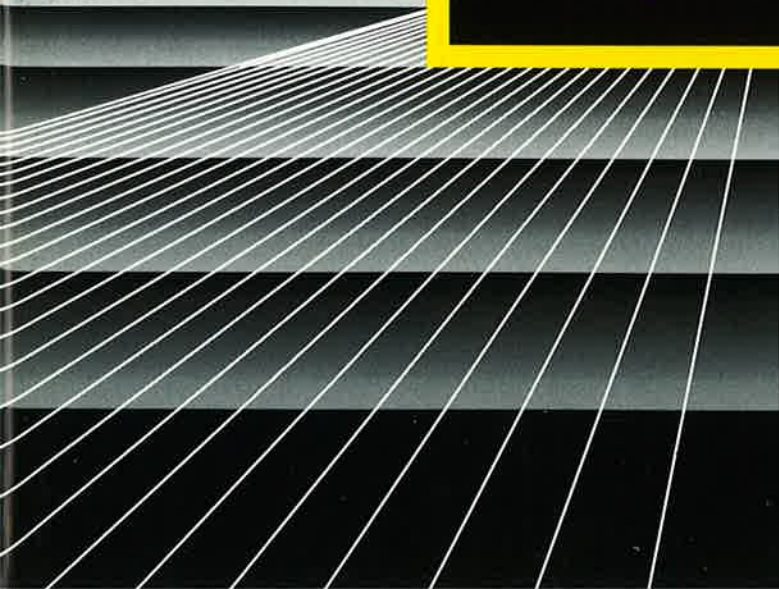


9. ROČNÍK, č. 1/2000

TUNEL

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

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



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

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

AD SERVIS TERRABOR, s. r. o.

Bělohorská 157/188
169 00 Praha 6

AMBERG ENGINEERING BRNO

Ptašinského 10
602 00 Brno

ANGERMEIER ENGINEERING

PRAHA s.r.o.
U Dvůrů 2
150 00 Praha 5

AQUATIS, a. s.

Botanická 56
656 32 Brno

CARBOGROUTING, a. s.

Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

CARBOTECH-BOHEMIA, s. r. o.

Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

ČERMÁK A HRACHOVEC s. r. o.

Smíchovská 31
Praha 5-Řeporyje

DESCRIBO, s. r. o. Stavební projekty

U krčského nádraží 19
140 00 Praha 4

ELTODO, a. s.

Novodvorská 1010/14
142 00 Praha 4

EREBOS, s. r. o.

Malé Svatoňovice 249
542 34

GEOTEC GS, a.s.

Chmelová 2920/6
106 00 Praha 10

GEOTEST, a. s.

Šmahova 112
659 01 Brno

ILF CONSULTING

ENGINEERS s. r. o.

Jirsíkova 5
186 00 Praha 8

INGUTIS CZ, s. r. o.

Třeboradická 1/1275
182 00 Praha 8

INSET s. r. o.

Novákových 6
180 00 Praha 8

INŽENÝRING

DOPRAVNÍCH STAVEB, a. s.

Na Moráni 3
128 00 Praha 2

INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE

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

KANKOL, s. r. o.

Nový Jáchymov 48
267 03 Hudlice, okr. Beroun

KELLER SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ s.r.o.

K Ryšánce 16
147 54 Praha 4

METROPROJEKT Praha, a. s.

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

METROSTAV a. s.

Dělnická 12
170 04 Praha 7

OKD, DBP PASKOV, a. s.

739 21 Paskov

POHL CZ, a. s.

Nádražní 25
252 63 Roztoky u Prahy

PŮDIS, a. s.

Nad vodovodem 2/169
100 00 Praha 10

SATRA, s. r. o.

Podhoří 2879
276 01 Mělník

SG GEOTECHNIKA, a. s.

Geologická 4
150 00 Praha 5

SOLETANCHE ČR, s. r. o.

K Botiči 6
101 00 Praha 10

STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT

Thákurova 7
166 29 Praha 6

STAVEBNÍ FAKULTA VUT

Veveří 95
662 37 Brno

SUBTERRA a. s.

Bezová 1658
147 14 Praha 4

SUDOP, a. s.

Olšanská 1a
130 80 Praha 3

TUBES, s. r. o.

Londýnská 29
123 00 Praha 2

ÚSTAV GEONIKY AV ČR

Studentská ul.
708 33 Ostrava-Poruba

VIS, a. s.

Bezová 1658/1
147 00 Praha 4

VODNÍ STAVBY, a. s.

Dělnická 12
170 04 Praha 7

VOJENSKÉ STAVBY CZ, a. s.

Revoluční 3
110 15 Praha 1

VOKD, a. s.

Československá 7
701 40 Ostrava

VYSOKÁ ŠKOLA BĀŇSKÁ

tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba

ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.

Rohanský ostrov
180 00 Praha 8

ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ

BRNO, a. s., DIS

Heršpická 1
639 00 Brno

BANSKÉ STAVBY, a. s.

Košovská cesta 16
971 01 Prievidza

DOPRASTAV, a. s., GR

Drieňová 27
826 56 Bratislava

DOPRAVOPROJEKT, a. s.

Kominárska 2
832 03 Bratislava

GEOCONSULT, spol. s r. o.

Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOMONTA, spol. s r. o.

Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza

GEOTECHNIK, spol. s r. o.

Spišská Nová Ves

GEOSTATIK, spol. s r. o.

Bytčická 32
010 39 Žilina

GEOFOS, spol. s r. o.

Veľký diel 3323
010 08 Žilina

HYDROSTAV, a. s.

Miletičova 21
820 06 Bratislava

HYDROTUNEL

Mojmírova 14
972 01 Bojnice

HORNONITRIANSKE BANE, a. s.

ul. Matice slovenskej 10
971 71 Prievidza

CHÉMIA-SERVIS

Kopčianska 65
851 01 Bratislava

INCO, a. s.

Prí starej prachárni 14
831 50 Bratislava

INGEO, a. s.

Bytčická 16
010 01 Žilina

INFRAPROJEKT, s. r. o.

Kominárska 4
832 03 Bratislava

KŘIŽÍK, a. s.

Solivárska 1
080 01 Prešov

MAGISTRÁT hl. m. Bratislavy

Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

RUDNÝ PROJEKT

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

SLOVENSKÁ BANÍCKA

SPOLOČNOSŤ

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

SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST

Miletičova 19
820 09 Bratislava

SLOVENSKÉ TUNELY, spol. s r. o.

Lamačská 16
841 03 Bratislava

SOLHYDRO, spol. s r. o.

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

STU Bratislava, Stavebná fakulta

Radlinského 11
813 68 Bratislava

ŠPECIÁLNE ČINNOSTI

Kuklovská 60
841 05 Bratislava

TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠICE,

Fakulta baníctva

Letná 9
042 00 Košice

TERRAPROJEKT, a. s.

Podunajská 24
821 06 Bratislava

ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV

KOŠICE

Watsonova 45
043 53 Košice

UNIVERZITA KOMENSKÉHO

Katedra inž. geológie

Mlynská dolina
842 15 Bratislava

URANPRES, spol. s r. o.

Fr. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

VÁHOSTAV, a. s., GR

Hlínská 40
011 18 Žilina

VODOHOSP. VÝSTAVBA, š. p.

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

VUIS – Zakladanie stavieb, spol. s r. o.

Lamačská 8
817 14 Bratislava

ZIPP BRATISLAVA, spo. s r. o.

Stará Vajnorská cesta 16
832 44 Bratislava

ŽELEZNICE SR, GR

Klemensova 8
813 61 Bratislava

ŽILINSKÁ UNIVERZITA

Katedra geotechniky
Komenského ul. 52
010 26 Žilina

ŽELBA, a. s.

Šafárikovo nám. 4
052 54 Spišská Nová Ves

Tunnel

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

OBSAH

| | |
|---|---------|
| Úvodník: Ing. Vojtěch Belčák, generální ředitel, VÁHOSTAV a.s. | str. 1 |
| Výstavba přečerpávací vodní elektrárny Goldisthal | str. 2 |
| Ing. Gustav Schnierer, Váhostav, a.s., Žilina | |
| Od NATM k metodě obvodového vrubu | str. 6 |
| Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc., SG GEOTECHNIKA, a.s. | |
| Hodnotenie kvality horninového prostredia pre účely výstavby podzemných diel a vzťahy medzi klasifikačnými systémami | str. 16 |
| Mgr. Marián Kuvik, doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., Katedra inžinierskej geológie, PRIF UK, Bratislava | |
| Možnosti analýzy a řízení krizí v tunelových stavbách | str. 21 |
| Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc., ELTODO, a.s. | |
| Sanace průsaků do stanice trasy metra I B - Florenc | str. 29 |
| Ing. Petr Vozarik, METROSTAV, a.s., Ing. Petr Chaura, METROPROJEKT Praha, a.s. | |
| Technicko-kvalitativní podmínky pro projektování a realizaci tunelových staveb na pozemních komunikacích včetně realizace a projektování geotechnického monitoringu | str. 32 |
| Ing. Jiří Svoboda, Pragoprojekt, a.s., Praha | |
| Laerdal tunel - nejdělsí silniční tunel na světě | str. 38 |
| Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., Stavební fakulta ČVUT, Praha | |
| Ze světa podzemních staveb | str. 42 |
| Z historie tunelového stavitelství | str. 44 |
| Zprávy z tunelářských konferencí | str. 46 |
| Z činnosti odborných společností zainteresovaných do podzemních staveb | str. 48 |
| Životní jubilea | str. 48 |
| Zpravodajství Českého tunelářského komitétu | str. 50 |
| Spravodajstvo Slovenskej tunelárskej asociácie | str. 51 |
| Kalendářium ITA/AITES | str. 52 |
| Bibliografie | str. 53 |

REDAKČNÍ RADA

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

VYDAVATEL

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

REDAKCE

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

Sazba, tisk: GRAFTOP

Tunnel

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

CONTENTS

| | |
|--|--------|
| Editorial: Ing. Vojtěch Belčák, general manager, VÁHOSTAV a.s. | pg. 1 |
| Construction of the pumped storage plant at Goldisthal | pg. 2 |
| Ing. Gustav Schnierer, Váhostav, a.s., Žilina | |
| From NATM to the peripheral slot pre-cutting method | pg. 6 |
| Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc., SG GEOTECHNIKA, a.s. | |
| Evaluation of rock environment for purposes of construction of undergrounds works and relations among classification systems | pg. 16 |
| Mgr. Marián Kuvik, doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., Faculty of Engineering Geology, PRIF UK, Bratislava | |
| Possibilities of an analysis and crisis management in tunnel structures | pg. 21 |
| Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc., ELTODO, a.s. | |
| Remedying of leakage into the Florenc metro station, line I B | pg. 29 |
| Ing. Petr Vozarik, METROSTAV, a.s., Ing. Petr Chaura, METROPROJEKT Praha, a.s. | |
| Technical-qualitative conditions for designing and realization of tunnel structures on roads inclusive a realization and design of geodetical monitoring | pg. 32 |
| Ing. Jiří Svoboda, Pragoprojekt, a.s., Praha | |
| Laerdal Tunnel - the world's longest road tunnel | pg. 38 |
| Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., Faculty of Civil Engineering of ČVUT, Praha | |
| World of underground construction | pg. 42 |
| From the history of tunnel constructions | pg. 44 |
| News from the tunneling conferences | pg. 46 |
| Activities of professional corporations interested in underground constructions | pg. 48 |
| Life jubilees | pg. 48 |
| Czech Tunnelling Committee reports | pg. 50 |
| Slovak Tunnelling Association reports | pg. 51 |
| Calendar of ITA/AITES | pg. 52 |
| Bibliography | pg. 53 |

EDITORIAL BOARD

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

PUBLISHED FOR SERVICE USE

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

OFFICE

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 667 93 479
e-mail: matzner@metrostav.cz
internet: http://www.ita-aites.cz
Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner
Technical editors: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský
Graphic designs: Petr Míšek

Printed: GRAFTOP

Český tunelářský komitét ITA/AITES
si Vás dovoluje pozvat na 9. konferenci

PODZEMNÍ STAVBY

Termín: 9.-11. 10. 2000

The Czech Tunnelling Committee
of the International Tunnelling Association
would like to invite you to its 9th Conference

UNDERGROUND CONSTRUCTION

Time: October 9-11, 2000

PRAHA 2000



2000 / 10 / 9 - 11

PRAGUE • PRAG • ПРАГА • PRAHA

VÁŽENÁ OBEC TUNELÁRSKA,

so sľubne sa rozbiehajúcou výstavbou diaľnic na Slovensku vyplynula aj potreba oživenia tunelárskych kapacít. Dá sa povedať, že tento proces bol zvládnutý skôr ako došlo k súčasnému útlmu v budovaní diaľnic. Medzi novovytvorené komplexné organizačné zoskupenie pre výstavbu tunelov patrí aj samostatná divízia v rámci akciovej spoločnosti VÁHOSTAV Žilina. Dnes disponuje erudovanými odborníkmi priamo v riadení stavieb, zo zodpovedajúcim technickým zázemím v oblasti prípravy i rozvoja.

VÁHOSTAV sa podieľa na budovaní diaľničného tunela Branisko. Prvou samostatnou dodávkou bolo razenie prieskumnej štôlne Ovčiarsko. Geologické a technicko-organizačné podmienky preverili našu pripravenosť na budovanie tunelárskych diel.

Etablovaní sme v teritóriu hlavného mesta Slovenskej republiky, v Bratislave. V sortimente podzemných stavieb sme urobili razeňnú spojovaciu chodbu v komplexe Bratislavského hradu. Pred dokončením sú podzemné parkovacie garáže na Uršulínskej ulici.

Naším cieľom a určujúcim faktorom smerovania činnosti je realizovanie komplexných dodávok, t.j. razenie, budovanie primárneho i sekundárneho ostenia vrátane riešenia a realizácie hydroizolácií, ale aj zabezpečenie monitorovania a koordinácie stavebnej a technologickej časti tunelov.

Na naplnenie takýchto predsavzatí sa nám v súčasnosti otvára priestor v budovaní cestného tunela Horelica na Kysuciach. Už dnes môžeme našu činnosť na tomto diele prezentovať dômyselne vyriešeným portálom, v geologicky veľmi obtiažnom prostredí.

Svoju pôsobnosť rozširujeme aj na zahraničné teritória. V Nemeckej spolkovej republike sa podieľame na výstavbe podzemnej vodnej elektrárne Goldisthal, kde okrem razenia privádzačov sa budeme zúčastňovať aj na betonáži podzemných konštrukcií. Okrem toho pracujeme aj na razení niektorých cestných tunelov.

Možnosti podieľať sa na tunelárskych programoch sú obmedzené. Odvodené sú od konkrétnych investičných programov. I napriek tomu je potešiteľné, že hoci pozvoľna, dochádza k renesancii tunelárstva, ktoré patrilo ku klasickým smerom výstavby, samozrejme s premietnutím progresu zodpovedajúceho dnešnej dobe. Je čo doháňať. Je čo učiť sa. Naším zámerom je zdokonaľovať vlastný tvorivý potenciál, ale s využitím pomoci, odbornej spolupráce a mozgového potenciálu špecializovaných pracovísk, vysokých technických škôl a projektových organizácií, nevynímajúc ani zahraničných partnerov. Som rád, že v tomto smere nachádzame porozumenie a ochotu partnerov.



DEAR TUNNEL BUILDING COMMUNITY,

With the well ongoing construction of highways in Slovakia, demand for revival of the tunnel building arose. It is said, that this process has been dealt with before the current decline of road building has appeared. A separate division within VÁHOSTAV Žilina Corporation also belongs to brand new complex organizational groups for tunnel constructions.

By today, the company employs erudite specialists directly in construction controlling and possesses accordant technical background in the area of preparation and development.

VÁHOSTAV also involves itself in construction of the highway tunnel Branisko. The very first individual task was to drive an exploration gallery Ovčiarsko. Geological and technically organizational conditions have examined our preparation for tunnel constructions.

We are also entrenched in the territory of Slovakia's capital, Bratislava. Within the assortment of underground works, we have built a driven connection corridor in the complex of the castle of Bratislava. Underground parking garages in Uršulínská Street are right before completion.

The realization of complex tasks, i.e. excavation, construction of primary and secondary lining including solution and installation of waterproofing as well as security monitoring and the coordination of the both construction a technological parts of tunnel building, is our goal and determining factor in our field of activity.

Currently, a new area of interest, concerning construction of road tunnel Horelica in Kysuce, becomes available for us to fulfill such determination. By now, we can already begin works, represented by ingeniously solved portal in the geologically very difficult environment.

We broaden our field of activity abroad as well. We are taking part in the construction of the underground hydro power plant Goldisthal in Germany, where except driving headrace adits we will take part in building underground concrete structures. Besides, we are also working on of some driven road tunnels.

The opportunities to take part in tunnel building programs are limited. They derive from particular investment programs. However, it is very pleasing that, though gradually, renaissance of tunnel building, which belonged to the classic stream of construction, of course with regards to progress accordant to current era, appears. There is a lot to catch up. There is still a lot to learn. Our goal is to improve our own creative potential, but with the use of assistance, professional cooperation and brain potential of the specialized workplaces, technical universities and designing organizations, not excluding our foreign partners. I am glad, that in this direction we meet with understanding and complaisance of our partners.

Ing. Vojtech Belčák
predseda prestavenstva a generálny riaditeľ
akciovej spoločnosti VÁHOSTAV Žilina
Head of the direction board and general director
of VÁHOSTAV Žilina Corporation

VÝSTAVBA PREČERPÁVACEJ VODNEJ ELEKTRÁRNE GOLDISTHAL

CONSTRUCTION OF THE PUMPED STORAGE PLANT AT GOLDISTHAL

ING. GUSTAV SCHNIERER, VÁHOSTAV, A.S. ŽILINA, DIVISION OF TUNNELS

Najväčším výrobcom a distribútorom elektrickej energie v nových spolkových krajinách je VEAG (Spojené energetické závody, a.s.) so sídlom v Berlíne. Táto spoločnosť stavia pri obci Goldisthal (Durínsky les) najväčšiu prečerpávaciu vodnú elektrárňu v nemecku a najmodernejšiu dvojho druhu v Európe. Po uvedení do prevádzky v roku 2002/2003 dosiahne inštalovaný výkon 1 060 MW a investíciou do tohto projektu vo výške 1,2 miliardy DM sa stáva spoločnosť VEAG najväčším súkromným obstarávateľom v Durínsku.

PREČERPÁVACIA VODNÁ ELEKTRÁREŇ

V zásade pozostáva každá PVE zo spodnej nádrže, zo strojovne a hornej nádrže. Tým, že PVE Goldisthal je budovaná ako elektrárňu kavernového typu, nachádza sa až 60 % z celku v podzemí. Podzemná časť pozostáva zo 4,5 kilometrového systému prieskumných stôlní, 1,3 km dlhej prístupovej chodby ku kavernám, z dvoch šikmých privádzačov po 870 m v úklone 25°, z dvoch odtokových tunelov dlhých 346 m, kaverny strojovne 1237 x 26 x 48,5 m a kaverny transformátorovej o rozmeroch 122 x 15 x 17 m.

HORNÁ NÁDRŽ

Využívaním materiálu získaného z prehĺbovania dna je sypaná 3,4 km dlhá prstenčová hrádza hornej nádrže. V závislosti od konfigurácie terénu sú sypané výšky roz-

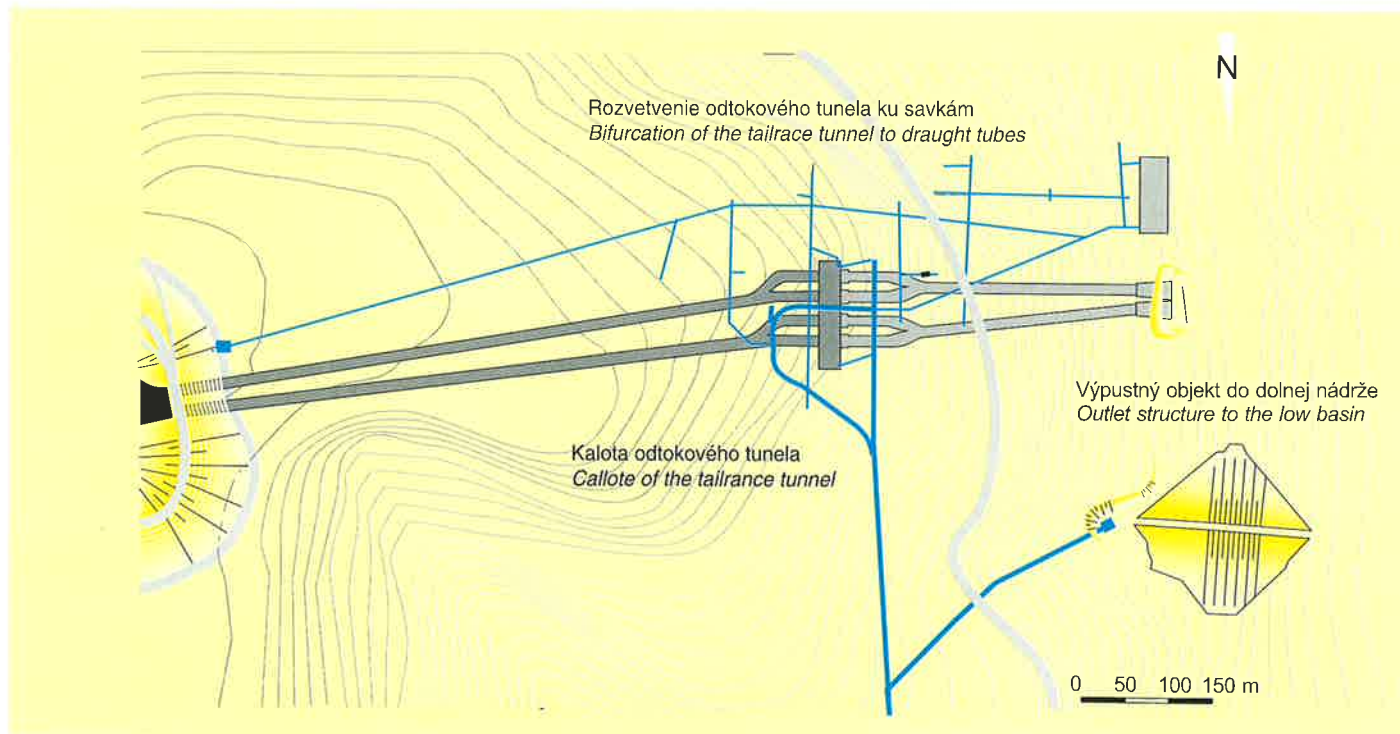
The biggest manufacturer and distributor of electric power in new federal regions is the company VEAG (United Power Plants, AG) with its registered office in Berlin. This company constructs near the community Goldisthal the biggest pump storage plant in Germany which is the most up-to-date of this kind in Europe. Said plant will be set into operation in the year 2002/2003, and its installed output will be 1060 MW. With respect to its investment into this project, amounting to 1.2 milliard DEM, the company VEAG becomes the biggest private power supplier in Thüringen.

PUMPED STORAGE PLANT

In fact, every PSP consists of a lower basin, of an engine-room and of an upper basin. Because of the fact that the PSP Goldisthal is constructed as a power plant of a cavern type, nearly 60 per cent of it takes place in the underground. The underground part consists of a system of exploratory galleries, being 4.5 km long, of an access gallery to caverns - 1.3 km long, of two inclined headrace tunnels, each of them being 870 m long in the slope of 250, of two tailrace tunnels - 346 m long, of an engine-room cavern 137 x 26 x 48.5 m, and of a cavern for a transformer station, dimensioned 122 x 15 x 17 m.

UPPER BASIN

This basin has been formed by means of a ring earth dam where the material of the deepened bottom has been applied. In dependence upon the terrain



Obr. 1 Fig. 1
Situácia prečerpávacjej elektrárne Goldisthal
General layout of the Pump Storage Plant Goldisthal

dielne a pohybujú sa medzi 9 až 40 m. Celkový objem hrádze je 5,4 milióna m³. Nádrž bude tesnená asfaltbetónom a jej obsah je cca 12 miliónov m³. Toto množstvo vody umožní prevádzku PVE počas ôsmich hodín na plný výkon.

ŠIKMÉ PRIVÁDZAČE

Nápuštný objekt v hornej nádrži spájajú s turbínami v kaverne dva privádzače (každý pre dve turbíny). Ich priemer sa po rozdvojení k turbínam znižuje zo 6,2 m na 4,53 m. Oba sú opláštené oceľovým pancierom s betónovou základkou.

KAVERNA STROJOVNE

Kaverna pre strojovňu (prevádzková budova) je najväčším v podzemí vytvoreným priestorom. Svojimi rozermi zodpovedá plochou futbalovému ihrisku a výškou päťnástposchodovému domu. Spoločne s kavernou pre transformátorovňu sú tieto dosažiteľné z povrchu cez prístupovú chodbu, ktorej zarážka sa uskutočnila v septembri 1997.

Výlom kaverny započal razením kaloty delenej na bočné chodby, ktoré predstihovali rozpojenie a odťažbu jadra cca o 15–20 m. Zaisťovanie výlomu sa vykonáva striekaným betónom s oceľovou mrežovinou a horninovými kotvami. Paralelne s výstavbou kaverny boli razené oba privádzače i odtokové chodby, z ktorých prvá po prerazení do kaverny bola využívaná pre odťažbu vylomenej horniny kaverny. Po ukončení výlomových prác sa započne s dopravou častí štyroch sústrojenstiev cez prístupovú chodbu a s ich následnou montážou v kaverne. Počínajúc letom 2002 by mali byť postupne všetky štyri sústrojenstvá pripájané na sieť a v polovici roku 2003 by mal byť k dispozícii plný výkon elektrárne.

DOLNÁ NÁDRŽ

Niečo cez 150 m nad obcou Goldisthal proti prúdu riečky Schwarza sa buduje hlavná uzávača dolnej nádrže. Nádrž bude po vzduťi 2 400 m dlhá a v najširšom mieste bude mať 900 m. Kamenná sypaná hrádza dosiahne výšku 67 m. Návodná strana bude mať asfaltové tesnenie.

Hrádza je sypaná prevažne z materiálu získavaného pri výstavbe podzemných priestorov, ale aj ťažbou zo skalnej kopyly nachádzajúcej sa v strede dolnej nádrže. Jej

configuration, heights of the earth dam are different and they vary from 9 m up to 40 m.

Total volume of the dam amounts to 5.4 million cub.m. The dam shall be sealed with bituminous concrete and its capacity will be about 12 million cub.m. This water capacity will enable, for the PSP to work in its full output for eight hours.

INCLINED HEADRACE TUNNELS

The intake structure situated in the upper basin is connected to turbines, located in the cavern, through two tunnels (each of them for two turbines). Their diameter is decreased behind the bifurcation to turbines from 6.2 m to 4.35 m. Both of them are armoured by means of a steel armour with a concrete footing.

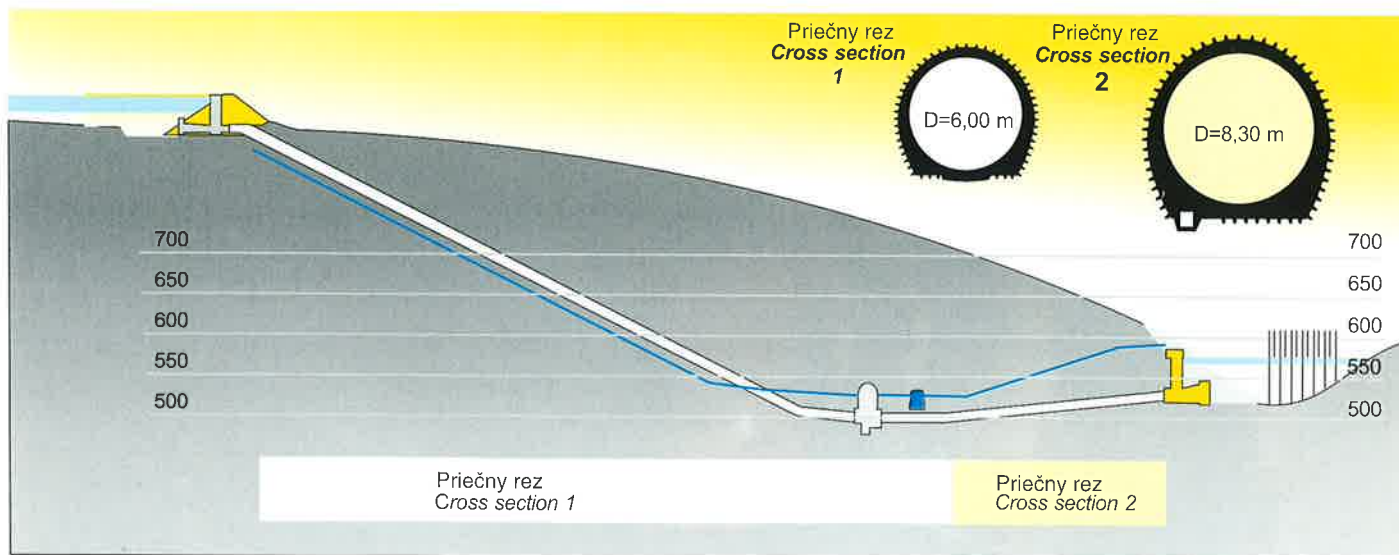
ENGINE-ROOM CAVERN

The cavern for the engine-room (operational building) is the largest space formed in the underground. Its area corresponds to the area of a football playground, and its height to a fifteen storey house. Together with the cavern designed for the transformer station, said spaces are accessible from the surface through an access gallery, the driving of which was carried out in September 1997.

The cavern excavation started by driving a calotte divided in side galleries which were made by about 15 to 20 m before the disintegration and removal of the core. The excavation is supported by means of shotcrete with steel mesh and rockbolts. Parallely with the construction of the cavern there were driven both headrace tunnels and tailrace tunnels from which the first one, after having been driven through into the cavern, was used for removing muck from the cavern. After the finish of the driving works, the transport of parts of four machine aggregates through the access corridor will start, as well as their following assembly in the cavern. Starting the year 2002, all four aggregates should be gradually connected to the network, and the full output of the power-plant should be at disposal in the half of the year 2003.

LOWER BASIN

A little more than 150 m over the community Goldisthal, upstream of the small river Schwarza, the main dam of the lower basin is constructed. The full basin will be 2400 m long and, in the widest place, 900 m wide. The rockfill dam will be 67 m high. Its face will be provided with a bituminous sealing.



Obr. 2 Fig. 2
Pozdĺžny rez prečerpávacej elektrárne Goldisthal
Longitudinal section of pump storage plant Goldisthal

zostatok bude tvoriť ostrov slúžiaci k ochrane vtáctva. Celková kapacita nádrže bude 18,9 milióna m³. Rozdiely medzi maximálnou a minimálnou hladinou môžu podľa režimu prevádzky dosahovať až 20 m. K obmedzeniu ich nepriaznivých dopadov na dlhšom úseku koryta riečky Schwarza vyvolaných kolísaním hladiny nádrže bude vybudovaná 26 m vysoká hrádza s asfaltovým tesniacim jadrom. Takto vznikne malé jazero vhodné aj pre rekreačné účely.

The dam shall be made mostly of the muck brought from the excavated underground spaces, but also from the rocky hill taking place in the central part of the lower basin. Its remainder will form an island serving for protection of birds. The total capacity of the basin will be 18.9 million cub.m. Differences between the maximum and minimum water levels may be up to 20 m, in dependence upon the operation regime. To limit their unfavourable effects in a longer section of the river Schwarza, caused by



Obr. 3 Fig. 3
Výpustný objekt do dolnej nádrže
Outlet structure to the lower basin



Obr. 4 Fig. 4
Rozvetvenie odtokového tunela ku savkám
Bifurcation of the tailrace tunnel to the draught tubes

ÚČASŤ VÁHOSTAVU, A.S. NA VÝSTAVBE

Začiatkom roku 1999 dostáva Váhostav na PVE Goldistahl po takmer dvadsaťročnej prestávke po prvýkrát príležitosť nadviazať na sortiment a skúsenosti získané pri výstavbe PVE Čierny Váh, tentoraz však predstavujú dodávku výlučne práce v podzemí. Prvý kontrakt bol uzavretý na vyrazenie a primárne vystuženie odtokových tunelov 2 x 346 m s výpustným objektom, na čo po troch mesiacoch aktívneho pôsobenia na stavbe nasledovala druhá a tretia zmluva, ktorých predmetom sú prístupová štôľňa ku kontrolnej chodbe hrádze, tunel pre odvedenie vyrobenej elektrickej energie z kaverny transformátorovne a hradidlové šachty výpustného objektu.

Pre výstavbu všetkých podzemných priestorov už samotné horninové prostredie, tvorené pevnými, málo tektonicky porušenými kremencami a kremíťmi bridlicami, diktovalo voľbu technológie. Konvenčné razenie metódou striekaného betónu pri vysokom dôraze na ekonomiku výstavby nemalo v daných podmienkach alternatívu.

Prierezy razených diel (75 m² a viac) umožňovali nasadenie všetkých štandardných tunelárskych strojov a zariadení. Od viaclafetových vrtacích elektrohydraulických vozov cez tunelové rýpadlá, kolesové nakladače a dumpre pre odťažbu rúbani až po pojazdné pracovné plošiny a ostatné jednoúčelové zariadenie.

Odbornú verejnosť určite zaujme niekoľko odlišností od štandardných pracovných postupov. Je to predovšetkým vysoká snaha o presnosť výlomu používaním bleskovice pri obrysových vývrtoch, v kvalitnejších horninových partiách vylúčenie ocelevej mrežoviny a jej náhrada ocelovými vlákňami v striekanom betóne, čím sa značne uľahčí prípadné profilovanie. Za spomenutie určite stojí zavedený systém bezpečnosti pri práci a ochrany zdravia. Touto problematikou sa zaoberá a zodpovedá za ňu tzv. bezpečnostný výbor, zložený zo zástupcov investora, dodávateľov, odborov a úradu pre ochranu pri práci. Na stavbe je každý stroj vybavený sebazáchraným prístrojom, hasiacim prístrojom, v podzemí sú výrazne značené únikové cesty, umiestnené telefóny tiesňového volania, stanice prvej pomoci a všetky dieselové stroje a vozidlá sú povinne vybavené filtrami na redukciu škodlivín vo výfukových spalinách.

Výsledky dosiahnuté pri výstavbe podzemných objektov PVE Goldistahl (postupy pri razení kaloty v priamych úsekoch 5–6 m/deň) potvrdili univerzálnosť a adaptabilitu razičov Váhostavu a.s. Žilina i mimo podzemných dopravných stavieb.

variation of the water level in the basin, there will be constructed a 26 m high pre-dam provided with a bituminous sealing core. In this way, a small lake, suitable for recreation purposes, will arise.

PARTICIPATION OF VÁHOSTAV, A.S. IN THE CONSTRUCTION.

At the beginning of the year 1999, Váhostav got the opportunity to utilize experience gained during the construction of the pumped storage plant Čierny Váh, viz. at the construction of the PSP Goldisthal. In this case the delivery resides exclusively in underground works. The first contract was concluded for excavation and primary support of the tailrace tunnels 2 x 346 m with an outlet structure. After three months of activities on the construction site, the second and third contract followed, the subject of which resided in an access gallery to the inspection adit of the dam, a corridor for passing the produced electric power from the cavern of the transformer station and shafts of the outlet structure.

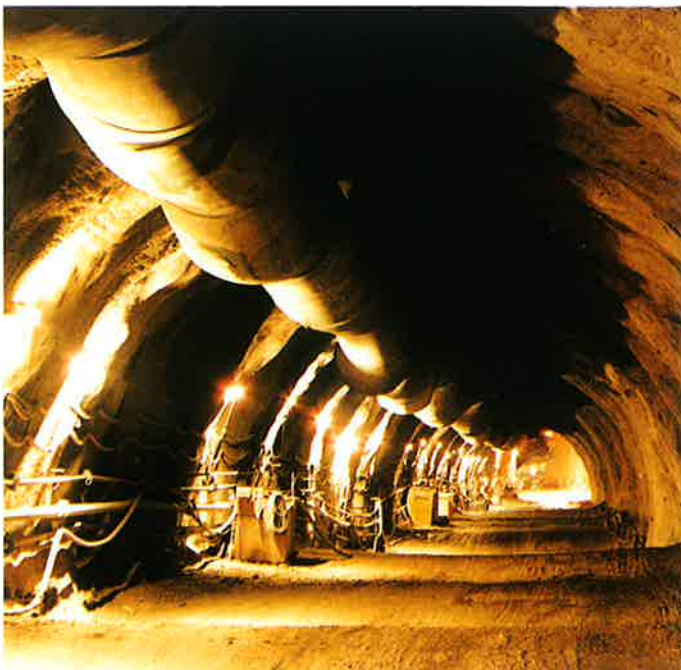
To construct all underground spaces, even the rock environment proper, formed by solid, not too much tectonically disturbed quartzites and siliceous slates, determined the selection of the applied technology. Conventional driving by means of the shotcrete technique, with respect to a special emphasis placed on the construction economy, had no alternative under the said conditions.

Cross sections of driven works (75 sq.m and more) made it possible to apply all standard tunnelling machines and equipment, starting with multi-boom electro-hydraulic drill riggs, tunnel excavators, loaders and dumpers for removing muck, up to mobile working platforms and other single-purpose equipment.

The professional public will be surely interested in several differences with respect to standard working procedures. It is namely an effort concerning a high accuracy of excavation by means of detonating fuses for contour drilling, in rocks of high quality omission of steel mesh and its replacement with steel-fibre reinforced shotcrete, which will facilitate considerably the possible profiling. It is also important to draw the attention to the applied system of safety of work and the health protection.

Said problems are solved by so called Safety Committee which is also responsible for it, and which consists of representatives of the client, contractors, trade unions and the Health and Safety Authority. Every machine on the construction site is provided with a self-rescuer, extinguisher, in the underground there are marked significantly escape ways, there are situated telephone sets for emergency calls, stations of the first aid, and all Diesel machines and vehicles are obligatorily equipped with filters for reducing harmful exhaust products.

Results achieved during the construction of underground parts of the PSP Goldisthal (advance rate during driving the calotte in direct sections - 5 to 6 metres per day) proved the universality and adaptability of the tunnellers of the company Váhostav, a.s. Žilina, even if it does not concern underground transport constructions.



Obr. 5 Fig. 5
Kalota odtokového tunela
Calotte of the tailrace tunnel

OD NOVÉ RAKOUSKÉ TUNELOVACÍ METODY K METODĚ OBVODOVÉHO VRUBU

FROM THE NEW AUSTRIAN METHOD TO THE PERIPHERAL SLOT PRE-CUTTING METHOD

DOC. ING. ALEXANDR ROZSYPAL, CSc., SG GEOTECHNIKA, A.S.

RESUMÉ:

Během posledních 25 let byly v praxi i ve výzkumu přineseny důkazy o podstatném vlivu chování horniny nejen za, ale i před čelbou na stabilitu i deformace výrubu během ražby. Tyto poznatky jsou v praxi postupně aplikovány do nových technologických postupů ražby, které navazují na osvědčené principy Nové rakouské tunelovací metody.

Předložený článek stručně popisuje tento vývoj, přibližuje základní kroky a závěry realizovaných výzkumů, které proběhly v zahraničí a prezentuje nové technologické postupy, které jsou na základě těchto nových poznatků v posledních letech aplikovány, zejména při ražbě tunelů v obtížných geologických podmínkách.

Zvláštní pozornost je přitom věnována metodě obvodového vrubu, která bude v ČR poprvé použita při stavbě železniční přeložky Chomutov - Březno u Chomutova.

