentace i způsob provádění definují spolu s vyhláškami Českého báňského úřadu i zcela přepracované TKP 20 (zpracovatel ILF Consulting Engineers). Ražba probíhá u obou tunelů od vjezdového portálu s tím, že na vjezdovém portálu je proveden zárodek kaloty a dále v kalotě vyraženo cca 10 m tunelu, aby prorážka probíhala v hoře. Upravení technologického postupu a způsobu zajištění výrubu provádějí přímo na stavbě odpovědní zástupci stran zúčastněných na výstavbě. Měny mají zásadní vliv na ekonomický výsledek celé stavby tunelu. Podíl činností spojených s ražbou a zajištěním výrubu na celkové ceně ukazuje následující graf (viz obr. 12). V obdobném poměru je i míra zodpovědnosti za případné změny.

Jako příklad je použit již realizovaný tunel Vepřek, jehož parametry (tvar přič-

no other costs spent on the tunnel driving carried out by mining methods. The high strength and difficult way of disintegration of the rock mass resulted in a requirement that the earthwork volume be reduced. The "Turtle" method designed for the exit portals of both tunnels allows a reduction of the construction pit depth to the level of the tunnel calotte, with all advantages brought about by this method (reduced volume of excavation and backfill, support of the pit slopes, improved behaviour of the lining structure in terms of statics etc.). The excavation of the construction pit progresses without restrictions and special measures down to the level of the crown of the future tunnel. The angles of the pit slopes have been designed to comply with the geotechnical parameters of the ground or rock in the given location. Under the vault crown level, the excavation is carried out in another manner, forming a "rock mould" having the shape of the future tunnel vault. Eventually, a "turtle mail", i.e. the tunnel vault is cast on this natural formwork. The vault is backfilled before the tunnel excavation proper starting, then the ground surface can be restored. The tunnel excavation is carried out subsequently, under the protection of the vault. In addition to the above advantages, there is another feature of this method consisting in the possibility to use the same technological procedures and equipment as for the mined tunnel section, including such costly equipment as the mobile shuttering.

THE NATM DRIVEN TUNNEL SECTIONS

When the engineering and geological investigation results study had been finished, the sections to be mined were divided into NATM excavation technological classes. Each technological excavation class defines exactly the way of the excavation sequencing, the round length and the method of the excavation supporting during the excavation operations. The length and position of a section for which a particular technological excavation class is defined depend primarily on the rock environment quality, the cover thickness and the distance from the portal. Good quality of the rock environment allows taking advantage of the utilisation of hydraulic expansion shell rockbolts. SN anchors are used for the stabilisation of the portal area excavation only, i.e. for technological excavation class V. Anchors 4 m long are inserted into boreholes filled with cement mortar. Their properties suit better the expected manner of the rock mass failure.

Requirements for the content of the design documentation and for the construction method are defined, apart from the regulations issued by the Czech Bureau of Mines, also by completely revised TKP 20 (elaborated by ILF Consulting Engineers). The excavation of both tunnels starts from the exit portals, with germs of top heading followed by 10 m of top heading excavation carried out at the entrance portals so that the breakthroughs take place inside the mountain. The technological procedure and the manner of the excavation supporting are refined on the job site by responsible representatives of the project participants. The modifications have an essential influence on economic results of the overall tunnel project. How the activities related to the excavation and excavation support account for the total tunnel construction cost is shown in the following chart (see Fig. 12). The extent of responsibility for contingent changes follows a similar distribution pattern.

ZASTOUPENÍ TŘÍD VÝRUBU V TUNELECH					DISTRIBUTION OF EXCAVATION CLASSES IN THE TUNNELS				
Třída výrubu	V.	IV.	III.	Želva	Excavation class	V.	IV.	III.	Turtle
Malá Huba	64 [m]	44 [m]	168 [m]	24 [m]	Malá Huba	64 [m]	44 [m]	168 [m]	24 [m]
Hněvkovský I.	60 [m]	36 [m]	-	36 [m]	Hněvkovský I.	60 [m]	36 [m]	-	36 [m]

ného řezu, délka tunelu, způsob zajištění výrubu apod.) přibližně odpovídají popisovaným tunelům. Uvedené hodnoty odpovídají kontrolnímu rozpočtu v úrovni projektu stavby.

Tunel Hněvkovský I.

V celé délce raženého úseku se jedná o případ tunelu prováděného s nízkým nadložím, jehož výška se pohybuje v rozmezí od 6 do 12 m. Tomu odpovídá i zvolený technologický postup výstavby a způsob zajištění stability výrubu. Ražba probíhá dovrchně proti směru staničení tratě, tj. od začátku raženého úseku v km 33,983 až do staničení km 33,851. Pro větší přehlednost a možnost snazší orientace v tunelu během stavebních prací je osa tunelu staničena ve směru ražby v tunelových metrech. Počátek staničení je totožný se začátkem raženého úseku.

Pro předpokládané geotechnické podmínky byly stanoveny 2 základní technologické třídy výrubu NRTM (TV-IV. a TV-V.). Technologický postup prací probíhá podle zásad NRTM. Stabilitu výrubu při ražbě kaloty zajišťuje zpočátku konstrukce želvy, která plní funkci primárního ostění. Ražba jádra pod želvou odpovídá zásadám platným pro technologickou třídu výrubu V. Vzhledem k zastíženým inženýrskogeologickým poměrům nelze provádět rozpojování hornin bez použití trhacích prací. Primární ostění tvoří stříkaný beton se sítí, příhradovými nosníky a kotvami. Profil tunelu je horizontálně členěn na kalotu, jádro a počvu. V podélném směru vzdálenost jednotlivých čleeb závisí na zastížených geotechnických podmínkách a je určena technologickou třídou výrubu. Ražba probíhá dovrchně od vjezdového portálu směrem k vjezdovému portálu. Z hlediska odvodnění po dobu výstavby je nutno zřizovat pracovní jímky a vodu čerpat do usazovací jímky před raženým portálem tunelu. Prakticky nulový podélný sklon tunelu neumožňuje odvádět vodu samospádem. Vzhledem k očekávaným malým přítokům podzemní vody půjde zpravidla o vodu technologickou, zejména z vrtání kotev a vrtů pro trhací práce. V technologické třídě výrubu V. zvyšuje stabilitu přístrojů deštník z „jehel“ (betonářská ocel Ø 25 mm délky 4 m) osazovaných do vrtů s roztečí 400 mm v každém druhém záběru. Navržené opatření rovněž snižuje možnost vzniku nadvýrubů, a tím i spotřebu stříkaného betonu na jejich vyplnění. Třída výrubu IV. je určena do střední části tunelu, tj. do oblasti s vyšším nadložím.

Tunel Malá Huba

Technologický postup i princip výstavby odpovídá zásadám popsaným v části týkající se tunelu Hněvkovský I. Vzhledem k výšce nadloží, dosahující až 40 m, parametřům horninového masivu a větší délce tunelu byl ražený úsek rozdělen do tří technologických tříd výrubu. Doplněná technologická třída výrubu III. je určena do nejlepších geotechnických poměrů. Ražba v tomto úseku probíhá bez provádění spodní klenby a výtůž primárního ostění příhradovými rámy je navržena pouze v kalotě. To umožňuje spolu se zvětše-

The already completed tunnel Vepřek, whose parameters (cross section shape, tunnel length, excavation support method etc.) are roughly identical with those of the tunnels described in this article, is used as an example. The values stated correspond to a check estimate at the final design level.

The Hněvkov I Tunnel

This tunnel is along its overall length an example of tunnels excavated under a shallow cover, whose thickness varies from 6 to 12 m. The technological procedure and the manner of the excavation support have been chosen to respect this fact. The tunnel is excavated uphill, in the direction contrary to the track chainage direction, i.e. from the starting point of the mined section at km 33,983 up to the chainage of km 33,851. For clearer arrangement and easier orientation in the tunnel during the works execution, the tunnel chainage measured in metres of the tunnel follows the excavation direction. The chainage beginning is identical with the mined section starting point.

Two basic technological NATM excavation classes (EC-IV and EC-V) have been used for the definition of the anticipated geotechnical conditions. The technological procedure corresponds to the NATM rules. The excavation stability during the initial top heading excavation phase is secured by the "turtle", i.e. the vault, having the function of primary lining. The bench under the vault is excavated according to the NATM rules valid for the technological excavation class V. Due to the engineering and geological conditions encountered it is impossible to break the rock without blasting. The primary lining consists of shotcrete with mesh, lattice girders and anchors. The tunnel cross section is divided horizontally into top heading, bench and invert. Longitudinally, the distance of individual partial faces depends on the geotechnical conditions encountered, and is determined by the technological excavation class. The excavation is carried out uphill from the exit portal towards the entrance portal. The evacuation of water during the works execution requires working sumps to be built with water being pumped from the sumps to a sedimentation tank set in front of the mined tunnel portal. Virtually zero longitudinal tunnel grade does not allow water to gravitate out. The expected groundwater inflows are small therefore water in the tunnel will usually come from technological processes, mainly drilling for anchors and blasting. The crown stability in technological excavation class V is improved by spiles forming an umbrella (concrete reinforcement bars 25 mm in diameter, 4 m long), inserted into boreholes at 400 mm spacing in every other round. The designed measure also diminishes the possibility of overbreaks and consequent consumption of shotcrete used for backfilling of the voids. The excavation class IV is determined for the central part of the tunnel, i.e. for the higher overburden section.