1. HISTORICKÝ POHLED

Pro první tunelovací metody byla charakteristická snaha přenést výstrojí veškeré zatížení vyvozované horninovým masivem. Proto pro ně byla charakteristická těžká vrděva i mohutné obozdívky.

Pro mladší stavební inženýry už názvy těchto tunelovacích postupů budou působit velmi archaicky, Belgická soustava, Rakouská soustava, Německá soustava, Anglická metoda v jejich četných mutacích jsou již v době moderních tunelovacích strojů minulostí.

Zásadním zlomem ve vývoji tunelovacích metod byla "Nová rakouská tunelovací metoda", k jejímuž rozšiřování dochází v šedesátých letech.

Vtip nové rakouské tunelovací metody spočívá v tom, že horninový masiv se přinutí, aby část své reakce na provedení výrubu přenesl sám.

2. PŘIPOMENUTÍ PRINCIPU NOVÉ RAKOUSKÉ TUNELOVACÍ METODY (NRTM)

Princip NRTM spočívá v efektivní kontrole deformačního procesu horniny v okolí výrubu s cílem mobilizovat její přirozenou pevnost.

Toho se dosahuje technologickým opatřením - realizací primárního pružného ostění tunelu v čase, který je funkcí postupu ražby a následné deformační reakce horninového masivu a jeho okolí.

V podstatě se takto ovlivňuje průběh přerozdělování napjatosti horniny v okolí postupujícího výrubu s cílem maximálně zaintegrovat horninový masiv do jediného statického systému ostění tunelu - hornina.

- V praxi se postupuje v následujících krocích:
- Průběžný monitoring deformační odezvy horninového masivu na ražbu (především konvergenční měření).
 - Realizace "primárního ostění" (především stříkaný beton na ocelovou síť v kombinaci se systémem kotev) a to v takové tuhosti a v takovém časovém zpoždění za ražbou, aby byl povolen určitý rozvoj deformace horniny, umožňující maximální efektivní spolupůsobení horninového masivu. Dalším cílem je zajistit, aby v blízkosti povrchu výrubu nenastal nepřijatelný stav napjatosti blížící se k jednoosé či dvojosé napjatosti (ten je spojen s nejméně příznivými deformačními vlastnostmi hornin) a aby naopak došlo k maximální mobilizaci pevnosti horniny v okolí výrubu.
 - Realizace definitivního (sekundárního) ostění po době, která je nezbytná k proběhnutí potřebných deformací horninového masivu po realizaci výrubu a k dosažení "rovnovážného stavu" ve smyslu předcházejícího odstavce. Hlavním smyslem definitivního ostění je právě trvalá fixace tohoto rovnovážného stavu.

RESUMÉ:

Over the last 25 years, the evidence has been produced, both by the praxis and by the research, regarding a considerable impact of the rock behavior not only in front of but also in advance of a heading on stability and deformation of the excavated space in the course of the excavation work. This knowledge has been successively applied into new tunneling techniques, which develop the well-tried principles of the New Austrian Tunneling Method.

The article briefly describes this development, explains basic steps and conclusions of the research cases performed abroad, and presents new technological procedures, utilized, on the basis of this new knowledge, in the last years in excavation of tunnels in difficult geological conditions.

Special attention is paid to the Peripheral Slot Pre-cutting Method, which is going to be utilized, first time in the CR, on the construction of the Chomutov - Březno u Chomutova railroad track realignment.

1. HISTORICAL VIEW

The effort to carry all the load induced by a rock massif by supporting elements was characteristic of the first tunneling methods. Therefore, they were characterized by heavy timbering and thick linings.

To younger civil engineers, even examples of those tunneling techniques can seem very archaically. Numerous variations of The Belgian System, The Austrian System, The German System or The English System have become a past in the era of modern tunneling equipment.

The New Austrian Tunneling Method, being spread in the beginning of the sixties, meant a principal turn of tunneling methods development.

The point of the New Austrian Tunneling Method is in the fact that the rock massif is forced to carry a part of its reaction to execution of the excavation by itself.

2. RECALLING PRINCIPLES OF THE NEW AUSTRIAN TUNNELING METHOD (THE NATM)

The NATM principle resides in an effective control of the process of deformation of the rock in the excavation periphery so as to mobilize its natural strength.

This is achieved by means of a technological measure - by erection of a primary resilient tunnel lining within a time, which is a function of the excavation advance and the successive deformation reaction of the rock massif and its periphery.

Basically, the course of redistribution of the rock stress in the vicinity of an advancing excavation is affected by this way, with the aim of enhancing creation of a maximum integration of the rock massif into a single static system formed by the tunnel lining and the rock.

The following steps are made in the praxis:

- Continuous monitoring of the deformation response of the rock massif to the excavation (the measurement of tunnel convergence above all)
- Application of a "primary lining" (concrete sprayed on wire mesh combined with a system of anchors above all). Rigidity of the lining and the lapse of time after the advancing excavation must allow certain development of the rock deformation, which renders a maximum composite action of the rock massif possible. Another

Samozřejmou podmínkou pro realizaci NRTM je kromě průběžného a operativního monitoringu velmi šetrná ražba, aby nedošlo ke zbytečnému rozvolnění horninového masivu kolem výrubu, kontinuální a rychlý průběh ražby a provádění primárního ostění. Podstatná je schopnost operativně přizpůsobovat technologii ražby deformační odezvě horniny.

3. SOUVISLOSTI MEZI VÝVOJEM DEFORMACÍ A STABILITOU HORNINOVÉHO MASIVU PŘED A ZA ČELBOU

Při vyhodnocování výsledků monitoringu při NRTM se nebere na zřetel deformační chování horniny před čelbou. Vychází se z předpokladu, že deformační změny, které spolupůsobí na přenášení zatížení v okolí výrubu, jsou důsledkem přerozdělování napjatosti a deformace v okolí již realizovaného výrubu, ale jen za čelbou.

Ve skutečnosti k radiálním deformacím (prekonvergencí) dochází i před čelbou. Čelba sama má větší nebo menší tendenci se "vyboulit" do prázdného prostoru. Tyto vodorovné deformace jsou nazývány "extruze". V měkkých horninách může být hodnota extruze okolo 20% konvergence.

Zkušenosti, které jsme v SG - Geotechnika získali při sledování podzemních liniových staveb ukazují, že rozvoj deformací v okolí výrubu v podstatné míře závisí nejen na rychlosti, kterou se realizují technologické kroky směřující k vybudování primárního i definitivního ostění, ale v podstatné míře i na stabilitě čelby a deformacích horniny před ní.

Pro toto tvrzení, podpořené empirickou zkušeností, existuje jednoduché teoretické vysvětlení.

Představme si v horninovém masivu vytčený element horniny "Eh₁" právě v místě budoucího výrubu. Element má tudíž tvar položeného válce. Vodorovné zatížení na obou protilehlých vertikálních plochách je stejné a sice $\sigma_h = \sigma_v \cdot K_0$, kde K_0 je koeficient bočního tlaku v klidu, σ_v je hmotnost nadloží $\gamma \cdot h$. (obr. 3.b)

Radiální zatížení na povrchu válce se pohybuje rovnoměrně od σ_v k σ_h v závislosti na K_0 . Připustíme-li, že K_0 je jedna, což je pro naše účely zjednodušení zcela akceptovatelné, pak je náš horninový element podroben všesměrnému zatížení, a jeho stabilita nemůže být porušena.

Jestliže však ražba tunelové roury dospěje do takové polohy, že její čelba se kryje s jednou z vertikálních ploch našeho horninového elementu (Eh₂), dojde k náhlé změně způsobu jeho zatížení. (obr. 3.a)

Ze strany čelby klesne totiž horizontální zatížení na nulu. Radiální zatížení elementu na straně u čelby (před přerozdělením) podstatně vzroste v porovnání s původním stavem a stane se proto podél povrchu pláště válce nerovnoměrným. Výslednice radiálního zatížení začne působit šikmo směrem k čelbě. Prvním důsledkem je extruze, neboli vyboulení horniny směrem do tunelu. Druhým důsledkem je nerovnoměrná radiální deformace, kterou v tomto případě nazýváme prekonvergencí.

Tato změna zatížení horninového elementu Eh₂ má samozřejmě vliv i na přerozdělování napětí v okolí hotového výrubu i za čelbou, a tudíž i na dodatečný růst konvergence v okolí již hotového výrubu. Pokud se po přerozdělení dostanou napětí v hornině z oboru elastického do pružně plastického, tak to může mít za následek nejen velké zvětšení konvergence a extruze, ale i velmi negativní dopad na krátkodobou i dlouhodobou stabilitu výrubu.

Protože horninový masiv je ve většině případů silně anizotropní, heterogenní a se složitými strukturálními vlastnostmi, je k přerozdělení napětí v okolí výrubu vždy potřeba relativně značná doba. Za určitých podmínek může právě tato doba umožnit vznik "plastických oblastí" a tím i nestabilitu výrubu. Odtud velký význam rychlosti s jakou je třeba realizovat veškeré technologické kroky při ražbě a provádění obzdvívek.

Například při ražbě tunelu San Stefan ztráta stability čelby měla za následek dodatečné podstatné zvýšení konvergence a porušení obzdvíčky v již stabilizovaných předcházejících částech výrubu.

K obdobným situacím docházelo u tunelu Tasso. Zde dokonce došlo k porušení již stabilizované části výrubu po ztrátě stability jádra.

U tunelu Frejus došlo ve staničení 5.172 m ke zpomalení a k 15 dennímu přerušování ražby. V důsledku toho konvergence vzrostla více než 3 x v místech, kde se nacházela čelba v době přerušování ražby.

Po obnovení ražby se pak na dalších místech vrátila konvergence k původním hodnotám. Příčinou bylo to, že horninový masiv dostal během přerušování ražby příležitost rozvinout deformační proces až k hranicím plastického přetváření.

Vztahům mezi deformací horniny za a před čelbou a jejím dopadem na krátkodobou i dlouhodobou stabilitu výrubu za čelbou byl v Itálii věnován dlouhodobý výzkum. O jeho výsledcích referoval Lunardi (1993 a 1998).

V rámci výzkumu byla prováděna podrobná a komplexní měření konvergence, prekonvergence a rozložení vodorovných deformací před čelbou i extruze na pokusných úsecích stavby tunelu San Vital v Itálii.

Pomocí měřidla deformací ve vodorovných vrtech (sliding micrometer), klasického měření konvergence a dalších měření, bylo ukázáno, jak lze omezit konvergenci za čelbou i vodorovné deformace čelby tím, že se ztuhí horninové jádro před čelbou prostřednictvím speciálních technologických opatření a zejména jaký pozitivní vliv mají tato opatření ke snížení konvergence i ke zvýšení stability výrubu i za čelbou.

K ztuhnutí jádra jsou k dispozici tři zásadní technologické možnosti, jejichž aplikace byly v tomto výzkumu vyzkoušeny:

- Systém vodorovných kotev do čelby ze sklolaminátových tyčí do vzdálenosti cca 3 průměry tunelu před čelbou
- Vyztužení a ochrana čelby stříkaným betonem
- Ochraňování vyztužení horninového jádra obvodovou injektáží, deštníkem z mikropilot realizovaným podél obvodu výrubu a nebo systémem předkleneb (viz odst. 4).

aim is to ensure that no unacceptable state of stress occurs coming close to the single axis stress or dual axis stress (this stress is linked to the least favorable deformation properties of rock), and, on the contrary, that a maximum strength of the rock in the periphery of the excavation is mobilized.

- Application of a final (secondary) lining when the time necessary for development of the required deformations after the excavation, and for reaching the "state of balance" in the meaning of the above clause, is over. The main purpose of the final lining is just to fix this state of balance to become permanent.

Apart from continuous and operative monitoring, the self-evident condition for performance of the NATM is a very careful manner of excavation, preventing unnecessary loosening of the rock massif around the excavated space, a continual and fast course of the excavation work, and execution of the primary lining. The capability of adaptation of the driving technique operatively to the deformation response of the rock is essential.

3. RELATION BETWEEN DEVELOPMENT OF DEFORMATIONS AND STABILITY OF A ROCK MASSIF IN FRONT OF AND IN ADVANCE OF A HEADING

When the monitoring results are evaluated for the NATM, no respect is paid to the deformation behavior of the rock in advance of a heading. This idea issues from a premise that the deformation changes, which act jointly on transmission of the load in the vicinity of an excavated space, represent a result of redistribution of stress and deformations in the vicinity of the already excavated space, although in front of the tunnel face only.

In reality, radial deformations (pre-convergence) occur even in advance of a heading. The heading itself tends more or less to "bulging" into the empty space. These horizontal deformations are called extrusions. The value of an extrusion in soft ground can be about 20% of the convergence.

The experience which we gained in SG - Geotechnika during monitoring of underground line structures shows that development of deformations in the vicinity of an excavated space depend in a considerable extent not only on the speed of execution of the technological steps which aim to erection of the primary and final lining, but also, in a considerable extent, on the heading stability and on the rock deformations in advance of the heading.

A simple theoretical explanation exists for the above assertion, supported by an empirical experience.

Let us imagine a rock element "Eh₁" existing in the rock massif just in the location of the future excavated space. For that reason, this element has a shape of a horizontal cylinder. Horizontal load on the both opposite vertical planes is equal, i.e. $\sigma_h = \sigma_v \cdot K_0$, where K_0 is the coefficient of static lateral pressure, σ_v is the weight of the overburden $\gamma \cdot h$. (Figure No. 3.b)

The radial load on the surface of the cylinder moves fluently from σ_v to σ_h , relative to K_0 . If we admit that K_0 is equal to one, which simplification is fully acceptable, our rock element is subjected to omnidirectional loading, thus its stability can not be affected.

Although, if the excavation of the tunnel tube arrives to such a state that its heading coincides with one of the vertical planes of our rock element (Eh₂), a sudden change of the loading pattern occurs. (Figure 3.a)

This is because of a drop of the horizontal load down to zero from the heading side. The radial load on the element on the side next to the heading (before redistribution) increases significantly, compared to the original state, therefore it becomes uneven along the surface of the cylinder envelope. The radial loading resultant starts acting at an angle towards the heading. As the first result of that, an extrusion, i.e. bulging of the rock to the inside of the tunnel occurs. The other result is an uneven radial deformation, which we will call pre-convergence in this case.

Obviously, this change of loading of the rock element Eh₂ also affects the redistribution of the rock stress in the periphery of the completed excavation even in front of the heading, thus it causes an additional increase of convergence in the vicinity of the completed excavation. If the rock stresses after the redistribution get from the elastic zone to the elastic-plastic zone, the result may be not only a significant increase in convergence and extrusion but also a very negative impact on the short-term and long-term stability of the excavation

As the rock massif is in most of cases strongly anisotropic, heterogeneous and having complex structural properties, a relatively long period is always needed for redistribution of stresses in the vicinity of an excavated space. It is just this period that may, under certain conditions, render origination of plastic areas possible, thus an instability of the excavation can occur. This is the reason why the speed of realization of all the technological steps during excavation and execution of the lining is so important.

For example, the loss of stability of the face during excavation of the San Stefan tunnel resulted in an additional substantial convergence increase within the previous

Závěry z výše uvedeného výzkumu jsou v souladu s našimi empirickými zkušenostmi a lze je shrnout následujícím způsobem:

- Jestliže relace mezi stávající napjatostí horniny a její pevností v oblasti jádra jsou takové, že deformační odezva na ražbu zůstává v elastickém oboru, tak se zpravidla vystačí s klasickým postupem, kdy se realizuje rovnou definitivní výstroj hotového výrubu. Hornině před čelbou není v těchto případech třeba věnovat zvláštní pozornost. Ovšem dojde-li k delšímu přerušování ražby, je vždy záhodno, zejména v případě měkkých hornin, čelbu ošetřit a vyztužit.
- Pokud v průběhu ražby dochází k deformačním procesům jejichž charakter začíná vykazovat plastické prvky, je neefektivnějším řešením jak minimalizovat konvergenci a zajistit dostatečnou krátkodobou i dlouhodobou stabilitu jak výrubu tak i čelby, vyztužit dostatečně jádro horniny před čelbou a eliminovat tak možnost rozvoje plastických oblastí v hornině. Dlužno podotknout, že k rozvoji plastických oblastí může dojít nejen u pevné horniny při vysokých tlacích mohutného nadloží hlubokých tunelů, ale i u měkkých tunelů ve velmi měkkých nepevných horninách. Tyto naše zkušenosti potvrzují i závěry a doporučení Lunardiho (1998):
 1. Existuje úzká vazba mezi projevy extruze jádra na čelbě a velikosti konvergence i prekonvergence.
 2. Je zjevná těsná souvislost mezi ztrátou stability jádra (čelby) a ztrátou stability výrubu, byť již byl před tím stabilizován.
 3. Projevy deformace čelby (extruze) a výrubu následují vždy chronologicky za sebou.
 4. Protože deformační chování výrubu velmi úzce souvisí s tuhostí jádra, naskytá se možnost jak použít jádro, respektive zvýšení jeho tuhosti technologickými opatřeními, jako instrument k zvýšení stability vlastního výrubu.
 5. Časový průběh konvergence kolem výrubu může sloužit jako důležitý signál pro hledání momentu, kdy zastavit další postup ražby, aby se provedlo další vyztužení jádra a pro určení jeho dostatečné hloubky."

Jednou z tunelovacích metod, která nejdůsledněji reaguje na získané zkušenosti a poznatky o provázanosti deformačním chováním horniny před a za čelbou je metoda obvodového vrubu.

4. METODA OBVODOVÉHO VRUBU (MOV)

Princip metody obvodového vrubu spočívá v realizaci obvodového zářezu podél obvodu budoucího výrubu. Zářez se provádí zvláštní řetězovou pilou pojíždějící na speciální rámové konstrukci sledující obrys budoucí tunelové obezdívky. Hloubka vrubu kolísá od 2 do 5 m, jeho tloušťka od 15 do 40 cm.

Metoda má dvě základní "mutace", a sice pro tvrdé horniny, kde se vlastní ražba realizuje s pomocí trhacích prací a pro měkké horniny, kdy se razí klasickou mechanizací bez použití trhacích prací.

V prvním případě je základním úkolem obvodového vrubu oddělit těženu horninu od masivu a umožnit tak intenzivní použití výbušnin s minimalizací přenosu nepříjemných vibrací na okolní horninu respektive na povrch terénu, kde by vibrace ohrožovaly zástavbu.

V druhém případě je smyslem vytvořit v hornině "betonovou předklenbu" s cílem v málo stabilním horninovém prostředí razit tunel pod ochranou klenby a dostatečně tak vyztužit horninové jádro. Předklenba vznikne vyplněním obvodového vrubu rychlě tuhnoucím betonem.

4.1. GENEZE MOV

V minulosti se vyřezávání hornin používalo k těžbě v uhelných lomech, případně v kamenolomech. V inženýrském stavitelství se nejprve začalo používat ve Francii v 60. letech. Zpočátku se omezovalo na tvrdé horniny se zaměřením usnadnit trhací práce a minimalizovat nepříznivé účinky vibrací (stanice metra AUBER v Paříži). Brzo ale došlo ke snahám aplikovat tuto metodu i v měkkých horninách. V roce 1974 - 1976 se tento postup poprvé použil na lince "A" pařížského metra do Fontenay sous Bois. Tehdy se ještě nepostupovalo na plný záběr. V první fázi se vyrazila jen horní polovina tunelové roury a teprve poté její spodní část.

V celém profilu tunelu se poprvé postupovalo v roce 1980-1982 při stavbě metra v Lille.

Na počátku 90. let se razí tunely v Paříži Sceaux - Fontenay, Galaure pro TGV - Rhone Alpes a tunel Limeil Brevannes.

Poté se metoda šíří i do ostatních částí světa, např. silniční tunel KARUIZAVA v Japonsku v roce 1993, experimentální ražba společností Trevive ve vápencovém dole nebo tunel SUBARI - Cosenza v Itálii.

V místě vzniku metody, ve Francii, dochází k dalšímu vývoji, zejména technologického zařízení (kontinuální posun mechanického zařízení nesoucího řetězovou pilu, velikost, záběr a mocnost vrubu). Nejmodernějším zařízením byl např. realizován tunel Saint Germain en Laye ve Francii.

Koncem roku 1999 se touto metodou dokončil tunel v Ramsgate v Anglii a v současnosti se chystá stavba 1,7 km dlouhého tunelu železničního v ČR u Chomutova.

4.2. MOV V PEVNÝCH HORNINÁCH

Tato mutace MOV je především určena pro zastavěné oblasti. Omezuje výrazně škodlivé účinky vibrací způsobované použitím výbušnin při ražbě.

Princip spočívá v tom, že prvotní centrální zářez do horniny, který je zdrojem nej-

parts of the excavation, which already had been stabilized. Similar situations occurred on the Tasso tunnel construction. In this particular case even a stabilized part of the excavation was damaged after the loss of stability of the core.

The Frejus tunnel construction experienced a deceleration and a 15-day suspension of excavation in the chainage of 5,172 m. As a result, the convergence increased more than three-fold in the locations where the heading had been found in the moment of the excavation work suspension.

After resumption of the excavation work the convergence got back to the original values in other locations. The reason was that the rock massif was given, in the course of the suspension of the excavation work, the opportunity to develop the process of deformation up to the limits of plastic deformation.

The relations between the rock deformation in front of and in advance of a heading, and their impact on the short-term and long-term stability of the excavated space in front of the heading were subject of a long-term research in Italy. Its results were reviewed by Lunardi (1993 and 1998).

Detailed and overall measurement of convergence, pre-convergence and distribution of horizontal deformations in advance of a heading, and measurement of extrusion was performed, in the framework of a research, on trial sections of the San Vital tunnel in Italy.

It was shown by means of a gauge measuring deformations in horizontal boreholes (sliding micrometer), classical measurement of convergence, and other measurements that the convergence in front of a heading and horizontal deformation of a tunnel face can be restrained by means of reinforcing the rock core in advance of the heading through application of special technological measures and, before all, what for a positive effect those measures have in decreasing the convergence and in enhancing stability of an excavation even in front of the heading.

There are the following three basic technological solutions possible to reinforcing the core. Their applications were tested by the above mentioned research:

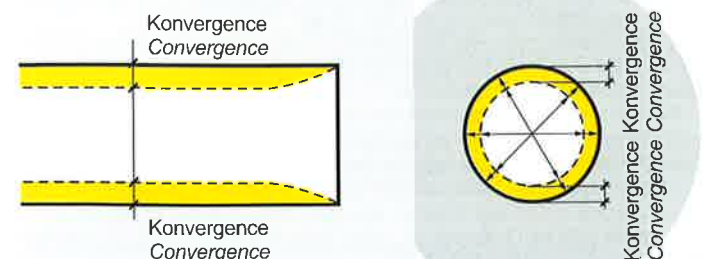
- A system of horizontal dowels inserted into the tunnel face - fiber-glass dowels reaching up to the distance of about 3 diameters of the tunnel in advance of the heading.
- Support and protection of the face by shotcrete
- Protection and reinforcement of the rock core by means of peripheral grouting, a micropile umbrella performed along the periphery of the excavation, or by a system of "pre-vaults" (see clause 4).

Conclusions drawn from the above mentioned research correspond with our empirical experience. They can be summarized as follows:

- If the relation between the existing rock stress and its strength in the area of the core is of such a kind that the deformation response to the excavation remains approximately within the elastic zone, the classical procedure of installation of a final support of the completed excavation only is usually sufficient. There is no need to pay any special attention to the rock in advance of the heading. Although, if a longer suspension of the excavation work occurs, it is always advisable, in case of softer rock before all, to treat and support the face.
- If deformation processes occur in the course of excavation the character of which starts to show plastic elements, the most effective solution how to minimize the convergence and to provide sufficient short-term and long-term stability both of the excavation and of the heading is to reinforce the rock core in advance of the heading, thus to eliminate the possibility of development of plastic areas in the rock. It is necessary to note that the development of plastic areas can occur not only in firm rock under high pressures of mighty overburden of deep tunnels but also in shallow tunnels driven in very soft, unconsolidated ground.

Our above mentioned experience is confirmed even by conclusions and recommendations by Lunardi (1998):

1. There exists a close relation between manifestation of the core extrusion at the heading and the size of convergence and pre-convergence.



Obr. 1 Fig. 1
Konvergence obrysu před čelbou tunelu při NRTM
Convergence of a contour in front of a heading at the NATM

větší intenzity otřesů, se nahrazuje vrubem umístěným po obvodu výrubu. Vrub se dělá mechanicky, bez použití trhacích prací, výše uvedeným popisem řetězovou pilou.

Snížení intenzity vibrací při odstřelu je dosaženo oddělením jádra výrubu od okolní horniny obvodovým vrubem.

"Jádro" horniny se pak těží za menšího použití trhaviny než při klasickém postupu. Časování odstřelů se děje směrem od obvodu k centrální části, zatímco při postupu s klasickým centrálním zálohem tomu je naopak.

Výhody jsou následující:

- snížení množství trhaviny (30 - 50 %)
- zmenšení počtu technologických kroků, celkové snížení nákladů (20 - 30 %)
- zachování původních vlastností horniny v okolí výrubu
- omezení nadvýlomů
- realizace hladkého výlomu
- minimalizace požadavků na primární ostění
- úspory při dimenzování definitivního (sekundárního) ostění

Dalšími technologickými výhodami, dosaženými při realizaci této metody jsou například zmenšení objemů případných výplňových a těsnících injektáží, usnadnění přechodů kontaktů hornin s výrazně odlišnými vlastnostmi, zvýšení bezpečnosti práce, odstranění rozletu horniny od čelby, snížení rizik spojených s destrukcí primárního ostění a čelby, vyloučení čištění povrchu výrubu po odstřelu.

4.3. MOV V MĚKKÝCH HORNINÁCH

Hlavním smyslem metody obvodového vrubu v měkkých horninách je eliminace nežádoucích deformací na povrchu terénu při současném snížení nároku na provizorní i definitivní ostění a zvýšení bezpečnosti práce.

Originalita tohoto postupu spočívá ve vytvoření "předklenby" (vybetonováním obvodového vrubu), který se postupně provádí řetězovou pilou a případněm vyztužením horninového jádra před čelbou.

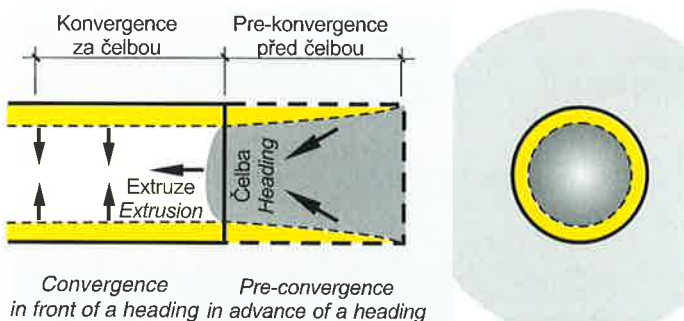
Předklenby mají tvar konicky do sebe zapadajících obvodových pláštů.

Pláště se rozevírají ve směru postupu ražby. Přesahy činí do 10 % z celkové hloubky vrubu, která dosahuje až 5 m.

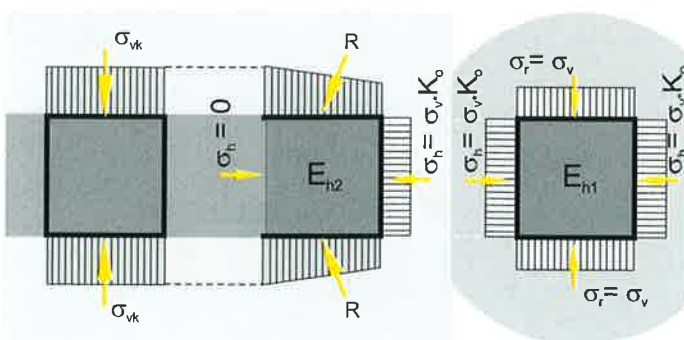
Předklenba pak vznikne okamžitým vyplněním vrubu rychle tuhoucím betonem.

Vlastní ražba horniny se pak realizuje pod ochranou takto vzniklé klenby. V případě příznivých geologických podmínek, předklenba slouží zároveň jako primární ostění. V případě zvýšených horninových tlaků je možné ještě "předklenbu" vyztuzit dodatečně ocelovou výztuží, betonovými segmenty atp.

Obvodový vrub se realizuje po malých segmentech (na výšku pily). Betonáž se dělá okamžitě po zhotovení každého jednotlivého nebo několika vrubů. Díky rychlosti vytvoření vrubu - až 2 m/min., dochází k jeho naplnění betonem téměř okamžitě, dříve než může dojít k podstatnějším změnám v rozložení napětí v hornině v okolí vrubu a jeho sevření.



Obr. 2 Fig. 2
Konvergenace, prekonvergenace a extruze
Convergence, pre-convergence, and extrusion



Obr. 3 Fig. 3
Fyzikální vysvětlení prekonvergenace a extruze
Physical explanation of pre-convergence and extrusion

2. There is a close relation between the loss of stability of the core (of the tunnel face) and the loss of stability of the excavation, without respect to any stabilization provided before.
3. Manifestations of deformation (extrusion) of the tunnel face and of the excavation always follow each other chronologically, in succession.
4. Since the deformation-related behavior of the excavation relates closely to the rigidity of the core, an opportunity offers itself how to utilize the core, namely an increase of its rigidity by technological measures, as an instrument for enhancement of stability of the excavation proper.
5. The chronological course of the convergence around the excavated space can serve as an important signal for searching for the moment when further advancing of the excavation should be suspended to perform another reinforcement of the core, and for determination of the length which would be sufficient for it."

The Peripheral Slot Pre-cutting Method is one of the tunneling methods which response to the experience gained and to the knowledge of the interrelation between the deformation-related behavior of the rock in front of a heading and in advance of a heading.

4. THE PERIPHERAL SLOT PRE-CUTTING METHOD (THE PSPM)

The Peripheral Slot Pre-cutting Method is based on execution of a peripheral slot along the periphery of a future excavation. The slot is cut by a special chain saw which is moved on a special frame structure, following the periphery of the future tunnel lining. The slot depth and thickness vary from 2 to 5 m and 15 to 40 cm respectively.

The method exists in two basic variants, i.e. a method for hard rock, where the excavation proper is performed with drill + blast, and a method for soft ground, where classical equipment is used for the excavation, without drilling and blasting.

In the former case, the basic task of the peripheral slot is to separate the rock to be excavated from the massif, thus to make an intensive use of explosives possible, with minimizing the transfer of unacceptable vibrations to the surrounding rock and on the terrain surface, where the vibrations would jeopardize existing buildings.

In the latter case, the reason is to create a concrete pre-vault in the rock, which would create a protective arch, and reinforce by this way sufficiently the rock core for excavation in a rock environment which is not stable enough. The "pre-vault" is created by filling of the peripheral slot with rapid-set concrete.

4.1 THE PSPM GENESIS

In the past, cutting out of rocks was used for mining in coal mines, or in quarries. Regarding civil engineering, first use was in France in the sixties. Initially, the use was limited to hard rocks with the aim of making the blasting work easier, and of minimizing adverse effects of vibrations (the AUBER metro station in Paris). However, efforts to apply this method even in soft ground appeared soon. In the years 1974 - 1976 this method was used first time on the line "A" of the Paris metro to Fontenay sous Bois. At that time a full face excavation was not performed yet. The upper half of the tunnel tube was driven only in the first phase, only then the bottom part was excavated.

The first full face excavation was applied in the years 1980 - 1982 on the metro construction in Lille.

In the beginning of the nineties, the tunnels in Paris Sceaux - Fontenay, Galaure for the TGV - the Rhone Alpes, and the Limeil Brevannes tunnel were being driven.

Afterwards, the method was spread into the other parts of the world, e.g. the KARUIZAVA road tunnel in Japan in 1993, Trevive company's experimental heading in a lime quarry, or the SUBARI - Cosenza tunnel in Italy.

There can be seen another innovation in France, the country where the method originated, namely the innovation of technological plant (continual movement of the mechanical equipment bearing the chain saw jib, the size, advance and thickness of the slot). A state-of-art equipment was used, for example, for construction of the Saint Germain en Laye tunnel in France.

The tunnel in Ramsgate, England, was completed at the end of the year 1999 and currently a construction of a 1.7 km long railroad tunnel is being prepared next to Chomutov in the CR.

4.2. THE PSPM IN HARD ROCK

This variant of the PSPM is meant for built-up areas above all. It limits significantly the adverse effect of vibrations caused by using explosives for excavation.

The principle rests in the fact that a primary central cut into the rock, which is the

Vhodné geologické podmínky pro aplikaci této metody jsou hlíny, jílové písky, plastické i tuhé slíny a jíly (včetně bobtnavých), dále měkké břidlice, sádrovec, případně křídlové horniny včetně měkkých vápenců.

Důležitá je dostatečná koheze, aby se vrub udržel stabilní před naplněním betonem. Existují ale i postupy, kdy lze metodu aplikovat u hornin s téměř nulovou soudržností.

Jako horniny nejvhodnější pro tuto metodu z hlediska jejich pevnosti jsou klasifikovány ty, jejichž pevnost v jednoosém tlaku nepřevyšuje hodnotu okolo 20 MPa.

Výhody popisované metody jsou následující:

- zachování původního stavu horninového masivu v okolí tunelu jak co do rozložení napjatosti, tak co do deformačních parametrů
- téměř úplné vyloučení nadvýlomů díky přesnému situování vrubovacího stroje

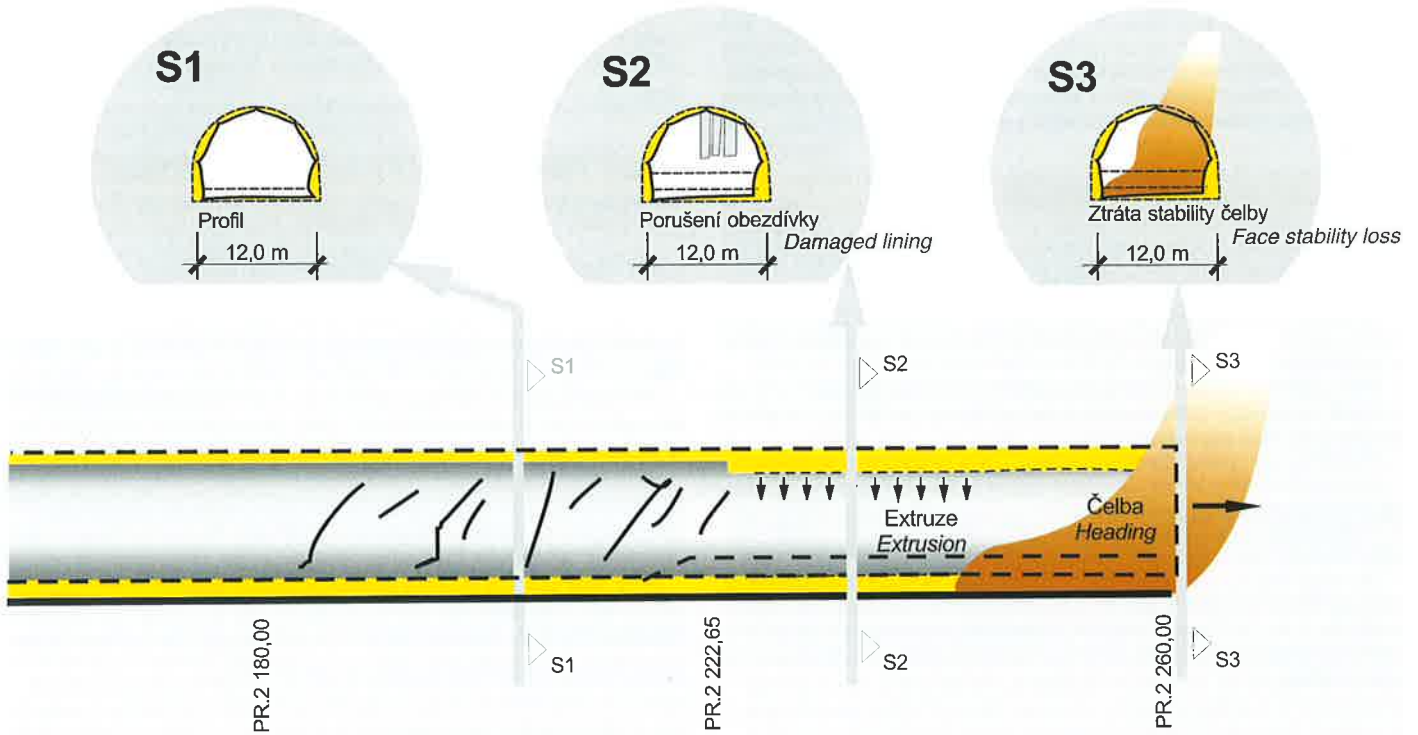
source of the highest intensity of vibrations, is replaced by a slot, located around the periphery of the excavation. The slot is performed by a machine, without use of explosives, according to the above mentioned description, with a chain saw.

Limitation of the vibrations intensity during blasting is achieved by separation of the excavation core from the surrounding rock by means of the peripheral slot.

Then the rock "core" is excavated with less use of blasting than by the classical method. Timing of the charges is performed in the direction from the circumference towards the central part, while if the method with a classical central cut is used, the timing it is done in a reverse manner.

There are the following advantages:

- decrease in the amount of explosives (30 - 50%)

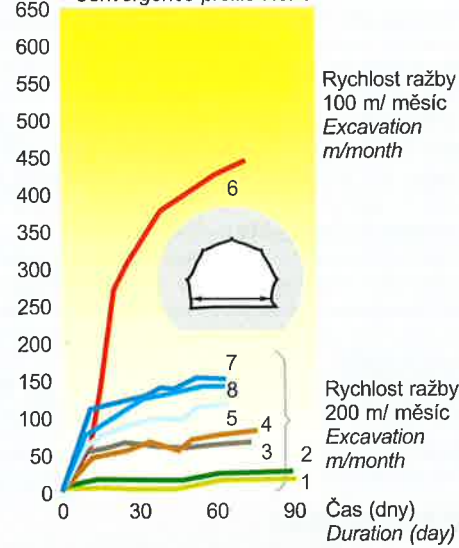


Obr. 4 Fig. 4

Přírůstek konvergence v důsledku ztráty stability výrubu u tunelu San Stefan (Lunardi)

Convergence increase due to the loss of stability of the San Stefan tunnel excavation (Lunardi)

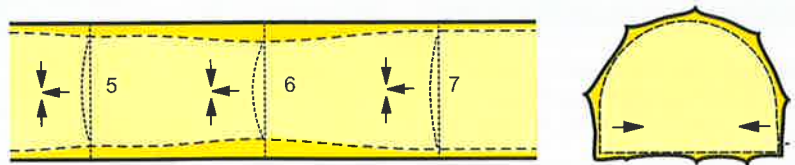
(mm) Konvergence měřický profil č. 6
Convergence profile No. 6



Rychlost ražby
100 m/ měsíc
Excavation
m/month

Rychlost ražby
200 m/ měsíc
Excavation
m/month

Čas (dny)
Duration (day)



| Měřický profil | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Staničení (m) | 845 | 861 | 2772 | 3954 | 4507 | 5172 | 5533 | 3915 | 6066 |
| Nadloží (m) | 490 | 500 | 580 | 590 | 740 | 1200 | 1400 | 1530 | 1640 |
| Měřický profil | | | | | | | | | |
| Chainage (m) | | | | | | | | | |
| Overburden (m) | | | | | | | | | |

Obr. 5 Fig. 5

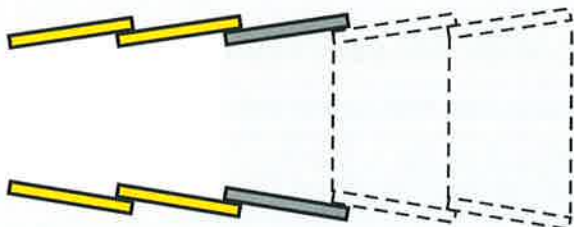
Změny konvergence v závislosti na rychlosti ražby u tunelu Frejus (Lunardi)

Convergence change in dependence on the advance rate of excavation of the Frejus tunnel (Lunardi)

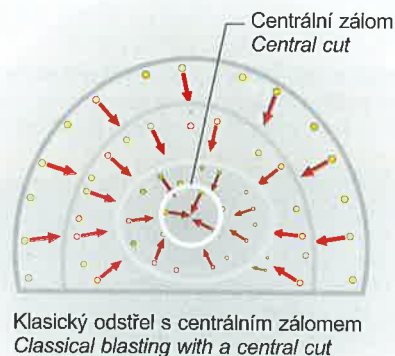
- téměř úplné vyloučení výplňové injektáže v důsledku dokonalého spojení betonu v předklenbě s okolní horninou
- zvýšení bezpečnosti razičů v důsledku mechanizace a snížení počtu členů osádky pracujících v blízkosti čelby
- podstatná eliminace deformací (včetně konvergence) v okolí výrubu i na povrchu terénu (snížení hodnot sedání)
- zrychlení postupu ražby v důsledku velké mechanizace a zvýšení bezpečnosti práce.

Metoda obvodového vrubu nahrazuje hnané pažení při klasické ražbě v měkkých horninách, předstihové vyztužování výrubu prstencem mikropilot nebo tunelování razičím štítem či předstihové zpevňování hornin injektážemi.

Dalšími výhodami je u mělkých výrubů maximální horizontální členění na dva stup-

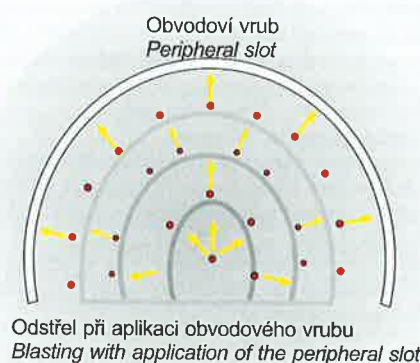


Obr. 6. Fig. 6
Prořezávání obvodového vrubu
Cutting of a peripheral slot



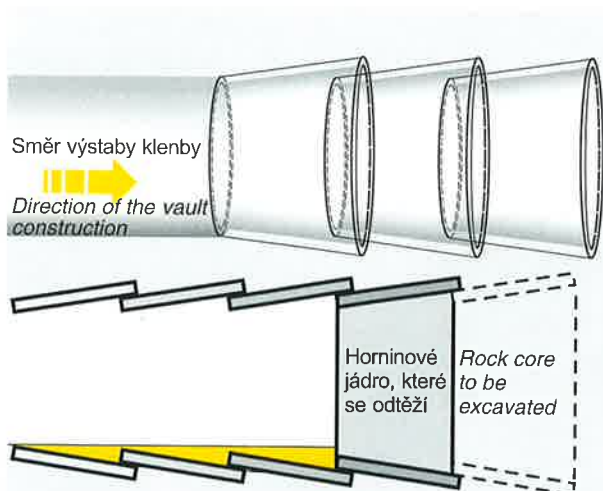
Klasický odstřel s centrálním zálohem
Classical blasting with a central cut

Obr. 7
Obvodový vrub a časování odstřelů při aplikaci obvodového vrubu a bez něho



Odstřel při aplikaci obvodového vrubu
Blasting with application of the peripheral slot

Fig. 7
Peripheral slot and timing of charges with and without application of the peripheral slot



Obr. 8 Fig. 8
Tvorba předkleneb při metodě obvodového vrubu v měkkých horninách
Creation of pre-vents in the Peripheral Slot Method in soft ground

- limitation of the number of technological steps, an overall decrease in the costs (20 - 30%)
- preservation of the original properties of the rock in the excavation surroundings
- limitation of overbreaks
- execution of smooth excavation
- minimization of requirements on primary lining
- savings achieved in proportioning of final (secondary) lining

Other technological profits, gained during application of this method, are for example a decrease in the volume of back grouting and sealing grouting, if need be, easier passing through interfaces of rocks with significantly differing properties, an enhanced working safety, coping with the rock flying away from the heading, limitation of risks connected with destruction of primary lining and of the tunnel face, elimination of the necessity to clear/scale the surface of the excavation after blasting.

4.3 THE PSPM IN SOFT GROUND

The main purport of the peripheral slot method in soft ground is elimination of undesirable deformations on the surface of terrain, with a concurrent reduction of the demand on temporary and final linings, and enhancement of working safety.

Originality of this technique consists in creation of a "pre-vault" (by filling the peripheral slot with concrete), which is cut step by step with a chain saw, and in an overall reinforcement of the rock core in advance of the tunnel face, if need be.

The pre-vents have a shape of circumferential jackets, fitting into each other.

The jackets open in the direction of the excavation advancing. The length of overlaps is up to 10% of the total depth of the slot, which amounts up to 5 m.

The pre-vault is created by immediate filling of the slot with rapid-set concrete.

Excavation of the rock proper is performed then under the protection of the vault,

which was built in such the manner. In case of favorable geological conditions the pre-vault also serves as a primary lining. In case of increased rock pressures the pre-vault can even be reinforced by an additional steel reinforcement, concrete segments etc.

The peripheral slot is cut in small segments (the size corresponds to the saw height). Concrete is injected immediately after each single slot or several slots are cut. Owing to the speed of cutting the slot (it can be 2 m/min), it can be filled with concrete nearly immediately, before any significant changes in distribution of the rock stresses in the vicinity of the slot can occur, and before the slot can close.

Suitable geological conditions for application of this method are in soils, clayey sands, plastic and stiff marls and clays (including the swelling ones), soft shales, gypsum, or chalks including softer limestones.

Sufficient rock cohesion is vital for the slot to remain stable before it is filled with concrete. Although, procedures exist by which this method can be applied in rocks with nearly zero cohesion.

The types of rock the uniaxial compression strength of which does not exceed a value about 20 MPa are most suitable for this method.

The described method has the following advantages:

- preservation of the original state of the rock massif surrounding the tunnel both in its stress distribution and deformation parameters
- nearly total exclusion of overbreaks thanks to exact positioning of the slotting machine
- nearly total exclusion of back grouting owing to the perfect connection of concrete in the slot with the surrounding rock

ně, průběžné ověřování vlastností hornin před čelbou a tím minimalizace rizika závalů a vyšší míra mechanizace.

4.4. ZAŘÍZENÍ REALIZUJÍCÍ OBVODOVÝ VRUB (VRUBOVACÍ ZAŘÍZENÍ)

Základním prvkem zařízení, provádějícího obvodový vrub, je tuhý nosný rám, který má tvar sledující obvod budoucího výrubu. Podél nosného rámu obíhá nosič na jehož výložníku se pohybuje výkonná řetězová pila prořezávající v hornině vrub. Výložník je nastavitelný do sklonu k ose tunelu, aby bylo možno vruby předklenby dělat tak, aby do sebe konicky zapadaly.

U posledních verzí těchto zařízení je nosič umístěn nad nosným rámem. Celý nosný rám je zpravidla namontován na krátkějších horizontálních nosnících zajišťujících pohyb celého rámu vpřed a vzad podél podélné osy tunelu.

Mechanismus vlastní řetězové pily je upravován podle pevnosti hornin. Dnes existují modifikace schopné realizovat vrub i v horninách s pevností až do 80 a ve výjimečných případech až 150 MPa pevnosti v jednoosém tlaku. Celé zařízení se dimenzuje prostorově podle rozměrů budoucího tunelu a jeho stavebního uspořádání.

Pohon vrubovacího stroje, jehož hmotnost dosahuje až 60 tun, se děje hydraulickými motory, jejichž výkon dosahuje hodnotu až 400 KW.

Vyrábí se i verze, které kromě realizace předklenb osazují do ostění prefabrikáty.

4.5. MONITORING PŘI MOV

Monitoring je u MOV, stejně jako u NRTM a všech tunelovacích metod od ní odvozených, její neoddelitelnou a podstatnou součástí. Na základě výsledků měření se kontroluje spolupůsobení obzdvíčky s horninovým masivem a upravují technologické postupy.

Hlavním cílem je kontrolovat:

- krátkodobou i dlouhodobou stabilitu výrubu
- deformace provizorního i definitivního ostění
- průběh poklesové kotliny nad tunelem

Aby tyto parametry byly udržovány v projektem předepsaných mezích, tak se na základě měření operativně upravují následující technologické kroky:

- délka a přesahy předklenb
- mocnost předklenby, případně kvalita betonu
- délka a počty vodorovných sklolaminátových kotev, instalovaných před čelbu
- případné přidatné vyztužení předklenby do doby realizace definitivního ostění
- případné vyztužení čelby mezi jednotlivými zářezy stříkaným betonem
- únosnost definitivního ostění.

Na základě měření lze též upravovat rychlost ražby a zejména vzdálenost mezi čelbou a definitivní obzdvíčkou (maximální rychlost a minimální vzdálenost je omezena technologickými limity metody a zařízení).

Měřené veličiny

Základním měřením je konvergence primárního ostění. Měřické značky jsou osazovány do betonu primárního ostění těsně u čelby. Měření se provádí v rovině kolmé na postup čelby minimálně ve třech směrech.

Pokud se přistupuje ke ztužování jádra horizontálními kótami z čelby, tak je žádoucí měření extruze čelby a rozložení vodorovných deformací před čelbou. To se měří speciálními víceúrovňovými měřidly, instalovanými ve vodorovném vrtu prováděném z čelby.

V případě, že nad tunelem je zástavba, je nutno pečlivě měřit průběh poklesové kotliny v podélném i příčném směru.

Doplňková měření jsou tlaky v betonu obzdvíček, tlaky pod hlavami kotev instalovaných okolo výrubů a rozložení vertikálních deformací nad klenbou prostřednictvím svislých víceúrovňových extenzometrů.



Obr. 9 Fig. 9
Pohled na čelbu a předklenbu
View of a heading and a pre-vault

- enhancement of working safety of miners as a result of mechanization and cut number of the crew members working close to the tunnel face
- substantial elimination of deformations (including convergence) both in the vicinity of the excavated space and on the terrain surface (decreased subsidence values)
- acceleration of the advance rate owing to large equipment and enhanced working safety

The peripheral slot pre-cutting method substitutes forepoling, used in classical excavation in soft ground, a support of excavation performed in advance by a ring of micropiles, or tunneling with shields, or an advanced reinforcing of the rock by means of grouting.

Other benefits are, for shallower tunnels, in horizontal dividing of the face into two headings as a maximum, continuous verification of rock properties in advance of the heading, thus minimization of the risk of caving-ins, and a higher level of mechanization.

4.4 EQUIPMENT FOR APPLICATION OF THE PSPM

A rigid bearing frame, the shape of which follows the periphery of the future excavation, is the basic element of the slot cutting equipment. A jib provided with a chain saw, cutting the slot in the rock, is moved along a bearing frame. The jib can be set into a position at an angle to the tunnel axis, so as to enable cutting of the slots of the pre-vault in such a manner to overlap each other conically.

Last versions of this equipment have the jib installed above the bearing frame. The whole bearing frame is usually mounted on horizontal "walking beams", which provide the ability of the whole frame to move ahead and back along the tunnel longitudinal axis.

The mechanism of the chain saw proper is adjusted depending on the rock strength. Currently, such modifications of the chain exist which can cut a slot even in the rock the uniaxial compression strength of which amounts to 80 MPa, exceptionally to 150 MPa. The whole machine is structurally designed with respect to dimensions of the future tunnel and its structural configuration.

Slotting machines, the weight of which amounts up to 60 tons, are driven by hydraulic motors with the outputs reaching as high as 400 kW.

Even such a version is manufactured, which installs precast lining segments apart from creation of pre-vaults.

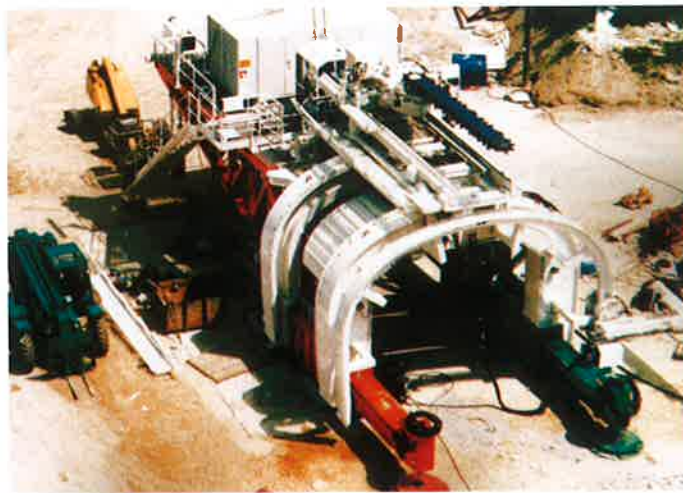
4.5. MONITORING FOR THE PSPM

Monitoring for the PSPM is, in the same way as for the NATM and all tunneling methods derived from that one, its inseparable and substantial part. Results of the monitoring provide a basis for checking on the composite action of the lining with the rock massif, and for adaptation of technological procedures.

The main objective of the monitoring is in checking on:

- the short term and long term stability of the excavation
- deformation of temporary and final lining
- the settlement trough above the tunnel changing with the time

Following technological steps are operatively adapted on the basis of the measurements, with a view to keeping the above parameters within the limits required by the design:



Obr. 10 Fig. 10
Vrubovací zařízení s řetězovou pilou
Slot cutting machine with chain saw

5. PLÁNOVANÉ APLIKACE MOV V ČR

O aplikaci metody obvodového vrubu bylo již uvažováno v případě tunelu Mrázovka v Praze, jehož stavba byla zahájena na sklonku roku 1998. Od návrhu však bylo upuštěno pro občasnou přítomnost tvrdých křemencových vrstev v podélném profilu tunelu a nepřesvědčivé ekonomické vyhodnocení v důsledku velmi proměnlivých geologických i morfologických podmínek v trase.

Poprvé se předpokládá použití této metody při stavbě železničního tunelu na přeložce trati ČD v úseku Březno u Chomutova - Chomutov.

Celková délka tunelu bude 1758 m, z toho 1478 m raženého tunelu a 280 m hloubeného tunelu. Tunel prochází masivem vrchu Chochohláč s relativně malým nadložím. Jeho největší mocnost bude pouhých 25.43 m.

Stavební jámy v místech portálů budou zajišťovány kotvenými pilotovými stěnami a kotvenými záporovými stěnami.

Ražená část tunelu bude mít teoretickou plochu výrubu 63.8 m², přičemž výlom jádra se bude provádět ve dvou krocích. Hloubka vrubu prováděná řetězovou pilou bude 5 m. Tloušťka vrubu bude 20 cm. Denní postup se předpokládá okolo 4 m. S ohledem na nepříznivé vlastnosti hornin, ve kterých bude stavba probíhat, je navrženo ztužování jádra před čelbou systémem horizontálních sklolaminátových kotev vrtaných z čelby a s ochranou čelby před každým dalším záběrem stříkaným betonem.

Tunelový objekt je situován v souvrství jílu a písků tzv. libkovických vrstev. Parciálně bude niveleta tratě procházet i souvrstvím hnědouhelných slojí. V místě tunelu nejsou ani vyloučeny výskyty historických důlních staří. Ražba tunelu bude probíhat ve středně až vysoce plastických jílovitých zeminách, pevně až tvrdé konzistence s náchylností k objemovým změnám a bobtnání, v prostředí na rozhraní zemin a poloskalních hornin.

6. ZÁVĚR

- Klíčovým parametrem u NRTM i u všech metod od ní odvozených je časování jednotlivých technologických kroků. Tento požadavek není možné dostatečně zdůraznit. Jestliže se příslušná technologická opatření provádějí pozdě, jejich žádoucí efekt je podstatně podvázán. I když se stavba realizuje a všechna navrhovaná technologická opatření se provádějí, při nerespektování jejich časování se nejedná o NRTM.
- Existuje velmi úzká souvislost mezi deformačním chováním jádra horniny před čelbou a konvergencí za čelbou včetně krátkodobé i dlouhodobé stability výrubu. Tato souvislost je velmi výrazná v podmínkách, kdy deformace horniny přesahují elastické obory.



Obr. 11 Fig. 11
Pohled na vrubovací zařízení
View of a slot cutting machine

- the length and overlaps of pre-vaults
- thickness of the pre-vault, and concrete grade if need be
- the length and number of horizontal fiber-glass dowels installed in advance of the heading
- an additional support of the pre-vault, if necessary, until the final lining is completed
- support of the face with shotcrete between the several cuts, if need be
- bearing capacity of the final lining

The advance rate, and the distance between the face and the final lining above all, can also be adapted with respect to the measurements (the maximum speed and minimum distance are limited by technological limits of the method and of the plant).

Measured data

Primary lining convergence measurement is the basic one. Marker pins are fixed into concrete of primary lining just next to the tunnel face. Measurement is performed in the plane perpendicular to the heading direction, in three directions as a minimum.

If the reinforcement of the core is carried out by horizontal dowels installed from the face, the measurement of the face extrusion and of horizontal deformations in advance of the face is advisable. That one is measured by means of specialist multi-level meters, installed in a horizontal bore hole drilled from the face.

If there are buildings above the tunnel, the shape of the settlement trough both in the longitudinal and the transversal direction must be measured carefully.

Supplementary measurements are the measurement of stresses in concrete of the linings, pressure under the heads of rockbolts installed in the tunnel periphery, and of distribution of vertical deformations above the vault by means of multilevel extensometers.

5. THE PSPM APPLICATION IN THE CR

Application of the peripheral slot pre-cutting method was contemplated even in the case of the Mrázovka tunnel in Prague, the construction of which was commenced towards the close of the year 1998. Although, the proposal was abandoned for an occasional presence of hard quartzite strata within the longitudinal profile of the tunnel, and for unconvincing economy evaluation resulting from very variable geological and morphological conditions along the route.

First utilization of this method is expected on the construction of the railroad tunnel on the realignment works of ČD's (Czech Railways') track between Březno u Chomutova and Chomutov.

The overall length of the tunnel will be of 1758 m, out of that a driven tunnel and a cut and cover section length will be of 1478 m and 280 m respectively. The tunnel passes through the massif of Chochohláč hill, with relatively shallow overburden, the largest thickness of which will be of 25.43 m only.

The open box excavations at portals will be supported by anchored pile walls and by anchored soldier piles and lagging.

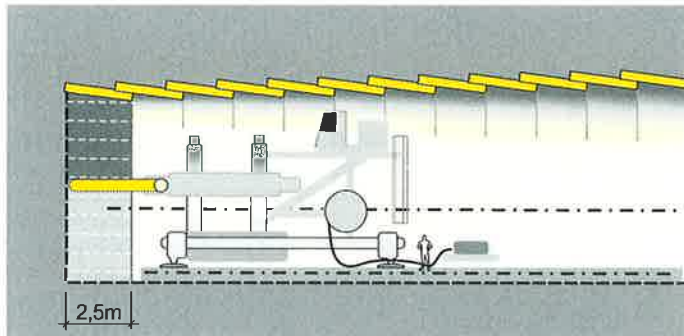
The driven part of the tunnel will have its theoretical excavated cross section of 63.8 m², with excavation of the core executed in two steps. The slot, executed with the chain saw, will be 5 m deep. The slot thickness will be of 20 cm. Advance rate about 4 m/day is anticipated. With respect to inconvenient rock properties in which the excavation will be performed, reinforcement of the core in advance of the heading by a system of horizontal fiber-glass dowels drilled from the face has been designed, together with the face protection by shotcrete before every further advance is started.

The tunnel structure is situated in measures of clays and sands, into so called Libkovic strata. Partially, the route will also pass through brown coal seams. Neither occurrence of historic abandoned mining areas in the tunnel locality can be counted out. The tunnel will be headed in medium to very plastic clayey soils of a solid to hard consistency, prone to changes of volume and swelling in the contact area at the soil and semi-rock interface.

6. CONCLUSION

- The key issue of the NATM, as well as of all methods derived from the NATM, is timing of the several technological steps. This requirement can never be put stress on sufficiently. If the respective technological measures are implemented too late, their desired effect is substantially restrained. Even if the construction works are performed and all technological measures are implemented, it is not the case of the NATM if their timing is not respected.
- A very narrow connection exists between deformation-related behavior of the rock core in advance of the heading and the convergence in front of the heading, inclusive of the short term and long term stability of the excavation. The above connection is very marked in such the conditions when the rock deformations cross elastic ranges.

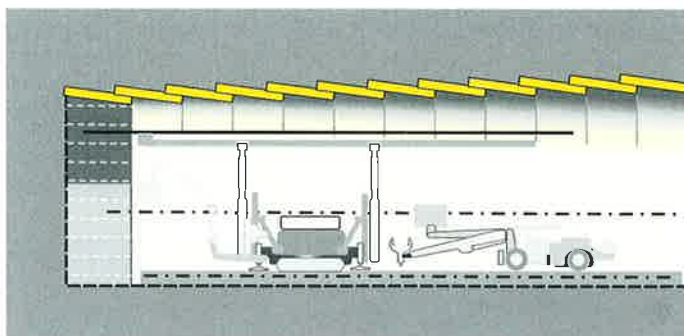
- V takovém případě ztužení jádra před čelbou, s cílem nepřipustit jeho plastické přetváření, je velmi významným příspěvkem ke zmenšení konvergence za čelbou a k zvětšení krátkodobé i dlouhodobé stability výrubu. U mělkých tunelů také omezuje hloubku poklesové kotliny.
 - Náklady na ztužení jádra jsou podstatně menší než náklady na "zesílení" primárního i sekundárního ostění a mohou být často i jedinou možností, jak si zajistit stabilitu výrubu v podmínkách výstavby tunelu v měkkých a silně tlačivých horninách.
 - Samozřejmou podmínkou úspěšného uplatnění NRTM a jí odvozených metod včetně MOV je průběžný komplexní monitoring. Nezbytné je sledovat konvergenční, průběh poklesové kotliny v příčné i podélné ose tunelu v závislosti na čase a poloze čelby. Účelné jsou i informace o rozdělení vertikálních deformací s hloubkou.
- V případech měkkých hornin, kdy se aplikují metody vedoucí ke zpevnění horninového jádra před čelbou, např. MOV, je žádoucí sledovat jejich účinnost prostřednictvím měření extruze čelby a jejího vývoje. (Vodorovné deformace se měří v horizontálních vrtech vrtaných z čelby).
- Pokud provádějící firma není připravena reagovat na výsledky monitoringu velmi pružně variantami předem připravených technologických opatření včetně jejich optimálního nasazování ve vhodném čase, nelze využít výhod, které moderní tunelovací metody poskytují. Na tom nic nemění fakt, že i za takové situace lze zpravidla tunel, ale s většími náklady a v delším čase, postavit.
 - Metoda obvodového vrubu v měkkých horninách je metoda odvozená od NRTM. Součástí jejich technologických kroků jsou opatření ke ztužení horninového jádra před čelbou, včetně realizace předklenby prostřednictvím vybetonovaného obvodového vrubu. Jako taková představuje významný příspěvek tunelovému stavitel-



1. fáze: Postupné vyhloubení obvodového vrubu a postupné betonování vrubů stříkaným betonem. Vytvoření souvislé betonové předklenby. Osazení monitorovacích značek pro měření konvergence. Základní konvergenční měření (u každé "n"té klenby).
- Phase 1: Step-by-step cutting of the peripheral slot and step-by-step filling of the slots with shotcrete. Creation of a continual concrete pre-vault. Installation of monitoring marks for convergence measurements. A basic measurement of convergence (for every nth vault).

Obr. 12 Fig. 12

Realizace vrubů a jejich betonáž, Slots cutting and filling with concrete

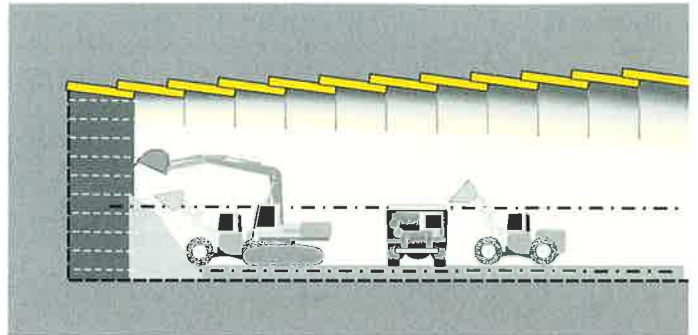


2. fáze: Krátký odstup vrubovacího stroje od čelby a realizace horizontálních kotev (sklolaminátové tyče) do čelby s cílem zpevnit horninu bezprostředně před čelbou (každý druhý až třetí záběr).
- Phase 2: Short step back of the slotting machine from the face, then installation of horizontal dowels (fiber-glass rods) into the face, with the aim of reinforcing the rock just in advance of the heading (at every 2nd and 3rd advance)

Obr. 13 Fig. 13

Ztužování jádra sklolaminátovými kotvami (každý 2. nebo 3. záběr). Reinforcement of the core by fiber-glass dowels (at every 2nd and 3rd advance).

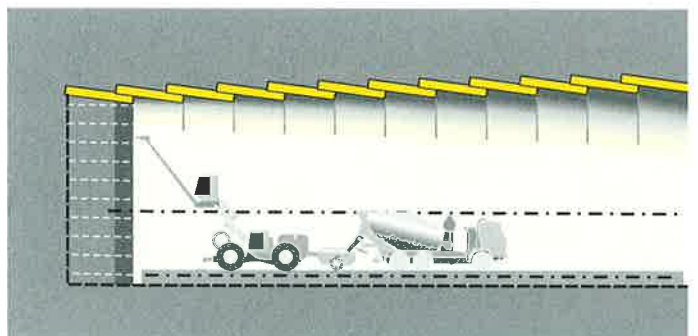
- In such the case, reinforcement of the core in advance of the heading, aimed to prevent its plastic deformation, presents a significant contribution to limiting the convergence in front of the heading, and to enhancing the long term and short term stability of the excavation. For shallow tunnels, it also considerably limits the depth of the settlement trough.
- The cost of the core reinforcement is substantially lower than the cost of "strengthening" of the primary and final linings, and it can often remain as the only possibility how to provide stability of an excavation in the conditions of building a tunnel in a soft and heavily squeezing types of ground.
- Total monitoring, performed on an ongoing basis, is a logical condition of successful application of the NATM and of methods derived from the NATM, including the PSPM. It is necessary to monitor the convergence, the settlement trough in the transversal and longitudinal axes of the tunnel changing with the time and the loca-



3. fáze: Odsun vrubovacího stroje až do míst k definitivnímu ostění (cca 30 m od čelby).
4. fáze: Rozpojování horniny (jádra) pod ochranou předklenby a odvoz rubaniny
5. fáze: Vyztužení primárního ostění v šířce posledního záběru vestavěnými, zpravidla ocelovými oblouky (jen požaduje-li to ve zvláště obtížných geologických podmínkách projekt). Konvergenční měření
- Phase 3: Step back of the slotting machine up to the final lining location (about 30 m in front of the fac).
- Phase 4: Rock (core) excavation under protection of the pre-vault, and spoil removal
- Phase 5: Support of the primary lining within the length of the last advance by means of built in, usually steel, arches is provided (only if it is required by the design in especially difficult geological conditions). Convergence measurement.

Obr. 14 Fig. 14

Odtěžování horninového jádra, Excavation of the rock core



6. fáze: Stabilizace čelby stříkaným betonem
7. fáze: Přesunutí vrubovacího stroje k čelbě a hloubení dalšího vrubu (viz. 1. fáze včetně současné realizace definitivního ostění v příslušném odstupu od čelby a vrubovacího stroje).
- Phase 6: The face stabilization with shotcrete
- Phase 7: Moving the slotting machine to the face, and cutting of another slot (see the phase 1, inclusive of a concurrent execution of the final lining a distance from the face and from the slotting machine required).

Obr. 15 Fig. 15

Nástřik čelby betonem před zahájením dalšího záběru
Spraying concrete on the face before starting another advance

ství, zejména v měkkých horninách a v malých hloubkách, kde je nezbytné minimalizovat deformace na povrchu.

7. LITERATURA:

- Bougard J. F., Francois P., Lougelin R. (1977) Le Prédecoupage Mécanique, Extrait des revues Tunnels et Ouvrages Souterrains, No 22, No 23, No 24
- Bougard J. F. (1988) The mechanical Pre-Cutting Method Tunneling and Underground Space Technology Vol. 3, No 2, p. 163 - 167
- Cazenave B., Le Goer Y. (1996) Mechanical pre-cutting. American Tunneling 96, Balkema, p. 71-79
- Dubois P., Chantron, Dias D. (1999) Analyse du fonctionnement de prevoutes en beton Application au cas du tunnel de Toulon, AFTES, Journées d'études internationales, pp 73-80
- Guilloux A., Bretelle S., Bienvenue F. (1996) Effects of pre-lining methods on the convergence of a tunnel, Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground, Balkema, p. 355 - 360
- Kovari K. (1/1994) On the Existence of the NATM. Erroneous Concepts behind the New Austrian Tunneling Method. Tunnel
- Lunardi P. (1993) La stabilité du front de taille dans les ouvrages souterrains en terrain meuble: étude et expériences sur le renforcement du noyau d'avancement. Symp. Int. Renforcement des sols. Paris p. 93-Presses LCPC
- Lunardi P. (1998) Conception et exécution des tunnels: role et résultats de la recherche expérimentale, Revue Francoise de Géotechnique, No 84, p. 49 - 64
- Maccan S., Carrieri G., Grasso P., Pelizza S., Pagliacci F. (1996) The pretunnel: A new construction technique in mechanized tunneling. North American Tunneling 96, p. 71 - 79, Balkema, p. 331 - 338
- Morgan S. (1999) Prevaulting success at Ramsgate Harbour, T&T International, July, p. 31-34
- Panet M. (1995) Le Calcul des Tunnels par la Méthode Convergence - Confinement. Presse de l'Ecole National des Ponts et Chaussées
- Projekt S 503 Březno - SUDOP 1999
- Rabcewicz L.V. (1965) Die Bedeutung des Zeit faktors im modernen Tunnelbau. Bericht G. Landesrteffens des Int. Büros für Gebirgs mechanik Leipzig - Berlin. Akademie Verlag
- Rozsypal A. (1996) Kontrolní sledování v geotechnice, habilitační práce, archiv VŠ Báňská, Ostrava
- Rozsypal A. (1998) Kvantifikace geotechnických rizik při výstavbě podzemních objektů. Mezinárodní symposium Tunely 98, Žilina
- Streit J. (1946) Tunely všech dob a zemědlí. Nakladatelství Synek
- TGV Rhone - Alpes - Section 21, Lot 25, (1993) Tunnel de la GALAURE, informační materiál ke stavbě (ve francouzštině)
- Travaux souterrains, Prédecoupage Mécanique, (1992) Technická informace společnosti PERFOREX Francie, revue PCM - le pont fevrier
- Tsuchia Y., Kenmochi S., Hara T., Vakayama K., A Ven (1994) Tunneling technique PASS Method, (Pre Arch Shell Support Method), Tunneling and Ground Conditions, Abelel Salam, p. 451 - 455
- Le Prédecoupage Mécanique - Un nouveau procédé pour le Creusement des Tunnels. Informační materiál společnosti SIPREMEX - Francie (ve francouzštině)

tion of the heading. Also the information on distribution of vertical deformations changing with the depth is expedient.

In the case of soft ground, when the methods leading to strengthening of the rock core in advance of the heading are applied, e.g. the PSPM, it is desirable to monitor their efficiency by means of measurement of the face extrusion and development. (Horizontal deformations are measured in horizontal bore holes drilled from the face.)

- If the contractor is not ready to react very flexibly to the results of monitoring by variants of the in advance prepared technological measures, including their optimal bringing into action in an appropriate time, it is impossible to take the advantage of the opportunities offered by modern tunneling techniques. The fact that it is usually possible to build a tunnel even in such the situation, although at higher cost and in a longer time period, changes nothing on the above statement.
- The peripheral slot pre-cutting method for soft ground is a method derived from the NATM. A part of its technological steps is formed by the measures to strengthening of the rock core in advance of the heading, including creation of a pre-vault by means of a peripheral slot injected with concrete. As such, it represents an important contribution to the tunnel engineering, namely in soft ground and in low depths, where minimization of surface deformation is necessary.

7. REFERENCES

- Bougard J.F., Francois P., Lougelin R. (1977) Le Prédecoupage Mécanique, Extrait des revues Tunnels et Ouvrages Souterrains, No 22, No 23, No 24
- Bougard J.F. (1988) The mechanical Pre-Cutting Method Tunneling and Underground Space Technology Vol.3, No 2, p. 163 - 167
- Cazenave B., Le Goer Y. (1996) Mechanical pre-cutting. American Tunneling 96, Balkema 1996, p. 71 - 79
- Dubois P., Chantron, Dias D. (1999) Analyse du fonctionnement de prevoutes en beton Application au cas du tunnel de Toulon, AFTES, Journées d'études internationales, pp 73-80
- Guilloux A., Bretelle S., Bienvenue F. (1996) Effects of pre-lining methods on the convergence of a tunnel. Geotechnical aspects of Underground Construction in Soft Ground, Balkema, p. 355 - 360
- Kovari K. (1/1994) On the existence of the NATM. Erroneous Concepts behind the New Austrian Tunneling Method. Tunnel
- Lunardi P. (1993) La stabilité du front de taille dans les ouvrages souterrains en terrain meuble: étude et expériences sur le renforcement du noyau d'avancement. Symp. Int. Renforcement des sols. Paris p. 93-Presses LCPC
- Lunardi P. (1998) Conception et exécution des tunnels: role et résultats de la recherche expérimentale. Revue Francoise de Géotechnique No 84, p. 49 -64.
- Maccan S., Carrieri G., Grasso P., Pelizza S., Pagliacci F. (1996) The pretunnel: A new construction technique in mechanized tunneling. North American Tunneling 96, p.71 - 79, Balkema, p. 331 - 338
- Morgan S. (1999) Prevaulting success at Ramsgate Harbour, T&T International, July, p. 31 - 34
- Panet M. (1995) Le Calcul des Tunnels par la Méthode Convergence - Confinement. Presse de L'ecole National des Ponts et Chaussées
- S 503 Březno Design - SUDOP 1999
- Rabcewicz L.V. (1965) Die Bedeutung des Zeit faktors im modernen Tunnelbau. Bericht G. Landesrteffens des Int. Büros für Gebirgs mechanik Leipzig - Berlin. Akademie Verlag
- Rozsypal A. (1996) Check monitoring in geotechnics, the second doctorate thesis, archives of the University of Mining, Ostrava
- Rozsypal A. (1998) Quantification of geotechnical risks in construction of underground structures. International symposium Tunnels 98, Žilina
- Streit J. (1946) Tunnels in all times and continents. Synek publishing house
- TGV Rhone - Alpes - Secion 21, Lot 25, (1993) Tunnel de la GALAURE, information documents on the construction, (in French)
- Travaux souterrains, Prédecoupage Mécanique, (1992) Technical information of PERFOREX France, PCM revue - le pont fevrier
- Tsuchia Y., Kenmochi S., Hara T., Vakayama K., A Ven (1994) - Tunneling technique PASS Method, (Pre Arch Shell Support Method), Tunneling and Ground Conditions, Abelel Salam, p. 451 - 455
- Le Prédecoupage Mécanique - Un nouveau procédé pour le Creusement des Tunnels. Information document by SIPREMEX - France (in French)



Obr. 16 Fig. 16

Verze MOV, kdy se předklenby vyztužují betonovými prefabrikáty

The PSPM version, when the pre-vaults are reinforced by means of concrete prefabs

HODNOTENIE KVALITY HORNINOVÉHO PROSTREDIA PRE ÚČELY VÝSTAVBY PODZEMNÝCH DIEL A VZŤAHY MEDZI KLASIFIKAČNÝMI SYSTÉMAMI

EVALUATION OF ROCK ENVIRONMENT FOR PURPOSES OF CONSTRUCTION OF UNDERGROUND WORKS AND RELATIONS AMONG CLASSIFICATION SYSTEMS

Mgr. MARIÁN KUVIK, DOC. RNDr. PETER WAGNER, CSc.,
FACULTY OF ENGINEERING GEOLOGY, PRIF UK, BRATISLAVA

ÚVOD

Jedným z dôležitých problémov, súvisiacich s prípravou a výstavbou podzemných diel na Slovensku, je otázka komplexného a objektívneho hodnotenia kvality horninového prostredia. V dôsledku útlmu výstavby podzemných diel v posledných desaťročiach totiž naši odborníci nemali možnosť prakticky aplikovať viaceré nové poznatky z oblasti mechaniky hornín, razenia podzemných diel modernými metódami a moderných spôsobov hodnotenia kvality horninových masívov. Prítom práve moderné razičské technológie a celkový pohľad na funkciu a správanie horninového masívu pri výstavbe podzemných diel prekonal za posledné desaťročia najväčší rozvoj. Výsledkom novej filozofie chápania funkcie horninového masívu je odvodenie novej rakúskej tunelovacej metódy (NRTM) a s ňou spojenej klasifikačnej normy (ÖNORM B 2203) a ich celoeurópske rozšírenie.

Uvedené skutočnosti sa prejavili i v súvislosti s programom výstavby diaľnic na Slovensku, súčasťou ktorého je realizácia viacerých náročných tunelových stavieb. Projektanti tunelov vo všeobecnosti požadujú klasifikovať horninové prostredie podľa rakúskej tunelárskej normy ÖNORM B 2203. Táto norma je však koncipovaná ako obchodná norma, upravujúca vzťahy medzi investorom stavby a jej dodávateľom. Preto klasifikácia kvality prostredia podľa nej do značnej miery závisí od praktických skúseností geológa. Žiaľ, naši odborníci nemajú vo všeobecnosti s takýmto spôsobom posudzovania kvality horninového prostredia dostatočné skúsenosti. Preto sa

INTRODUCTION

One of the important problems having something to do with a preparation and construction of underground works in Slovakia resides in a complex evaluation and objective one of the quality of rock environment. Due to a check put on construction of underground works within past ten years, our experts have no possibility to apply in practice many new pieces of knowledge concerning the rock mechanics, excavation of underground works by means of up-to-date methods and up-to-date ways of evaluation of rock massif quality. And just up-to-date driving technologies and a complex view to a function and behaviour of a rock massif when constructing underground works have undergone a maximum development for the past ten years. The New Austrian Tunnelling Method (NATM) and the classification standard (ÖNORM B 2203) relating to it, as well as their spreading all over Europe represent a result of a new philosophy concerning the function of a rock massif.