The Malá Huba Tunnel

The technological procedure and the construction principle follow the rules described above in the part concerning the Hněvkov I tunnel. Because of the overburden depth reaching up to 40 m, the rock mass parameters and greater length of the tunnel, the mined section of the tunnel was divided into three technological excavation classes. The technological excavation class III added is used for the best geotechnical conditions. This section is excavated without

ZÁKLADNÍ INFORMACE O TECHNOLOGICKÝCH TŘÍDÁCH VÝRUBU NRTM
BASIC INFORMATION ON TECHNOLOGICAL NATM EXCAVATION CLASSES

Popis <i>Description</i>	Třída výrubu III. <i>Excav. Class III</i>	Třída výrubu IV. <i>Excav. Class IV</i>	Třída výrubu V. <i>Excav. Class V</i>
Plocha výrubu kaloty <i>Top heading excavation cross section</i>	57,978 m ²	58,937 m ²	59,903 m ²
Plocha výrubu jádra <i>Bench excavation cross section</i>	35,379 m ²	35,598 m ²	35,917 m ²
Plocha výrubu počvy <i>Invert excavation cross section</i>	7,717 m ²	19,005 m ²	20,817 m ²
Tloušťka primárního ostění <i>Primary lining thickness</i>	150 mm	200 mm	250 mm
Délka záběru v kalotě <i>Top heading round length</i>	2,0 m	1,4 m	1,0 m
Použité kotvy <i>Anchors applied</i>	HUS, L = 3 m HES, L = 3 m	HUS, L = 4 m HES, L = 4 m	SN, L = 4 m SN, L = 4 m
Výztuž primárního ostění <i>Primary lining reinforcement</i>	1 x síť, rámy v kalotě h = 100 mm 1 x mesh <i>girders at top heading</i> h = 100 mm	2 x síť, rámy h = 120 mm 2 x mesh <i>lattice girders</i> h = 120 mm	2 x síť, rámy h = 150 mm 2 x mesh <i>lattice girders</i> h = 150 mm
Předpokládaná deformace <i>Anticipated deformations</i>	≤ 30 mm	≤ 40 mm	≤ 50 mm

nou délkou záběru až na max. 2 m podstatně zrychlit ražbu, a tím i snížit výslednou cenu za metr vyraženého tunelu.

ZÁVĚR

Při trasování nových tratí by bylo vhodné přistupovat k návrhu trasy s vědomím, že tunely jsou stavby velmi nákladné a mají svá specifika. Při rozhodování o umístění tunelu zpravidla hraje zásadní roli cena, která odpovídá délce tunelu. Je však otázkou, zda nejkratší tunel představuje z hlediska dlouhodobé perspektivy vždy tu neoptimalnější variantu. V komplikované finanční situaci vede snaha o minimalizaci výkupu pozemků a zkrácení tunelové části stavby často k „uvěznění“ kolejového řešení do tunelu ve směrovém oblouku malého poloměru. V konečném důsledku tato „úspora“ znamená degradaci tratě na několik generací a prakticky vylučuje možnost vylepšení parametrů trati v budoucnosti.

Nová rakouská tunelovací metoda se již pomalu začíná v případě železničních tunelů v síti Českých drah zabydlovat. Po úspěšné realizaci tunelu Vepřek (projekt ILF Consulting Engineers, realizace Metrostav), slavnostně uvedeném do provozu 27. 5. 2002, následovaly projekty tunelů Krasíkovský I. a II. (Metroprojekt Praha) a Nového spojení (SUDOP Praha). Pokud pomineme Nový třebovický tunel (ILF Consulting Engineers), navržený jako ražený pod ochranou stropní desky a podzemních stěn, a jednokolejný tunel Břeženský, kde v současné době probíhá ražba metodou obvodového vrubu (projekt SUDOP Praha, realizace Metrostav), budou nebo již jsou ostatní železniční tunely raženy pomocí NRTM. Tato skutečnost ukazuje, že NRTM je moderní metodou použitelnou v širokém spektru horninových prostředí, která umožňuje dosažení příznivých ekonomických výsledků.

Rok 2003 bude v České republice rokem železničních tunelů. V průběhu roku bude ve výstavbě 7 ražených železničních tunelů, což je stav, který nemá v historii Českých drah obdoby. Jedná se o jasný signál, že modernizace železničních koridorů a rozvoj železniční dopravy zastává v České republice nezastupitelné místo. Úspěšná realizace staveb s dobrými technickoekonomickými výsledky představuje společný cíl investorů, projektantů i dodavatelů.

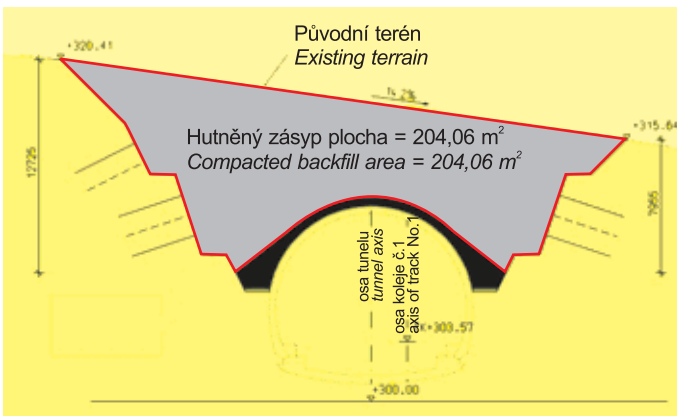
the invert execution, and the reinforcement of the primary lining by lattice arches has been designed for the top heading excavation only. This, together with the round length increased up to 2 m, allows a substantial acceleration of the excavation work and, as a result, also a reduction of the final unit cost of one excavated meter of the tunnel.

CONCLUSION

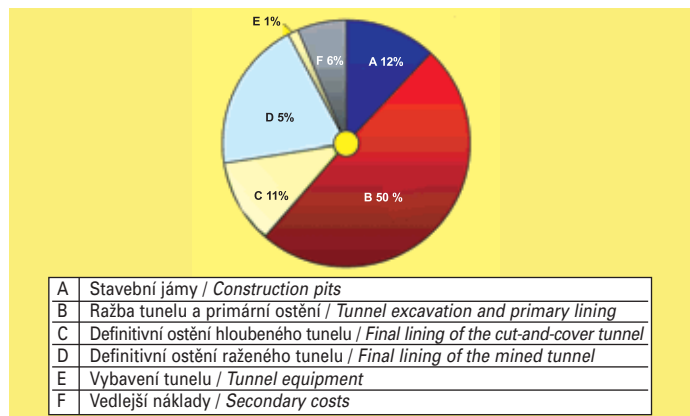
It would be reasonable during the process of designing alignments of new tracks to realise that tunnels are very expensive structures and that they have their own particulars. Usually the deciding factor in the process of selecting the tunnel location is the initial cost, which depends on the tunnel length. Although, whether the shortest tunnel variant is always the optimal one is questionable in terms of a long term perspective. In a complicated financial situation, an effort to minimise the need for buying land and achieve as short tunnel section length as possible often leads to a decision to "confine" the rail track within a tunnel whose horizontal curve diameter is too small. Eventually, this "saving" means a degradation of the track for several generations ahead and virtually makes a future improvement of the track impossible.

The application of the New Austrian Tunneling Method to railway tunnels becomes gradually established within the network of Czech Railways' tracks. Designs for the Krasíkov I and II tunnels (Metroprojekt Praha) and the New Connection (SUDOP Praha) followed after the successful completion of the Vepřek tunnel construction (ILF Consulting Engineers designer, Metrostav a.s. contractor), which was inaugurated on 27 May 2002. If we dismiss the New Třebovice cover-and-cut tunnel (ILF Consulting Engineers) excavated under the protection provided by the roof deck and diaphragm walls, and the Břežno single-track tunnel which is currently being excavated by the mechanical pre-cutting method (SUDOP Praha designer, Metrostav a.s. contractor), the other rail tunnels will be or are being driven by the NATM. This fact proves that the NATM is a modern method applicable within a wide range of rock environments, which allows favourable economic results to be reached.

The year 2003 will be the year of rail tunnels in the Czech Republic. Seven rail tunnels will be under construction during the year. There has been no analogy to this state in the history of Czech Railways. It signals clearly that the process of upgrading railway corridors and developing the rail transport is keeping an irreplaceable position. This is because successful implementation of projects achieving good technical and economic results is a common goal of investors, designers and contractors.