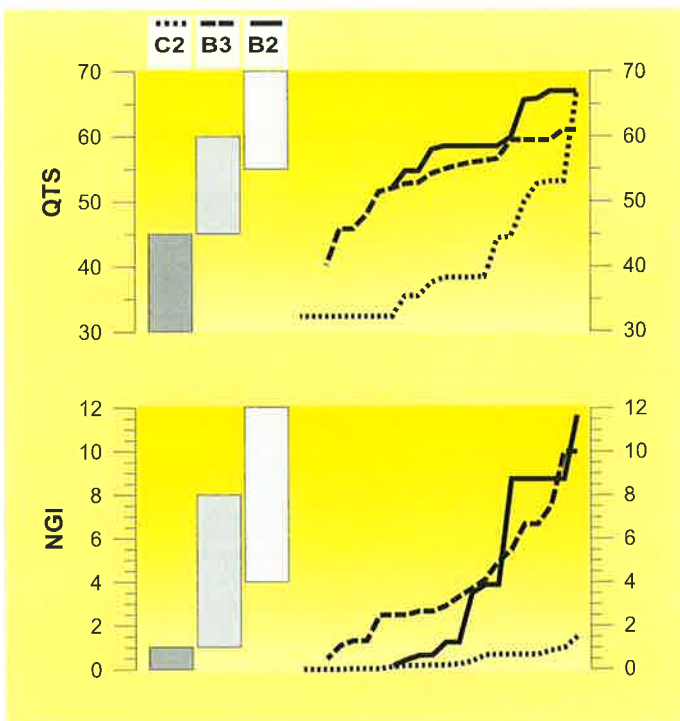
Mentioned facts appeared even in connection with the plan of construction of motorways in Slovakia, the part of which is also represented by a realization of several exacting tunnel constructions. Tunnel designers require generally for rock environment to be classified according to the Austrian Tunnelling Standard ÖNORM B 2203. This standard, though, is framed as a business standard, arranging relations between the client of the construction and its contractor. That is why the classification of the rock environment depends considerably upon practical experience of a geologist. Sorry to say, our specialists have not generally sufficient experience with such an evaluation of rock environment. That is why, besides evaluation according to ÖNORM B 2203, they apply also other classification methods, often applied in our country in the past.

The aim of this article resides in showing mutual dependence between the quality evaluation of rock environment according to ÖNORM B 2203 and according to mostly applied semi-quantitative (point-wise system) classifications of paleogene sedimentary rocks. This comparison may contribute in practice to the increase of objectiveness of quality evaluations of rock environment in the line of underground works, which, in the final consequence, shall make it possible to classify more objectively questionable sections and to improve mutual communication between the investor and contractor of the construction. Besides this basic aim, we mention some further pieces of knowledge having something to do with the quality classification of rock environment for realization purposes of underground works.

METHODS FOR EVALUATING QUALITY OF ROCK ENVIRONMENT WHEN CONSTRUCTING MOTORWAY TUNNELS IN SLOVAKIA

In the project of the motorway network in the mountainous profile of Slovakia there are planned about 42 km of tunnels. Several of the prepared tunnels are in the stage of designing, possibly of the engineering-geological survey. As to big tunnel constructions, there was realized one trial gallery and one tunnel tube of the tunnel under Branisko, there was driven a trial gallery for tunnels Ovciarisko and partially for the tunnel Horelica, and these days there is driven a trial gallery for the longest Slovak road tunnel Višňové, where the possibility of application of a tunnelling machine (TBM) and NATM in geological conditions of the Carpathian mountain system is tested.

Quality evaluations of rock environment is an inseparable part of investigation works during construction preparations of underground works. With respect to the fact that the construction of tunnels or caverns is very exacting from the financial point of view, it is in the client's interest, that any underground work may be realized as quickly as possible, with costs being as low as possible, and without a risk of a structure collapse during the construction or operation phase. That is why it is the task of workers who perform the investigation, to call attention both of the client and of the built



Obr. 1 Fig. 1
Priebeh klasifikačných hodnotení vo vzťahu k ÖNORM B 2203
Course of classification evaluations with respect to ÖNORM B 2203

popri hodnotení podľa ÖNORM B 2203 používajú aj iné, u nás v minulosti častejšie používané klasifikačné metódy.

Cieľom príspevku je preto ukázať vzájomnú závislosť medzi hodnotením kvality horninového prostredia podľa ÖNORM B 2203 a podľa niektorých najpoužívanejších semikvantitatívnych (bodovacích) klasifikácií v prostredí paleogénnych sedimentárnych hornín. Toto porovnanie môže prispieť v praxi k objektivizácii hodnotenia kvality horninového prostredia v trase podzemných diel, čo v konečnom dôsledku umožní objektivizovať zaradenie sporných úsekov a zlepšiť vzájomnú komunikáciu medzi investorom a dodávateľom stavby. Okrem tohto základného cieľa uvádzame i niektoré ďalšie poznatky, súvisiace s klasifikovaním kvality horninového prostredia pre účely realizácie podzemných diel.

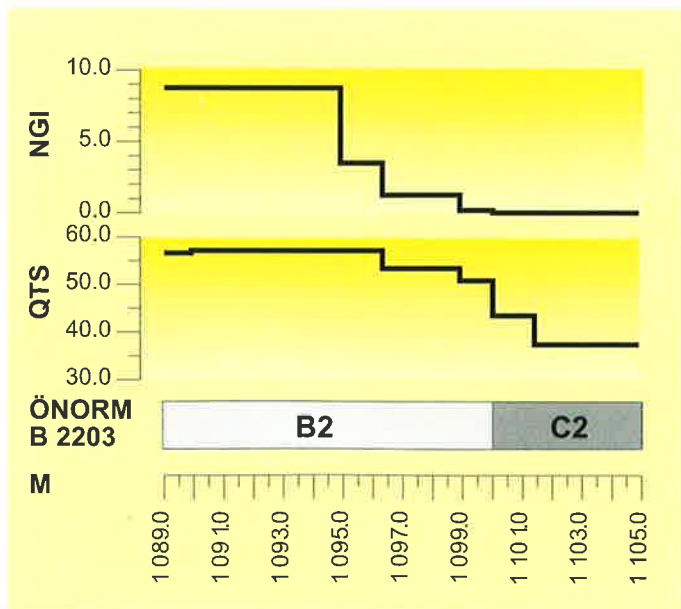
SPÔSOBY HODNOTENIA KVALITY HORNINOVÉHO PROSTREDIA PRI VÝSTAVBE DIAĽNIČNÝCH TUNELOV NA SLOVENSKU

V rámci projektu diaľničnej siete sa v hornatom reliéfe Slovenska ráta s výstavbou cca 42 km tunelov. Viacere z pripravovaných tunelov sú v súčasnosti v štádiu projektovania, resp. inžinierskogeologického prieskumu. Z veľkých tunelových stavieb už bola zrealizovaná prieskumná štôlna a jedna tunelová rúra tunela pod Braniskom, vyzrála sa prieskumná štôlna pre tunely Ovčiarisko a čiastočne pre tunel Horelica a v súčasnosti sa razí prieskumná štôlna pre najdlhší slovenský cestný tunel Višňové, kde sa overuje použiteľnosť tunelovacieho stroja (TBM) a NRTM v geologických podmienkach karpatskej horskej sústavy.

Hodnotenie kvality horninového prostredia je nedeliteľnou súčasťou prieskumných prác pri príprave výstavby podzemných diel. Vzhľadom na to, že výstavba tunelov či kaverien je finančne nesmierne náročná, je samozrejým záujmom investora, aby sa podzemné dielo realizovalo v čo najkratšom čase, s čo najmenšími nákladmi a bez rizika stavebnej havárie počas budovania alebo prevádzky. Je preto úlohou riešiteľa prieskumných prác upozorniť investora a hlavne stavebnú organizáciu na možné riziká, ktoré vyplývajú z charakteru horninového prostredia a jeho interakcie s používanou metódou razenia a vystrojovania podzemného diela. Pre zhodnotenie objektívnych geologických faktorov, ktoré na kvalitu horninového masívu vplyvajú, sa odvodili a používajú najrôznejšie účelové klasifikačné metódy.

Semikvantitatívne bodovacie metódy sú založené na hodnotení jedného alebo viacerých faktorov, ktoré najviac vplyvajú na kvalitu horninového masívu z hľadiska tunelovania. Medzi klasifikácie, ktoré boli u nás najčastejšie používané, patria klasifikácie NGI a QTS. Obe klasifikácie sú komplexné, teda hodnotia súčasne viacero vplyvujúcich faktorov. Ich výhodou je, že zachovávajú pôvodnú informáciu o horninovom masíve a jeho stave. K týmto údajom sa možno teda hocikedy vrátiť v prípade prehodnocovania sporných úsekov (tj. aj počas prevádzky tunela).

Nekvantitatívna metóda hodnotenia kvality horninového prostredia podľa ÖNORM B 2203 vychádza z pozorovania správania masívu počas razenia, budovania výstuže a po vystužení výrubu. Opiera sa hlavne o pozorovanie tvorby nadvýlomov a časový



Obr. 2 Fig. 2

Priebeh klasifikačných bodov v jednom z vybraných úsekov prieskumnej štôlny pre tunel Ovčiarisko. Zreteľne vidieť oneskorenie preradenia masívu z jednej triedy do druhej, pričom klasifikačné systémy vykazovali túto tendenciu už skôr. Course of the classification points in one of the selected sections of the trial gallery for the tunnel Ovčiarisko. It is evident that the reclassification of the massif from one class to the other was delayed, in spite of the fact that classification system had shown said tendency formerly.

ding contractor to possible risks which result from the character of the rock environment and from its interaction with the applied method of excavation and support of the underground work. For evaluating objective geological factors which affect the rock massif quality, there were derived and are applied various purpose classification methods.

Semi-quantitative point-wise methods are based on evaluating either one or several factors which mostly affect the quality of a rock massif with respect to tunnelling works. Classifications NGI and QTS are mostly applied in our country. Both classifications are complex ones, i.e. they evaluate simultaneously more affecting factors. Their advantage resides in the fact that they keep the original information of the rock massif and of its condition, so that it is possible to return to the data any time in case of re-evaluating questionable sections (i.e. even during the operation of the tunnel).

A non-quantitative method for evaluating the quality of rock environment according to ÖNORM B 2203 is based on observing the massif behaviour during excavation works, installation of support and after the support installation. It is based mostly on observing the creation of overbreaks and development of the excavated space deformations with time (running convergence measurements). Additional data may be obtained by observing the surface deformation above the underground work and evaluation of the rate of the rock massif saturation (Klepsatel et al, 1998). Of course, if the geologist evaluates the massif according to said standard, he also observes even further factors affecting the excavation stability and the rock quality. In spite of it, the classification in respective classes is subjective to a certain extent.

INPUT DATA FOR A COMPARATIVE ANALYSIS

For our comparative analysis, we have chosen four sections of trial galleries driven in an environment of paleogene sedimentary complexes. There were selected three sections of the trial gallery for the tunnel Ovčiarisko, and one section of the starting section of the gallery for the tunnel Višňové (Matejček, Panek, 1998). The sections were selected on the basis of their classification according to the standard ÖNORM B 23203 (an objective classification into respective classes was assumed), viz. in such a way that the selected sections may be characteristic for the respective class of ÖNORM B 23203, i.e. that they may express geological conditions even of other parts of the gallery classified in the same class (representation of lithological types, degree of strength, cleavage, lamination character, etc.).

Besides that it concerned the sections where changes of classification of the massif from one class of ÖNORM B 23203 to another one took place. Brief geological characteristics of the selected sections has been elaborated in a tabular way in Tab. 1.

Tab. 1 Rock environment characteristics of selected sections.

| Section Classification according to ÖNORM B 23203 | Geological composition | Hydrogeological conditions |
|---|---|--|
| Gallery Višňové 1089.0 to 1104.9 B2 to C2 | Claystones and sand claystones, tectonically faulted, full of cracks. From chainage 1100.0 rocks were completely tectonically faulted with positions of tectonic claystone and boudinaged reminders of layers - dislocation in the contact of Palaeogene filling of the Žilina basin and of the Mesozoic of the Kriznany nappe. | The whole section was dry, only locally inflows of ground water took place in the form that the gallery side was getting wet |
| Gallery Ovčiarisko 1623.8 to 1603.8 B2 to B2 | Measures of thin plate sand claystones, sandstones and bench conglomerates, with fissures. Behind a transversal tectonic fault in chainage 1616.0 to 1610.0, there took place massive conglomerates, and in their subgrade there took place tectonically faulted claystones with inserts of sandstone. | Measures in front of the tectonic fault was dry in fact, the gallery sides were getting wet locally only. Behind the displacement, position of the conglomerate was saturated with water, local inflow yield was lower than one litre per sec. |
| Gallery Ovčiarisko 1585.0 to 1554.0 B3 to C2 | Measures formed by thin plate sand claystones and sandstones with massive bench conglomerates in their overburden. In chainage 1568.5, there took place a displacement of a subsidence character along which a conglomerate block was subsiding. In its overburden there took place claystones and sandstones. Walls of the fault were smooth, polished, with an insignificant scratching, wet. | In the section there alternated positions in fact dry with positions saturated with water. The most important inflow of ground water existed in the place of displacement where the yield was up to 1 litre per sec. |
| Gallery Ovčiarisko 1932.0 to 1554.0 C2 to B3 | Measures formed by sandy claystones with inserts of sandstones and red re-sedimented claystones, tectonically masticated. Measures of sandy claystones had a character of a rhythmic sedimentation. Red claystones were prone to disintegration to tiny scales, tectonically smoothed. They swelled up in contact with water. | Measures were mostly dry, the gallery was slightly moist locally only. |

priebeh deformácií výrubu (priebežné meranie konvergencie). Doplnkové údaje možno získať pozorovaním pretvárania terénu v nadloží podzemného diela a hodnotenie stupňa zvodnenia masívu (Klepsatel et al, 1998). Samozrejme, že geológ, ktorý hodnotí masív podľa tejto normy, pozoruje aj ďalšie faktory, vplývajúce na stabilitu výrubu a kvalitu horniny. Napriek tomu je zatriedenie do príslušných kvalitatívnych tried do určitej miery subjektívne.

VSTUPNÉ ÚDAJE PRE POROVNÁVACIU ANALÝZU

Pre našu porovnávaciu analýzu sme vybrali štyri úseky prieskumných štôlní, razeňných v prostredí paleogénnych sedimentárnych komplexov. Tri úseky boli vybraté z prieskumnej štôlne pre tunel Ovčiarisko a jeden z úvodného úseku štôlne pre tunel Višňové (Matejček, Panek, 1998). Úseky boli vybraté na základe ich zaradenia podľa normy ŐNORM B 2203 (predpokladalo sa objektívne zaradenie do príslušných tried) a to tak, aby vybraté úseky boli pre danú triedu ŐNORM B 2203 charakteristické, tj. aby vyjadrovali geologické pomery i ostatných častí štôlne, zaradených do rovnakej triedy (zastúpenie litologických typov, stupeň pevnosti, rozpukania, charakter vrstevnatosti, atď.). Okrem toho išlo o úseky, v rámci ktorých dochádzalo k zmene zaradenia masívu z jednej triedy ŐNORM B 2203 do druhej. Stručná geologická charakteristika vybraných úsekov je prehľadne spracovaná v tab.1.

ANALÝZA VZŤAHU KLASIFIKAČNÝCH HODNOTENÍ

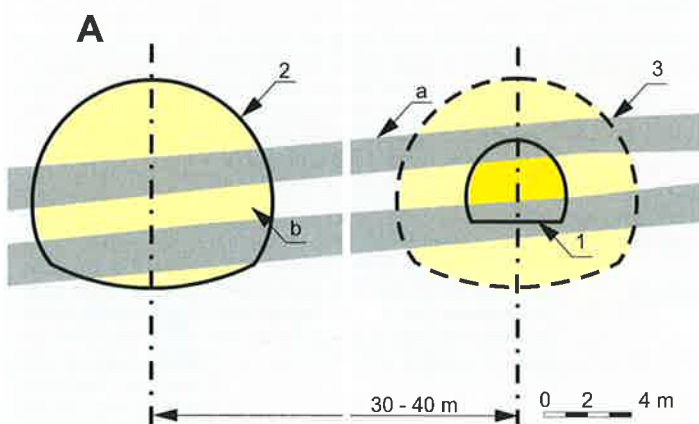
Pre každý čiastkový záber (tak ako boli postupne razeňné), bolo nutné stanoviť reprezentatívne vstupné údaje, ktoré si vyžadujú klasifikačné systémy NGI a QTS. Vzhľadom na litologickú pestrosť prostredia a z nej vyplývajúce rôzne inžinierskogeologické a fyzikálno-mechanické vlastnosti, bolo veľmi ťažké stanoviť priemerné alebo charakteristické hodnoty, ako napríklad pevnosť horniny, hustotu puklín a pod. Preto sa priemerné hodnoty upravovali na základe percentuálneho zastúpenia jednotlivých litologických typov v zábere a ich pozície vo výrubu. Po úprave vstupných údajov sa pristúpilo k vlastnému hodnoteniu kvality horninového prostredia podľa klasifikácií NGI a QTS. Na základe hodnotenia kvality vybraných úsekov sa získali tri súbory údajov - bodové hodnotenia kvality pre triedy B2 (súbor s 15 údajmi), B3 (súbor s 20 údajmi) a C2 (súbor s 22 prvkami) normy ŐNORM B 2203. Po ich štatistickým spracovaní bolo možné stanoviť bodové intervaly klasifikácií NGI a QTS, ktoré zodpovedajú kvalitatívnym triedam ŐNORM B 2203 (Kuvik, 1999). Hranicu medzi triedami C2 a B3 bolo možné stanoviť pomerne presne, kvalitatívne rozdiely tu boli veľmi výrazné, čo sa prejavilo i v bodovom hodnotení semikvantitatívnych klasifikácií. Hranica medzi triedami B2 a B3 nie je jednoznačná, a bodové intervaly semikvantitatívnych klasifikačných hodnotení sa prekrývajú. I táto skutočnosť ilustruje významný rozdiel medzi dvoma základnými triedami normovej klasifikácie (B a C), odvode-

ANALYSIS OF A RELATION AMONG CLASSIFICATION METHODS

For every partial round (as they were driven step by step), it was necessary to lay down representative initial data which are required for the NGI and QTS classification systems. With respect to a litological diversity of environment, and varying engineering-geological and physical-mechanical properties resulting of it, it was very difficult to determine mean values or characteristic ones, such as the rock strength, number of cracks, and the like. That is why mean values were adapted on the basis of a percentual representation of individual litological types in one advance length and their positions in the excavation profile. After adaptation of initial data, the proper evaluation of the rock mass quality according to the classification NGI and QTS took place. According to the quality evaluation of the selected sections, there were obtained three sets of data - point-wise quality evaluation for classes B2 (a set with 15 data), B3 (a set with 20 data) and C2 (a set with 22 elements) of the standard ŐNORM B 2203. After their statistical processing, it was possible to determine point-wise intervals of the classifications NGI and QTS, which correspond to qualitative classes of ŐNORM B 2203 (Kuvik 1999). A line between the classes C2 and B3 could be determined relatively exactly, the qualitative differences were very significant, which was evident even at the point-wise evaluation of semi-quantitative classifications. A line between the classes B2 and B3 is not unambiguous, and the intervals of semi-quantitative classification evaluations expressed in points are partially identical. Even this fact illustrates an important difference between two basic classes of the standard classification (B and C), derived on the basis of a completely different behaviour of the rock mass after an excavation of an underground space. Found out results are shown in the table 2 and in Fig. 1. The point evaluation according to the classification QTS was recalculated according to the known correlation relation (Tesaf, 1989) to the point evaluation of the classification RMR with respect to the fact that results of said two classification evaluations are mutually very well checkable, and the classification RMR is frequently applied in the world tunnelling practice.

Tab. 2: Derived relations between the qualitative classification of the rock environment according to ŐNORM B 2203 and semi-quantitative point-wise classifications.

| Class ŐNORM B2203 | B2 | | B3 | | C2 | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | upper | lower | upper | lower | upper | lower |
| Limits of point-wise evaluation | | | | | | |
| NGI | 12 | 4 | 8 | 1 | 1 | 0.01 |
| QTS | 70 | 55 | 60 | 45 | 45 | 30 |
| RMR | 52.55 | 35.6 | 41.25 | 24.3 | 24.3 | 7.35 |



Obr. 3

Príklady vzťahu prieskumnej štôlne k budúcu tunelu, charakteristické pre prostredie paleogénnych sedimentárnych hornín v trase prieskumnej štôlne Ovčiarisko.

A - príklad prostredia striedania skalných a poloskalných hornín s monoklinálnym uložením. Vhodná hornina sa v prieskumnej štôlni nachádza v klenbe a počve, v budúcom tuneli však zasahuje len do úrovne stien. V prieskumnej štôlni nebolo možné určiť hrúbky vrstiev.

B - príklad s prítomnosťou zlomu v mieste budúcej tunelovej rúry, ktorý nebol zistený v prieskumnej štôlni (charakteristické pre úsek pri východnom portáli prieskumnej štôlne) 1 - prieskumná štôlnia, 2 - južná tunelová rúra, 3 - severná tunelová rúra (jej výstavba sa bude realizovať až po vyrazení južnej rúry), a - pevné skalné horniny (pieskovce a zlepence), b - poloskalné horniny (ilovce), c - zlom, d - vrstevnatosť

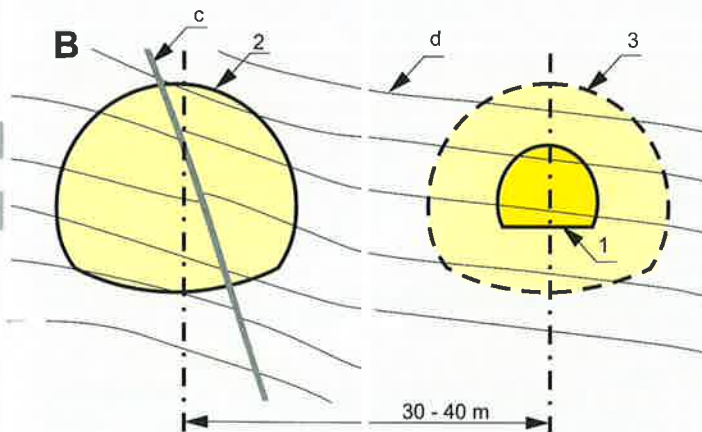


Fig. 3

Examples of the relation of a trial gallery to a future tunnel, characteristic for the environment of paleogene sedimentary rocks in the line of the trial gallery Ovčiarisko.

A - An example of an environment where rocky ground types and semi-rocky ones alternate with a monoclinal bedding. The suitable rock takes place in the vault and floor of the trial gallery, but in the future tunnel it reaches only to the level of its sides. In the trial gallery, it was not possible to determine the thickness of layers.

B - An example with a displacement in the place of the future tunnel tube which was not found out in the trial gallery (it is characteristic for the section at the eastern portal of the trial gallery). 1 - trial gallery, 2 - southern tunnel tube, 3 - northern tunnel tube (its construction shall be realized after the driving of the southern tube), a - stable rocky ground types (sandstones and conglomerates), b - semi-rocky ground types (claystones), c - displacement, d - stratification.

nými na základe principiálne odlišného správania horninového masívu po výrube podzemného priestoru. Zistené výsledky sú prehľadne zhrnuté v tabuľke 2 a na obr. 1. Bodové hodnotenie podľa klasifikácie QTS bolo prerátané podľa známeho korelačného vzťahu (Tesař, 1989) na bodové hodnotenie klasifikácie RMR vzhľadom na to, že výsledky týchto dvoch klasifikačných hodnotení sú veľmi dobre vzájomne korelovalné a klasifikácia RMR je často používaná vo svetovej tunelárskej praxi.

Tab. 1 Charakteristika horninového prostredia vybratých úsekov

| Úsek Zaradenie podľa ÓNORM B2203 | Geologická stavba | Hydrogeologické pomery |
|--|--|--|
| Štôlna Višňové 1089,0 - 1104,9 B2 - C2 | Ílovice a piesčité ílovice, tektonicky porušené, prestúpené systémom puklín. Od staničenia 1100,0 boli horniny úplne tektonicky podvrvené, s polohami tektonického ílu a budinovanými zvyškami vrstiev - zlom na kontakte paleogénnej výplne Žilinskej kotliny a mezozoika krížňanského príkrovu. | Celý úsek bol suchý, iba lokálne sa vyskytovali prítoky podzemnej vody vo forme zavlhnutia steny štôlne. |
| Štôlna Ovčiarsko 1623,8 - 1603,8 B2 - B3 | Súvrstvie tenkodoskovitých piesčitých ílovcov, pieskocov a lavcovitých zlepenecov, rozpukané. Za priečnou tektonickou poruchou v staničení 1616,0 - 1610,0 sa nachádzali masívne zlepenca a v ich podloží tektonicky porušené ílovice s vložkami pieskovca. | Súvrstvie pred tektonickou poruchou bolo prakticky suché, iba s lokálnym zavlhnutím stien. Za poruchou bola poloha zlepenca nasýtená vodou, lokálne prítoky mali výdatnosť do 0,2 l.s-1. |
| Štôlna Ovčiarsko 1585,0 - 1554,0 B3 - C2 | Súvrstvie budované tenkodoskovitými piesčito-ílovkami a pieskocami s masívnymi zlepenkami v ich nadloží. V staničení 1568,5 bol zlom poklesového charakteru, pozdĺž ktorého blok zlepenca poklesával. V jeho nadloží boli hákované ílovice a pieskovce. Steny zlomu boli hladké, vyleštené, s nevýrazným ryhovaním, mokré. | V úseku sa striedali polohy prakticky suché s polohami nasýtenými vodou. Najvýraznejší prítok podzemnej vody bol zaznamenaný v mieste zlomu, kde výdatnosť dosahovala až do 1 l.s-1. |
| Štôlna Ovčiarsko 1932,5 - 1912,5 C2 - B3 | Súvrstvie budované piesčito-ílovkami s vložkami pieskovca a červenými resedimentovanými ílovcami, tektonicky prehnítenými. Súvrstvie piesčitých ílovcov malo charakter rytmickej sedimentácie. Červené ílovice boli rozpadavé na drobné šupinky, tektonicky ochladené. V styku s vodou bobtnali. | Súvrstvie bolo prevažne suché, lokálne bola stena zavlhnutá. |

Tab. 2: Odvodené vzťahy medzi kvalitatívnym zatriedovaním horninového prostredia podľa ONORM B 2203 a semikvantitatívnymi bodovacími klasifikáciami

| Trieda ÓNORM B2203 | B2 | | B3 | | C2 | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Horná | Dolná | Horná | Dolná | Horná | Dolná |
| Hranica bodového ohodnotenia | | | | | | |
| NGI | 12 | 4 | 8 | 1 | 1 | 0,01 |
| QTS | 70 | 55 | 60 | 45 | 45 | 30 |
| RMR | 52,55 | 35,6 | 41,25 | 24,3 | 24,3 | 7,35 |

ĎALŠIE POZNATKY, SÚVISIACE S KLASIFIKAČNÝM HODNOTENÍM HORNINOVÉHO PROSTREDIA

Na základe vykonanej analýzy možno konštatovať niektoré ďalšie zaujímavé skutočnosti, súvisiace s klasifikačným hodnotením kvality horninového prostredia.

- V prvom rade je to určité oneskorenie pri zaraďovaní prostredia do normových tried. I keď kvalita horniny na základe výsledkov dokumentácie výrube výrazne klesá (alebo naopak stúpa), preradenie z jednej triedy do druhej sa uskutoční až s určitým odstupom, keď je už jasné, že trend zmeny je trvalejší (obr. 2). Ide o vcelku pochopiteľnú skutočnosť vyplývajúcu z faktu, že realizátor stavby potrebuje tiež určitý čas pre rozhodnutie o zmene normovej triedy a z toho vyplývajúcej zmene raziacich a vystrojovacích technológií.
- Zaujímavým poznatkom je aj preukázaná rozdielnosť v citlivosti jednotlivých klasifikácií. Klasifikácia QTS bola odvodená z približne podobnom prostredí, ako sú paleogénne sedimentárne komplexy (vo vrstevnatých komplexoch paleozoika), reagovala teda pomerne dobre na podstatné zmeny, ktoré ovplyvňovali kvalitu horniny. Na málo výrazné, nepodstatné lokálne zmeny prostredia táto klasifikácia prakticky nereaguje. Vďaka tomu klasifikačné hodnotenie systémom QTS kvalitu masívu pomerne dobre zovšeobecňuje, čo umožňuje rovnakými parametrami charakterizovať pomerne dlhé úseky podzemného diela. Táto skutočnosť má priamy vplyv na ekonomiku razenia (na základe uvedenej klasifikácie možno priamo navr-

FURTHER PIECES OF KNOWLEDGE CORRESPONDING TO THE CLASSIFICATION EVALUATION OF A ROCK ENVIRONMENT

On the basis of the performed analysis, there may be stated some further interesting facts corresponding to the evaluation of the quality classification of the rock environment.

- First of all, it is a certain delay in classifying the environment into standard classes. Even if the rock quality goes down (or up) considerably on the basis of the excavation documentation, the requalification from one class into another one is realized with a certain delay, when it is already evident that the change is more permanent (Fig. 2). It is understandable and it results from the fact that the construction contractor needs some time for a decision concerning a change of a standard class which then results in changing the excavation and support techniques.
- A proved difference in a sensibility of individual classification methods forms also an interesting piece of knowledge. The classification QTS was derived approximately in an analogous environment as there are paleogene sedimentary complexes (in the Palaeozoic laminated structure complexes), so it reacted relatively well to considerable changes which affected the rock quality. Said classification does not react in fact to less significant local environment changes. Due to this fact, the classification evaluation by means of the system QTS generalizes the mass quality relatively well, which makes it possible to characterize relatively long sections of the underground work. Said fact affects directly the driving economy (on the basis of the mentioned classification it is possible to elaborate directly the technological process of driving and lining of the underground work for relatively long sections of an analogous lithological and structural character). On the contrary, the classification NGI is very sensitive even if it concerns small changes of individual initial parameters. For an application of this classification in practice, it is necessary to generalize the results considerably, that it may be possible, on the basis of an evaluation, to design an optimum way of driving and lining of further sections of the underground work.
- In connection with a quality evaluation of a rock environment, the attention must be drawn even to certain specific environment properties of paleogene sedimentary complexes. Paleogene claystones, as it is generally known, are relatively unstable in our climatic conditions, they are subject to a quick weathering and to large volume changes in a contact with water (or, in the contrary, after drying). Any unqualified technical action in this environment represents a high risk. A driving of a gallery (tunnel) represents evidently an important influence upon natural conditions of the rock environment. A convenient selection of a technological process and, in the first place, its strict observing, may keep a relatively good quality of the environment during the construction and even during the utilization of the underground work. Any inconvenient action (a too big quantity of explosives during explosions, leaking of technological water into the floor, inconvenient ways of muck transport) may result in a considerable rock deterioration in spite of the fact that it was classified in the original documentation and classification as being of a considerably higher quality. That is why it is evident that even the evaluation of the rock mass quality should be bound to selected specific driving methods. In equal geological conditions there may arise namely different problems in dependence upon applied driving methods.
- The relation of a trial gallery to a tunnel is another interesting problem in paleogene complexes. A trial gallery is able to verify reliably geological conditions only in its nearest surroundings. As dimensions of the future tunnel are several times larger than dimensions of the gallery, it is not sure whether conditions found out for elaborating the gallery documentation will reflect conditions during driving operations of the proper tunnel (e.g. rock of a high quality may take place in the vault of the gallery which is a favourable position, but in the future tunnel it may reach only the level of the gallery sides - Fig. 3). This problem is particularly characteristic for paleogene sedimentary complexes with a significant lithological and tectonic variability, and it should be taken into consideration when carrying out an extrapolation of a classification evaluation concerning the gallery environment into the environment of the future tunnel.

CONCLUSION

On the basis of found out facts, it is necessary to emphasize again that a comparing analysis was made in one of the most complicated geological environments, in a bedded complex of paleogene sedimentary rocks. That is why derived relations between classification evaluations are characteristic only for the rock environment being evaluated or for an analogous one. In complexes of a different composition, there will be found out other lines between the same classes of ONORM B 2203. With respect to the fact that through paleogene rock there passes a considerable part of tunnels designed within the motorway network (either their inlet sections or outlet ones, or in

hovať technologický postup razenia a vystrojovania podzemného diela pre pomerne dlhé úseky podobného litologicko-štruktúrneho charakteru). Naopak, klasifikácia NGI je veľmi citlivá aj na malé zmeny jednotlivých vstupných parametrov. Pre praktickú aplikáciu tejto klasifikácie je potrebné výsledky značne zovšeobecňovať, aby bolo možné na základe hodnotenia navrhnúť optimálny spôsob razenia aj vystrojovania dlhších úsekov podzemného diela.

- V súvislosti s hodnotením kvality horninového prostredia treba poukázať aj na určité špecifiká prostredia paleogénnych sedimentárnych komplexov. Paleogénne ilovce sú, ako je všeobecne známe, v našich klimatických podmienkach pomerne nestabilné, podliehajú rýchlemu zvetrávaniu a veľkým objemovým zmenám pri styku s vodou (alebo naopak, pri vysušení). Akýkoľvek nekvalifikovaný technický zásah v tomto prostredí je spojený s veľkým rizikom. Razenie štólne (tunela) je nepochybne významným zásahom do prirodzeného stavu horninového prostredia. Vhodnou voľbou technologického postupu a hlavne jeho striktným dodržiavaním možno uchovať pomerne dobrú kvalitu prostredia počas výstavby i počas využívania podzemného diela. Nevhodným zásahom (priveľký objem trhaviny pri odstreloch, zatekanie technologickej vody do pôvy, nevhodný spôsob odvozu rúbany) sa môže kvalita horniny výrazne zhoršiť, napriek tomu, že pri pôvodnom dokumentovaní a klasifikovaní bola ohodnotená ako podstatne kvalitnejšia. Z toho vyplýva, že aj hodnotenie kvality horninového masívu by malo byť viazané na konkrétny zvolený spôsob razenia. I v rovnakých geologických podmienkach totiž môžu vzniknúť rozdielne problémy v závislosti od použitých spôsobov razenia.
- Ďalším zaujímavým problémom v paleogénnych komplexoch je vzťah prieskumnej štólne k tunelu. Prieskumná štólňa dokáže spoľahlivo overiť geologickú stavbu len v svojom najbližšom okolí. Pretože budúci tunel svojimi rozmermi niekoľkonásobne prevyšuje rozmer štólne, nie je isté, či pomery zistené pri dokumentácii štólne budú odrážať pomery počas razenia samotného tunela (napr. kvalitná hornina sa v štólne môže nachádzať v klenbe, čo je pozícia priaznivá, ale v budúcom tuneli môže zasahovať iba do úrovne stien - obr. 3). Tento problém je zvlášť charakteristický pre paleogénne sedimentárne komplexy s výraznou litologickou i tektonickou premenlivosťou a mal by byť zohľadnený pri extrapolácii klasifikačného hodnotenia z prostredia štólne do prostredia budúceho tunela.

ZÁVER

Na základe zistených skutočností treba opätovne zdôrazniť, že porovnávacía analýza bola vykonaná v jednom z najkomplikovanejších geologických prostredí, v vrstevnatom komplexe paleogénnych sedimentárnych hornín. Odvodené vzťahy medzi klasifikačnými hodnoteniami sú preto charakteristické iba pre hodnotené, alebo analogické horninové prostredie. V komplexoch odlišnej stavby budú pravdepodobne zistené iné rozhrania pre rovnaké triedy ÖNORM B 2203. Vzhľadom na to, že do prostredia paleogénnych hornín zasahuje značná časť tunelov, projektovaných v rámci diaľničnej siete (buď iba ich vstupné a výstupné úseky, alebo v niektorých prípadoch - napríklad tunel Ovčiarsko - celá trasa) a pretože prostredie paleogénu je z inžinierskogeologického hľadiska jedno z najnáročnejších pre výstavbu, domnievame sa, že odvodené vzťahy prispievajú k objektivizácii zaraďovania najkomplikovanejších a často nie rovnako hodnotených úsekov podzemných diel do normových tried.

POĎAKOVANIE

Autori vyjadrujú vďaka Slovenskej správe ciest a firme Geofos, spol. s r.o., Žilina za poskytnutie materiálov z pôvodnej dokumentácie prieskumných štôlní a umožnenie publikovať dosiahnuté výsledky. Výskumné práce sa realizovali čiastočne v rámci riešenia projektu VEGA č. 1/5231/98 "Hodnotenie geologického prostredia pre účely tunelovania".

LITERATÚRA

- Klepsatel, F. - Kusý, P. - Kopáčik, A. (1998) : Podzemné stavby I. - metódy tunelovania. Vysokoškolské skriptá STU, Bratislava.
- Kuvik, M., 1999: Hodnotenie kvality horninového prostredia vo vzťahu k moderným metódam tunelovania. Diplomová práca. Manuskript. Archív Katedry inžinierskej geológie PRIF UK, Bratislava.
- Matejček, A., Panek, M., 1998: Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum formou prieskumnej štólne pre tunel Ovčiarsko. Záverečná správa. Manuskript. Združenie Ovčiarsko, Žilina, Geofos, spol. s r.o., Žilina
- ÖNORM B 2203: Untertagebauarbeiten Werkvertragsnorm. Österreichisches Normungsinstitut. Platná od 1.10.1994
- Tesař, O., 1989: Přehled klasifikací hornin pro podzemní stavby a jejich vztah ke klasifikaci QTS. Inženýrské stavby č. 6

some cases - e.g. the tunnel Ovčiarsko - the whole line), and since the environment of a palaeogene system is, from the engineering-geological point of view, one of the most exacting for any construction, we are of the opinion that the derived relations will contribute to making the classifications of the most complicated and often not equally evaluated sections of underground works in standard classes more objective.

THANKS

The authors express their thanks to the Slovak Administration of Roads and to the firm Geofos, spol. s r.o., Žilina, for providing materials concerning the original documentation of trial galleries and for enabling to make public the achieved results. Research works were realized partially within the solution of the project VEGA No. 1/5231/98 „Evaluation of geological environment for tunnelling purposes“.

BIBLIOGRAPHY

- Klepsatel, F. - Kusý, P. - Kopáčik, A. (1998): Underground constructions I. - tunnelling methods. Lecture notes of STU, Bratislava.
- Kuvik, M., 1999: Evaluation of the rock environment quality in relation to up-to-date tunnelling methods. Diploma Thesis. Manuscript. Archives of the Faculty of engineering geology PRIF UK, Bratislava.
- Matejček, A., Panek, M., 1998: Detailed engineering-geological and hydrogeological survey in the form of a trial gallery for the tunnel Ovčiarsko. Final report. Manuscript. Association Ovčiarsko, Žilina, Geofos, spol. s r.o., Žilina.
- ÖNORM B 2203: Untertagearbeiten Werkvertragsnorm, Österreichisches Normungsinstitut. Validity starting on October 1, 1994.
- Tesař, O. 1989: Survey of rock classification for underground constructions and their relation to the classification QTS. Inženýrské stavby (Engineering constructions) No. 6.



Ilustrační foto:
Illuminative photo:
Josef Husák

MOŽNOSTI ANALÝZY A ŘÍZENÍ KRIZÍ V TUNELOVÝCH STAVBÁCH

POSSIBILITIES OF AN ANALYSIS AND CRISIS MANAGEMENT IN TUNNEL STRUCTURES

DOC. ING. PAVEL PŘIBYL, CSC.

1. ÚVOD

Steven Fink, ve své knize "Krizový management", přirovnává možnost předvidání krizí k počasí a cituje Marka Twaina "Všichni mluví o počasí, ale nikdo s ním nic nedělá", viz [1]. Podobná situace je v otázce řešení krizí v tunelech.