Obr. 11 Snížení rozsahu zemních prací použitím metody „želva“ na výjezdových portálech
 Fig. 11 Reduction in the earthwork scope at exit portals by means of the "Turtle" method



Obr. 12 Finanční zastoupení jednotlivých etap výstavby tunelu Vepřek
 Fig. 12 Distribution of finances among the individual phases of the Vepřek tunnel construction

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTION

AKTUALITY Z PODZEMNÍCH STAVEB
(STAV K 31. 12. 2002)NEWS FROM UNDERGROUND CONSTRUCTION
(AS OF DEC 31, 2002)

ČESKÁ REPUBLIKA

CZECH REPUBLIC

Tunel Mrázovka

Ražby v tunelu Mrázovka skončily v červnu 2002. V současné době se provádí instalace hydroizolace po celém obvodu tunelových trub a následně montáž armatury a betonáž definitivního ostění s využitím pojízdného bednicího vozu. Na úseku Metrostavu se používá 1 vůz; délka sekce je 7,5 m. V ZTT byla v listopadu dokončena betonáž definitivního ostění dna a ke konci roku je vybetonováno cca 600 m klenby z celkové délky 653 m. Pro betonáže definitivního ostění se používá beton třídy B30 (C 25/30).

Tunel Mrázovka je součástí pražského městského okruhu na území Prahy 5 v úseku Radlická – Strahovský tunel. Navazuje na něj úsek Zličov – Radlická, který byl uveden do provozu 28. 10. 2002. Jeho součástí je hloubený silniční tunel délky 165 m, kterým městský okruh podchází železniční trať Praha – Plzeň a Praha – Rudná.

Tunel Březno

Jednokolejný železniční tunel délky 1758 m je realizován na přeložce trati Březno u Chomutova – Chomutov. Jeho ražená část má délku 1478 m a je prováděna metodou obvodového vrubu s předklenbou. V současné době na stavbě probíhá nejen vlastní ražba, ale také betonáž definitivního ostění tunelu, což klade v profilu jednokolejného tunelu velké nároky na organizaci práce. K 31. 12. 2002 bylo provedeno celkem 127 ks předkleneb a vyraženo je 550 m tunelu v primárním ostění. Definitivní konstrukce dna je provedena v délce 170 m, s odstupem se provádí izolace a připravuje se betonáž první sekce definitivního ostění klenby.

Metro trasa IV C1

Prodloužení trasy C pražského metra směrem do severních sídlištních celků Prahy se uskutečňuje výstavbou 1. části IV. provozního úseku. Z celkové délky 3900 m se razí asi 2700 m. Všechny ražby byly již dokončeny včetně výrubu první ražené jednolodní stanice na pražském metru – stanice Kobylisy (délka staničního tunelu 147,9 m; plocha výrubu cca 230 m²). Vyraženy jsou také oba eskalátorové tunely. Celkový objem ražených objektů byl přibližně 200 000 m³. Nyní se provádí definitivní ostění traťových tunelů a v prosinci 2002 bylo zahájeno definitivní ostění stanice Kobylisy betonáží dna.

Ocenění stavby autobusů pod řekou Vltavou

Jak je obecně známo, podchod Vltavy na trase metra IV C1 byl proveden unikátní metodou vysouvání železobetonových monolitických autobusů délky přibližně 160 m z jímky na trojském břehu. Tato stavba získala v říjnu 2002 na světovém betonářském kongresu FIB v japonské Ósace jedno z pěti nejvyšších ocenění.

V době srpnových povodní byly oba autobusy již bezpečně uloženy v zářezu pod vltavským dnem a katastrofální povodeň bez problémů přečkaly. Při použití klasické technologie jímkování by jistě došlo k destrukci jímek a dalším škodám.

Městský okruh Praha, průzkumná štola Blanka

Pro budoucí tunel městského okruhu mezi Špejcharem a Pelc-Tyrolkou se razí průzkumná štola. Ražba probíhá z těžní šachty na břehu řeky Vltavy v Praze-Troji. Průzkumná štola je dlouhá přibližně 1680 m a razí se převážně v jižní tunelové trubě budoucího tunelu, pouze na konci se štola rozdvouje a v prostoru severní tunelové trouby se také razí 230 m štoly. Hlavní stavební místo bylo silně postiženo povodní v srpnu 2002. Je vyraženo prvních asi 100 m od těžní šachty.

Tunel Plasina, Chorvatská republika

V srpnu 2002 byla mezi objednatelům Hrvatske Autocest, d. o. o., Zagreb

The Mrázovka tunnel

Excavation works on the Mrázovka tunnel have been completed in June 2002. Currently, waterproofing along the entire tunnel periphery is being installed, subsequently steel reinforcement assembled and concrete placement of the final lining using a mobile formwork carried out. One form set is being used on the Metrostav section, which is 7,5 m long. Within the western tunnel tube, concrete placement of the bottom final lining was completed in November and by end of the year, 600 of the 653 m of the total vault length will have been concreted. As for concrete placement of the final lining, a B30 (C 25/30) concrete is being used.

The Mrázovka tunnel is part of the Prague city ring road in Prague 5 in the section Radlická-Strahovský tunnel. It is linked to the section Zličov-Radlická, which was put into operation as of October 28, 2002. 165 m long cut-and-cover road tunnel is to be found there, by which the city ring road underpasses the railway track Praha-Plzeň and Praha-Rudná.

The Březno tunnel

1758 m single-track railway tunnel is realized on the bypass track Březno by Chomutov – Chomutov. Its mined section is 1478 m long and is being carried out using the method of peripheral cut with pre-vaults. Currently, not only the own excavation advances at the construction site, but also concrete placement of the final tunnel lining is being carried out, and, considering a single-track tunnel, that puts distinct requirements on the organization of work. As of December 31, 2002 altogether 127 pcs of pre-vaults were realized and 550 m of the tunnel is excavated in primary lining. Final framework is carried out along 170 m, with certain distance the waterproofing is being realized and concrete placement of first part of the final vault lining prepared.

Subway line IV C1

Extension of C line of the Prague subway in the direction of northern residential regions of Prague is being realized by construction of the first part of the IV. operational section. From the entire length of 3900 m, app. 2700 m are mined. All excavations have already been completed, including cut of the first mined single-bay station in the Prague subway – Kobylisy station (Length of the station tunnel of 147,9 m; excavated cross section of app. 230m²). Also both escalator tunnels are excavated. The total volume of mined structures reached app. 200 000 m³. Currently, final lining of the running tunnels is being carried out while in the Kobylisy station, final station lining started with concrete placement of the bottom in December 2002.

Award for the construction of tubes below the Vltava River

As commonly known, underpass of Vltava on the IV C1 subway line was realized using a unique method of launching of app. 160 m long monolithic tubes made from reinforced concrete from a cofferdam on the Trója river bank. This structure received one of the top five awards at the world concrete congress FIB in Osaka, Japan in October 2002.

At the time of floods in August, the tubes had already been safely stored in cuts below Vltava's riverbed and thus easily survived the disastrous flood. In case the conventional technology of cofferdams had been used, the cofferdams would have definitely been destroyed while damages would have occurred as well.

Prague city ring road, exploratory gallery Blanka

An exploratory gallery is being excavated for the future city ring road tunnel between Špejchar and Pelc-Tyrolka. The excavation proceeds from the mining shaft on the Trója river bank in Prague. The exploratory gallery is app. 1680 m long and is excavated mainly within southern tunnel tube of the future tunnel, only in the end the gallery divided in two and thus 230 m of the gallery is excavated also within area of the northern tunnel tube. The main construction site has been severely damaged by floods in August 2002. App. first 100 m from the mining shaft are excavated.

a zhotovitelem a. s. Subterra podepsána smlouva na realizaci dálničního tunelu o dvou tunelových troubách délky 2300 m na dálnici Bregana – Zagreb – Dubrovnik. Cena stavby je přibližně 1 miliarda Kč. Tunely budou raženy Novou rakouskou tunelovací metodou a mají být dokončeny v polovině roku 2004. Slavnostní zahájení ražeb proběhlo na severním portále 22. 11. 2002. Na jižním portále probíhají přípravné práce pro zahájení ražeb.

Tunely Krasíkov

Železniční dvoukolejné tunely Krasíkov jsou součástí zakázky „ČD, DDC, Optimalizace traťového úseku Krasíkov – Česká Třebová“, kterou získalo vítězstvím ve veřejné obchodní soutěži „Sdružení Krasíkov“, reprezentované společností Subterra, a. s., ŽS Brno, a. s., a Železniční stavitelství Praha, a. s. Zhotovitelem obou tunelů Krasíkov 1 a Krasíkov 2 je společnost Subterra, a. s. Tunel Krasíkov 1 má délku 1098,30 m, z toho ražená část je dlouhá 1030,00 m (na jeho výstavbě se podílí i Metrostav, a. s.). Tunel Krasíkov 2 je podstatně kratší. Jeho celková délka je 140,65 m, z toho ražená část činí 85,00 m.

Tunel Panenská

Smlouva na výstavbu části G dálnice D8 byla podepsána dne 13. 11. 2002 mezi Ředitelstvím silnic a dálnic a zhotovitelem a. s. Metrostav. Část G je součástí stavby 0807/II, ve které dálnice D8 přechází Krušné hory a dociluje státní hranici s Německem. Část G je úsek dálnice délky 2970 m, jehož hlavním objektem je první dálniční tunel na území České republiky – tunel Panenská. Tunel tvoří dvě dvoupruhové tunelové trouby délky přibližně 2000 m. Razit se bude převážně úpadně od severního (dráždanského) portálu, který je situován nedaleko obce Petrovice. Stavba tunelu má být zahájena počátkem roku 2003. V rámci přípravných prací byly realizovány u obou portálů v roce 2002 průzkumné štoly. Tunelové trouby a ostatní doprovodná podzemní díla budou prováděny Novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM).

Tunel Valík

Dálniční obchvat města Plzně se konečně postupně stává realitou. Některé úseky se staví a na jednu z klíčových částí – stavbu 0510, část IB Černice – Útušice, která zahrnuje i tunel Valík, se otvíraly dne 25. 11. 2002 nabídky. Tunel Valík délky 380 m (z toho je 330 m ražených) budou tvořit dva třípruhové tunely situované těsně vedle sebe (uspořádání tunelů – typ „brýle“). Výrubní profil každé tunelové trouby je více než 150 m². Neexistence horninového pilíře mezi tunelovými troubami a obtížné geologické poměry jsou příčinou složitějšího technického řešení, které si vyžádá plně profesionální práci při jeho provádění.

SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Tunel Branisko

Práce na stavební části portálových objektů a združeného výdušného objektu dálničního tunela Branisko (4975 m) na stavbě dálnice D1 Beharovec – Branisko boli zhotoviteľom, Združením Branisko, v priebehu roku 2002 prakticky ukončené. V priebehu roku prebiehali montáže jednotlivých technologických zariadení, pričom tieto sú ku koncu roku 2002 z väčšej časti ukončené. V januári 2003 by sa mali začať vykonávať funkčné skúšky technologických celkov, po ich vykonaní by malo nasledovať komplexné odskúšanie a približne v polovici roku uvedenie tunela do prevádzky. Technologická časť stavby je dodávateľsky zabezpečovaná a. s. ZPA Křížik Prešov.

Tunel Horelica

Slávnostná prerážka 600 m dlhého tunela Horelica v úseku diaľnice D18 na obchvate mesta Čadca sa uskutočnila 7. júna 2002. Po izolačných prácach a vybudovaní spodných konštrukcií práce pokračoval Váhostav – Tunely a špeciálne zakladania a. s. betonážou prvého bloku sekundárneho ostenia 29. novembra 2002. Sekundárne ostenie tunela by malo byť ukončené na jar 2003 a následne by mali začať montáže technologického vybavenia.

Tunel Višňové

Štyri roky razenia 7480 m dlhej prieskumnej štólne pre tunel Višňové boli ukončené prerážkou 24. augusta 2002. Zhotoviteľom bol Doprastav, a. s., práce geologického prieskumu vykonávalo Združenie GEO Višňové. Razenie štólne po celý čas sprevádzali značné problémy vyplývajúce z neočakávané

The Plasina tunnel, Croatia

In August 2002, a contract for realization of a highway tunnel with two tunnel tubes in the length of 2300 m on the highway Bregana – Zagreb – Dubrovnik was signed between the investor Hrvatske Autocest, d.o.o., Zagreb and the contractor Subterra a.s. The structure will cost app. 1 billion CZK. Tunnels will be excavated using the New Austrian tunneling method and should be completed by the half of 2004. Ceremonial commencement of excavation works on the northern portal took place November 22, 2002. Preparation works for the excavation are still going on at the southern portal.

Krasíkov tunnels

Double-track railway tunnels Krasíkov are part of the order “ČD, DDC, Optimization of the track section Krasíkov – Česká Třebová”, which was awarded in a competitive tender to the “Joint group Krasíkov”, represented by companies Subterra a.s., ŽS Brno, a.s. and Železniční stavitelství Praha a.s.. Subterra a.s. is the contractor for both tunnels Krasíkov 1 and 2. Krasíkov 1 tunnel is 1098,3 m long, 1030 m from that are mined (Metrostav takes part in this construction as well). Krasíkov 2 tunnel is significantly shorter. Its total length reaches 140,65 m, 85 m from that are mined.

The Panenská tunnel

On November 13, 2002, a contract for construction of the G section of the D8 highway was signed between the Directorate of roads and motorways and the contractor Metrostav a.s. The G section is part of the 0807/II structure, in which the D8 highway enters the Krušné mountains and reached the national border with Germany. The G section is a 2 970 m long highway section, whose main structure is the first highway tunnel within area of the Czech Republic – the Panenská tunnel. The tunnel consists of two 2 000 m long double-lane tunnel tubes. Excavation will proceed mainly downwards from the northern (Dresden) portal, which is located in vicinity of the Petrovice village. Construction of the tunnel should start by the beginning of 2003. Within the frame of preparatory works, exploratory shafts had been realized at both portals in 2002. Tunnel tubes as well as other supporting underground structures will be realized using the New Austrian tunneling method (NATM).

The Valík tunnel

Highway bypass of the city of Plzeň finally becomes a reality. Several sections are being built and as for one of the key sections – 0510 structure, section IB Černice – Útušice, which includes the Valík tunnel, tender offers were being opened on November 25, 2002. The 380 m long (330 m from that are mined) Valík tunnel will consist of two three-lane tunnels located right next to each other (tunnel setup – “glasses” type). Cross profile of each tunnel tube is more than 150 m². Lack of rock pillar between the tunnel tubes as well as complicated geological conditions are the cause for complex technical solution, which will require fully professional approach during realization of works.

SLOVAKIAN REPUBLIC

The Branisko tunnel

Works on engineering part of the portal structures and associated ventilation structure of the highway tunnel Branisko (4975 m) within construction of the D1 highway Beharovec – Branisko have been nearly completed by their contractor, Joint group Branisko, during 2002. Installations of various technological equipment proceeded during the year while by the end of the year most of them are finished. Operational tests of the technological units should be started in January 2003, a complex testing should follow after their completion and sometimes around half of the year the tunnel should be put into operation. Technological part of the construction is contractually provided by ZPA Křížik Prešov a.s.

The Horelica tunnel

A ceremonial breakthrough of the 600 m long Horelica tunnel at bypass section around Čadce of the D18 highway took place on June 7, 2002. Following waterproofing works and construction of lower structures, Váhostav – tunely a špeciálne zakladania a.s. proceeded with concrete placement of the first block of secondary lining by November 29, 2002. Secondary tunnel lining should be finished by spring 2003 and followed by installations of the technological equipment.

The Višňové tunnel

A breakthrough on August 24, 2002 completed four years of excavation of the 7480 m long exploratory gallery for the Višňové tunnel. Doprastav a.s. was the contractor, works on geological exploration were carried out by an association GEO Višňové. During the entire excavation of the gallery, severe problems con-

komplikovaných geologických a hydrogeologických pomerov. Poznanky získané pri razení štôlne sa premietli do aktualizácie projektu pre stavebné povolenie vlastného tunela.

Tunel Sitina

V priebehu roku 2002 pokračovali práce na príprave výstavby diaľničného úseku Lamačská cesta – Staré Grunty v Bratislave, ktorého súčasťou bude dvojúrovňový tunel Sitina. Ponuky do tendra podali v septembri investorovi stavby, Slovenskej správe ciest, tri medzinárodné konzorciá vedené japonskými firmami. V januári 2003 by mal byť známy víťaz súťaže, takže prípravné práce pre razenie tunela by sa mohli začať v jarných mesiacoch.

Kanalizačný zberač „A“, Bratislava

Pokračovali tiež práce na rekonštrukcii kanalizačných zberačov v hlavnom meste SR Bratislave. V septembri sa uskutočnila kolaudácia razeného zberača „A“ v približne 3 km dlhom úseku Mlynské Nivy – Kohútova, ktorého výstavba prebiehala v troch etapách od roku 1998.

cerning unexpectedly complicated geological and hydrogeological conditions have been encountered. Knowledge acquired during excavation of the gallery has had an effect in updating the project for building permit of the own tunnel.

The Sitina tunnel

Works on preparation of construction of the highway section Lamačská cesta – Staré Grunty in Bratislava advanced during 2002, at which a double-tube tunnel Sitina will be located. Three international consortiums led by Japanese companies filed their tender offers into hands of the construction's investor, Slovakian administration of roads, in September. Winner of the tender should be announced in January 2003, so preparation works can begin as soon as spring.

Sewer collector "A", Bratislava

Works on reconstruction of sewer collectors in the capital of SR Bratislava also advanced. Approbation of the excavated "A" collector at app. 3 km long section Mlynské Nivy – Kohútova, whose construction has gone through three phases since 1998, took place in September.