Na první pohled se zdá, že se o krizích v tunelech diskutuje až nadměrně, zvláště pak po nehodách z roku 1999. Většinou se jedná o příspěvky, které dramaticky popisují situaci nešťastných lidí uvězněných v tunelu, ale málokterá analýza jde skutečně do hloubky. Přitom je nutné si uvědomit, že stavitelé tunelů skutečně vystavují účastníky provozu zvýšeným rizikům a je jejich povinností míru rizika omezovat na přijatelnou hodnotu. Zároveň je nutné vzít na zřetel, že se naše dopravní síť stává součástí pan-evropských dopravních koridorů a je nutné splnit standardy i v oblasti bezpečnosti.

Článek volně navazuje na příspěvek v časopise Tunel 3/99 "Požáry v silničních tunelech a jejich vliv na krizovou analýzu" a dále na listopadový seminář ITA/AITES věnovaný stejné tematice. V první části jsou popsány základy bezpečnostní politiky podzemních staveb a na příkladu je uvedeno, jaká dodatečná bezpečnostní opatření jsou volena pro již hotový Gotthard tunel ve Švýcarsku.

2. HLAVNÍ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY

Každý silniční nebo železniční tunel je projektován ve značném předstihu a jeho dokončení je otázkou několika, často i hodně, let. Za tu dobu se mění nejenom intenzity dopravy, které trvale rostou a jsou většinou doprovázeny vyšším počtem nehod, ale podstatně se mění i technologie bezpečnostních zařízení a s tím spojená organizace zajištění krizových situací. Příkladem lepší organizace krizového řízení může být např. vytváření Jednotného bezpečnostního systému, kdy záchranné jednotky operují nejenom s modernější technikou, ale využívají integrovaných organizačních schémat. Základní bezpečnostní prvky tunelu pozemních komunikací jsou tedy děleny dle tab. 1.

Konstrukční opatření

- jednosměrný tunel: druhá trouba s nezávisle řízenou ventilací
- obousměrný provoz: únikový tunel, nezávislá ventilace
- tunelové propojky po 250-350 m, ventilace
- odstavné zálivy
- otáčecí zálivy

Technická bezpečnostní zařízení

- SOS boxy
- TV monitorování
- nouzové napájení a osvětlení
- senzory požáru, viditelnosti a CO

Organizační zajištění

- organizace služeb, dohled 24 hod.
- přístupy bezpečnostních týmů
- přeprava nebezpečných nákladů

1. INTRODUCTION

In his book "Crises Management", Steven Fink compares the possibility to foresee crises to the weather, and quotes Mark Twain "Everybody talks weather but everybody does nothing with it," see [1]. A similar situation is regarding the issue of crises in tunnels.

At first glance, the crises in tunnels seem to be discussed exceedingly, after the 1999 year's accidents in particular. Mostly this is a matter of papers dramatically describing a situation of people entrapped in a tunnel, but few analyses go really deep. At that, it is necessary to realize that tunnel builders really realize that they expose the parties to the traffic to increased risks, and that their obligation is to reduce the risk to acceptable levels. At the same time, it is necessary to take into consideration the fact that our transport network is becoming a part of pan-European transport corridors, and that it is necessary to meet the standards in the field of safety too.

The article is loosely following up with the article "Fires in road tunnels and their influence upon an analysis of a crisis" published in Tunel 3/99, and with the November ITA/AITES seminary devoted to the same theme. Its first part contains a description of fundamentals of the underground structures safety policy, and, as an example, it informs about additional measures chosen for the completed Gotthard tunnel in Switzerland.

2. MAIN SAFETY ELEMENTS

Any road/railroad tunnel is designed in a considerable advance, and its completion is a matter of several, often many, years. During that time changes occur not only in the traffic intensities, which constantly increase and are generally accompanied by an increasing number of accidents. Also the technology of safety equipment changes substantially as well as the related organization of crisis situations management. As an example of improved organization of crisis management, development of the Unified Safety System can be used, under which rescue teams not only operate more modern equipment but they also use integrated organizational charts. The basic safety elements of a road tunnel are divided as shown in table 1.

Structural measures

- one-way tunnel: the other tube with independently controlled ventilation
- two-way traffic: escape tunnel, independent ventilation
- tunnel cross-passages at intervals of 250-350 m, ventilation
- waiting bays
- U-turn bays

Technical safety equipment

- SOS boxes
- TV monitoring
- emergency power sources and illumination
- fire, visibility and CO sensors

Organization assurance

- organization of services, round the clock supervision
- accesses for safety teams
- dangerous loads transportation

Tab. 1 Základní kategorie ovlivňující bezpečnost v tunelu

Table 1. Basic categories affecting the safety in tunnels

V dalším textu je poukázáno na to, že nejde jen navrhnout vhodná konstrukční opatření a bezpečnostní zařízení pouze ve stádiu projektování, ale je nutné vytvořit bezpečnostní plánování z dlouhodobého hlediska. To je tvořeno třemi základními elementy:

1. Jasnou bezpečnostní politikou

Spočívající v určení bezpečnostních cílů a z toho vyplývajících závazků, opatření a nařízení. Dále v trvalém monitorování rizik a v systematickém vyhodnocování přijatých opatření.

2. Propracovanou organizací z hlediska bezpečnosti

Stanovující povinnosti a zodpovědnosti osob, včetně dokumentů obsahujících popisy krizových událostí a odezvy na ně.

3. Metodologii analýzy rizik

Umožňující ocenění rizik a tak připravit možná další dodatečná bezpečnostní opatření podložená novým měřeními a vyhodnocováními. Obvykle je nutné, ještě před zavedením nových opatření, zpracovat technicko-ekonomickou analýzu.

The following text points out that it is impossible to develop suitable structural measures and propose safety equipment in the planning stage only. It is necessary to establish safety planning from a long-term point of view. The safety planning consists of three basic elements:

1. Unequivocal safety policy

It resides in determination of safety aims and from that arising obligations, measures and directions. Further, in permanent monitoring of risks and in a systematic evaluation of the measures adopted.

2. Sophisticated organization from the safety point of view

It assigns personal duties and responsibilities, including documents containing descriptions of crises events and responses to them.

3. Methodology of the Risk Analysis

It renders the risks assessment possible, thus it allows preparation of other potential safety measures founded on new measurements and evaluations. Usually it is necessary to elaborate a technical and economic analysis before introduction of new measures.

3. BEZPEČNOSTNÍ PLÁN

Tunel, na rozdíl od mnoha jiných dopravních technických zařízení, je komplexní infrastrukturou zahrnující řadu velmi různorodých subsystémů (doprava, ventilace, energetika, vodní hospodářství apod.). Pojem bezpečnosti je však pouze jeden, a proto se rozprostírá nad všemi těmito subsystémy. Bezpečnostní plán (BP) zajišťuje účinné nástroje podporující rozhodování v tom, že:

- všechna bezpečnostní opatření jsou vyčerpávající a komplexní. Přitom jsou dána předem vytvořenými pravidly a scénáři,
- bezpečnostní opatření jsou navrhována s ohledem na jejich efektivitu a cenu. Cílem je zajistit maximální návratnost vložených prostředků,
- všechna rizika pro lidi, ekologii a okolí jsou investorům, provozovatelům a záchraným jednotkám známa a pokud je nutné, seznamují s nimi nadřízené orgány a veřejnost, aby byla zabezpečena potřebná důvěra,
- pozitivní efekt bezpečnostních opatření by měl být demonstrován nejenom statistikou nehod, ale také systematickou detailní analýzou,
- pro zjištění definovaných bezpečnostních postupů a procedur je nezbytné připravit dohody a smlouvy o spolupráci a kooperaci mezi všemi zúčastněnými složkami.

3. SAFETY PLAN

A tunnel, as opposed to many other traffic technical facilities, is a complex infrastructure comprising a number of highly diverse subsystems (traffic, ventilation, power systems, hydraulic works etc.). However, the concept of safety is single only, therefore it covers all of the above mentioned subsystems. The safety plan (SP) provides effective tools supporting the process of decision making by the following:

- *All safety measures are comprehensive and complex. They are based on the rules and scenarios developed in advance,*
- *safety measures are proposed with respect to their effectiveness and cost. Their aim is to provide a maximum return of the means invested,*
- *all risks to people, ecology and neighborhood are known to owners, operators and rescue teams and, if necessary, governing bodies and the public are informed about them so that their trust is won,*
- *the positive effect of the safety measures should be demonstrated not only by an accidents statistics but by a systematic, detailed analysis too,*
- *for determination of defined safety processes and procedures it is necessary to prepare agreements and contracts about cooperation and collaboration between all parties involved.*

3.1. ČLENĚNÍ BEZPEČNOSTNÍHO PLÁNU

Bezpečnostní politika je trvalý a dynamický proces, proto je BP obecně tvořen jak procesně orientovanými, tak událostně orientovanými prvky. Na obr. 1 je základní schéma bezpečnostního plánu tvořeného třemi základními prvky a vazbami mezi nimi.

3.1. SAFETY PLAN ARTICULATION

Safety policy is an everlasting and dynamic process, therefore the SP generally consists of both process-oriented and event-oriented elements. The table No. 1 shows a basic scheme of a safety plan, consisting of three fundamental elements and their contexture.



Obr. 1 Fig. 1
Prvky a vazby bezpečnostního plánu
Safety plan elements and their contexture

1. BEZPEČNOSTNÍ POLITIKA

Popisuje vize v oblasti bezpečnosti a principy motivace pracovníků tuto politiku respektovat. Obsahuje množinu taktických a strategických pravidel, která mohou být použita pro komunikaci s orgány a veřejností. Příklad hlavních zásad bezpečnostní politiky:

1. SAFETY POLICY

It describes the visions in the sphere of safety, and principles of personnel motivation for this policy. It contains a set of tactical and strategic rules, which can be used for communication with administrative bodies and the public. An example of main rules of the safety policy:

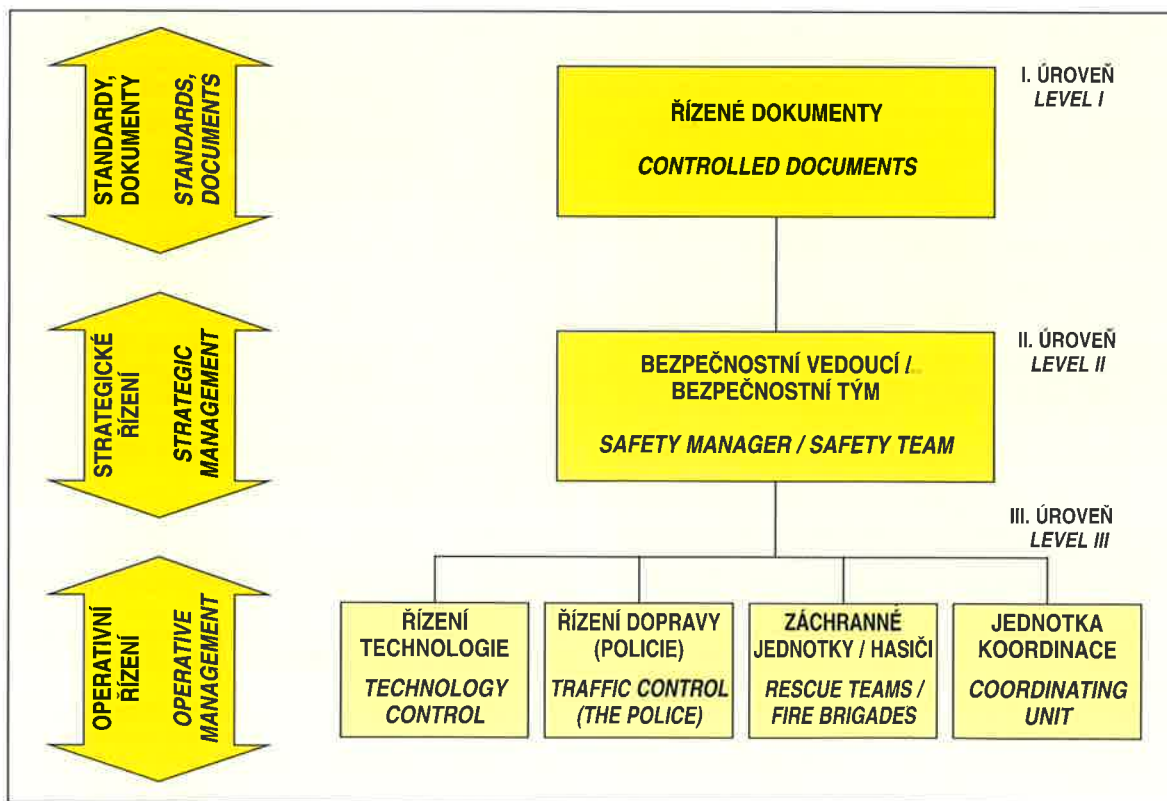
1. Ochrana lidí, okolí a snižování ekonomických ztrát. Zde je nutné si uvědomit, že operátor tunelu má omezené možnosti v zabránění vzniku krizí, a proto musí být pozornost orientována na rychlé a efektivní záchranné akce.
2. Znalost všech rizik v tunelu, zabraňování krizím nebo omezení jejich přímých důsledků a zajištění rychlé ochrany a evakuace. Nutnost poučení se z analýzy nehod v jiných tunelech.
3. Striktně respektovat všechny existující normy a technické podmínky pro Českou republiku, při trvalém monitorování zkušeností ze zahraničí. Vývoj a implementace vlastních opatření při respektování jejich efektivity.
4. Vytvoření formální organizace pro audit bezpečnosti v tunelech s definovanými právy a povinnostmi.
5. Včasná a reálná informování úřadů a veřejnosti, zvláště po vážných nehodách.
6. Ověřování efektivity přijímaných opatření v pravidelných auditech. Zvyšování vědomostí a praktických znalostí personálu v pravidelných školeních.

2. ORGANIZACE BEZPEČNOSTI

Pro zajištění cílů z hlediska bezpečnosti musí být vytvořena organizační struktura zahrnující veškerá práva a povinnosti. Příklad možné struktury je na obr. 2. Na nejvyšší úrovni, kterou je úroveň bezpečnostní politiky, zajišťuje odpovědná složka, kterou může být i komise pro provozování tunelu, základní bezpečnostní dokumenty a příslušná pravidla a předpisy. Tím, že se trvale sledují zkušenosti ostatních provozovatelů tunelů se vytváří dynamická bezpečnostní politika. Z této úrovně se komunikuje s organizacemi a veřejností.

Strategické řízení (II. úroveň) vytváří pravidla pro BP a přenáší je do praxe vytvořením příslušných organizačních opatření. Definuje cíle, metody a kritéria pro rizikové plánování. Kontroluje plnění cílů a zajišťuje trénink personálu.

Operativní úroveň (III. úroveň) je tvořena různými organizacemi či jednotkami (dispečer tunelu, dispečer policie, hasičů, záchranné služby, ale i např. útvary městských úřadů), které jsou zodpovědné za implementování vytvořených pravidel v denní praxi.



Obr. 2
Příklad organizační struktury pro minimalizaci rizik v tunelech

1. Protection of people and neighborhood, and reduction of economic losses. Here it is necessary to realize that a tunnel operator's capacity to prevent a crisis from occurring is limited, therefore attention must be paid to prompt and efficient rescue actions.
2. Familiarity with all risks in a tunnel, prevention of crises or limitation of their direct consequences, and organization of a prompt protection and evacuation. Necessity to draw a lesson from an analysis of accidents which occurred in other tunnels.
3. To respect strictly all existing standards and technical conditions valid for the Czech republic, while permanently monitoring foreign experiences. Development and implementation of one's own measures, with respect paid to their efficiency.
4. Establishment of a formal organization for auditing of the safety in tunnels, with the rights and responsibilities defined.
5. Timely and realistic information to authorities and the public, after serious accidents above all.
6. Verification of efficiency of the measures adopted, by means of regular auditing. Enhancement of personnel knowledge and practical expertise by regular training.

2. SAFETY ORGANIZATION

An organization structure incorporating all rights and responsibilities must be developed to ensure the safety aims. An example of a structure possible is shown in the figure No.2. At the highest level, i.e. the safety policy level, the element responsible, which may be also represented by a committee established for the tunnel operation, ensures basic safety documents and related rules and regulations. A dynamical safety policy is developed through permanent monitoring of the experience of other tunnels operators. Communication with organizations and the public is maintained from that level.

Strategic management (level II) develops the rules for the SP, and conveys them into the praxis by creation of relevant organizational measures. It defines aims, methods and criteria for the risk planning. It inspects how the aims are met and ensures training for personnel.

Fig. 2
Example of an organization structure for minimization of risks in tunnels

3. BEZPEČNOSTNÍ KONCEPT

Základem vytvoření bezpečnostního konceptu je analýza a popis tunelového systému z hlediska bezpečnosti. Existující rizika jsou systematicky identifikována a kvantitativně popisována aparátem analýzy rizik. Analýza rizik (Risk Analysis) a řízení rizik (Risk Management) jsou vědní disciplíny, které mají dnes již i poměrně širokou teoretickou základnu. Kromě statistických metod a metod Bayesovské identifikace se začínají uplatňovat i neurčitostní (Fuzzy) přístupy. Zde lze pouze upozornit na základní články související s tématem bezpečnosti v tunelech, lit. [2] až [3].

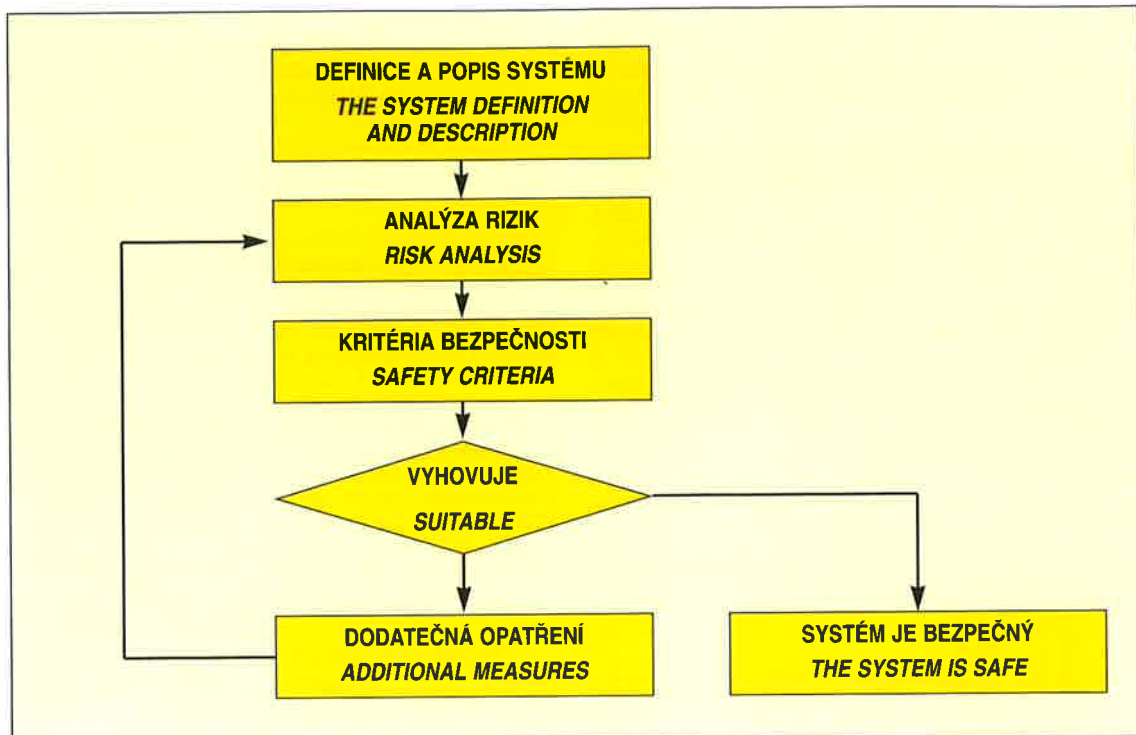
The operative level (level III) consists of diverse organizations or units (tunnel supervisor, the police, fire brigade and ambulance supervisors, but also, for example, town authorities departments) which are responsible for implementation of the established rules in the everyday praxis.

3. SAFETY CONCEPT

The analysis and description of a tunnel system regarding safety forms a basis for development of a safety concept. Existing risks are systematically identified and quantitatively described by the Risk Analyses machinery. The Risk Analysis and Risk Management are scientific disciplines, which already have relatively wide theoretical

Kritéria rizik musí být definována tak, aby umožnila ohodnotit jeho míru. Ohodnocení se obvykle provádí pro finanční ekvivalent, neboť je pak možné přímo zvažovat poměr: přínos z hlediska bezpečnosti/vložené náklady. Pokud je vypočítaná míra rizika vyšší než přípustná, musí se činit taková opatření, aby byl systém bezpečný. Často to znamená investovat do dodatečných technických nebo organizačních opatření. Základní vývojové schéma tohoto konceptu je uvedeno v obr. 3.

Implementace BP je dynamický proces a je nutné si uvědomit, že je to činnost, která prakticky nikdy nekončí. Každá z organizací a každý jedinec zahrnutý do bezpečnostního konceptu musí přispívat k vytváření bezpečnostní kultury.



Obr. 3
Principiální schéma bezpečnostního konceptu tunelu

base. Apart from statistics methods and the Bayes' identification methods, even application of fuzzy attitudes has been started. Here it is only possible to call attention to basic articles related to the topic of safety in tunnels, Ref. [2] to [3].

Risk criteria must be defined in such a manner to make assessment of the risk level possible. The assessment is usually carried out for a financial equivalent since it is possible then to consider directly the proportion: safety related benefit / cost invested. If the risk measure calculated is higher than acceptable, such additional measures must be adopted which make the system safe. That often means the necessity to invest into additional technical or organizational measures. A basic flow chart of this concept is shown in the figure No.3.

Fig. 3
Fundamental flow chart of the tunnel safety concept

4. PŘÍKLAD IMPLEMENTACE BEZPEČNOSTNÍ POLITIKY PRO GOTTHARD TUNEL

Bezpečnostní politika není dosud pro české tunely rozpracována, přestože bylo v posledních letech uvedeno do provozu pět nových nebo rekonstruovaných tunelů na pozemních komunikacích a nové trasy metra. Jedna kapitola připravovaných TP pro provozování, správu a údržbu tunelů však již bude věnována definování bezpečnostní politiky a vytvoření nástrojů pro její prosazování (vydání v roce 2000). Patrně první praktickou aplikací analýzy rizik bude tunel Mrázovka.

Vzhledem k výše uvedenému je jako příklad uvedena bezpečnostní politika tak, jak byla dodatečně uplatněna na tunel Gotthard, viz. [2], ve Švýcarsku. Jedná se o výborný příklad systémového přístupu k bezpečnosti v silničním tunelu dlouhém 16,7 km. Gotthard tunel je srdcem dálnice A2 procházející středními Alpami a spojující Basilej s Chiasso v Itálii. Obousměrný tunel byl navrhován v 70-tých letech z hlediska maximální bezpečnosti. Od té doby se však počet automobilů více než zdvojnásobil a dosahuje dnes 6,5 mil. vozidel za rok. Požadavky na bezpečnost uživatelů se také podstatně změnily.

Na příkladu analýzy rizik je doložena vhodnost dodatečného vybavení tunelu hasebními prostředky, které sice vyžadují investiční a provozní náklady, ale podstatně jsou redukována rizika při požáru. Analýza rizik probíhala v tomto konkrétním případě v 8 krocích:

KROK 1 : IDENTIFIKACE RIZIKA, DEFINICE KRIZOVÝCH SCÉNÁŘŮ

V zásadě je možné vytvořit nekonečné množství různých scénářů krizových událostí pro každý tunel. V praxi by to přinášelo výpočetní komplikace, a proto se pro vytvoření přiměřeného množství scénářů využívá znalostí expertů. Pro tunel Gotthard bylo experty vybráno 18 různých krizových událostí, které byly seskupeny do pěti skupin.

The SP implementation is a dynamic process and it is necessary to realize that it is a practically never ending activity. Each of the organizations and individuals embraced by the safety concept have to contribute to creation of a safety culture.

4. THE GOTTHARD TUNNEL SAFETY POLICY AS AN EXAMPLE

Safety policy has not been developed for Czech tunnels yet even though five new or refurbished road/railroad tunnels and new metro lines were commissioned in recent years. However, one chapter of the Technical Conditions of tunnels operation, administration and maintenance will already be devoted to the safety policy definition and to development of tools for its enforcement (to be published in 2000). The Mrázovka tunnel is likely to become the first case of a practical application of the Risk Analysis.

With respect to the above mentioned fact, the safety policy as applied additionally over the Gotthard tunnel in Switzerland, see [2], is presented as an example. It is an excellent example of a system attitude to the safety in a 16.7 km long road tunnel. The Gotthard tunnel is the heart of the A2 highway passing through the central Alps and connecting Basel with Chiasso in Italy. The two-way tunnel was designed in the seventies, with the aim of reaching a maximum safety. Although, the number of cars has more than doubled since then, reaching currently 6.5 mil. cars per year. Requirements on the users safety have also changed substantially.

Suitability of an additional provision of tunnel fire fighting equipment, which, indeed, entails investment and operational costs, but reduces risks in case of a fire considerably, is illustrated by an example of a Risk Analysis. The Risk Analysis consisted of 8 steps in this specific case:

STEP 1: RISK IDENTIFICATION, CRISIS SCENARIOS DEFINITION

In principle, it is possible to create an unlimited number of diverse crises events scenarios for every tunnel. In praxis, this would cause complications in calculations,

| Druh scénáře | Číslo | Předmět |
|---|-------|--------------------|
| I. Zastavení vozidla | 1 | Osobní vozidlo |
| | 2 | Nákladní vozidlo |
| | 3 | Bus |
| II. Nehoda | 4 | Osobní vozidlo |
| | 5 | Nákladní vozidlo |
| | 6 | Bus |
| | 7 | Hromadná nehoda |
| III. Požár | 8 | Osobní vozidlo |
| | 9 | Nákladní vozidlo |
| | 10 | Bus |
| | 11 | Hromadná nehoda |
| | 12 | Nebezpečný náklad |
| IV. Ztráta/únik nebezpečného nákladu díky nehodě | 13 | Hořlavé tekutiny |
| | 14 | Hořlavý plyn |
| | 15 | Toxické plyny |
| | 16 | Toxické tekutiny |
| | 17 | Radioaktivní látky |
| V. Ztráta/únik nebezpečného nákladu (bez nehody) | 18 | Nebezpečný náklad |

Tab. 2 Scénáře krizových událostí pro tunel Gotthard

Během téměř 20-ti let provozních zkušeností, se nashromáždilo mnoho poznatků o krizových událostech. Za účelem zařídění těchto znalostí byla policie, hasiči a další organizace zainteresovány do popisů scénářů krizí v jednotné podobě. Proto jsou informace o každé události vyjádřeny ve standardním tvaru jednotného dotazníku, např. dle tab. 3.

- Detailní popis krizové události
- Možné příčiny krize a okolnosti vzniku
- Typické ztráty (osoby, stavební část tunelu, zařízení v tunelu, doprava, okolí ...)
- Typická situace (poloha vozidel, chování personálu, alarmy)
- Možné přitěžující okolnosti (poruchy zařízení, nerespektování předpisů ...)
- Možné okolnosti, které přispěly k rozšíření důsledků
- Technologická a dopravní data při události

Tab. 3 Formuláře pro popis událostí

KROK 2 : MĚRNÉ JEDNOTKY PRO OCENĚNÍ ZTRÁT

Měrnými jednotkami popisujícími ztráty jsou: počet usmrcených, počet zraněných, hmotné ztráty apod. Měrné jednotky různých kategorií škod jsou uvedeny v tab. 5.

V uvažovaném případě dodatečné instalace hasebních prostředků je analýza rizik zaměřena na přínosy v činnosti zásahových jednotek pokud budou tyto prostředky instalovány. V tomto případě je pak vhodné rozdělit důsledky krizových událostí do tří hlavních tříd, které souvisí s možností přínosu těchto jednotek, viz. tab. 4. Primární škody nastávají nezávisle na připravenosti zásahových jednotek. Sekundární škody mohou být ovlivněny, alespoň teoreticky, zásahovými jednotkami a to v kladném, ale v mnoha případech i v záporném smyslu.

| | |
|--------------------|---|
| Primární škody | Škody způsobené událostí samou |
| Sekundární škody | Škody vyskytující se po události, mohou být ovlivněny kladně nebo záporně pohotovostními postupy a službami |
| Služební přerušení | Celkové přerušení dopravy způsobené událostí |

Tab. 4 Možné kategorie škod v tunelu

| Scenario type | Number | Subject |
|--|--------|-----------------------|
| I. Vehicle stopping | 1 | Personal vehicle |
| | 2 | Truck |
| | 3 | Bus |
| II. Accident | 4 | Personal vehicle |
| | 5 | Truck |
| | 6 | Bus |
| | 7 | Multiple accident |
| III. Fire | 8 | Personal vehicle |
| | 9 | Truck |
| | 10 | Bus |
| | 11 | Multiple accident |
| | 12 | Dangerous load |
| IV. Dangerous load loss/leakage caused by an accident | 13 | Inflammable liquids |
| | 14 | Inflammable liquids |
| | 15 | Toxic gasses |
| | 16 | Toxic liquids |
| | 17 | Radioactive materials |
| V. Dangerous load loss/leakage (without accident) | 18 | Dangerous load |

Table No. 2 Scenarios of crises events for the Gotthard tunnel

therefore the knowledge gained by experts is used for development of a reasonable number of the scenarios. 18 different crisis events were chosen by experts for the Gotthard tunnel. They were arrayed into five groups.

In the course of nearly 20 years of experience of tunnels operation, many pieces of knowledge have been gathered regarding crises events. The police, fire brigades and other organizations have been involved in the process of describing the crises scenarios in a unified form to help with classification of those pieces of knowledge. For that reason the information concerning each event is expressed in a standard form of a unified questionnaire, e.g. according to the table No.3.

- Detailed description of a crisis event
- The crisis causes and its origination circumstances possible
- Typical losses (persons, a structural part of the tunnel, tunnel equipment, traffic, neighborhood, ...)
- Typical situation (position of vehicles, behavior of personnel, alarms)
- Aggravations possible (equipment defects, disregarding directives, ...)
- Possible circumstances which contributed to aggravation of consequences
- Technological and traffic-related data of the event

Table No.3 Formats for an event description

STEP 2 : MEASUREMENT UNITS FOR THE LOSSES EVALUATION

The measurement units used for description of losses are: number of fatalities, number of injuries, material losses etc. The measurement units of various categories of losses are shown in the table No. 5. In the given case of the additional installation of fire fighting equipment, the risk analysis is focused on the contributions improving the action teams operations when the equipment is installed. In this case, it is useful to divide the consequences of the crisis occurrences into three main classes, related to the possible contributions of those teams, see the table No.4. Primary losses occur independently on the readiness of the action teams. Secondary losses occurrence can be affected, at least theoretically, by the action teams in a positive manner, although in a negative manner too.

| | |
|--------------------|--|
| Primary losses | Losses caused by the event proper |
| Secondary losses | Losses, which occur after the event. They can be affected in a positive or negative manner by the emergency proceedings and services |
| Service suspension | Total traffic suspension as a result of the event |

Table No. 4 Categories of losses in a tunnel possible

| Kategorie poškození | Měrné jednotky |
|---------------------|---------------------------|
| Osoby | Počet usmrcených |
| | Počet zraněných |
| Ztráty na majetku | Peněžní ztráty např. v Kč |
| Vlivy na okolí | Litry vytekých škodlivin |
| Uzavření tunelu | Délka v hod. |

Tab. 5 Kategorie škod a jejich jednotky

| Damage category | Measurement units |
|------------------------|------------------------------|
| Persons | Number of fatalities |
| | Number of injuries |
| Property losses | Financial losses, e.g. in Kč |
| Effect on neighborhood | Liters of run-out injurants |
| Tunnel closure | Duration in hours |

Table No. 5 Damage categories and their measurement units

KROK 3 : ČETNOST A DŮSLEDKY SCÉNÁŘŮ

Každý z 18 scénářů byl kvantitativně hodnocen vzhledem k četnosti události a jejímu významu. K usnadnění kvantitativního výběru, byly rozděleny pravděpodobné počty různých událostí do sedmi tříd, z nichž každá obsahuje řádovou hodnotu četnosti odhadu události za rok.

Rozsah možných důsledků pro každou z kategorií událostí (smrt, zranění, atd.) byla vyjádřena v pěti třídách škod, tab. 7.

Jak bylo již uvedeno, je možný současný výskyt různých událostí oceňován pro tři pravděpodobnostní úrovně (90%, 9%, 1%). Pro odhad četnosti událostí a jejich následků, byl sestaven standardizovaný formulář, dle obr. 4.

Pro odhad scénářů 1 až 11, které popisují "standardní" krize, mohou být výpočty

STEP 3 : FREQUENCY AND CONSEQUENCES OF THE SCENARIOS

Each of the 18 scenarios was evaluated quantitatively with respect to the events frequency and their importance. To facilitate the quantitative selection, the probable numbers of various events were divided into seven classes. Each of the classes covers one numeric order-related range of the particular event occurrence, forecast for a year.

The extent of consequences possible for each of the events categories (death, injury, etc.) was expressed in five damage classes, see the table No.7.

As stated above, a concurrent occurrence of several events is evaluated for three probability levels (90%, 9%, 1%). A standardized format was created for the events frequency and their consequences forecasting, see the table No.4.

| I | II | III | IV | V | VI | VII |
|-----|------|-------|----------|------------|--------------|--------|
| >10 | 10-1 | 1-0.1 | 0.1-0.01 | 0.01-0.001 | 0.001-0.0001 | 0.0001 |

Tab. 6 Kategorie pravděpodobnosti výskytu události

Table No.6 Categories of an event occurrence probability

| Třída | I. | II. | III. | IV. | V. |
|--------------------------------|-------|------|------|-------|--------|
| PRIMÁRNÍ a SEKUNDÁRNÍ ŠKODY | | | | | |
| Smrtelné nehody | 0 | 0-1 | 2-3 | 4-10 | > 10 |
| Zranění | 0 | 0-3 | 4-10 | 11-20 | > 20 |
| Majetek (x10 ⁶ CHF) | 0,001 | 0,05 | 0,2 | 2 | > 5 |
| Vliv na okolí [I] | 0 | 2 | 20 | 200 | > 1000 |
| SLUŽEBNÍ PŘERUŠENÍ | | | | | |
| Uzavření tunelu | 0 | 2 | 6 | 18 | > 36 |

Tab. 7 Třídy důsledků pro různé kategorie nehod

| Class | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---------------------------------------|-------|------|------|-------|--------|
| PRIMARY and SECONDARY KINDS OF DAMAGE | | | | | |
| Fatal accidents | 0 | 0-1 | 2-3 | 4-10 | > 10 |
| Injuries | 0 | 0-3 | 4-10 | 11-20 | > 20 |
| Property (x10 ⁶ CHF) | 0,001 | 0,05 | 0,2 | 2 | > 5 |
| Effect on neighborhood [I] | 0 | 2 | 20 | 200 | > 1000 |
| SERVICE SUSPENSION | | | | | |
| Tunnel closure | 0 | 2 | 6 | 18 | > 36 |

Table No. 7 Classes of consequences for diverse categories of accidents

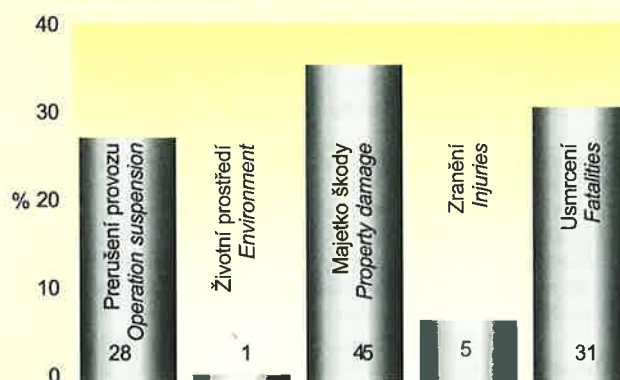
SCÉNÁŘ #9 Požár nákladního vozu SCENARIO #9 Truck fire

| Počet událostí (za rok) Number of events (per year) | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|--|---|----|-----|----|---|----|-----|
| | | | | | | | |

| | Obvyklé/Extraordinary (9%) | Mimořádné/Extraordinary (9%) | Katastrofy/Catastrophes (1%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|
| Primární škody Primary damage | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table> | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table> | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table> | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sekundární škody Secondary damage | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table> | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table> | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table> | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Přerušení/Suspension | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Obr. 4 Fig. 4

Formulář pro četnost a důsledky krizových událostí
Formate for the crisis events frequency and consequences



Celkové ztráty 13,7 mil. CHF za rok
Total losses of CHF 13,7 mil. per year

Obr. 6 Fig. 6

Celkový příspěvek k riziku od pěti kategorií událostí.
Total increment to the risk by five categories of events

založeny na rozsáhlých zkušenostech s těmito typy událostí. Pokud se týká tunelu Gotthard je běžně zaznamenáno v průběhu jednoho roku cca 60 kolizí (nehody, zastavení vozidel) a 5 požárů. Doposud se však nicméně nevyskytl žádný případ s rozsáhlým požárem v tunelu nebo případ uvolnění nebezpečného nákladu. Pro vytvoření těchto scénářů (12-18), musí být aplikovány statistické metody a inženýrský odhad.

KROK 4: CELKOVÉ RIZIKO SCÉNÁŘŮ UDÁLOSTI

Finanční ohodnocení každého scénáře (a každý sestává ze tří úrovní) je násobena příslušnou četností událostí. Výsledek potom dává celkový obraz rizika vyjádřený ve CHF za rok a to pro každý z 18 scénářů. Finanční suma všech 18 scénářů dává celkový obraz rizik, představující očekávané roční náklady v Gotthard tunelu. Vypočtená hodnota je platná pro reálnou intenzitu dopravy, běžný stav zásahových jednotek a současnou kvalitu bezpečnostních zařízení. Celkové vypočítané riziko se v tomto případě rovná 13,7 mil. CHF za rok, tab. 8. Primární škody, které nemohou být ovlivněny pohotovostními oddíly, zahrnují více než polovinu celkových škod. Náklady vyvolané přerušením dopravy tvoří téměř třetinu škod. Sekundární škody, které mohou být redukovány pohotovostními oddíly, tvoří pouze šestinu ročního rizika, tj. 2,1 mil. CHF.

Jak je patrné z obr. 5, nehody přispívají každoročně k více než polovině celkového rizika. Ačkoli události vyvolané nebezpečným nákladem mohou mít vážné následky, jejich četnost je v tomto tunelu považována za velmi nízkou, protože doprava nebezpečného nákladu ve větším množství je zakázána. Proto tyto scénáře pouze přidávají jen asi 1% k celkové míře rizika.

Kategorie nehod se smrtelnými následky, přerušení provozu v tunelu a majetkové škody přispívají více méně stejným dílem k celkovému riziku 13,7 mil. CHF za rok, obr. 6. Škody na životním prostředí a úrazy tvoří rizika mnohem nižší kategorie.

Zvýšení účinnosti zásahových jednotek má prvotní význam na rozsah sekundárních škod, zvláště v případě požáru, obr. 7.

Toto zlepšení činnosti, v konkrétním případě tunelu Gotthard, může být až 92%, což se rovná 1,9 mil. CHF v přepočtu na roční rizika. Dalším krizím (defekty a kolize) nemohou zásahové jednotky zabránit.