Ing. Miloslav Novotný

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCIÍ

NEWS FROM TUNNELING CONFERENCES

SILNIČNÍ KONFERENCE 2002

Ve dnech 15. a 16. října 2002 v Hradci Králové pořádala Česká silniční společnost svojí tradiční již 10. konferenci. Agentura Viaco, která konferenci zajišťovala současně s doprovodnou výstavou dodavatelů a silniční techniky, zvolila pro pořádání kongresové centrum ALDIS.

Přestože srpnové záplavy negativně ovlivnily přípravu konference, byla tato výborně připravena s účastí 664 delegátů a 82 firem.

Úvod konference zajistili předseda České silniční společnosti prof. Ing. Lehovec, náměstek Ministerstva dopravy Ing. Kubínek a primátor města Ing. Vlasák. Další průběh konference zahrnující příspěvky a diskuse byl rozdělen do následujících tematických bloků.

I. Zkušenosti s novou organizací silničního hospodářství

II. Stav silniční sítě v roce 2002 a možnosti jejího rozvoje

III. Financování silničního hospodářství

IV. Technická politika silničního hospodářství, bezpečnost a telematika

Účastníci na dané téma vyslechli 17 zásadních příspěvků, z nichž zvlášť zaujaly ty, které se týkaly nové organizace silničního hospodářství v krajích a zkušenosti státního fondu dopravní infrastruktury s financováním silničního hospodářství s výhledem na nejbližší období.

Zástupci Státního fondu dopravní infrastruktury i Ministerstva financí sice potvrdili naše zaostávání stavu silniční a dálniční sítě za vyspělými evropskými státy, ale upozornili na těžkosti zajišťování financování pro dynamický rozvoj, který byl ještě v poslední době narušen povodňovými škodami na dopravní síti. Avšak z hlediska tunelového stavitelství je důležité, že ve výhledu pro r. 2005 zůstávají úseky dálnic s tunelovými stavbami.

V technické a technologické oblasti bylo připomenuto na zpracovávanou revizi základní normy pro projektování silnic a dálnic ČSN 736101, jejichž ukončení je plánováno na r. 2003. Do této normy by měly být zahrnuty mimo jiné dopady nové organizace řízení silničního hospodářství a nové požadavky na bezpečnost provozu a hospodárnosti. Ve sborníku je také uveden přehled předpisů pro pozemní komunikace s přehledem řešených projektů výzkumu a vývoje MDS. Z nichž pro obor geotechnika jsou uváděny:

- 16 – Piloty a podzemní stěny 1/98 revize 2002

- 21 – Izolace proti vodě 5/96 revize 2002

- 24 Tunely 5/99

- 29 zvláštní zakládání 1/98

dále ČSN 73 7507-99 Projektování tunelů pozemních komunikací – změna 2002-03.

Z technických podmínek MDS:

TP 76 Geotechnický průzkum pro stavby PK 2001

TP 98 Technologické vybavení tunelů PK 1997, revize 2002

TP 154 Provoz, správa a údržba tunelů PK, 2002

TP Dopravní informační a řídicí centra 2002

TP Dopravní telematika – silnice, dálnice 2003-02-18

Z projektů výzkumu a vývoje MDS:

803/120/102 Analýza a řízení rizik v tunelech PK 2003 Eltodo

Z hlediska zhotovitelů byly na konferenci vneseny následující připomínky na náměty pro zajištění programování svého investičního a technického rozvoje.

- Vytvořit střednědobý závěrečný program prací na dálnicích a silnicích včetně finančního krytí např. formou vládního usnesení.

- Pro plynulost prací ve stavební sezoně vytvořit režim, hlavně oprav k začátku sezony,

- Pro investorskou a projektovou přípravu využívat víc práce konzultačních organizací se znalostí technických zázemí a dodavatelských organizací.

THE ROAD CONFERENCE 2002

The Czech Road Association held its traditional conference, already the tenth one, in Hradec Králové on 15 and 16 October 2002. Viaco, the agency who organised the conference and an accompanying exposition of contractors and road construction equipment, selected the ALDIS congress centre for this event.

Although the August floods affected the conference preparation negatively, the conference was prepared excellently, with 664 delegates from 82 companies attending.

The conference was opened by Prof. Ing. Lehovec, Chairman of the Czech Roads Association, Ing. Kubínek, Deputy Minister of Transport, and Ing. Vlasák, Mayor of the City.

The further conference programme consisting of the papers reading and discussion was divided into the following topic blocks:

I. The experience of the new system of the road management organisation

II. The condition of the public road network in 2002 and the potential of its development

III. The road management funding

IV. Technical policy of the road management, safety, telematics

The participants heard 17 fundamental contributions concerning the given topics. The contributions on the new organisation of the road management in regions were of the highest interest, as well as those dealing with the experience gained by the Transport Infrastructure Governmental Fund in the funding of the road management system with an outlook for the upcoming period.

The representatives of the Transport Infrastructure Governmental Fund and the Ministry of Finance confirmed the fact of lagging of our road and highway network behind that of developed European countries, but they called attention to the difficulties existing in providing funds for a dynamical development, which in addition had been recently disturbed by floods damaging the road network. Nevertheless, in terms of construction of tunnels, it is important that the sections of highways containing tunnel structures have remained in the development plan for 2005.

In the sphere of technique and technology, a revision of the CSN 7361 01 being worked out was discussed as a basic standard for designing roads and highways. Among others, the impacts of the new system of the road management organisation and new safety and economic requirements should also be solved by the standard. A summary of regulations valid for roads and a summary of completed research and development projects solved by the Ministry of Transport and Communications (MTC) are also contained in the conference proceedings. Regarding the branch of geotechnics, it refers to:

- 16 – Piles and diaphragm walls 1/98, revision 2002

- 21 – Waterproofing 5/96, revision 2002

- 24 – Tunnels 5/99

- 29 – Specialist foundation 1/98

and the CSN 7375 07-99 Designing of tunnels on roads – the 2002-03 amendment.

MTC's specifications:

TP 76 Geotechnical investigation for road construction 2001

TP 98 Technological equipment of road tunnels 1997, revision 2002

TP 154 Operation, administration and maintenance of road tunnels, 2002

TP Traffic information and control centres 2002

TP Traffic telematics – roads and highways 2003

MTC's research and development projects:

803/120/102 The Risk Analysis and Risk Management at Road Tunnels 2003 Eltodo

Tradičně dobře zpracovaný sborník příspěvků obsahuje mimo jiné v závěru
 - Adresář správců pozemních komunikací, a to jak MDS, tak nových krajů
 - Adresář krajských úřadů
 - Adresář členů české silniční společnosti
 - Kalendář odborných akcí u nás i ve světě včetně akcí ITA/AITES
 Jako námět pro práci tunelové sekce ČSS pro r. 2004 doporučujeme připravit na příští konferenci hodnotný příspěvek z výstavby silničních tunelů.

Ing. Petr Vozarik

KONFERENCE ŽELEZNICE 2002

České dráhy, s. o., a SUDOP Praha, a. s., uskutečnily ve dnech 7. – 8. listopadu 2002 už 7. setkání investorů, projektantů, stavitelů a správců. Základními tématy konference byly:

- Aktuální priority Českých drah
- Modernizace koridorů v ČR se zaměřením na přípravu projektů a zkušenosti z realizace
- Novinky v oblasti železniční a telekomunikační techniky

K daným tématům bylo předneseno 24 referátů, z nichž prioritou byla problematika výstavby a modernizace čtyř traťových železničních koridorů. I přes určité potíže s financováním výstavby úspěšně pokračuje a tak se vytváří dobré předpoklady pro budoucí vstup České republiky do EU.

Pro docílení rychlostních parametrů vyžaduje vedení tras vedle nových mostních objektů i objekty tunelové. Nově vybudovaný tunel Mlčechovosty na trati Kralupy-Vraňany už plní svoji funkci a byl prezentován na minulé konferenci. Z příspěvků, které byly věnovány tunelovému stavitelství, se převážná část věnovala výstavbě už zahajovaného tunelu Krasíkov či problematice výstavby Třebonického tunelu na trati Česká Třebová-Krasíkov. Dvoukolejný tunel Krasíkov I s celkovou délkou 1098 m se po vybudování stane nejdelším tunelem v síti Českých drah. Přípravné práce na tunelu byly zahájeny, razicí práce metodou NRTM jsou v dané lokalitě, vzhledem k heterogenním horninovým poměrům, optimální. Projekt nového Třebovického tunelu délka 550 m navrhuje výstavbu metodou kombinující hloubení s ražbou pod ochrannou stropní desku a podzemních stěn. Vzhledem k velmi náročnému geologickému prostředí tvořenému převážně terciálními tlačivými jíly byla navržena unikátní konstrukce a technologie, které přináší i značné investiční náklady. Právě proto je tato problematika stále předmětem posuzování partnerů výstavby. Investiční a projekční přípravě byly věnovány příspěvky představující nové tunely na trase Záhřeb-Krasíkov, a to Hněvkovský a Malá Huba, jejíž realizace se předpokládá od r. 2003. Také u těchto tunelů se navrhuje pro ražbu metoda NRTM vzhledem k použitelnosti v širokém spektru horninových prostředí, a to i při dosažení příznivých ekonomických parametrů. K tématu příprav staveb byl také přednesen souhrnný příspěvek výstavby „Nového spojení“ Praha hl. n. Masarykovo n. – Libeň, Vysočany, Holešovice. Tato stavba je navrhována v rámci zásadní přestavby železničního uzlu Praha, neboť „Nové spojení“ spojuje I, III, IV železniční koridor a umožní také začlenění železniční dopravy do systému integrované hromadné dopravy hlavního města. Významnou etapou této výstavby bude i vybudování dvou dvoukolejných tunelů v délkách cca 2700 m pod Vítkovem.

Přednesení šesti příspěvků týkajících se tunelových staveb na této konferenci ukazuje, jak významnými objekty se stávají železniční tunelové stavby při výstavbě rychlostní železnice a přestavby železničního uzlu. Tento trend už koresponduje se zkušenostmi vyspělých evropských zemí.

Ing. Petr Vozarik

TEMATICKÁ SÍŤ „FIT - POŽÁRY V TUNELECH“ ZAVADÍ 6 KONZULTAČNÍCH DATABÁZÍ

Evropská tematická síť „FIT - požáry v tunelech“ vznikla v důsledku katastrofálních požárů, k nimž došlo v roce 1999 v silničních tunelech pod Montblancem (mezi Francií a Itálií) a v pohoří Tauern (Rakousko). Její nezbytnost byla dramaticky zdůrazněna v roce 2001 několika osudnými haváriemi a požáry v rakouských tunelech a posledním velkým požárem ve svatogotthardském tunelu.

Síť FIT zahájila svou činnost 1. března 2001 a bude pokračovat nejméně po 4 roky. FIT usiluje o zavedení a rozvoj evropské internetové spolupráce při růstu úsilí o bezpečnost v tunelech; cílem sítě je rozšířit výměnu poznatků a rozvíjet evropský konsensus v oblasti infrastruktury silničních a železničních tunelů včetně tunelů metra.

Jako zásadní krok k dosažení těchto cílů FIT představila svých šest konzultačních databází. Obsahují základní poznatky týkající se požárů v tunelech a jsou k dispozici na stránce FIT www.etnfit.net:

- 1 - Poslední výzkumné projekty o požární bezpečnosti v tunelech
- 2 - Zmapování testovacích požárních zařízení v tunelech
- 3 - Přehled numerických počítačových kódů vztahujících se k požárům v tunelech
- 4 - Údaje o bezpečnostním vybavení
- 5 - Zprávy - vyhodnocení požárních havárií v tunelech
- 6 - Zmapování a přehled aktualizovaných činností ovlivňujících tunely.

Konzultační databáze FIT budou podporovat diskusi a analýzy uvedených témat v oblastech projektových protipožárních opatřeních i řízení a odpovědnosti za požární bezpečnost.

Databáze obsahují přílohy, odkazy na web stránky, vyhledávací prostředky

Regarding contractors, following comments and suggestions were made focused on programming of their investment and technical development:

- To develop a medium-term final programme of the work on highways and roads, including the funding system, for example in the form of a government decree.

- To develop a regime of the work tasks to be carried out in the construction season, ensuring fluency of the operations; primarily repairs to be done at the beginning of the season.

- To increase the scope of the utilisation of consultancy agencies for the investment and design preparation, together with the knowledge of technical resources and contractor organisations.

The traditionally well prepared conference proceedings also contains at its end:

- Addresses of road administrators, both of the MTC and the new regions
- Addresses of regional authorities
- Addresses of the Czech Road Association members
- The calendar of professional actions both in the Czech republic and abroad, including the ITA/AITES actions

As a theme for the work of the Czech Road Association's tunnelling section in 2004, we recommend that a high quality contribution on the construction of road tunnels be prepared for the conference to come.

RAILWAY CONFERENCE 2002

České Dráhy, s. o., (Czech Railways) and SUDOP Praha, a. s., organized already a 7th meeting of investors, designers, engineers and administrators during November 7-8, 2002.

Basic topics of the conference have been the following:

- Current priorities of the České Dráhy company
- Modernization of corridors in the CR with concentration on the preparation of projects and experience from realization
- News from the field of railway and telecommunication equipment

24 lectures have been delivered to these topics, most important of which was the one on the problems of construction and modernization of four railway corridors. Despite certain complications with financing, the construction advances properly and thus, good conditions for the future EU-accession of the Czech Republic are being created.

In order to reach speed parameters, track conduction requires, beside new bridge structures, also some tunnel structures. The newly constructed tunnel Mlčechovosty on the track Kralupy-Vraňany already fully performs its duty and had been presented at the last conference.

From contributions that were dedicated to tunnel engineering major part dealt with construction of the already started tunnel Krasíkov or problems of construction of the Třebovice tunnel on the track Česká Třebová-Krasíkov. Double-track tunnel Krasíkov I in total length of 1,098 km will after completion become the longest tunnel within the network of České Dráhy. Preparation works on the tunnel have started, conditions for works using the NATM method are thanks to heterogeneous rock conditions optimal. Project of the new Třebovice tunnel in length of 550 m proposes a construction using a cut-and-cover method using diaphragm walls and top-down process of construction. With regards to very complicated geological conditions consisting mainly of tertiary pressured clays, a unique framework as well as technology have been designed. That also brings substantial investment costs. And that is exactly why these issues are subject to permanent observation by the construction partners.

Contributions introducing new tunnels on the track Záhřeb-Krasíkov, namely Hněvkovský and Malá Huba, whose realization is estimated from 2003 on, were from the category of investment and project preparation. Also by these tunnels, the NATM method is being proposed thanks to its applicability within a wide range of rock environment types while attaining favorable economic parameters. In the same category, a summary contribution was delivered on construction of the "New connection" in Prague Masarykovo railway station – Libeň, Vysočany, Holešovice. This construction is being proposed within framework of fundamental reconstruction of the railway artery Prague, because "New connection" links I, III, IV railway corridors and thus enables integration of the railway transport into the system of integrated mass transit of the capital. Building of two double-track tunnels in lengths of app. 2700 m below Vítkov will be important phase of this construction.

Six lectures on the topics concerning tunnel structures delivered at this conference show, how important have the railway tunnel structures become during construction of a high-speed railway as well as reconstruction of the railway artery. This trend already corresponds to experience from developed European countries.

Ing. Petr Vozarik

THEMATIC NETWORK "FIT - FIRE IN TUNNELS" LAUNCHES 6 CONSULTABLE DATABASES

The European Thematic Network "FIT - Fire in Tunnels" was launched following the catastrophic fires that occurred in 1999 in the road tunnels of Mont Blanc (between France and Italy) and Tauern (Austria). Its topicality was dramatically illustrated in 2001 by several fatal accidents and fires in Austrian tunnels and most recently the major fire in the St. Gotthard tunnel.

FIT started the Network activities on the 1st March 2001 and will continue for at least 4 years. FIT aims to establish and develop European networking and optimise efforts on fire safety in tunnels; the networks ambition is to enhance

a hesla, aby se staly efektivně využitelné.

Použitím databází jako výchozího bodu bude FIT poskytovat pohledy na specifická témata, jako jsou evropské a národní výzkumné projekty a závěrečné zprávy o požárních haváriích v tunelech. Databáze porostou a stanou se unikátním nástrojem sloužícím provozovatelům tunelů, investorům, konzultačním firmám, výzkumným ústavům, jakož i řídicím centřím.

Konzultační databáze FIT budou tak úspěšné jak hodnotné informace budou obsahovat. Tematická síť „FIT - požáry v tunelech“ vás má vybízet ke konzultacím i k zásobování jednotlivých databází, aby byly co nejhodnotnější.

Každá odborná organizace zabývající se požáry v tunelech bude vyzvána, aby se zaregistrovala jako člen korespondent FIT a získala tím přednostní přístup k vloženým údajům a konzultačním problémům ve všech šesti databázích. Registraci je možno provést on-line na stránce www.entfit.net včetně krátkého popisu aktivit vaší společnosti.

Pro další informace můžete kontaktovat koordinátora FIT na níže uvedené adrese.

Podle tiskového komuniké připravil

Ing. Karel Matzner

Johan van Dessel
FIT Co-ordinator
Head of Laboratory - Division Structures
BBRI/WTCB/CSTC
e-mail: johan.van.dessel@bbri.be
c/o Sabine Dehaye



the exchange of knowledge and develop a European consensus on fire safety for road, rail and metro tunnel infrastructures.