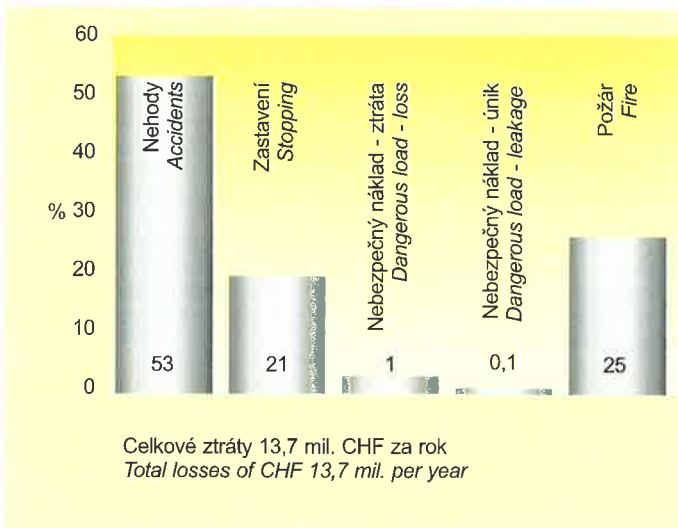
KROK 5: MOŽNÁ DODATEČNÁ BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ

Gotthard tunel je vybaven po každých 125m ručním práškovým hasicím přístrojem umístěným v SOS boxech, těchto boxů je zde celkem 128. Ruční hasicí přístroje jsou využívány při každém druhém požáru vozidla. Zkušenosti s požáry a to zvláště v případě požáru nákladního auta ukazují, že po zdánlivém uhašení práškovým přístrojem dojde často k opětovnému vzplanutí, které je dáno vysokým žářem v ohnisku požáru.

| | | |
|----------------------|----------------------------------|--------------|
| Primární škody | CHF 7.7 milion/rok | 56 % |
| Primary losses | CHF 7.7 million per year | 56 % |
| Sekundární škody | CHF 2.1 milion/rok | 16 % |
| Secondary losses | CHF 2.1 million per year | 16 % |
| Provozní přerušení | CHF 3.9 milion/rok | 28 % |
| Operation suspension | CHF 3.9 million per year | 28 % |
| Celkové škody | CHF 13.7 milion/rok | 100 % |
| Total losses | CHF 13.7 million per year | 100 % |

Tab. 8 Celkové ohodnocení rizik v Gotthard tunelu (1998)

Table No. 8 Comprehensive evaluation of the risks in the Gotthard tunnel (1998)



Obr. 5 Fig. 5

Celkový příspěvek k riziku od pěti krizových scénářů
Total increment to the risk by five crises

Calculations for forecasting the scenarios 1 to 11, which describe "standard" crises, can be based on extensive experience with those kinds of events. Regarding the Gotthard tunnel, about 60 collisions (accidents, cars stopping) and 5 fires are ordinarily recorded in the course of one year. Nevertheless, no event of a large-scale fire in the tunnel or an event of a dangerous load loosening has occurred yet. Statistic methods and engineering judgement must be applied for creation of those scenarios (12-18).

STEP 4 : OVERALL RISK OF AN EVENT SCENARIOS

Financial value assessed for each scenario (each of the scenarios consists of three levels) is multiplied by the event frequency proper. The result provides a comprehensive picture of the risk expressed in CHF per year, for each of the 18 scenarios respectively. The financial sum of all 18 scenarios provides a comprehensive picture of risks, reflecting the annual costs expected for the Gotthard tunnel. The value calculated is valid for the realistic traffic intensity, customary state of action units, and contemporary quality of safety equipment. The gross risk calculated amounts to CHF 13.7 mil. per year, see the table No.8. Primary losses, which can not be influenced by emergency brigades, create over one half of the total losses. The costs incurred due to the traffic suspension form nearly one third of the losses. Secondary losses, which can be reduced by the emergency brigades, create one sixth of the annual risk, i.e. CHF 2.1 mil. only.

It is obvious from the figure No.5 that every year over one half of the total risk is due to accidents. Despite the fact that the events triggered by dangerous loads can be followed by serious consequences, their frequency is considered as very low for this particular tunnel since transportation of dangerous loads of larger volume is prohibited. For that reason, these scenarios increment about 1% to the total risk measure only.

The categories of fatal accidents, suspension of traffic in a tunnel, and property damage contribute by a sort of equal portion to the total risk amounting to CHF 13.7 mil. per year, see the figure No.6. Damage to environment and injuries represent much lower category of risks.

Enhancement of the action brigades efficiency is of an overriding importance to the extent of secondary losses, in a case of fire above all, see the figure No.7.

This efficiency enhancement, in the particular case of the Gotthard tunnel, can reach 92%, which value corresponds to CHF 1.9 mil. in conversion to annual risks of secondary losses. Other crises (defects and collisions) can not be prevented by the action brigades.

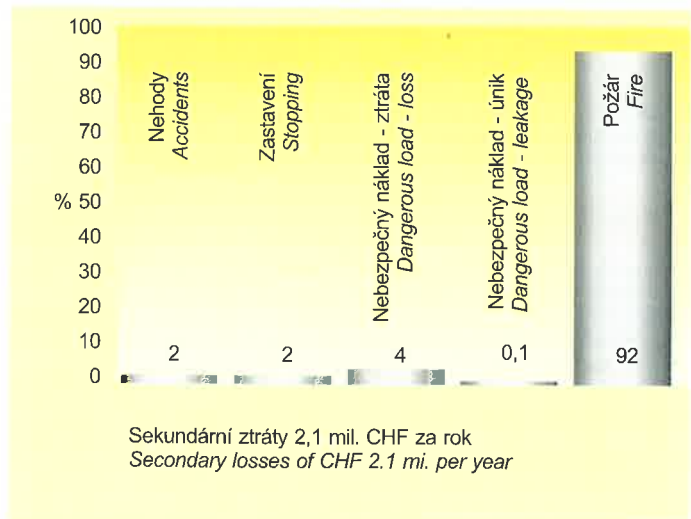
STEP 5 : ADDITIONAL SAFETY MEASURES POSSIBLE

The Gotthard tunnel is equipped with portable powder fire extinguishers placed in SOS boxes at intervals of 125 m. There are 128 boxes in total there. Portable fire extinguishers

| | |
|--|-------------------|
| Roční investiční náklady | CHF 50,000 |
| Annual investment costs | CHF 50,000 |
| Náklady na údržbu | CHF 30,000 |
| Maintenance cost | CHF 30,000 |
| Provozní náklady - Operational cost - | |
| Celková míra ročních nákladů | CHF 80,000 |
| Total extent of annual costs | CHF 60,000 |

Tab. 9 Odhad nákladů pro alternativu A

Table No. 9 Costs estimation for the alternative A



Obr. 7 Fig. 7

Sekundární ztráty rozdělené dle krizových událostí
Secondary losses divided according to crises events

| | |
|---|---------------------------------|
| Roční investiční náklady <i>Annual investment costs</i> | CHF 36,000 <i>CHF 36,000</i> |
| Náklady na údržbu <i>Maintenance cost</i> | CHF 22,000 <i>CHF 22,000</i> |
| Provozní náklady <i>Operational cost</i> | CHF - <i>CHF -</i> |
| Celková míra ročních nákladů <i>Total extent of annual costs</i> | CHF 60,000 <i>CHF 60,000</i> |

Tab. 10 Odhad nákladů pro alternativu B
Table No.10 Costs estimation for the alternative B

Také z těchto důvodů je v tunelu rozvod tlakové vody, které dosud využívají hasiči. Původně navržený a následně instalovaný systém využívá kohoutů ve vzdálenosti 250 m u vstupů do průchodů vedoucích do evakuačního tunelu. Využití tohoto rozvodu by pomohlo motoristům zmenšit možnost opětovného vzplanutí. V analýze rizik byly rozpracovány dvě alternativy:

Alternativa A: Každá hadicová přípojka na vstupu do průchodu k evakuačnímu tunelu bude vybavena skříňkou a hadicí délky 125m. Celkem je nutné instalovat 64 skříňek do východní části tunelu.

Alternativa B: Pouze otáčecí záclivy (v tunelu 22), vzdálené vždy 750m, budou na obou stranách komunikace vybaveny skříňkou a hadicí délky asi 50m. Bude potřebné doplnit 22 skříňek na východní a západní část tunelu.

KROK 6: ÚČINNOST BEZPEČNOSTNÍCH OPATŘENÍ

Zamýšlená bezpečnostní opatření nezabrání krizové události, která již vznikla, ale mohou mít podstatný vliv na vzniklé škody. Projeví se u scénáře typu tunelového ohně a možná i při ztrátě nebezpečného nákladu (scénáře 8 až 13).

Účinnost navržených opatření je dána ohodnocením scénářů události 8 až 13. Tato opatření mají vliv na majetkové škody (primární a sekundární) a v některých případech i na dobu přerušení provozu v tunelu. Pro ohodnocení se využívají standardní typy formulářů, viz obr. 4. V tab. 11 je provedeno výsledné porovnání přínosů z instalace dodatečných bezpečnostních opatření s investičními a provozními náklady.

KROK 7: NÁKLADY BEZPEČNOSTNÍCH OPATŘENÍ

Ekonomická rozvaha počítá s očekávanou životností tohoto systému po dobu 20 let. Kromě investičních nákladů jsou brány v úvahu i provozní náklady systému. Celkové náklady rozpočítány na jeden rok pro obě varianty jsou v tab. 9 a v tab. 10.

KROK 8: OHODNOCENÍ NÁKLADY-EFEKTIVITA

Tab. 11 ukazuje porovnání nákladů a zisky z omezení rizika pro obě alternativy. Roční náklady alternativy A jsou téměř dvojnásobné, než je zisk z omezení rizika. Vzhledem ke kritériu náklady/efektivita, nebude tato alternativa realizována.

Alternativa B má vložené náklady nižší, než je zisk získaný omezením rizika. Na základě ocenění náklady/efektivita byla tato varianta navržena k realizaci.

5. DISKUSE A ZÁVĚRY

V článku jsou uvedeny zásady pro kontrolu krizových scénářů v tunelech. Je zřejmé, že se ani u nás neobejdeme bez vytvoření jednoznačné bezpečnostní politiky, zvláště proto, že nyní není ani jasné, kdo by se uvedenou problematikou měl zabývat. Přípravované technické podmínky by měly popsat techniku krizové analýzy a krizového managementu. Organizační stránka musí být předmětem dalších jednání zodpovědných složek.

Uvedený příklad ukázal, že bezpečnostní politika je cenným nástrojem, který umožňuje kontrolovat rizika a poskytuje komunikační platformu pro oceňování rizik. Odděluje skutečná fakta a poskytuje průhlednost analýzy procesu. Také usnadňuje diskusi o bezpečnostních otázkách uvnitř tunelového vedení a pomáhá komunikovat s úřady a veřejností.

LITERATURA

- [1] Antušák E.: "Řízení krizí", 2. odborná konference s mezinárodní účastí "Současnost a budoucnost krizového managementu", Praha, 1-2. prosince 99
- [2] Merz H, Berrogg M.: "Methodology and tools for risk based evaluation of risks and safety measures for an existing road tunnel", konference "Tunnel fires and escape from tunnels, May 1999, Lyon, France.
- [3] Nordmark Annica: Fire and life Safety for Underground Facilities, ITA WG4, Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 13, No. 3, 1998, pp. 217-269

| Bezpečnostní opatření <i>Safety measures</i> | Roční náklady <i>Annual costs</i> | Rizikové omezení <i>Risk limitation</i> |
|---|--------------------------------------|--|
| Alternativa A <i>Alternative A</i> | CHF 80,000 <i>CHF 80,000</i> | CHF 41,000 <i>CHF 41,000</i> |
| Alternativa B <i>Alternative B</i> | CHF 60,000 <i>CHF 60,000</i> | CHF 72,000 <i>CHF 72,000</i> |

Tab. 11 Porovnání nákladů a rizikových omezení pro alternativu A a B
Table No. 11 Comparison of costs and risk limitations for the alternatives A and B

are used in every other vehicle fire event. The experience of fires, in the cases of trucks above all, shows that a repeated fire burst occurs, after the fire is seemingly put out, due to the high level of the heat in the center of the fire.

Also for the above reasons, there is a pressure water distribution system in the tunnel, which has been utilized by fire brigades still. The originally designed and subsequently installed system contains taps installed at intervals of 250 m at the entrances to the passages leading to an evacuation tunnel. Utilization of this distribution system could help motorists in reducing the possibility of repeated fire bursting. Two alternatives were developed in the risk analysis:

Alternative A: Each hose connection at the entrance to the passage to the evacuation tunnel will be equipped with a box and a hose 125 m long. 64 boxes will have to be installed into the eastern part of the tunnel in total.

Alternative B: Only the U-turn bays (in the tunnel 22), located at intervals of 750 m, will be equipped with boxes and hoses about 50 m long installed on both sides of the road. Addition of 22 boxes will be necessary in the eastern and western parts of the tunnel.

STEP 6 : SAFETY MEASURES EFFICIENCY

The safety measures planned will not prevent a crisis event which has already arisen from occurring, but they can have a considerable effect on the incurred losses. They will be effective at a tunnel fire type scenario, possibly at a dangerous load loss (scenarios 8 to 13).

Efficiency of the measures designed depends on evaluation of the event scenarios 8 to 13. These measures influence a property damage (primary and secondary), and, in particular cases, the duration of the tunnel operation suspension too. Standard types of formats (see the figure No.4) are used for the evaluation. The final comparison of the benefits of additional safety measures implementation versus the investment and operational costs is performed in the table No.11.

STEP 7 : SAFETY MEASURES COST

The economic balance sheet takes into account this system's service life to be of 20 years. Apart from the investment costs, also operational cost of the system is taken into consideration. The total costs are calculated for one year for both variants (see the tables No.9 and 10).

STEP 8 : COSTS VS EFFICIENCY EVALUATION

The table No.11 shows the comparison of costs with the benefits of the risk limitation for both alternatives. The annual costs of the alternative A are nearly double compared to the benefit of the risk limitation. Owing to the costs vs efficiency criterion, this alternative will not be realized.

The costs invested into the alternative B are lower than the benefit gained by the risk limitation. Based on the costs vs efficiency evaluation, this variant was selected for realization.

5. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The article contains rules of reviewing scenarios for crises in tunnels. It is obvious that we also can not manage without creation of a unequivocal safety policy, for the fact above all that it is even unclear now who should be engaged in the above mentioned problems. The technical conditions being under preparation should describe the technique of the Crisis Analysis and the Crisis Management. The organizational aspect must become a subject matter of other negotiations of responsible bodies.

The presented example has shown that the safety policy is a valuable tool, which makes the control of risks possible, and provides a communication platform for the risks evaluation. It separates real facts and provides transparency of a process analysis. It also facilitates the discussion about safety issues conducted within a tunnel administration, and helps in communication with authorities and the public.

REFERENCES

- [1] Antušák E.: "Crisis Management", 2nd professional conference with an international participation "The presence and future of the Crisis Management", Prague, 1st to 2nd December 1999
- [2] Merz H, Berrogg M.: "Methodology and tools for risk based evaluation of risks and safety measures for an existing road tunnel", conference "Tunnel fires and escape from tunnels, May 1999, Lyon, France.
- [3] Nordmark Annica: Fire and life Safety for Underground Facilities, ITA WG4, Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 13, No. 3, 1998, pp. 217-269

SANACE PRŮSAKŮ DO STANICE TRASY METRA I B - FLORENC

REMEDYING OF LEAKAGE INTO THE FLORENC METRO STATION, LINE I B

ING. PETR VOZARIK, METROSTAV A.S., ING. PETR CHAURA, METROPROJEKT A.S.

1. ÚVOD

Stanice metra trasy I B "Florenc" byla dostavěna v roce 1985. Součástí této ražené stanice jsou i dva hloubené objekty, které byly pracovními nazvány jako objekty "A" a "B".

Objekt "A" je vstupní objekt do stanice, stavebně navazuje na vestibul trasy metra "C".

Objekt je železobetonový s 5ti podzemními a jedním nadzemním podlažím. Postaven byl v hluboké jámě pažené podzemními stěnami a opatřen vodotěsnou izolací provedenou na tyto podzemní stěny. V objektu jsou soustředěny provozně-technologické prostory.

Objekt "B" je na přestupu z trasy "C" na trasu "B", ze strany metra "C" objekt navazuje na veřejnou přestupní chodbu, do stanice metra "B" pokračuje z tohoto objektu eskalátorový tunel.

Oba zmíněné objekty jsou dále vzájemně spojeny raženou štolou, při výstavbě stanice byla tato štola zavalena zvodnělou zeminou a nově vyražena v prostředí zpevněným injektážemi. Objekty, mimo dvou nejvyšších podlaží objektu "A", jsou výškově pod horizontem hladiny Vltavy. Tyto skutečnosti byly příčinou dalších mnoha obtíží při výstavbě.

2. POPIS STAVU HLOUBENÝCH OBJEKTŮ PŘED SANAČNÍMI PRACEMI.

Průsaky do objektu "A" začínaly ve stropě a na stěnách na úrovni 184,05 m.n.m. Další intenzivní průsaky byly v podlaží na úrovni 174,75 m.n.m. a to na východní obvodové stěně ve styku s jižní stěnou. Odtud pak voda stékala po vnitřním lici obvodové stěny a o podlaží níže se objevovala jako průsak stropem. Nejkritičtější situace byla ve strojovně ET, kde po intenzivních deštích byly louže před rozvaděči. Ve stropní železobetonové konstrukci byla v místech průsaků již zkorodovaná výtěž. Strojovna ET je na úrovni 166,30 m.n.m. O podlaží výše na úrovni 169,65 m.n.m. zatékala voda až do stropu nad veřejnou chodbou uprostřed dispozice.

V objektu "B" byly největší průsaky ve stropě a stěnách strojovny ET na styku s přestupní chodbou. Další porucha byla ve stropě výtahové šachty.

Zmíněné průsaky se projevily již několik let, nabíraly však na rozsahu a intenzitě a začaly již přímo ohrožovat provozuschopnost stanice. Provozovatel řešil situaci prováděním provizorních zontů (deštníků) nad technologií, prováděním organizovaných svodů, budováním žlábků v podlahách a prováděním lokálních nátěrů xypexem. Tato řešení však přestávala stačit a bylo proto rozhodnuto provést generální sanaci průsaků.

3. NAVRŽENÉ ŘEŠENÍ.

U objektu "A" i "B" nelze opravit vnější hydroizolaci pro její nepřístupnost. (je sevěre-ná mezi pažící podzemní stěnou a objektem). Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto provést hydroizolaci na vnitřní lici konstrukce. Před projektantem vyvstaly tyto úkoly:

- zhodnocení účinnosti stávajících lokálních nátěrů xypexem
- zjištění míst průsaků
- zjištění dalších možných zdrojů tečí
- rozbor vody pro zjištění agresivity vody
- návrh a ověření sanačního materiálu - použitý systém musí být v souladu s ustanovením zákona č.22/97 Sb., a s nařízením vlády č.178/97 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky.

Místa průsaků obvodové stěny u neveřejného schodiště objektu "A" byla v minulosti natřena xypexem, jeho aplikace však byla neúspěšná, místa sanovaná xypexem dále propouštěla vodu. Proto bylo s provozovatelem dohodnuto použít jinou sanační hmotu.

Místa průsaků bylo mnohdy velmi obtížné najít, bylo nutno nejprve vyloučit jiné příčiny vlhkosti než průsaky. V úvahu přicházela netěsnost fekální jímky na úrovni 174,75 m.n.m.

Jímka jako zdroj vody byla vyloučena z důvodu, že značná vlhkost konstrukcí pod jímkou byla vždy po velkých deštích. Narušené vodovodní potrubí či kanalizace vně objektu byly vyloučeny za přispění odborné firmy. Průsaky ve stropě a ve stěnách na

1. INTRODUCTION

The Florenc station on the metro line I B was completed in 1985. Two cut-and-cover structures, named structures "A" and "B" for operation purposes, form a part of this bored station.

The structure "A" provides an entrance to the station. Structurally, it is connected to concourse of the metro line C. The structure with its 5 underground and one at-grade levels is made of reinforced concrete. It was built in a deep open box supported by diaphragm walls covered by waterproof insulation. There are operational and technological rooms concentrated in this building.

The structure "B" is located on the passenger interchange route leading from the line C to the line B. On the metro line C side, the structure links to a public interchange corridor. An escalator tunnel into the metro line B station leads from this structure.

In addition, the above mentioned structures are interconnected by a bored adit. This adit was flooded by water saturated soil in the course of the line B station construction. It was reexcavated after the rock environment had been consolidated by grouting. The level of the both structures, apart from the highest level of the "A" structure, is under the Vltava river surface horizon. Those facts were the reason why many other difficulties occurred in the course of the construction works.

2. DESCRIPTION OF THE CONDITION OF THE CUT-AND-COVER STRUCTURES BEFORE THE REMEDYING WORK.

The leakage into the "A" structure started in the floor slab and in the walls at the altitude of 184.05 m above sea level. Another intensive leakage points were on the floor at the altitude of 174.75 m above sea level, namely on the eastern external wall, at its connection to the southern wall. From this place, water flew down on the internal face of the external wall, and it appeared one level lower as a leakage through the suspended slab. The most critical situation was in the escalator tunnel (ET) engine room where puddles occurred in front of switchboards. There already was the reinforcement corroded in the reinforced structure in the leakage locations. The ET engine room is at the altitude of 166.30 m above sea level. One floor lower, at the altitude of 169.65 m above sea level, water flew as far as to the suspended slab above the public corridor in the center of the structure layout.

The most substantial leakage points in the structure "B" were in the suspended slab and walls of the ET engine room, at the connection to the transition corridor. Another defect was in the roof of the elevator well.

The above mentioned leakage cases had been showing for several years before the repair. Although, its extent and intensity was building so much that it started to jeopardize the station serviceability. The operator solved the situation by erection of temporary leak diversion systems, umbrellas, above the plant. They built organized down pipes, floor ducts and coated the leakage locations by xypex. However, that solution ceased to be enough, therefore it was decided that a general leakage remedial work be done.

3. SOLUTION DESIGNED

It is impossible to repair external waterproof insulation on the "A" and "B" structures because of its unaccessibility (it is confined between the supporting diaphragm wall and the structure). For that reason, it was decided to perform a waterproof insulation on the internal face of the structure. The design engineer faced the following tasks:

- To evaluate effectiveness of existing local xypex coating.
- To determine leakage locations.
- To locate other leakage sources possible.
- To perform water analyses to determine water corrosive properties.
- To propose and verify the material to be used for the remedy - the system to be used has to be in compliance with provisions of the Law No. 22/97 Coll., and with the Decree of the Government No. 178/97 Coll. stating technical requirements for products used in construction industry.

The leakage points on the external wall of the structure "A" public prohibited stairwell were coated by xypex, although its application was unsuccessful. The locations repaired by xypex continued to leak water. For that reason, the operator agreed with application of another material for the repair.

Many a time, it was difficult to locate the leakage points. First it was necessary to eliminate other causes of moisture than leakage. Leakage of a septic tank at the level of 174.75 m above sea level came into consideration. The tank as a water source was eliminated as there had been considerable moisture of structures under the tank after torrential rains. The possibility of defective water mains or sewerage outside of the structures was eliminated with the assistance of a professional company. Leakage in the floor slab and walls at the altitude of 184.05 m above sea level were caused by a sidewalk

úrovni 184,05 m.n.m. byly zaviněny špatně vyspádovaným chodníkem a ucpanou dešťovou vpusť. Průsaků v okolí výtahové šachty byly způsobeny nedostatečnou účinností protidešťových žaluzií větrací šachty při prudkém šikmém dešti.

Po vyřešení těchto problémů byly jako příčina vlhkosti zbylých lokalit považovány průsaků obvodovými stěnami a přilehlými raženými konstrukcemi - eskal. tunelem, přístupní chodbou a raženou stolou. Nyní bylo nutno zjistit cestu vody, která se objevovala ve vnitřních prostorech. Bylo zjištěno následující:

- Při výstavbě díla se čelilo vodě pomocí provizorních systémů z potrubí, které po zabetonování sloužilo i dále jako drenáž. Po jeho zkorodování si voda našla vlastní cestu.
- Rozměrné potrubí vzduchotechniky dopravilo průsakovou vodu na místa hluboko ve vnitřní dispozici
- Stávající vnitřní odvodňovací systém zkorodoval či byl neodstranitelně zanesen a voda se začala volně roztékat
- Velmi kvalitní betony stropních konstrukcí zabránily protečení vody do spodního podlaží, voda si pak našla cestu mezi horním lícem této konstrukce a spodním lícem krycí mazaniny a protekla do nižšího podlaží starými zabetonovanými průstupy, takováto místa průsaků byla vzdálená od obvodové stěny až několik metrů.
- V nadzemní vnější stěně vestibulu na rozhraní s vestibulem trasy "C" je výrazná rozevřená dilatační spára

Projektant dále požadoval zjistit přítomnost agresivních tekutin, tj. zda se jedná o měkkou vodu, která koroduje beton rozpouštěním a vyluhováním volného hydroxidu vápenatého či zda jde o síranovou nebo uhlíkatou agresivitu. Tento požadavek nebyl splněn po sdělení odborné firmy, že voda, která pronikne betonovou stěnou k vnitřnímu líci konstrukce, změní své vlastnosti a nelze tedy usoudit na její agresivitu na vnějším líci konstrukce.

Po lokalizaci průsaků bylo po dohodě s provozovatelem metra navrženo sanování průsaků polyuretanovými materiály fy Asmedia. K rozhodnutí, jaký vhodný materiál a technologii zvolit pro plošnou sanaci betonových konstrukcí stěn a stropů, výrazně přispěly zkušenosti z dotěšňování tunelů na rozestavěné trase IV B metra (do provozu 11/98). Tady v období let 1994-1995 proběhly testovací zkoušky na materiál a technologii s výběrovým řízením při těsnění obezdívky tunelů ze železobetonových prefabrikátů i monolitu.

Na úsecích cca 50 m se testovaly speciální materiály na bázi cementu, polyuretanu, epoxidů či akrylátů. Dostatečná pružnost, přídržnost k povrchu i výrazná schopnost zamezení průsaků byly rozhodujícími kritérii pro výběr polyuretanových materiálů fy Asmedia (viz Tunel č.3/99).

V průběhu těsnících prací na tunelových objektech byl položen i základ pro možnost sanovat plošné objekty železobetonových konstrukcí. Ve spolupráci s odborníky fy Asmedia, kteří v průběhu posledních 15 let provedli rozsáhlé práce na zajištění nepropustnosti suterénu vodotěsným vytužením pryskyřičnými nátěry na mnoha stavbách v Ženevě, se provedly testovací zkoušky i v prostorách výše uvedených hloubených objektů stanice Florenc a předtím v kabelovém prostoru stanice trasy I.A Náměstí Miru. Po aplikaci se zřetelně ukázaly výhody dané technologie:

- aplikaci materiálu na vnitřní stěnu zdi umožňuje kontrolu a snadnou případnou opravu
- dostatečná odolnost proti tlaku
- vysoká přilnavost k podkladnímu staršímu betonu
- odolnost proti tvorbě trhlin až do 0,5mm při tloušce 1mm
- spolehlivé přechody kolem otvorů a dilatačních spojů
- možnost snadného nanášení protipožárního nátěru

Testovací zkouška byla provedena na třech projektem předepsaných místech v objektu "A". Středisko speciálních prací Metrostav a.s., divize 5, dodavatel, který zvitěl ve výběrovém řízení na dodávku komplexní rekonstrukce, aplikoval polyuretanové materiály fy Asmedia jako nepropustný nátěr na vnitřní stěnu zdi. Díky silné přilnavosti kapilární tenze se vnitřní stěny pokrývaly optimálním způsobem, což ve spojení s vysokou odolností polyuretanových pryskyřic vede k extrémní odolnosti systému proti pronikání vody.

Charakteristika použitých materiálů:

- Injektážní hmota Mediatan 701-1 je jednosložková polyuretanová pryskyřice polymerující v přítomnosti vody. Hmotu při plošné sanační injektáži zastavuje proudící voda v blízkosti aplikace.
- Penetrační nátěr Mediatan 701-1 je také jednosložková polyuretanová pryskyřice. Složení je upraveno k natírání na předem očištěné a od proudící vody zbavené plochy
- Stěrka Mediatan 36-1 je dvousložková polyuretanová pryskyřice vykazující vysokou odolnost proti poškození, trvalou přilnavost i pružnost i pro překlenutí trhlin. Nanáší se ve dvou vrstvách. Je vysoce odolná proti agresivním vodám.
- H.C.A.WL je ekologický protipožární nátěr zpěnovatelný od fy Flame Guard. Tento transparentní nátěr pro snížení hořlavosti až do stupně "A" (nehořlavé) se nanáší stěrkou, válečkem nebo stříkáním. Celý systém se aplikoval dle zásady:
- povrch konstrukce musí být homogenní, čistý, odmaštěný a vysušený
- nanášení nátěru Mediatan 701-T jako podkladní první vrstva
- dvousložkový Mediatan 360 nanášený postupně ve dvou vrstvách vytváří nosnou izolační vrstvu
- protipožární nátěr

pavement laid to fall in a wrong manner, and by a clogged catch basin. The leakage in the vicinity of the elevator well were caused due to an insufficient efficiency of rain-protection louvers at a ventilation shaft in the case of a heavy inclined rain.

After the above issues had been solved, the leakage through external walls and adjacent bored structures (the escalator tunnel, the transit corridor and the driven adit) were considered as the cause of moisture at the remaining locations. Now it was necessary to discover the route of water which appeared in the internal spaces. The following was established:

- In the course of construction, water was dealt with by means of temporary pipeline systems, which continued to be in service even after the concrete structures had been cast. After the pipelines had corroded, water found its own routes.
- Sizeable ventilation ducts routed the seepage water down to the places deep inside of the interior space.
- The existing internal drainage system corroded or it was clogged without any possibility of clearing, and water started spilling freely.
- Floor slab structures, made of high quality concrete, prevented water from seeping down to the lower level. Then, water found its way between the upper face of such a structure and the bottom of a covering screed, and it seeped down to the lower story via former backfilled openings. Such the leakage locations were even in the distance of several meters from the external wall.
- There is a well-marked dilated expansion joint in the above ground external wall of the concourse, at the concourse and the line C concourse interface.

In addition, the design engineer required that presence of aggressive liquids be determined, i.e. whether it was the matter of soft water, which causes concrete corrosion by dissolving and leaching of calcium hydroxide, or whether it is the matter of sulphate or carbonate attacking water. This requirement was not met. The specialist company announced that water which passes through to the internal face of the structure changes its properties, thus it is impossible to judge on its corrosive properties at the external face.

After the leakage points had been located, the proposal to use Asmedia company's polyurethane materials for the leakage remedy was agreed by the metro operator. The decision regarding a suitable sort of material and technique to be utilized for the remedy of concrete surfaces of the walls and floor slabs was considerably supported by the experience gained on final sealing of tunnels on the metro line IV B being under construction at that time (operation from 11/98). Testing concentrated on materials and the technique was conducted from 1994 to 1995, in connection with the tender process for sealing of both precast concrete and cast-in-situ tunnel linings.

Specialist materials based on cement, polyurethane, epoxy or acrylonitriles were tested in sections about 50 m long. Sufficient elasticity, adhesion to surface, and pronounced ability to stop leakage were the deciding factors for the choice of Asmedia's polyurethane materials (see Tunel No. 3/99).

Even a ground for opportunities to remedy planar reinforced concrete structures was established in the course of the sealing work on tunnels. In collaboration with Asmedia's specialists, who performed extensive works on securing impermeability of basements by watertight reinforcement using resin coating on a number of structures in Geneva in the course of previous 15 years, testing was performed even in the spaces of the above mentioned cut-and-cover structures of the Florenc station, and, before that, in the cable space of the Náměstí Miru station on the line I.A. When the application had been over, following advantages of the given technique were obvious:

- application of this material on an internal face of a wall renders checking and repair, if need be, possible.
- sufficient pressure resistance
- high level of adhesion to older bedding concrete
- checking resistivity up to the width of 0.5 mm at the thickness of 1 mm
- reliable transitions around openings and expansion joints
- possibility to easily apply fireproof coating

A testing experiment was performed at three locations in the "A" structure prescribed by the design. The center for specialized works existing at Metrostav company's division No. 7, which had been selected as a contractor in the tender for the complete refurbishment, applied polyurethane-based materials manufactured by Asmedia company in the form of an impermeable coating on internal face of a wall. Thanks to the high level of adhesion of capillary tension, the internal faces were covered by an optimal manner, which fact, in connection with the high resistivity of polyurethane resins, implies an extreme resistivity of the system against water penetration.

Characteristic of the materials used:

- Mediatan 701-1 injection material is a single-component polyurethane resin polymerizing in the presence of water. This material stops water flowing close to the application location.
- Mediatan 701-1 penetration coating is also a single-component polyurethane resin. Its composition is adjusted for application on in-advance cleaned and running-water-free surfaces.
- Mediatan 36-1 trowel-grade compound is a double-component polyurethane resin presenting a high degree of resistance against damage, permanent adhesion and elasticity even for cracks bridging. It is applied in two layers. It is highly resistant against aggressive water attack.
- H.C.A. WL is an ecological foamable fireproof coating produced by Flame Guard company. This transparent coating used for reduction of inflammability down to the "A" degree (inflammable) is spread with spatula, roller or by spraying. The whole system was applied in compliance with the following rule:
- the structure surface must be homogeneous, clean, degreased and dried up
- Mediatan 701-T applied as a first bedding layer
- the double-component Mediatan 360, applied step by step in two layers forms a bearing insulation layer
- fireproof coating

4. ZÁVĚR

Po vyhodnocení výše uvedeného pokusu bylo rozhodnuto tento systém aplikovat

4. CONCLUSION

When the above described experiment had been evaluated, it was decided to apply this system on the whole job of remedying the leakage in the Florenc station on the

na celou sanaci průsaků stanice I.B Florenc v rozsahu projektu. K datu 11/99 jsou již sanační práce provedeny a místnosti i veřejné prostory vestibulu jsou uváděny do závěrečné pohledové podoby nátěry či architektonickými prvky obkladových materiálů.

Závěrečné kolaudační hodnocení prokazuje, že provedená sanace velmi kvalitně nahrazuje poškozenou plošnou vnější izolaci a při poměrně malých nákladech vrací prostory do plněhodnotného užívání. Projektant i dodavatel věří, že daný systém bude v budoucnu uplatněn i na jiných podzemních stavbách, kde došlo k poškození vnější izolaci a jejich oprava by byla technicky neproveditelná nebo ekonomicky neúměrně náročná.

I.B line within the whole extent shown in the design. Up to the date of 11/99, the remedial work has been completed, and the rooms and public circulation spaces of the concourse are being finished to the final visual form by painting or architectural features of cladding materials.

Final evaluation performed in the course of obtaining the governmental approval shows that a high quality remedy makes up for a damaged planary external insulation, and returns the spaces into an undepreciated use at comparatively low cost. Both the design engineer and the client believe that the given system will be utilized in future at other underground structures where a damage to external insulation occurred and its repair would not be technically feasible or would be excessive from the economics point of view.



Obr. 2 Fig. 2
Prostor se šachtou před sanací
The space with the shaft before refurbishment



Obr. 3 Fig. 3
Tentýž prostor po těsnící sanaci a s protipožárním nátěrem
The space with the shaft after the sealing and fireproof coating completion



Obr. 1 Fig. 1
Pohled do rekonstruovaného eskalátorového tunelu
View of the refurbished escalator tunnel interior



Obr. 4 a 5 Fig. 4 and 5
Pohledy do technologických prostor stanice metra před a po sanaci
Views of the technological space of the metro station interior before and after refurbishment



TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY PRO PROJEKTOVÁNÍ A REALIZACI TUNELOVÝCH STAVEB NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH VČETNĚ REALIZACE A PROJEKTOVÁNÍ GEOTECHNICKÉHO MONITORINGU

TECHNICAL QUALITATIVE CONDITIONS FOR DESIGNING AND REALIZATION OF TUNNEL CONSTRUCTIONS ON ROADS INCLUSIVE REALIZATION AND DESIGN OF GEOTECHNICAL MONITORING

ING. JIŘÍ SVOBODA - PRAGOPROJEKT A.S.

1. ÚVOD

V roce 1999 schválilo Ministerstvo dopravy a spojů české republiky novelizovanou "Směrnici pro dokumentaci staveb pozemních komunikací", s účinností od 1.12.1999.

Tato směrnice upravuje zhotovení dokumentace staveb pozemních komunikací, které jsou předmětem veřejných zakázek. Určuje působnost účastníků dokumentační části přípravy staveb PK a způsob zpracování jednotlivých částí dokumentace. Člení dokumentaci stavby podle účelu, ke kterému má sloužit, a stanovuje její obsah.

V první řadě jsou zde definovány nové vztahy mezi účastníky výstavby, které jsou odrazem přechodu na tržní hospodářství. Zrušením vyhlášky č. 43/90 o projektové přípravě staveb vznikla absence předpisu určujícího požadovanou dokumentaci k územnímu řízení a stavebnímu povolení. Tato nová směrnice určuje rozsah požadované dokumentace pro pozemní komunikace.

Směrnice pro dokumentaci staveb PK však neřeší obchodně právní vztahy mezi zadavatelem (objednavatelem) a zhotovitelem dokumentace stavby a také nedefinuje požadavky na vypracování, kontrolu, projednávání a převzetí dokumentace stavby. Proto bylo nutné vypracovat dokumenty, jejichž autory jsou přední odborníci. Každý dokument byl posuzován technickou radou, tvořenou zástupci MDS, ŘSD, Pragoprojekt a.s. a dalšími odborníky z praxe.

Jsou to tyto dokumenty:

- "Všeobecné dodací podmínky pro dokumentaci staveb PK (VDP - D)", kterými se upravují obchodně právní vztahy mezi zadavatelem (objednavatelem) a zhotovitelem dokumentace stavby (MD ČR - 1995).
- "Technické kvalitatívni podmínky pro dokumentaci staveb PK (TKP - D)", což je soubor požadavků objednatelé dokumentace na zpracování, kontrolu, projednání a převzetí dokumentace stavby. Tyto podmínky platí obecně pro všechny stavby PK (MDS - 1998). Jedna z kapitol tohoto souboru (kapitola č.7) pojednává o tunelech, podzemních objektech a galeriích. Tyto byly schváleny 30.6.1998 s účinností od 1.8.1998. Zabývají se stanovením technicko-kvalitativních podmínek pro dokumentaci tunelových staveb, tj. tunelů hloubených, ražených, podzemních objektů pro technologické vybavení tunelů pozemních komunikací a ochranných galerií. Autorem této kapitoly je ing. Jiří Svoboda.
- VDP - D a TKP - D jsou obecné dokumenty a nejsou (a ani nemohou být) konkretizovány na určitou stavbu. Každá stavba bývá však jiná a má své zvláštnosti a podmínky. Proto se v případě potřeby pro ni vypracovávají:
- "Zvláštní dodací podmínky pro dokumentaci stavby PK (ZTKP - D)", což je dokument, který se vypracuje pro každé zhotovení dokumentace a obsahuje jmenovité údaje, doplňující podmínky a případně změny a ustanovení VDP - D pro příslušnou dokumentaci stavby.
- "Zvláštní technické kvalitatívni podmínky pro dokumentaci stavby PK (ZTK - D)", což je dokument, který obsahuje technické kvalitatívni podmínky, které nejsou obsaženy v TKP - D. Vypracují se v případě potřeby doplnku a změn ustanovení TKP - D.