As an essential step towards achieving these goals, FIT has introduced its consultable databases. The six databases, which contain essential knowledge about fire in tunnels, are on-line at the FIT website www.entfit.net:

Database 1: Recent research projects on fire safety in Tunnels

Database 2: Mapping of test site facilities regarding fire and tunnel

Database 3: Overview of numerical computer codes for fire in tunnels

Database 4: Data on safety equipment

Database 5: Assessment reports on fire accidents in tunnels

Database 6: Mapping and overview of upgrade activities involving tunnels

The FIT consultable databases will support discussion and analysis regarding the FIT workpackages on design fires, fire safe design and fire response management.

The databases feature attachments, links to web pages, search tools and keywords to make them efficient and useful.

Using the databases as the starting point, FIT will be producing a snapshot of specific items, such as European and national research projects and assessment reports on fire accidents in tunnels. The databases will grow to become a unique instrument for use by tunnel operators, contractors, consultancy firms, research centres as well as regulators.

The FIT consultable databases are as successful as the information included in them. The Thematic Network "FIT - Fire in Tunnels" encourages you to consult and feed the different databases - to make them as valuable as possible.

Every expert organisation working on fire and tunnel is invited to register as a FIT corresponding member and enjoy privileged access in terms of input to, and consultation of, the 6 consultable databases. In future, endorsed, working documents will also be included on-line for FIT corresponding members. On-line registration, including a short description of your company activities, is possible at www.entfit.net.

For more information, please contact the FIT Coordinator.

In accordance with the Press Release

Ing. Karel Matzner

PRAŽSKÉ GEOTECHNICKÉ DNY 2003 12. a 13. května 2003

Pořádá Stavební geologie – Geotechnika, a.s. ve spolupráci s ČsGts a ČaS výborem MZZS v budově Akademie věd ČR, Praha 1, Národní třída 3

Pondělí 12. května 2003

Dopolední program:

Odborný seminář:

Vliv extrémních podmínek na geotechnické konstrukce

V průběhu dopoledního programu bude předána Cena akademika Quida Záruby pro mladé inženýrské geology a geotechniky

Odpolední program:

11. pražská mezinárodní geotechnická přednáška:

Geotechnical problems at the Great Belt Crossing

Prof. Niels Krebs Ovesen, Dánsko

Součástí 1. dne Pražských geotechnických dnů 2003 bude doprovodná výstavka odborných firem

Úterý 13. května 2003

Dopolední program:

Odborná přednáška:

Eurocode 7 and its influence on geotechnical practice

Prof. Niels Krebs Ovesen, Dánsko

Workshop:

Úloha geotechniky při projektování a realizaci protipovodňových opatření území a městských sídel

Odpolední program:

Výroční členská schůze ČaS výboru MZZS se uskuteční v odpoledních hodinách v budově Stavební fakulty ČVUT v Praze 6, Thákurova 7

Pozvánky včetně podrobného programu a závazných přihlášek budou rozesílány začátkem dubna 2003

Kontaktní adresa: SG - Geotechnika, a.s. (Ing. V. Pachta)
tel. 234 654 160
fax: 234 654 162
e-mail: propagace@geotechnika.cz
web: www.geotechnika.cz



ZPRAVODAJ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

CZECH TUNNELLING COMMITTEE REPORTS

PŘÍRŮSTKY DO KNIHOVNY ČTUK 2002
NEWS IN THE CTUC LIBRARY 2002

Pokračování seznamů uvedených v č. 2/2000 a č. 4/2001 TUNELU
Continuation of the lists published in the issues No. 2/2000 and 4/2001 of the TUNEL magazine

Časopisy / Magazines

- Tribune (ITA/AITES)
- Tunneling and Underground Space Technology (ITA/AITES)
- Tunnels et Ouvrages souterrains (AFTES, FR)
- Gallerie (IT)
- Tunnel (SRN)
- T&T International (UK)
- World Tunnelling (UK)
- International Construction (UK)
- WUS – World Underground Space (TAP Russia)
- Geotechnika (ČR)
- Tunnel (ČR)

Sborníky / Proceedings

- Ground challenges and expectations in tunnelling projects – Symposium Cairo, 02/1999
- Gibraltar strait fixed link - UN/ITA Workshop: Costings of TBM – built tunnels, Rabat, 04/1999
- Annual Report SveBeFo 1999
- Challenges for the 21th Century – ITA/AITES World Tunnel Congress, Oslo 06/1999

- Tunnels under Pressure – ITA/AITES World Tunnel Congress, Durban 2000
- Podzemní stavebnictví – Banské stavby Prievidza, Bojnice, Slovakia, 10/2001
- Tunnelling and Underground Space Use, International Conference/Workshop and exhibition, Istanbul 10/2002
- Tunnelling in Russia and the CIS countries at the beginning of the century: Experience and prospects - International Conference, Moscow, 10/2002
- Různé odborné publikace / Various professional publications**
- Tunnelling: Management by design – Alan Muir Wood, London 2000
- Recommendations and Guidelines for Tunnel Boring Machines (TBMs) - ITA/AITES WG No. 14 (Mechanized Tunnelling), 08/2000
- Hornická ročenka 2001 – ČBÚ a kol.
- Popod hory a doly - polstoročná história podniku Banské stavby Prievidza – Jozef Frankovský, 10/2001
- Underground or aboveground? – Making the Choice for Urban Mass Transit Systems – ITA/AITES WG No. 13 (Direct and indirect advantages of underground structures), 03/2002
- Why Go Underground? – Jean-Paul Godard, Tribune special issue, 03/2002
- Tunnelling Switzerland – Prof. K. Kovári, F. Descoedres, 2002
- Tunnelling Activities in Japan 2002, Japan Tunnelling Association, Hiroshi Hagiwara
- Singapore's invitation to host the World Tunnelling Congress 2004 – Tunnelling and Underground Construction Society, Singapore 2002
- Tunnelling in Korea – Korean Tunnelling Association, 2002

Ing. Karel Matzner

INFORMACE

INFORMATION

KALENDARIUM ODBORNÝCH AKCÍ 2003 / CALENDAR OF PROFESSIONAL EVENTS 2003

28. 1. 2003

New York, prezentace posledních projektů newyorské MHD, rozšíření podzemí Carnegie Hall atd. / updates NYC transit projects and Carnegie Hall's underground addition etc., Info: www.auca.org

4. – 7. 2. 2003

Las Vegas, USA, World of Concrete, odborný seminář v 8 tématických okruzích – beton a zdivo / sessions in 8 specialised tracks – concrete and masonry, info: www.worldofconcrete.com

5. – 7. 2. 2003

Colorado, USA, Microtunnelling Short Course, pořádaný coloradskou hornickou školou / held at the Colorado School of Mines, info: www.microtunnelling.com/course_information.htm

9. – 12. 2. 2003

New Orleans, USA, Grouting and Ground Treatment, konference o injektování a úpravě podloží, sponzoři / co-sponsors of the conference: Deep Foundation Institute, Geolnstitute of the ACCE, e-mail: dfihq@dfi.org.

17. – 19. 2. 2003

Edsa Shangri-La, Manila, Phillipines, TRANSPHIL 2003, mezinárodní konference o dopravních investicích na Filipínách vč. tunelů / international conference on transportation and communications incl. tunnels in Phillipines, info: www.sgtfc.com.

18. – 21. 3. 2003

Grand Hyatt, Singapore, Asia Pacific Rail 2003, 5. Výroční konference a výstava o železniční dopravě od výstavby po řízení železniční sítě / 5th Annual Conference and Exhibition on railway transportation from the construction to the operation of the network, Info: www.sgtfc.com.

30. 3. – 2. 4. 2003

Dar-es-Salaam, Tanzania, Mining East Africa 2003, mezinárodní veletrh důlních strojů, zařízení a materiálů / international trade expo including all types of mining machinery, equipment, materials, info: www.expolink.ae/buildafrica.htm

1. – 3. 4. 2003

Utrecht, The Netherlands, Rail-Tech® Europe, mezinárodní výstava o železniční dopravě vč. výstavby tunelů / international exhibition on railway transportation incl. tunnel construction, Info: www.europoint-bv.com.

12. – 17. 4. 2003

Amsterdam, The Netherlands, ITA World Tunnelling Congress 2003 "(Re)Claiming the Underground Space" – Světový tunelářský kongres ITA/AITES 2003, Fax: +31 182 537510, e-mail: info@wtc2003.nl - www.wtc2003.nl

13. 17. 5. 2003

Paris – Villepinte, INTERMAT, výstava stavebních strojů a zařízení pro inženýrské stavby / exhibition on equipment and techniques for civil engineering and construction industry. Info: www.promosalons.com, e-mail: active@telecom.cz

27. – 29. 5. 2003

Ostrava – Petřkovice, Czech Republic, Landecká Venuše a 11. Hornická Ostrava 2003, mezinárodní konference o historii lokality Lanek a současných problémech hlubinného hornictví / international conference on problems of the deep mining. Info: tel. +420 596 626 541, +420 732 122 862, +420 602 517 455.