2. TECHNOLOGICKO-KVALITATIVNÍ PODMÍNKY PRO DOKUMENTACI STAVEB PK (TKP-D)

PŘEHLED JEDNOTLIVÝCH KAPITOL TKP-D:

1. Všeobecné
2. Umístění a prostorové uspořádání pozemních komunikací
3. Zemní těleso
4. Vozovky, krajnice a chodníky
5. Odvodnění pozemních komunikací
6. Mostní objekty a konstrukce
7. Tunely, podzemní objekty a galerie
8. Vybavení a součásti pozemních komunikací
9. Obslužná zařízení pozemních komunikací
10. Cizí zařízení na pozemních komunikacích
11. Životní prostředí

Obsahem TKP-D kapitola č. 7 je stanovení základních požadavků na návrh tunelových staveb, požadavků na zhotovení dokumentace tj. obsah a rozsah jednotlivých stupňů dokumentace (ST, DUR, DSP, DZS). Je zde také navržen systém kontroly, odsouhlasení a převzetí jednotlivých stupňů dokumentace.

V příloze je také uveden obsah RDS a dokumentace skutečného provedení stavby. TKP-D kapitola č. 7 se v příloze mimo jiné zabývá autorským a geotechnickým

1. INTRODUCTION

In the year 1999, the Ministry of Transport and Communications of the Czech Republic approved the revised "Instruction for Documentation of Road Constructions" with the effectiveness from December 1, 1999.

This instruction lays down principles for elaborating documentation of constructions of roads and ways (R+W) which form the subject of public tenders. It determines activities of participants of the documentation part of the R+W projects planning preparations and the method of elaboration of individual parts of the documentation. It is divided in the construction documentation with respect to the purpose for which it is to serve and it lays down its contents.

In the first place there are defined new relations among participants of the construction, which reflect changes with respect to the market economy. After the decree No. 43/90 on design preparation of constructions had been cancelled, there existed no regulation determining the respective documentation needed for territorial proceedings and building permits. Said new instruction determines the extent of the required documentation for roads and ways.

The instruction concerning the documentation for road constructions, though, does not solve commercial and legal relations between the customer and contractor for the construction documentation, and it also does not specify requirements for elaboration, inspection, negotiation and taking over of the construction documentation. That is why it was necessary to elaborate documents, the authors of which are prestigious experts. Every document was evaluated by the Technical Committee consisting of representatives of the Ministry of Transport and Communications (MTC), the Road and Motorway Directorate (RMD, Pragoprojekt a.s. and of other experienced specialists.

The above documents are represented by the following ones:

- „General delivery conditions for documentation of road constructions (VDP - D)“, by which commercial and legal relations between the customer and contractor for the construction documentation (Ministry of Transport of the Czech Republic - 1995) are laid down.
- „Technical qualitative conditions for documentation of road constructions (TKP - D)“, which is a collection of requirements of the customer for elaboration, inspection, negotiation and taking over of the construction documentation. Said conditions are valid generally for all road constructions (MDS - 1998). One of the chapters of said collection (Chapter No. 7) concerns tunnels, underground structures and galleries. They were approved on June 30, 1998, with effectiveness from August 1, 1998. They determine technical-qualitative conditions for documentation of tunnel constructions, i.e. cut-and-cover tunnels, driven ones, underground structures for technological equipment of road tunnels and protective galleries. Ing. Jiří Svoboda is the author of this chapter.
- VDP - D (General delivery conditions for documentation of R+W constructions) and TKP-D (Technological-quantitative conditions for documentation of R+W constructions) are general documents and they are not (and cannot be) made exclusively for a particular construction. Every construction is usually different and it has its speciality and conditions. That is the reason why such documents are specially elaborated for each construction, in case of need.
- „Special delivery terms and conditions for a R+W construction documentation (ZTKP - D)“, which is a document made for every elaboration of a documentation and which comprises nominal data completing terms and conditions and possible changes and provisions of VDP - D for the respective construction documentation.
- „Special technical and qualitative conditions for a construction documentation (ZTK - D)“ which is a document comprising technical qualitative conditions not included in TKP - D. They are elaborated in case that an amendment and changes of a TKP-D provision are needed.

2. TECHNOLOGICAL-QUALITATIVE CONDITIONS FOR A DOCUMENTATION OF R+W CONSTRUCTIONS (TKP-D)

SURVEY OF INDIVIDUAL TKP-D CHAPTERS:

1. Generally
2. Location and space arrangement of roads and ways
3. Road bed
4. Roads, shoulders and sidewalks
5. Draining of roads
6. Bridge structures

dozorem, geotechnickým monitoringem a pasportizací objektů v zóně ohrožení. Pro geotechnický monitoring je stanoven rozsah projektu, obdobně je stanoven rozsah geotechnického průzkumu.

3. TECHNOLOGICKO-KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ (TKP)

TKP-D zpracoval tým odborníků pod technickým a metodickým vedením pracovníků z Pragoprojekt, a.s. s posouzením technickou radou, tvořenou zástupci MDS, ŘSD a odborníky z praxe. Kapitola č.24 věnovanou tunelovým stavbám zpracoval Ing. Jiří Svoboda.

TKP jsou jedním ze souboru závazných rezortních předpisů vydaných k zabezpečení jednotného postupu při zajišťování realizace staveb pozemních komunikací. Zároveň s TKP byly vypracovány:

- "Všeobecné dodací podmínky staveb "PK (VDP), kterými se upravují obchodně právní vztahy mezi objednavatelem stavby a zhotovitelem stavby (MD -ČR - 1995) a MP na sestavení "Zvláštních dodacích podmínek stavby", což je dokument, který se vypracuje pro každou stavbu a obsahuje jmenovité údaje o stavbě, doplňující podmínky a případné změny ustanovení VDP pro příslušnou stavbu.

TKP jsou souborem požadavků objednatele stavby na provedení, kontrolu a převzetí prací, výkonů a dodávek. Stanovují kvalitativní požadavky na materiál a zhotovovací práce. Požadavky definované a uvedené v TKP jsou závazné také pro realizační dokumentace stavby. TKP ke dnešnímu dni mají celkem 31 kapitol. Kapitola č. 24 je věnována tunelům. Byla kompletně přepracována v letech 1998–1999. Vznikl velice obsáhlý předpis s množstvím příloh.

TKP jsou členěny do jednotlivých oddílů, které se věnují následující problematice:

- popis a kvalita výrobků
- technologické postupy prací
- dodávka, odsouhlasení a průkazní zkoušky
- odebírání vzorků a kontrolní zkoušky
- přípustné odchylky, klimatická omezení
- odsouhlasení a převzetí prací
- sledování deformací (geotechnický monitoring)
- ekologie

TKP kapitola č. 24 Tunely je rozdělena na 2 základní části:

A - stavební část

B - technologické vybavení tunelů

Současně obsahuje množství příloh věnovaných realizační dokumentaci, geotechnickému dozoru a monitoringu, geologické dokumentaci, pasportizaci, tj. všem činnostem, které přísluší vybranému zhotoviteli stavby. Seznam předpisů, norem a výkladu pojmů včetně indukovaných účinků souvisejících s výstavbou tunelových staveb je také uveden v příloze.

Velká část předpisu byla věnována problematice použití technologie NRTM při

7. Tunnels, underground structures and galleries
8. Equipment and parts of underground roads and ways
9. Service equipment of underground roads and ways
10. Equipment of others on underground roads and ways
11. Environment

The contents of TKP-D Chapter No. 7 resides in laying down basic requirements as to a design of tunnel structures, requirements for elaborating a documentation, i.e. contents and extent of individual documentation stages (ST, DÜR, DSP, DZS - for the abbreviations see Annex No. 2). The system of control is also designed there, as well as approving and taking over of individual stages of the documentation.

The contents of working drawings and documentation (RDS) and the as-built documentation is also mentioned in the Annex 2. TKP-D Chapter No. 7 concerns, in the Annex, also the A/E supervision and the geotechnical one, geotechnical monitoring and inventory and examination of existing buildings in the zone of endangering. The design scope is determined for the geotechnical monitoring, the extent of the geotechnical investigation is determined in an analogous way.

3. TECHNOLOGICAL-QUANTITATIVE CONDITIONS FOR ROAD STRUCTURES (TKP)

TKP-D was elaborated by a team of experts under the technical and methodical control of workers of Pragoprojekt, a.s. with an evaluation of Technical Committee consisting of representatives of the MTC, the RMD, and of other experienced specialists. The Chapter No. 24, concerning tunnel structures, was elaborated by Ing. Jiří Svoboda. The TKP is one of the sets of obligatory department regulations issued for securing uniform process when realizing road structures.

At the same time as TKP, there were elaborated:

- „General delivery terms and conditions for the R+W constructions (VDP)“ which adapt commercial-legal regulations between the customer and the contractor for the construction (the Ministry of Transport of the Czech Republic - 1995) and
- MP for elaborating „Special delivery conditions of a construction“, which is a document which should be elaborated for every construction and which comprises nominal data of the respective construction, completing conditions and possible changes of VDP provisions for the said construction.

TKP are a set of requirements of the customer concerning the performance, inspection and taking over of works and supplies. There are laid down qualitative requirements as to material and work being performed. Requirements defined and mentioned in TKP are obligatory even for the working drawings and documents of the construction. TKP to this day have altogether 31 chapters. The Chapter No. 24 concerns tunnels. It was completely revised within the last years 1998-1999. Now, it is a comprehensive regulation with many annexes.

TKP are divided in individual sections relating to following problems:

- description and quality of products

SOUBOR PŘEDPISŮ A DOKUMENTACÍ PRO VÝSTAVBU POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ SET OF REGULATIONS AND DOCUMENTATION FOR CONSTRUCTING ROADS

| ÚROVEŇ LEVEL | DRUH DOKUMENTACE KIND OF DOCUMENTATION | | | |
|--|--|--|---|--|
| ČR CZECH REPUBLIC | Obchodní zákoník (zák. č. 513/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů) <i>Commercial Code (Act No. 513/1991 Coll. in the version of further regulations)</i> | Zákon č. 22/1997 Sb. o nař. vlády č. 178/1997 <i>Act No. 22/1997 Coll. and Governmental Decree No. 178/1997</i> | | Stavební zákon (zák. č. 50/1976 Sb. ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcích vyhlášek) <i>Building Act (Act No. 50/1976 Coll. in the version of later Regulations and performing Decrees)</i> |
| | Občanský zákoník (zák. č. 47/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů) <i>Civil Code (Act No. 47/1992 Coll. in the version of further regulations)</i> | Normy všeobecné (ČSN, zahraniční normy a pod.) <i>Standards - generally (CSN, foreign standards and the like)</i> | | Zákon o pozemních komunikacích (zák. č. 13/1997 Sb.) a Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zák. o PK <i>Act on roads (Act No. 13/1997 Coll.) and Decree No. 104/1997 Coll., by which the Act on roads is realized</i> |
| | Zákon o zadávání veřejných zakázek (zák. č. 199/1994 Sb., ve znění pozdějších předpisů) <i>Act on tenders for public orders (Act No. 199/1994 Coll., in the version of later regulations)</i> | | | |
| REZORT (MDS ČR) MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS OF THE CZECH REPUBLIC | Všeobecné dodací podmínky pro dokumentaci staveb PK (VDP-D) <i>General delivery conditions for a documentation of the R+W constructions (VDP-D)</i> | Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb PK (TKP-D) <i>Technical qualitative conditions for a documentation of the R+W constructions (TKP-D)</i> | Oborový třídění stavebních konstrukcí a prací staveb pozemních komunikací (OTSKP-PK) <i>Branch classification of building structures and works of the R+W constructions (OTSKP-PK)</i> | Směrnice pro dokumentaci staveb PK (SDS-PK) <i>Instruction for a documentation of the R+W constructions (SDS-PK)</i> |
| | Všeobecné dodací podmínky staveb PK (VDP-D) <i>General delivery conditions for the R+W constructions (VDP-D)</i> | Technické kvalitativní podmínky staveb PK (TKP) <i>Technical qualitative conditions of the R+W constructions (TKP)</i> | | Vzorové listy PK (VL), Technické podmínky (TP) atd. <i>Model sheets of the R+W (VL) Technical conditions (TP)</i> |
| INVESTOR (OBJEDNATEL) CLIENT | Zvláštní dodací podmínky pro dokumentaci staveb PK (ZDP-D) <i>Special delivery conditions for documentation of the R+W constructions (ZDP-D)</i> | Zvláštní technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb PK (ZTKP-D) <i>Special technical and qualitative conditions for a documentation of the R+W constructions (ZTKP-D)</i> | Soupis prací stavby (SP) <i>List of works on a construction (SP)</i> | Dokumentace pro zadání stavby (DZS) <i>Tender design</i> |
| | Zvláštní dodací podmínky stavby (ZDP) <i>Special delivery conditions of a construction (ZDP-D)</i> | Zvláštní technické kvalitativní podmínky stavby (ZTKP) <i>Special technical quality conditions of a construction (ZTKP)</i> | | |

ražení tunelů včetně nezbytného monitoringu. Stříkaný beton jako součást aplikace nové rakouské tunelovací metody je zde také, poprvé v českém předpisu, kvantifikován.

PŘEHLED JEDNOTLIVÝCH KAPITOL TKP PLATNÝCH PRO STAVBY PK:

1. Všeobecně
2. Příprava staveniště
3. Odvodnění a chráničky pro inženýrské sítě
4. Zemní práce
5. Podkladní vrstvy
6. Cementobetonový kryt
7. Hutněné asfaltové vrstvy
8. Litý asfalt pro vozovky a zpevněné plochy
9. Kryty z dlažeb
10. Obrubníky, chodníky a zpevněné plochy
11. Svodidla a zábradlí
12. Trvalé oplocení
13. Vegetační úpravy
14. Dopravní značky a dopravní zařízení
15. Osvětlení pozemních komunikací
16. Piloty a podzemní stěny
17. kapitola včleněna do kapitoly 18
18. Beton pro konstrukce
19. Ocelové mosty a konstrukce
20. Pylony a mostní závěsy
21. Izolace proti vodě
22. Mostní ložiska
23. Mostní závěry
24. Tunely
25. Protihlukové clony
26. Postřiky a nátěry vozovek
27. Emulzní kalové vrstvy
28. Mikrokoberce prováděné za studena
29. Zvláštní zakládání
30. Speciální zemní konstrukce
31. Opravy betonových konstrukcí

- technological work procedures
- delivery, approval, and proving tests
- sampling and inspection tests
- allowed deviations, climatic limitations
- approving and taking over of works
- observing of deformations (geotechnical monitoring)
- ecology

TKP Chapter No. 24 - Tunnels, is divided in two basic parts:

A - construction part

B - technological equipment of tunnels

Simultaneously it comprises many annexes concerning the working drawings and documentals, geotechnical inspection and monitoring, geological documentation, classification, i.e. all activities which fall to the selected contractor of the construction. The list of regulations, standards and explanation of terms, inclusive effects relating to tunnel constructions, is also included in the annex.

A big part of the regulation concerns application problems of the NATM technique when driving tunnels, inclusive the needed monitoring. Shotcrete as an application part of the New Austrian Tunnelling Method is also included, and it is for the first time, when it is quantified in a Czech regulation.

SURVEY OF INDIVIDUAL CHAPTERS OF TKP, VALID FOR THE R+W CONSTRUCTIONS:

- | | |
|--|--|
| 1. Generally | 16. Piles and diaphragm walls |
| 2. Preparation of a construction site | 17. Chapter included in the Chapter 18 |
| 3. Drainage and casing pipes for engineering network | 18. Concrete for structures |
| 4. Earthmoving | 19. Steel bridges and structures |
| 5. Sub-bases | 20. Pylons and bridge suspenders |
| 6. Cementitious concrete pavement | 21. Insulation against water |
| 7. Compacted bituminous layers | 22. Bridge bearings |
| 8. Mastic asphalt for roadways and hard surfaced areas | 23. Bridge expansion joints |
| 9. Paved surfaces | 24. Tunnels |
| 10. Kerb stones, footways and hard surfaced areas | 25. Noise attenuation wall |
| 11. Road barriers and railings | 26. Spraying and coating of roadways |
| 12. Permanent fencing | 27. Emulsion of slurry layer |
| 13. Horticultural works | 28. Cold-laid micro-carpets |
| 14. Traffic signs and traffic equipment | 29. Special foundation |
| 15. Road illumination | 30. Special earthwork structures |
| | 31. Repairs of concrete structures |

4. GEOTECHNICKÝ MONITORING

Ražení s využitím spolupůsobení masivu (technologie NRTM) nesmí být prováděno bez sledování napětídeformačního stavu nosného systému hornina - ostění. Chování tohoto systému je třeba pravidelně sledovat metodami geotechnického monitoringu.

V TKP-D kapitola 7.3.4. je stanoven rozsah a čas (ve vztahu k postupu projekčních prací) vypracování dokumentace pro zadání geotechnického monitoringu. Vlastní geotechnický monitoring vykonává na zhotoviteli stavby nezávislá odborná inženýrská organizace z oboru geotechniky, podzemních a dopravních staveb určená na základě výběrového řízení. Svoji pracovní činnost vykonává od dokončení DSP (před vydáním stavebního povolení) po celou dobu další přípravy a realizace stavby až do kolaudačního řízení a to včetně vypořádání vad a nedodělků.

4. GEOTECHNICAL MONITORING

Tunnel excavation with utilization of the composite action of the rock massif (the NATM technique) must not be performed without monitoring the state of stress and deformation of the carrying system: rock - lining. The behaviour of this system must be observed regularly by means of methods of geotechnical monitoring.

In TKP-D Chapter 7.3.4, there is laid down the extent and time (with respect to the progress of design works) for elaboration of the documentation designed for ordering a geotechnical monitoring. The proper geotechnical monitoring is performed by an engineering organization of the line of geotechnics, underground and transport construction, which is independent upon the building contractor and determined on the basis of a tender. It performs its working activity from completing DSP (Final design) for the whole period of the further preparation and realization of the construction till the proceedings of the completed construction approval, viz. inclusive remedy of defects and completion of outstanding work.

DOKUMENTACE STAVBY POZEMNÍ KOMUNIKACE DOCUMENTATION FOR AN OVERLAND COMMUNICATION

| DOKUMENTACE STAVBY POZEMNÍ KOMUNIKACE (PROJECT DOCUMENTS) | | | | | | |
|--|-------------------|--|--|---|---|--|
| ETAPA 1: ZHOTOVENÍ DOKUMENTACE (DESIGN) | | | | | ETAPA 2: ZHOTOVENÍ STAVBY (CONSTRUCTION) | |
| Celké názvy (Complete titles) | STUDIE (STUDY) | DOKUMENTACE PRO ÚZEMNÍ ROZHODNUTÍ (PRELIMINARY DESIGN) | DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ (FINAL DESIGN) | DOKUMENTACE PRO ZADÁNÍ STAVBY (TENDER DESIGN) | REALIZAČNÍ DOKUMENTACE STAVBY (WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS) | DOKUMENTACE SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ STAVBY (AS BUILT DRAWINGS) |
| Zkratky / (Abbreviations) | ST | DŮR | DSP | DZS | RDS | DSPS |

Poznámky:

1. Projektem se obecně rozumí záměr celé akce a způsob realizace.
2. Dokumentací se rozumí soubor písemnosti a výkresů.
3. V závorkách jsou uvedeny odpovídající obvyklé anglické názvy.
4. Pokud stavební úřad upustí od vydání územního rozhodnutí, DŮR není třeba vypracovat.
5. Je-li územní a stavební řízení sloučen, lze po dohodě se stavebním úřadem zpracovat místo DŮR a DSP sloučenou dokumentaci.
6. V případech, které povoluje Stavební zákon, je možné vypracovat zjednodušenou dokumentaci stavby.
7. Dokumentace pro zadání stavby je součástí zadávací dokumentace zakázky (stavby). Zadavatel/objednatel ji může použít jako dokumentaci pro stavební povolení.

Notes:

1. The Project - it means generally the aim of the whole action and the kind of realization.
2. Documentation - it means a set of documents and drawings.
3. In brackets - there are mentioned corresponding usual English titles.
4. If the Building Office does not issue a territorial decision, a preliminary design need not be elaborated.
5. If the territorial and building proceedings are combined, it is possible, after an agreement with the Building Office, to elaborate, instead of the preliminary design and final one, a combined documentation.
6. In cases allowed by the Building Act, it is possible to elaborate a simplified construction documentation.
7. The tender design is a part of the tender documentation of the construction. The client (customer) can use it as the final design.

REALIZAČNÍ DOKUMENTACE STAVBY

WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS

| DRUH REALIZAČNÍ DOKUMENTACE A KIND OF WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS | | ÚČEL - OBSAH PURPOSE - CONTENTS | PŘEDMĚT SUBJECT | POŽADOVÁNO REQUIRED | ZAJIŠŤUJE PROVIDED BY | ZHOTOVUJE ELABORATED BY | SCHVALUJE APPROVED BY |
|--|---|--|---|--|--|--|---|
| REALIZAČNÍ DOKUMENTACE PRO POMOČNE PRÁCE RDS-PP WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS FOR AUXILIARY WORKS RDS-PP | PROVÁDĚCÍ DOKUMENTACE WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS | Návrh provedení pomocných prací <i>Design of performance of auxiliary works</i> | Složitější konstrukce: - skruže, podp, lešení - jámy, stav, jámy - montážní zařízení - zařízení staveniště <i>More complicated structures: - centering, supporting - scaffolding, foundation pits - assembly equipment - site facilities</i> | Podle potřeb zhotovitele. Na vyžádání spr. stavby. Smlouvou (ZDP) <i>According to needs of the contractor. If required by the resident engineer. By the contract (ZDP).</i> | Zhotovitel Contractor | Zhotovitel nebo jeho projektant. Podzhotovitel Contractor or its designer. Subcontractor | Zhotovitel Contractor |
| | VÝROBNĚ TECHNICKÁ DOKUMENTACE WORKING- TECHNICAL DOCUMENTATION | Konstrukční doku- mentace, technolo- gická dokumentace, montážní dokumen- tace, technologické předpisy <i>Working drawings, technological docu- mentation, assembly documentation, tech- nological regulations</i> | Podrobné řešení konstrukčních, technologických a montážních problémů <i>Detailed solutions of design problems, technological and assembly problems</i> | Podle potřeb zhotovitele <i>According to contractor's needs</i> | Zhotovitel Contractor | Zhotovitel Podzhotovitel Contractor Subcontractor | Zhotovitel Contractor |
| REALIZAČNÍ DOKUMENTACE PRO ZHOTOVŮVACÍ PRÁCE (BĚŽNÁ) RDS-ZP WORKING DOCUMENTATION FOR COMMON WORKS RDS-ZP | PROVÁDĚCÍ DOKUMENTACE WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS | Dopravování (DZS) <i>Completing (DSZ)</i> | Objekty stavby: - PK (dálnice vždy) - mosty, tunely apod. - technologické zařízení <i>Kinds of construction: - R+W (motorways always) - bridges, tunnels and the like - technological equipment</i> | Podle potřeb zhotovitele. Smlouvou (ZDP) <i>According to needs of the contractor. By the contract (ZDP)</i> | Zhotovitel Contractor | Zhotovitel nebo jeho projektant. Podzhotovitel Contractor or its designer. Subcontractor | Objednatel. Správce stavby Customer. Resident engineer |
| | Konkretizace vzorových návrhů <i>Specification of model designs</i> | Nadjezdy a podjezdy, opěrné zdi, odvodňovací obj, apod. <i>Overhead crossings, subways, supporting walls, drainage, and the like</i> | VDP, SP VDP, SP | Zhotovitel Contractor | Zhotovitel Podzhotovitel Contractor Subcontractor | | |
| | VÝROBNĚ TECHNICKÁ DOKUMENTACE WORKING- TECHNICAL DOCUMENTATION | Konstrukční doku- mentace, technolo- gická dokumentace, montážní dokumen- tace, technologické předpisy <i>Working drawings, technological docu- mentation, assembly documentation, tech- nological regulations</i> | Podrobné řešení konstrukčních, technologických a montážních problémů <i>Detailed solutions of design problems, technological and assembly problems</i> | VDP, TKP, ZTKP, SP VDP, TKP, ZTKP, SP | Zhotovitel Contractor | Zhotovitel Podzhotovitel Contractor Subcontractor | Objednatel. Správce stavby Customer. Resident engineer |
| ZVLÁŠTNÍ REALIZAČNÍ DOKUMENTACE PRO PŘEVEDENÍ PRÁCI RDS-Z SPECIAL WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS FOR PERFORMING WORKS RDS-Z | PROVÁDĚCÍ DOKUMENTACE WORKING DRAWINGS AND DOCUMENTS | Podrobný návrh provedení pomocných prací <i>Detailed design for performance of building works</i> | Mimořádné technicky obtížné a zvláštní stavby, objekty a konstrukce <i>Extraordinary technically difficult and special constructions, buildings and structures</i> | ZDP ZDP | Zhotovitel Contractor | Zhotovitel stavby Zhotovitel dokumentace Construction contractor. Documentation contractor | Objednatel Customer |
| | VÝROBNĚ TECHNICKÁ DOKUMENTACE WORKING- TECHNICAL DOCUMENTATION | Konstrukční doku- mentace, technolo- gická dokumentace, montážní dokumen- tace, technologické předpisy <i>Working drawings, technological docu- mentation, assembly documentation, tech- nological regulations</i> | Podrobné řešení konstrukčních, technologických a montážních problémů <i>Detailed solutions of design problems, technological and assembly problems</i> | VDP, TKP, ZTKP, SP VDP, TKP, ZTKP, SP | Zhotovitel Contractor | Zhotovitel Podzhotovitel Contractor Subcontractor | Objednatel. Správce stavby Customer. Resident engineer |

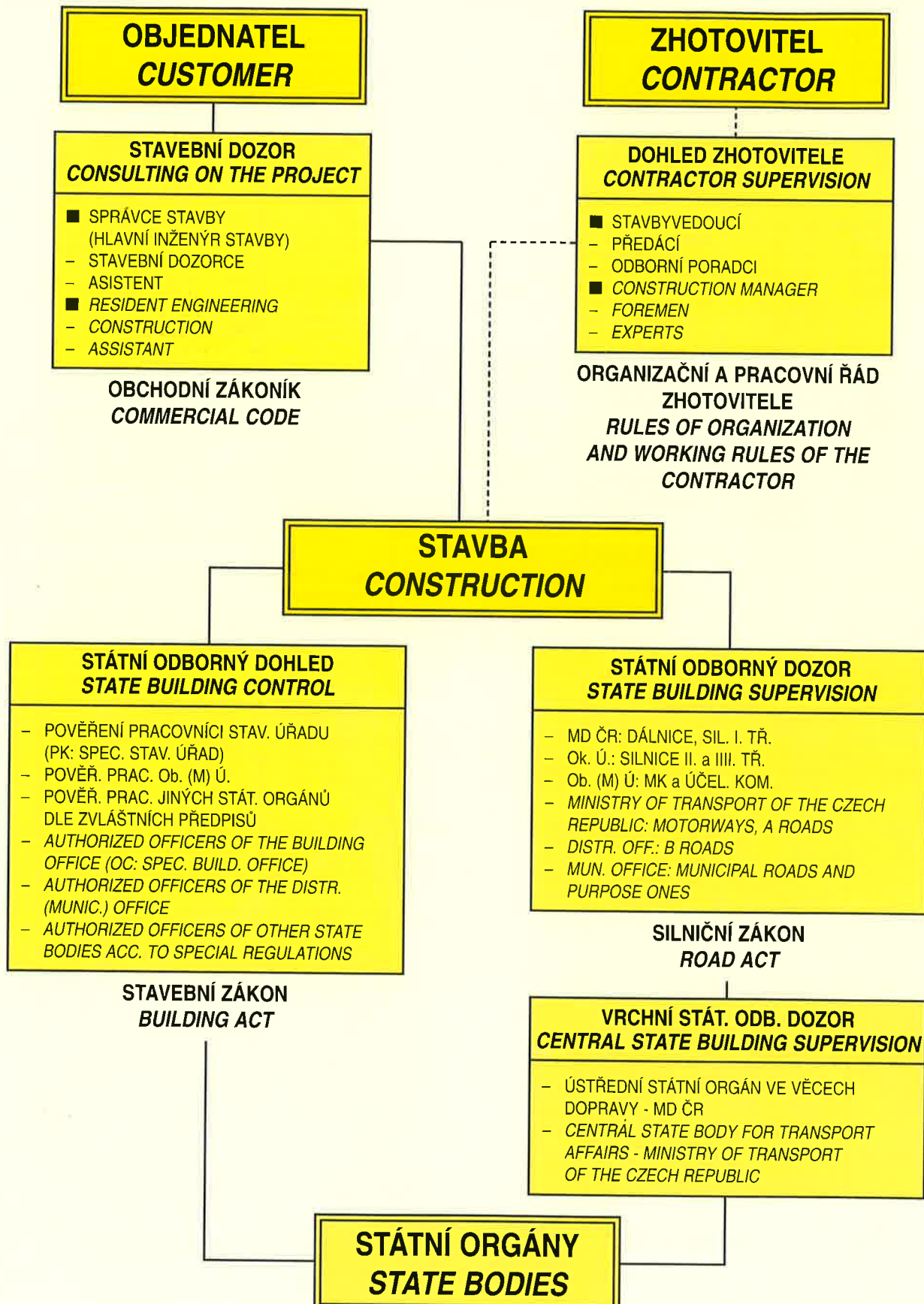
Vysvětlivky zkratk:

VDP - Všeobecné dodací podmínky staveb poz. komunikací
 ZDP - Zvláštní dodací podmínky stavby
 ZKP - Technické kvalitativní podmínky staveb poz. komunikací
 ZTKP - Zvláštní technické kvalitativní podmínky stavby
 SP - Soupis prací stavby
 DZS - Dokumentace pro zadání stavby
 *) Přípustnost posuzuje správce stavby

Explanations of abbreviations:

VDP General delivery terms and conditions of the R+W constructions
 ZDP Special delivery terms and conditions of constructions
 TKP Technical qualitative conditions of the R+W constructions ZTKP Special
 technical qualitative conditions of constructions
 SP List of construction works
 DZS Tender design
 *) Admissibility is to be judged by the administrator of the construction

SYSTÉM ZAJIŠTĚNÍ ŘÁDNÉHO PROVEDENÍ STAVBY
SECURING OF A DUE PERFORMANCE OF A CONSTRUCTION



TECHNICKO KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB TECHNICAL QUALITATIVE CONDITIONS OF CONSTRUCTIONS

URČUJÍ

- ◆ Z ČEHO
- ◆ ČÍM
- ◆ JAK
- ◆ V JAKÉ KVALITĚ
- ◆ SOUČÁST OBSAHU SOD A ZP
- ◆ SYSTÉM ZABEZPEČENÍ KVALITY
- ◆ TÝKÁ SE ZHOTOVOVAČÍCH PRACÍ –
VÝJIMEČNĚ I VYBRANÝCH POMOCNÝCH

DETERMINE

- ◆ OF WHICH
- ◆ BY MEANS OF WHICH
- ◆ HOW
- ◆ IN WHAT QUALITY
- ◆ PART OF CONTENTS OF THE CONTRACT AND ZP
- ◆ SYSTEM OF QUALITY ASSURANCE
- ◆ IT CONCERNS CONSTRUCTION WORKS -
EXCEPTIONALLY EVEN SELECTED AUXILIARY WORKS

TKP
soubor technických požadavků objed.
set of technical requirements of the customer

Provedení prací
Performance of works

Požadavky na:

- materiál, polotovary
- stavební dílce
- technologii
- stavební stroje
- konstrukce

Requirements of works:

- material, semi-products
- construction elements
- technology
- building machines
- structures

Kontrola prací
Inspection of works

Zkoušky:

- průkazní zkoušky
- kontrolní zkoušky
- přijímací zkoušky
- rozhodčí zkoušky

Tests:

- proving tests
- inspection tests
- acceptance tests
- arbitration tests

Převzetí prací
Taking over of works

Odsouhlasení – převzetí:

- odběr zásilek – kvantita
– kvalita
- uskladnění
- přijímací řízení
– postup dle VDP
– požadované doklady TKP
- Approving - taking over:**
- taking over of deliveries – quantity
– quality
- storage
- acceptance proceedings
– procedure acc. to VDP
– required documents TKP

PŘEHLED TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ

KTERÉ Z POVĚŘENÍ MINISTERSTVA DOPRAVY A SPOJŮ ČESKÉ
REPUBLIKY DISTRIBUJE PRAGOPROJEKT, A.S.

- SPK** Směrnice pro dokumentaci staveb pozemních komunikací (PK)
(Účinnost od r. 1992, aktualizace ve II. Q 1999)
- OT** Oborový třídění stavebních konstrukcí a prací staveb PK
(Popisovník prací staveb PK, Soupis prací stavby - metodický návod na sestavení a použití, Soubor položek staveb PK. Účinnost od r. 1994)
Aktualizované znění, platné od 1. 1. 1999, distribuuje VALBEK s.r.o.,
Vaňurova 505/17, 460 11 LIBEREC.
- DP** Dodací podmínky staveb PK
(Všeobecné DP staveb PK, Zvláštní DP stavby - metodický pokyn na sestavení, Komentář. Účinnost od r. 1995)
- DPD** Dodací podmínky pro dokumentaci staveb PK
(Všeobecné DPD staveb PK, Zvláštní DPD staveb PK - metodický pokyn na sestavení, Komentář. Účinnost od r. 1995)
- TKP** Technické kvalitativní podmínky staveb PK
(Účinnost od r. 1993, postupná aktualizace kapitol a tvorba nových kapitol)
- TKPD** Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb PK
(Účinnost od 1. 8. 1998)
- VSD** Výkon stavebního dozoru na stavbách PK (metodický pokyn)
(Účinnost od r. 1995)
- PVZ** Metodický pokyn k zákonu o zadávání veřejných zakázek v oboru PK
(Účinnost od r. 1996)
- OD** TP 83 - Odvodnění pozemních komunikací
(Technické podmínky – účinnost od 1. 9. 1997)

SURVEY OF TECHNICAL REGULATIONS

DISTRIBUTED BY PRAGOPROJEKT, A.S., AUTHORIZED TO IT BY
THE MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS OF THE
CZECH REPUBLIC

- SPK** Instruction for a documentation of road constructions (Effectiveness from 1992, revision in II Q 1999)
- OT** Branch Classification Manual of building structures and road construction works.
(Descriptions of road construction works, List of construction works - methodical instruction how to apply it, Set of road construction items. Effectiveness from 1994.
Revised version, valid from January 1, 1999, distributed by VALBEK s.r.o.,
Vaňurova 505/17, 460 11 LIBEREC.
- DP** Delivery terms and conditions of road constructions
(General DP of road constructions. Special DP constructions - methodical instruction how to apply it, Commentary. Effectiveness from 1995)
- DPD** Delivery terms and conditions for working drawings and documents of road constructions - methodical instruction how to apply it. Effectiveness from 1995
- TKP** Technical qualitative conditions of road constructions.
(Effectiveness from 1993, gradual revision of chapters and elaboration of new chapters)
- TKPD** Technical qualitative conditions for documentation of road constructions
(Effectiveness from August 1, 1998)
- VSD** Consulting engineer's duties on road constructions (methodical instruction)
(Effectiveness from 1995)
- PVZ** Methodical instruction to the Act on tenders for public tenders in the branch of road constructions
(Effectiveness from 1996)
- OD** Technical conditions 83 - Drainage of underground roads and ways
(Technical conditions - effectiveness from September 1, 1997)

LAERDAL TUNEL - NEJDELŠÍ SILNIČNÍ TUNEL NA SVĚTĚ

THE LAERDAL TUNNEL - THE WORLD'S LONGEST ROAD TUNNEL

PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DrSc., FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Pro kvalitní fungování a rozvoj moderní společnosti jsou nutné rychlé a spolehlivé dopravní cesty.

V západním Norsku je problém silničního spojení velmi tíživý a naléhavější než v ostatních částech země. Úzké silnice, překračující na mnoha místech hory a fjordy, nejsou zárukou celoročního spolehlivého spojení.

V průběhu uplynulých 20-ti let bylo v Norsku věnováno nemalé úsilí rozšíření a modernizaci silniční sítě, spojující jednotlivé regiony země a zajišťující dopravu bezpečnější a levnější. Tunely a mosty na nových silnicích vzdálenosti zkrátily a dopravu zrychlily, neboť umožnily zrušit řadu dlouhých trajektů přes mořské fjordy a zajistily spolehlivý celoroční provoz v horských úsecích.

LAERDAL TUNEL

- V roce 1975 norský parlament rozhodl, že evropská silnice E16, spojující Oslo a Bergen, bude vedena přes pohoří Filefjell (severnější cesta ze dvou paralelních možností, která však mezi městy Laerdal a Gudvangen využívala dlouhý trajekt přes Sognefjord). Parlament v roce 1992 toto rozhodnutí potvrdil s tím, že mezi městy Laerdal a Aurland bude trasa vedena v silničním tunelu (obr. 1 a 2).
- Laerdalský tunel je jednou z nejdůležitějších částí silnice E16, neboť zajišťuje spolehlivé spojení mezi dvěma největšími norskými městy s vyloučením trajektového úseku.
- Základní údaje o tunelu:

| | |
|--|---------------------------------|
| Cena (v norských korunách v úrovni r.1998) | 976 mil. NOK (cca 5 miliard Kč) |
| Doba výstavby | 1995 - 2001 |
| Délka tunelu | 24,5 km |
| Přístupový / větrací tunel | 2,1 km |
| Nouzové zálivky | 48 ks (a 0,5 km) |
| Otáčecí zálivky | 16 ks (a 1,5 km) |
| Intenzita dopravy - max. počet vozidel/hod | 400 ks |
| - roční průměrný počet vozidel/den | 1000 ks |
- S délkou 24,5 km bude Laerdalský tunel po dokončení v roce 2001 nejdelším silničním tunelem na světě. V současné době tento primát patří Gotthardskému dálničnickému tunelu, který má délku 16,9 km.
- V průběhu posledních 20-ti let Norská silniční správa postavila cca 100 km tunelů v kraji Sogn og Fjordane (rozsáhlá oblast západního pobřeží Norska v okolí Sognefjordu). V roce 1991 byl otevřen tunel Gudvanga, který je součástí silnice E16 mezi městy Oslo a Bergen.

GEOLOGICKÉ POMĚRY

Horninový masiv, v němž je ražen Laerdalský tunel, je z podstatné části tvořen prekambrickými rulami (obr.3). Jedná se o poměrně tvrdé horniny (70-120 MPa), které vytvářejí dobré podmínky pro ražbu. Nadloží tunelu má max. výšku 1400 m, z čehož resultují velká primární napětí. V důsledku koncentrací napětí na líci výrubu dochází k jevu známému jako "střílení horniny" (v hornictví nazývané "praskavky"), při němž dochází k odpraskům horniny, majících nejčastěji tvar tenkých šupin, v některých případech však i větších bloků.

Při ražbě Laerdalského tunelu byl tento jev velmi častý a bezprostředně po odstřelu bylo nutno dodržovat zvláštní bezpečnostní opatření před započítím navazujících prací.

VÝSTAVBA TUNELU

Tunelování probíhalo ve 4 hlavních fázích: vrtání, nabíjení a odstřel, nakládání

Fast transport arteries are needed to ensure growth and development in a modern society. In western Norway, this is a greater problem than in the rest of Norway. Narrow roads, combined with many fjord and mountain crossings, lead to relatively poor levels of reliability in road transport.

During the last 20 years, priority has been given to extending the national roads network in order to link different regions of the country more closely together, reduce journey times and provide safer and cheaper transport for businesses. Tunnels, bridges and new road routes make journeys shorter and faster. Several long ferry crossings can be dispensed with, and we benefit from more reliable year-round communications.