12. – 13. 6. 2003

Locarno, Switzerland, AlpTransit Suisse, konference o básových tunelech St. Gotthard a Lötschberg – poslední zkušenosti / conference on base tunnels St. Gotthard a Lötschberg – new experiences, info: www.swisstunnel.ch, e-mail: fgua@thomibraem.ch

16. – 18. 6. 2003

New Orleans, USA, Marriott Hotel, Rapid excavation and Tunnelling Conference. RETC je mezinárodní forum pro šíření nových řešení v podzemním stavitelství / RETC is the international forum for the dissemination of developments and advances in underground construction, info: www.retc.org.

22. – 26. 6. 2003

Cambridge, USA, Soil and Rock America, konference sponzorovaná / conference sponsored by: The International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, ARMA etc. Info: http://soilrock.mit.edu

10. – 12. 9. 2003

Praha, Czech Republic, European Federation of Explosives Engineers – World Conference, světová konference Evropské federace inženýrů – specialistů v oblasti trhavin, info: e-mail alison@spand.biz

24. – 25. 9. 2003

London, UK, Underground Construction 2003, výstava zachycující poslední vývoj technologií v podzemním stavitelství / exhibition covering the latest developments in underground construction technology, info: www.tunnelling-show.com

18. – 20. 11. 2003

Praha, Czech Republic, Podzemní stavby Praha 2003, mezinárodní konference, sponzorovaná ITA/AITES, obsahující 4 tematické okruhy: A. Podzemní urbanismus a ekologické aspekty podzemních staveb, B. Vývoj, výzkum a projektování podzemních staveb, C. Provádění, vybavení a bezpečnost provozu podzemních staveb, D. Údržba, sanace a rekonstrukce podzemních staveb / Underground Construction Praha 2003 - international conference, sponsored by ITA/AITES, including 4 key discussion topics:
A. Urban underground planning and environmental aspects of underground construction, B. Development, research and design of underground construction, C. Impementation, equipment and operational safety of underground projects, D. Maintenance, rehabilitation and refurbishment of underground structures
Info: www.ita-aite.cz, e-mail: matzner@metrostav.cz

Případné další informace : Sekretariát ČTUK
For further information: Secretariat CTUC

Ing. Karel Matzner

AQUATIS a.s. má padesátiletou zkušenost v oboru projektování vodohospodářských děl a inženýrských staveb. Společnost vznikla transformací z bývalého státního podniku na akciovou společnost v roce 1993.

AQUATIS a.s. zaměstnává 170 kvalifikovaných odborníků. Moderní vybavení výpočetní technikou a stálé vzdělávání pracovníků zajišťuje inženýrské a konzultační služby na špičkové mezinárodní úrovni.

AQUATIS represents almost fifty years of experience in the designing of water works. The company evolved from a state owned engineering institution that was privatised in 1993.

AQUATIS employs 170, specialists in this field of engineering. Equipped with the most modern computer technology and a pool of highly qualified engineers and technicians guarantees that our local and foreign customers are offered services par excellence

NABÍZENÉ SLUŽBY

- poradenská a posudková činnost
- nabídková dokumentace, studie, generely
- průzkumné činnosti
- dokumentace pro územní řízení včetně hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA)
- projekty pro stavební řízení a dokumentace realizační
- inženýrská činnost při přípravě staveb, výstavbě, uvádění do provozu a provozování
- žádosti o subvence ze strukturálních fondů EU (PHARE, ISPA apod.), tendrová dokumentace
- odávky staveb "na klíč"



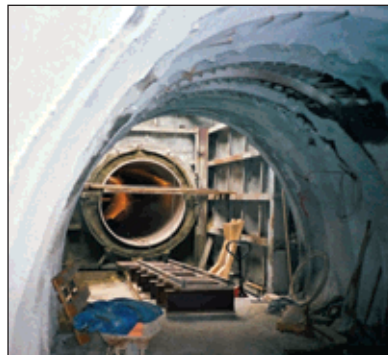
SERVICES

- Consultations and feasibility studies
- Compilation of technical tender documentation, studies, master plans
- Surveying
- Area management including environmental studies (EIA)
- Building permits and documentation for works implementation
- Engineering requirements for site preparation, erection, commissioning and operation
- Applications for subsidies from the EU Structural Funds (PHARE, ISPA, etc.), tender documentation
- Turn-key deliveries of water works



OBORY ČINNOSTI

- úprava vody, zásobování vodou
- čištění odpadních vod, stokování
- vodní elektrárny
- přehrady, hráze
- jezová a odběrná zařízení, vakové jezy
- zemědělské vodní stavby, hydromeliorace
- strojní a elektrotechnické inženýrství
- inženýrská geologie, hydrogeologie, zeměměřičství
- zeměměřičství analýzy všech druhů vod vč. technologických návrhů



TYPE OF ACTIVITIES

- Water treatment, water supply
 - Wastewater treatment, sewerage
 - Hydroelectric power stations
 - Dams, dikes
 - Weirs and intake structures, rubber tube dams
 - Agricultural waterworks, land improvement and reclamation
 - Mechanical and electrical engineering
 - Engineering geology, hydrogeology, surveying
- Water analysis including proposals of suitable treatments



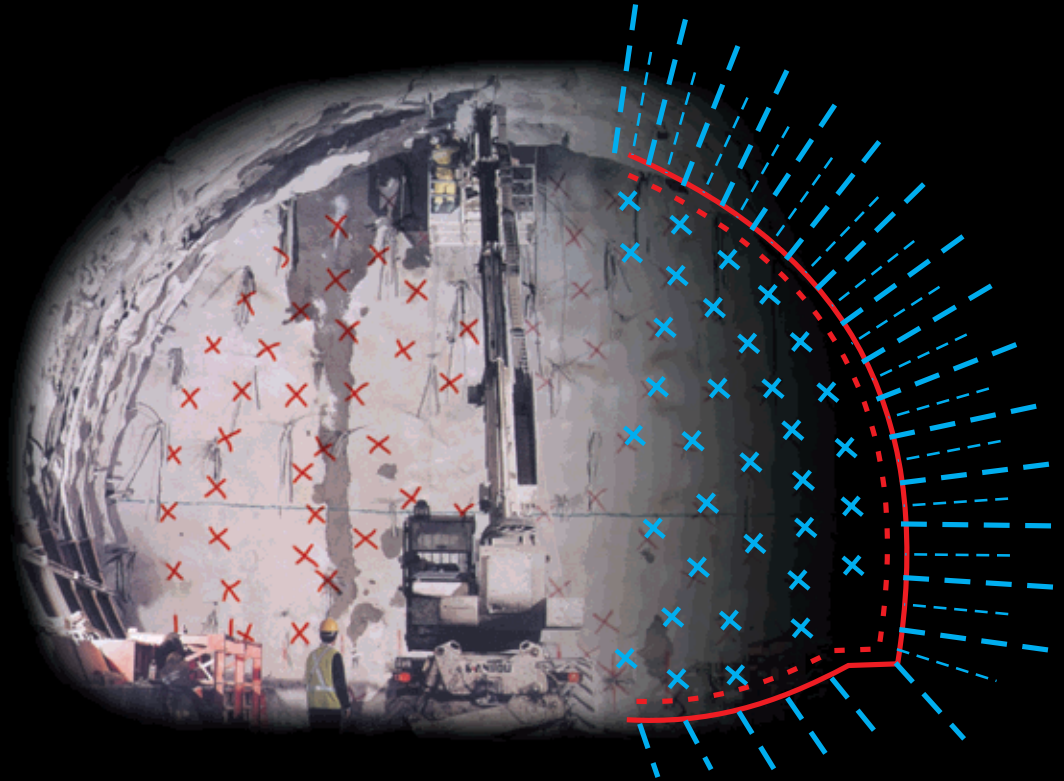
CarboTech
Bohemia s.r.o.

výhradní zastoupení SIREG S.p.A
pro Českou republiku



CarboTech - Bohemia s.r.o.
Lihovarská 10
716 03 Ostrava - Radvanice
Česká republika
Tel.: 00420 596 232 801
Fax: 00420 596 232 994
E-mail: carbotech@carbotech.cz
http:// www.carbotech.cz

SKLOLAMINÁTOVÉ KOTEVNÍ SYSTÉMY



KOTVENÍ • UTĚSNĚNÍ • ZPEVNĚNÍ • STABILIZACE



Ražení eskalátorového tunelu v stanici Kobylisy na trase metra IV.C v Praze



BANSKÉ STAVBY, a. s., org. složka
Hrušovanské nám.247, 184 00 Praha 8 - Dolní Chabry

V Čechách jako doma

Podzemní stavby všeho druhu

tunely, doly, jámy, kanalizační sběrače,
kolektory, podzemní garáže

Povrchové stavby

čistírny odpadních vod, malé vodní elektrárny,
zemní práce, sanace,
úpravy svahů, regulace vodních toků

Na uvedené adrese poskytujeme také
ubytování pro dělníky stavebních profesí.

Tel.: 2 335 44 555, Fax: 2 335 44 556,
E-mail: bespa@iol.cz, www.banske-stavby.sk