LAERDAL TUNNEL

- In 1975, the Norwegian Parliament decided that the main road between Bergen and Oslo should go over Filefjell. In 1992, Parliament confirmed that decision, and took a further decision that the road should run through a tunnel between Laerdal and Aurland (Fig 1,2)
- The Laerdal tunnel is one important part of the extension of a ferry-free, reliable road link between the two largest cities in Norway.

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| Project facts: | |
| Project cost | NOK 976 million |
| (NOK value in 1998): | 1995 - 2001 |
| Construction period: | 24,5 km |
| Tunnel length: | 2,1 km |
| Access adit/ventilation tunnel: | 16 |
| Turning points: | 48 |
| Emergency lay-bys: | 400 vehicles |
| Maximum hourly traffic: | 1000 vehicles |
| Average annual daily traffic: | |
- The 24.5 kilometre-long tunnel will be the longest road tunnel in the world when it is completed in the year 2001. The St. Gotthard tunnel in Switzerland is currently the world's longest at 16.9 kilometres.
- During the last 20 years, the Norwegian Public Roads Administration has built about 100 kilometres of road tunnels in Sogn og Fjordane. The 11.4 km long Gudvanga tunnel opened in 1991. The Gudvanga tunnel forms part of the main road construction project between Bergen and Oslo.

GEOLOGY

The dominant type of rock in the Laerdal tunnel is precambrian gneiss (Fig 3). This is a hard type of rock, which makes good tunnelling material. The Laerdal tunnel is located very deep within the mountain, with up to 1,400 metres of rock above it. The large masses of rock above the tunnel exert immense pressure. This, combined with the great horizontal tensions in the Earth's crust, has made the stresses so huge that large chunks of rock can fall from the tunnel's roof and walls after blasting. This phenomenon is known as "rock burst".

The size of rock burst debris varies from small, thin flakes to huge blocks of stone. The builders of the Laerdal tunnel face this problem frequently. Rock burst debris falls straight after blasting and safety measures must be carried out before any work can continue.

CONSTRUCTING THE TUNNEL

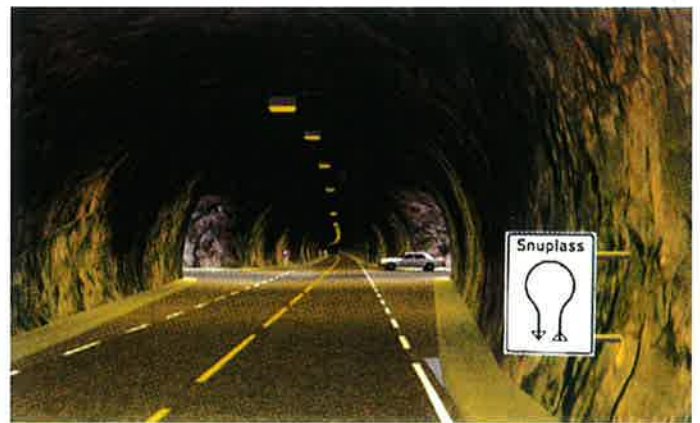
While the tunnel is being built, operations are divided into four main phases: drilling - laying charges and blasting, loading and transportation - securing the rock. The entire procedure takes about 6-7 hours each time it is carried out. Exactly how long depends primarily on how much safety work is necessary.



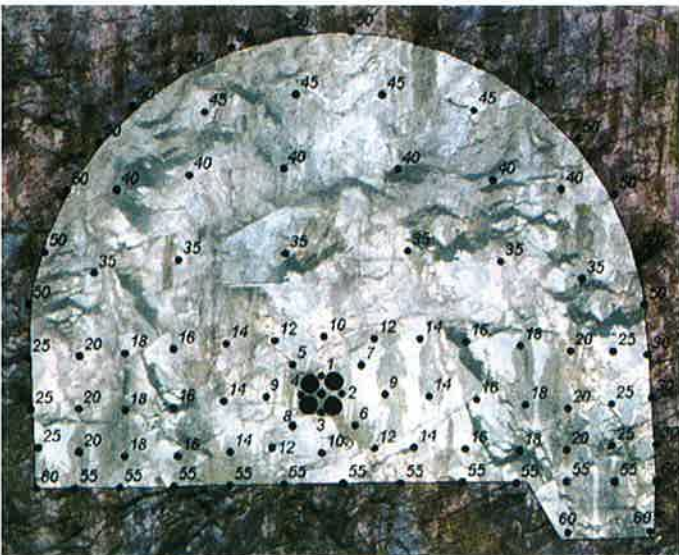
Obr. 1 Situace
Fig. 1 Situation



Obr. 5 Bezpečnostní vybavení tunelu
Fig. 5 Emergency equipment



Obr. 6 Otáčecí závlv v tunelu
Fig. 6 Turning area



Obr. 4 Vrtné schéma
Fig. 4 Blast scheme



Obr. 7 Rozšířený bezpečnostní závlv
Fig. 7 Widened turning area

a odvoz rubaniny, vystrojování. Celý cyklus trval 6 - 7 hodin v závislosti na rozsahu vystrojovacích prací.

VRTÁNÍ:

Vrtání bylo prováděno pomocí počítačově řízených třířetevových kolových vrtacích vozů Atlas Copco 1504. Základní geodetické body na ose tunelu byly vytyčeny pomocí satelitu, měření uvnitř tunelu byla prováděna pomocí laseru. Počítač na vrtném voze zajistil s využitím laserového paprsku základové ustavení a pak automatické provedení vrtného schématu.

TRHACÍ PRÁCE:

Vrtné schéma obsahovalo cca 100 vrtů průměru 45-51 mm, délka záběru byla 5,2 m (obr.4) Dynamitová náložka s rozbuškou byla ukládána na dno každého vrtu

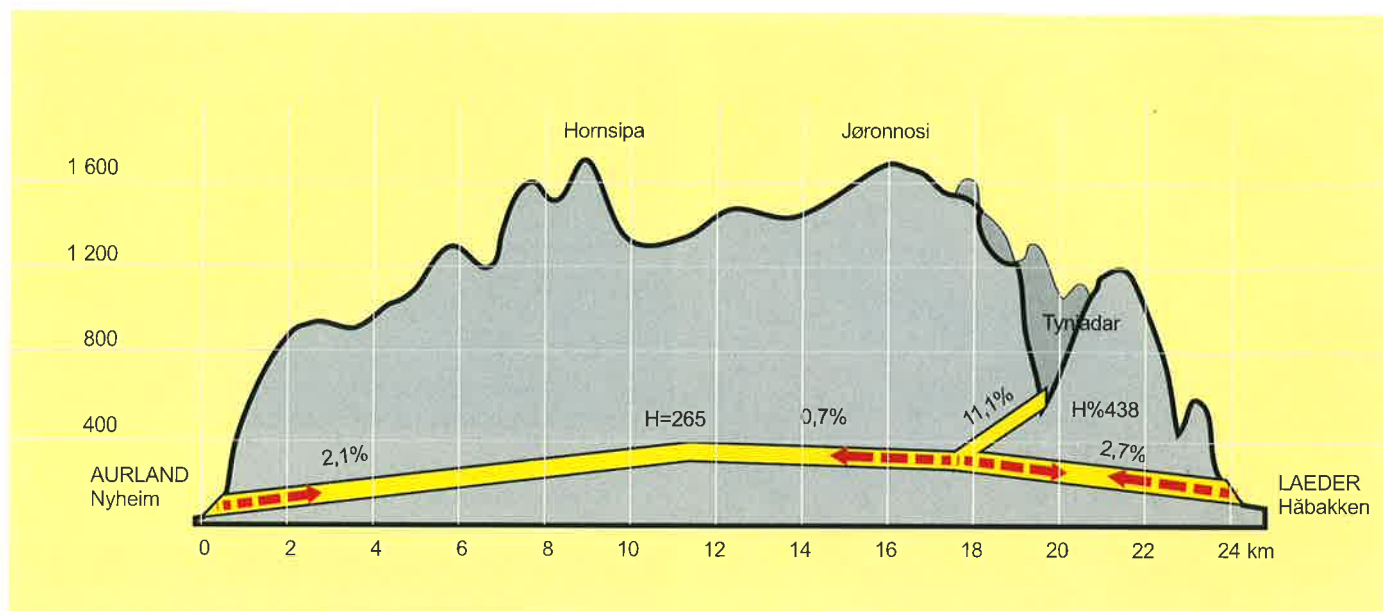
DRILLING:

The tunnelling is carried out using computer-controlled drilling jumbos as well as traditional drilling and blasting.

Navigation satellites have been used to determine fixed survey points on which other measurements inside the tunnel are based. Inside the tunnel, bearings are indicated using laser beams. A computer on the drilling jumbo captures the laser beams and positions the drilling equipment automatically, according to a set pattern. Each drilling jumbo contains three automatic hydraulic drills

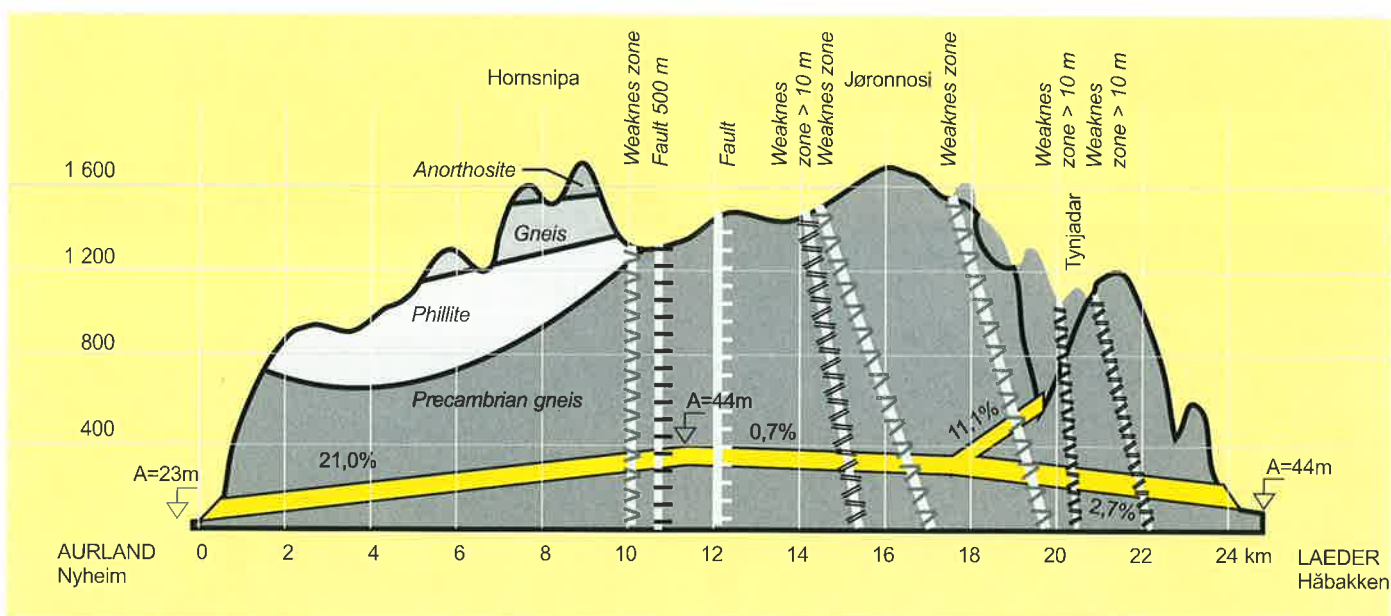
BLASTING:

Approximately 100 holes, 45-51 mm in diameter and 5.2 metres deep, are drilled for each blast. A detonator inside a small stick of dynamite is placed in the bottom of each hole. Anolitt is then pumped into the hole (Fig 4).



Obr. 2
Podélný řez tunelem

Fig. 2
Longitudinal tunnel section



Obr. 3
Podélný geologický řez tunelem

Fig. 3
Longitudinal geological section

(4 záložkové vrty většího průměru nebyly nabíjeny - pozn.překladatele), další podstatná část nálože byla tvořena anolitem, (emulsní průmyslová trhavina v Norsku velmi často používaná, obdoba švédského emulitu - pozn. překladatele).

Trhací práce byly prováděny na třech i čtyřech čelbách současně, což značně zrychlovalo postup ražby. Rozsah trhacích prací byl následující:

- 5.000 odstřelů bylo uskutečněno celkem do prorážky tunelu v září 1999.
- Každý odstřel uvolnil cca 500 m³ horniny.
- Celková nálož každého odstřelu byla 500 kg trhaviny.
- Průměrný postup na všech čelbách byl 60 - 70 m/týd.
- Celkově bylo trhacími pracemi odtěženo 2,5 mil m³ rubaniny.

NAKLÁDÁNÍ A ODVOZ RUBANINY:

Nakládání rubaniny bylo prováděno kolovými nakladači (typ Volvo L330C s nízkemotorním motorem a lžící s čelním i stranovým vyklápěním - pozn. překladatele). Odvoz rubaniny zajišťovaly velkokapacitní nákladní vozy (Mercedes/Volvo 70t - pozn. překladatele), které využívaly při dlouhém transportu definitivní vozovku, pokládanou průběžně při ražbě tunelu.

Drilling on the Laerdal tunnel has been carried out from three or four sites (faces) simultaneously, making operations intensive.

- 5,000 blasts will have been detonated before the breakthrough in 1999.
- 100 holes are drilled for each blast, and each blast eats its way 5 metres into the rock.
- Each blast releases 500 m³ of rock.
- 500 kg of explosives are used for each blast.
- On average, 60-70 metres are blasted per week at all faces.
- In total, 2.5 million cubic metres of excavated rock will have to be removed from the tunnel.

LOADING AND TRANSPORTATION:

Wheel-mounted loaders are used in the tunnel. The excavated materials are transported out of the tunnel using dump trucks. Permanent roads have been built in the tunnel, in parallel with the tunnelling work, so that transport vehicles can run on a good, paved road base during the construction period.

EXCAVATION AND LANDSCAPING:

The disposal of 2.5 million cubic metres of excavated rock from the tunnel was one

DEPONOVÁNÍ RUBANINY:

Uložení 2,5 mil m³ rubaniny představovalo značný problém z hlediska technického i z hlediska ochrany a tvorby životního prostředí. Aby nedošlo k ekologickým konfliktům v civilizačně exponovaném laerdalském údolí, bylo rozhodnuto zbudovat více než polovinu hlavního tunelu s využitím 2,1 km dlouhého přístupového tunelu v Tynjadalu. Tynjadal je postranní údolí, ležící cca 8 km východně od Laerdalu, v němž bylo možno deponovat rubaninu bez větších problémů krajinných i v odhospodářských.

Náklady na vybudování přístupového tunelu byly sice značné, doba výstavby se však podstatně zkrátila a vlastní město Laerdal bylo uchráněno od obtěžujícího stavebního ruchu. Využití přístupového tunelu v rámci ventilačního systému umožnilo i snížení spotřeby energie, potřebné pro provozní větrání tunelu.

Vystrojování tunelu:

Po každém odstřelu byl výrub tunelu "obtrhán" hydraulickými impaktorem a ručně dočištěván. Strop a stěny tunelu byly zajišťovány 2,5 až 5 m dlouhými svorníky s anti-korozní povrchovou úpravou a nástřikem vrstvy drátkobetonu v tloušťce 50-100 mm. Celkem bylo osazeno cca 200.000 svorníků (7 až 8 svorníků na bm tunelu) a nástřikem 35.000 m³ stabilizační drátkobetonové vrstvy (primární ostění).

Sekundární ostění nebylo prováděno, vyjma krátkých úseků u obou portálů. Horninový masiv byl velmi suchý, takže nároky na izolaci tunelu byly mizivé.

VĚTRÁNÍ A ČIŠTĚNÍ VZDUCHU

Vzhledem ke stálým exhalacím výfukových plynů z projíždějících aut je nutno do tunelu dodávat značné množství čistého vzduchu. Průjezd každého automobilu 24,5 km dlouhým Laerdalským tunelem vyžaduje příkon 1.800 m³ čistého vzduchu.

V posledních letech Norská silniční správa provedla řadu výzkumů, jejichž výsledkem byla konstrukce nových vysoce efektivních ventilátorů pro podélné větrání, které zajišťují až o 20 % kvalitnější ovzduší v tunelu bez zvýšení spotřeby energie na jejich provoz.

Jinou metodou, snižující energetické náklady na větrání, je snížení množství nasávacího čistého vzduchu. Toho bylo možno docílit čištěním vzduchu, který prochází tunelem od Aurlandu směrem k Tynjadalu. Čistící stanice, umístěná zhruba uprostřed zmíněného úseku, snižuje na polovinu potřebu vzduchu nasávaného u aurlandského portálu.

Norská správa silnic má z řady tunelů zkušenosti s čištěním větraného vzduchu od prachových částic. V Laerdalském tunelu bude čistící stanice, umístěná v nejvyšším místě trasy cca 10 km od Aurlandu, umožňovat vedle odprašnění i čištění použitého vzduchu od některých toxických plynů.

BEZPEČNOST DOPRAVY

Jízda Laerdalským tunelem bude trvat přibližně 20 minut. Bylo nutno navrhnout takové stavební a vnitřní úpravy tunelu, které zajistí, aby jízda nebyla monotónní a nudná, neboť obojí vede u některých řidičů ke ztrátě koncentrace na jízdě.

Od roku 1990 byl prováděn výzkum vlivu jízdy dlouhým tunelem na chování řidičů. Použití simulátorů umožnilo najít optimální řešení ve vedení trasy, úpravě vnitřního líce tunelu, způsobu a intenzitě osvětlení apod. Výsledky výzkumu vedly k následujícím doporučením:

- Monotónnímu pocitu z jízdy lze zabránit vedením osy tunelu v táhlých obloucích s krátkými přímými meziúseky.
- V kterémkoliv místě v tunelu musí být však zajištěna rozhledná vzdálenost 1000 m nebo více.
- Tunel bude rozdělen na 4 části speciálními rozšířeními úseky, v nichž bude možno otáčet i nákladní auta s přívěsy bez couvání. Tyto rozšířené úseky budou mít zvláštní úpravy v osvětlení a v dekoraci líce ostění, což zajistí příznivý vliv na potlačení monotónnosti 20-ti minutové jízdy (obr.5).

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST:

Požární bezpečnost má prioritní postavení při výstavbě každého tunelu. Aby bylo sníženo riziko vzniku nehod a eventuelních následných požárů, bude v Laerdalském tunelu použita řada bezpečnostních opatření:

- SOS telefony budou umístěny každých 250 m (obr.5).
- Hasicí přístroje (6-ti kilogramové práškové) každých 125 m (obr.5).
- Otáčecí zálivky každých 1,5 km (obr.6).
- Speciálně rozšířené otáčecí zálivky každých 6 km (obr.7).
- Nouzové zálivky každých 500 m.
- Anténní systém pro dvě radiové frekvence.
- Zajištění provozu mobilních telefonů.

Jestliže dopravní nehoda nebo jiná vážná událost vyžaduje uzavření tunelu, lze toto okamžitě dosáhnout z řídicího centra v Laerdalu, které je odpovědné za monitoring a řízení tunelového systému v celém regionu. Řidiči automobilů, kteří jsou v okamžiku uzavření uvnitř tunelu jsou rádiem informováni o situaci a požadavcích řídicího centra (zastavení, čekání, otočení a výjezd z tunelu a pod).

Zpracováno s použitím materiálů Norwegian Public Road Administration

of the greatest challenges in planning the tunnel. To avoid major conflicts because of the cultural importance of the landscape and the productive agricultural land in the main valley, the Norwegian Public Roads Administration is building more than half of the tunnel from a 2.1 km long access tunnel in Tynjadal. Tynjadal is a side valley, opening out about 8 km east of the town of Laerdal. Here, the excavated materials are being deposited with no visible effect on the main valley, and without any risk of hazardous run-off into the Laerdal watercourses.

Building an access tunnel from Tynjadal into the main tunnel is expensive, but makes for a shorter construction period than working just from each end. This solution also means less inconvenience for the Laerdal community, since access traffic and noise from the tunnel workings are concentrated in an uninhabited area. The access tunnel is also an important part of the permanent ventilation system. Polluted air will be extracted here - the access tunnel plays a part in reducing the energy consumption of the ventilation system.

Bolting and lining:

After each blast, the area excavated is cleared using a hydraulic scaler fitted to an excavator. This is then checked by manual scaling.

The roof and walls of the tunnel are then reinforced with galvanised steel bolts and fibre-reinforced shotcrete in a 50 - 100 mm thick layer. The 2.5 to 5 metre long rock bolts direct the stresses deeper into the rock.

In total, approximately 200,000 rock bolts (7-8 bolts per metre) and 35,000 m³ of reinforced shotcrete will be used to stabilise the tunnel.

No secondary lining is being provided except for short lengths at either portal. The tunnel is generally very dry, with little in the way of waterproofing required.

VENTILATION AND AIR TREATMENT PLANT

Even though today's cars produce less CO and other toxic gases than they used to, huge quantities of fresh air still have to be supplied. Each car requires 1,800 m³ of fresh air on the 24.5 km long trip through the Laerdal tunnel.

During the last few years, the Norwegian Public Roads Administration has carried out research and development work to make ventilation fans more efficient, achieving better air quality in the tunnel without increasing the power costs.

Another method of reducing energy costs is to reduce the need for fresh air to be drawn in. The only method of doing this is to clean the air as it moves through the tunnel from Aurland to Tynjadal. If dust and exhaust fumes were to be removed by an air treatment plant in the middle of that section, the volume of air drawn in from Aurland could be halved.

The Norwegian Public Roads Administration has experience with several tunnels in which air treatment plants have been installed for the removal of dust. In the Laerdal tunnel, an air treatment plant may be installed at the highest point in the tunnel, about 10 km from Aurland. Work has been done on developing a station which, in addition to removing dust, will also remove some of the toxic gases.

TRAFFIC SAFETY

Driving through the Laerdal tunnel will take approximately 20 minutes. The challenge has been to design the tunnel so that people do not find the trip «boring and monotonous», thereby losing concentration during the long journey.

Since 1990, research has been carried out to study driver behaviour in long road tunnels. Simulators are being used to find the best solutions as regards lighting levels and design.

The research results give rise to the following points:

- Gentle curves and short straight sections will make driving through the Laerdal tunnel less monotonous.
- At any given point in the tunnel, the safe viewing distance will be 1,000 metres or more.
- The tunnel has been subdivided into four sections by means of specially widened areas which are large enough to allow coaches and trains to turn without having to reverse. In these areas in particular, special designs are being assessed (variations in lighting, decorated tunnel walls, etc.) to break the monotony on the 20 minute drive (Fig. 5).

FIRE SAFETY:

Fire safety is a priority in the construction of any tunnel.

However, even with little risk of accident and safe fire designs, the Laerdal tunnel will be provided with a large quantity of emergency equipment:

- Emergency telephones every 250 metres (Fig 5)
- Fire extinguishers (6 kg powder units) every 125 metres (Fig 5) .
- Turning areas every 1.5 km (Fig 6).
- Turning areas have been constructed every 6 km, in the form of huge widened areas (Fig 7)
- Small lay-bys for breakdowns every 500 metres.
- Antenna systems giving access to the P 1 and P4 radio channels.
- Mobile telephone connections.

If a traffic accident or some other situation should occur, requiring the tunnel to be closed, this can be achieved with immediate effect from the monitoring centre. All drivers who have entered the tunnel will be given information via radio about whether they should wait or possibly turn round and drive out of the tunnel.

In accordance with printed materials of Norwegian Public Road Administration

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

DÁLNIČNÍ OBCHVAT ZÜRICHU.

Pokud přijedete do Zürichu od jihovýchodu po dálnici N 3 podél Zürišského jezera (které ovšem není z dálnice vidět), zjistíte, že doprava houstne a jízda se stává pomalejší a že i když vlastně nechcete do centra města, musíte jím projet, chcete-li pokračovat dále na př. na Basilej. Tato situace je způsobena tím, že západo-jihní část dálničního obchvatu se sice již léta plánuje, ale postavena není. Leč nezufojte, již se staví. Jeho první část má být hotova v r. 2005 a celý obchvat bude kompletně v provozu k roku 2010 s tím, že dálniční napojení obchvatu směrem na Luzern bude v provozu od r. 2012. Nebude to ovšem levná záležitost - většinu trasy tvoří tunely.

Zürich je z hlediska ekonomického hlavním městem Švýcarska. Má sice jen 350 tis. obyvatel, ale zajišťuje pracovní místa pro mnoho lidí, kteří sem denně dojíždějí. Nejen to způsobuje dopravní obtíže - město navíc leží na trase transitní dopravy z jihovýchodního Německa do Itálie, která musí projet městem nebo pro tuto dopravu nevhodnými místními komunikacemi na př. v okolí Birmensdorfu. Poznamenejme ještě, že severní obchvat na trase Bern - St. Gallen byl zprovozněn před dvanácti lety (jeho součástí je Gubristský tunel dlouhý 3,3 km).

Západo-jihní obchvat se připravoval 25 let. Švýcarský federální parlament o něm rozhodl v roce 1971. Projektové alternativy byly předmětem silné a někdy nepřiměřené veřejné kritiky a výsledkem byla další alternativa zpracovaná za účasti samosprávy Birmensdorfu. Navržené tunelové vedení trasy mělo ochránit rozsáhlou část venkovské oblasti a v této podobě byl projekt schválen federálním parlamentem v r. 1988. Po zpracování posudku o vlivu stavby na životní prostředí v r. 1991 byly přijaty ještě další úpravy, ale ani tak projekt neuspokojil požadavky skupin ochránců životního prostředí a skupin, které sledovaly další speciální zájmy. Tyto požadavky však již Nejvyšší federální soud zamítl a projekt byl příslušným ministerstvem schválen v červenci roku 1996.

Trasa obchvatu je dlouhá 10,6 km a z 80 % vede v podzemí. Vznikne okružní dálnice, která propojí dálnici N 1 přicházející od Bernu s již zmíněnou dálnicí N 3 a v konečné fázi i s dálnicí N 14 vedoucí na Luzern.

První částí budované trasy je obchvat Birmensdorfu o celkové délce 5,4 km a zahrnuje tři dvojice souběžných tunelů. Končí dálniční křižovatkou Zürich - západ a po dokončení umožní napojení místních komunikací v oblasti Wettswil. Stavba byla zahájena v září roku 1996 a předpokládaná doba výstavby je 10 let. Investorem je stavební úřad kantonu Zürich, který pro výkon inženýrských činností vybral Electrowatt Engineering (EWE). Ten je zodpovědný v podstatě za vše - od projektování, přípravu tendrových dokumentů, vyhodnocení nabídek, smluvní jednání s dodavateli až po stavební provádění projekt, stavební dozor a monitoring na staveništi. Znění smlouvy s dodavateli je podstatně nekonfrontační a dělí riziko mezi zákazníka a dodavatele. Obsahuje nejen položky pro očekávané geotechnické podmínky, ale i položky pro nepříznivější skutečnost, bude-li zastavena.

Tři hlavní tunely o dvou trubách na této části trasy jsou Eggrainský tunel o délce 480 m, Hafnerbergský tunel o délce 1385 m a nejdelší Aescherský tunel má délku 2160 m. Každá tunelová trouba má dva jízdní pruhy, takže vozovka je široká 10,5 m. Ražený profil je proměnlivý od 135 m² až skoro do 150 m². Blízko portálu Loeffler a Schauber se přilehlé části tunelů rozšiřují s ohledem na nájezdové a výjezdové rampy, takže šířka vozovky je 14 m a ražený profil skoro 192 m² a v místě odbočení nebo připojení dosahuje šířka vozovky až 21,5 m a ražený profil je 337 m². Připojení místní komunikace u Ristetu na konci Eggrainského tunelu zajišťují dva jednoruhové tunely o síce vozovky 7 m a raženém profilu 83 m².

Pod vozovkou bude umístěn servisní kolektor. Umělé větrání je potřebné v obou delších tunelech a bude zajištěno podélnými ventilátory. Niky pro hydranty a havarijní hásiče jsou maximálně 150 m od bezpečnostních zálivů. Dočasné ostění tunelů tvoří stříkaný beton, izolace proti vodě se provádí po celém obvodu z ekologických důvodů a s ohledem na snížení nákladů na údržbu. Na místě betonované definitivní ostění tvoří vyztužený beton spodní klenby a prostý beton boků a horní klenby. Je počítáno na tlak podzemní vody, zatížení rozvolněné horniny i zatížení vyvolané bobtnáním slínovců.

V měkkých horninách jsou použity sítě v kombinaci s příhradovými nosníky, postup 1 až 2 m. Variantně se počítá v přístropí s tryskovou injektáží nebo prováděním vodorovných mikropilot. Provizorní ostění ve skalních horninách je doplněno svorníky, postup je plánován 1,5 až 4 m.

Tunely procházejí v zásadě dvěma typy hornin. V menší míře se jedná o ledovcové usazeniny, které jsou velmi různorodé. Štěrky, zpevněné ledovcové morény, sutě s balvany velikosti několika metrů, ty jsou vystřídány čistým štěrkem někdy proloženým jemným jílovitým materiálem. Z větší části bude však ražba procházet různě se střídajícími a různě mocnými vrstvami pískovců, prachovců, slínovců a jílovitých slínů. Slíny a slínovce zvětšují svůj objem při obnažení a styku s vodou. Ta je přítomna v

HIGHWAY SLIP ROAD OF ZURICH

When you are approaching Zurich from southeast, using the highway N3 along the Zurich Lake (which is actually not visible from the highway), you learn, that the traffic density increases and the ride slows down and even though you don't want to enter the city center, you have to, in case you want to continue for instance to Basel. Such situation is caused by the fact, that though southwestern slip road has been already planned for years, it is not built yet. However, do not fall in despair, it is already under construction. Its first section should be finished by 2005 and the whole slip road will be opened in 2012. Nevertheless, it is not going to be an inexpensive affair - most of the route consists of tunnels.

From the economic point of view, Zurich is the capital of Switzerland. It has only 350,000 inhabitants, however, it provides jobs for many more people, who daily arrive there. Not only this causes the traffic troubles - moreover, the city lies on the way of transit transportation from southeastern Germany to Italy, which has to go through either the city or for this transportation inadequate local roads, for instance in the neighborhood of Birmensdorf. Let us make one more note, that the northern detour Bern-St. Gallen was put to operation 12 years ago (its part is a Gubrist tunnel with the length of 3.3 km).

Southwestern bypass road was being prepared for 25 years. The Federal Parliament of Switzerland approved it in the year 1971. Projected alternatives were the subject to strong and sometimes inadequate public criticism and as the outcome another alternative was elaborated, now with cooperation of local officials from Birmensdorf. Suggested direction of the tunnel was supposed to protect ample parts of the rural area and in this form, it passed the Federal Parliament in 1988. After elaboration of the report on influence of this construction on local environment in 1991, other amendments were adopted, however, even this form of the project did not satisfy the demands of groups of environmentalists and of groups with some special interests. Still, the Highest Federal Court rejected these demands and the competent ministry approved the project in 1996.

The bypass road itself is 10.6 km long and 80% out of that goes underground. A highway ring, which will connect N1 highway coming from Bern with already mentioned N3 highway and in the final phase also with the N14 highway heading to Luzern, will be built.

First section of the constructed route is the bypass road of Birmensdorf with the total length of 5.4 km, including three pairs of parallel tunnels. It ends with the highway crossing Zurich-West and after completion will allow a connection to local roads in the area of Wettswil. The construction has begun in September 1996 and the expected time of completion is 10 years. The client is the Building Authority of Zurich canton, which chose the company Electrowatt Engineering (EWE) for elaboration of the engineering operations. This company is responsible for almost everything - for design, preparation of the tender documents, evaluation of the tenders, contractual negotiations with suppliers, detailed design, construction supervision, as well as for monitoring of the construction site. The version of the contract with the suppliers is essentially non-confronting and divides the risk between the customer and the supplier. It contains not only components for expected geotechnical conditions, but also components for more disadvantaging reality, if encountered.

Three main tunnels, each with two tunnel tubes in this section, are the Eggrain tunnel with the length of 480 m, Hafnerberg tunnel with the length of 1385 m and the longest Aeschers tunnel with the length of 2160 m. Each tunnel tube has two traffic lanes, so the road is at least 10.5 m wide. The excavated cross section ranges from 135 m² to almost 150 m². Near the portals Loeffler and Schauber, adjacent parts of the tunnel broaden with regards to approaching and exit ramps, so that the width of the road is 14 m and excavated cross section almost 192 m². On the spot of deflection or connection, the road width reaches 21.5 m with the excavated profile of 337 m². Connection to the local road near Ristet at the end of Eggrain tunnel is made up of two single lane tunnel tubes with the road width of 7 m and excavated cross section of 83 m².

A service subway will be placed beneath the road. Installed ventilation is also essential in both longer tunnels and will be performed by axial ventilators. Hydrant niches and emergency alarms will be placed at most 150 m from the emergency waiting bays. Temporary tunnel lining is made of shotcrete. From ecological reasons and with regards to decrease of maintenance costs, waterproofing membrane is installed along the whole circumference. The cast-in-situ concrete final lining consists of an invert made of reinforced concrete, and the top vault and the sides of plain concrete. The lining is calculated to bear the loading by the ground water pressure, the pressure of the loose rock as well as the pressure inflicted by swelling of marlites.

In soft rocks, steel wire mesh in combination with lattice beams are used, a round length of 1 to 2 m. Alternatively, we count with jet grouting at the top heading or with execution of horizontal micro-piles. Temporary lining in hard rocks is complemented by rockbolts; the round length is planned 1.5 to 4 m.

The tunnels basically go through two types of rocks. In lower scale, these are very diverse glacier sediments. Gravels, consolidated glacier moraines, debris with boulders of a few meters size, are replaced by pure gravel, sometimes interbedded with fine clayey material. From the bigger part, however, the excavation will be going through variously alternating and variously thick layers of sandstones, siltstones, marlstones and clayey marls. Marls and marlite increase their volume after being exposed or on contact with water. This water is present in both types of rocks, shallowly beneath the terrain surface. Inflows to the construction will be various, small from compact moraine rocks, large from gravels; inflows from layers of sandstones are also expected.

obou typech horninového prostředí mělce pod povrchem terénu. Přitoky do díla budou různé, malé z ulehých morénových hornin, velké ze štěrků, přitoky se také očekávají z vrstev pískovců.

Tlak na ochranu životního prostředí měl zásadní vliv na podmínky schválení projektu. Velmi přísné jsou podmínky pro manipulaci s rubaninou i dalším zemním materiálem jak při odvozu ze staveniště tak při zpětné dopravě pro násypy a zásypy. Místa dotčená stavbou musí být samozřejmě po jejím dokončení uvedena do původního stavu, vypouštěná voda ze staveniště bude monitorována a podle potřeby čistěna. Mimořádná podmínka je dána pro dopravu výkopku, ornice a rubaniny. Odvoz nákladními automobily po veřejných komunikacích je zakázán. Doprava asi 3 milionů tun zemín bude provedena po kolejích. Na dvou místech (Ristet a Fildern) jsou budována překladistiště a odtud bude zemina po železnici dopravována a ukládána do lomů v nižších oblastech kantonu Zürich. Denně bude odváženo železnici cca 1000 t. Na zařízení staveniště v Risetu bude uložena ornice a materiál pro zpětné zásypy. Dopravní obsluha Hafnerbergského tunelu se zajišťuje po v předstihu vybudovaném mostu přes Repischtal a výjezdovým rampovým tunelem směrem na Ristet, jehož definitivní ostění bude dokončeno později. Tunel je již ve výstavbě. Z celkové délky 450 m se 400 m ráží úpadně, prvních 240 m v měkkých horninách, dalších 160 m ve skalních horninách. Nejprve se ráží kalota a s odstupem 80 m jádro a spodní část výrubu. V měkkých horninách se provádí deštník z tryskové injektáže (31 vrtů délky 14 m vytváří projektované vodorovné piloty průměru 600 mm), postupuje se v krocích délky 11 m.

Pro vybudování portálu Egghau byly v září 1998 zahájeny práce na stabilizaci svahu ohroženého sesuvem v oblasti Bergermoos, protože trasa dálnice jde podél jeho paty. Provádí se celkem 9900 m velkopřilivových pilot o průměru 1,2 a 1,3 m délky 40 m, realizace jedné piloty trvá 3 dny. Piloty budou přikotveny 480-ti ks předpínaných zemních kotev délky 30 až 40 m.

Zahájení Eggrainského tunelu se předpokládá v r. 2000. Bude se razit úpadně od portálu Egghau s postupným výrubem kaloty, jádra a spodní části výrubu. Ve stejném roce je plánováno zahájení Hafnerbergského tunelu, ražba bude probíhat z portálu v údolí Repisch. Na kritické cestě leží 2160 m dlouhý Aescherský tunel, který je nejdelší a byl zahájen v r. 1999. Hlavní ražba bude probíhat z portálu Taentenholz, kratší úsek (cca 250 m) bude realizován z portálu Schauber.

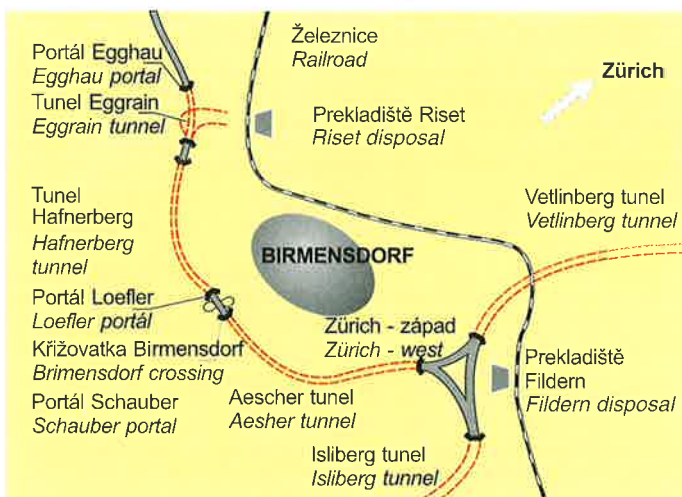
Aescherský tunel ústí do otevřeného údolí, kde západně od Wettswilu bude vybu-

Pressure on the protection of the environment had a basic influence on conditions for approval of the project. Conditions for mucking out and handling with other soil materials, both during disposal from the construction yard and reverse transportation for embankments and fillings, are very strict. Those places transformed by the construction have to be, of course, after completion put back to their original condition. Water discharged from the construction yard will be monitored and purified, if needed. Special conditions are adopted for transportation of an excavated material, topsoil and muck. Disposal by trucks using public roads is prohibited. Disposal of approximately 3 mill. tons will be done using railroad transportation. Yards for temporary storage are being constructed in Ristet and Fildern. From here, the soil material will be transported by railroad and stored in quarries in lower areas of Zurich canton. The railroad will daily dispose approximately 1000 tons. Topsoil and materials for backfilling will be stored in the Ristet construction yard. Hafneberg tunnel's traffic service will be guaranteed after in advance constructed bridge over Repischthal and exit ramp tunnel heading to Ristet, whose final lining will be completed later. The tunnel is already under construction. From the total length of 450 m, 400 m is being excavated on a down gradient, first 240 m in soft rocks, another 160 m in hard rocks. Initially, calotte is excavated, then, with 80 m distance, core and at last bottom part of the cross section. A jet grouting umbrella is made in soft rocks (31 bores with length of 14 m form through-injected horizontal piles with 600 mm diameter), advance goes in steps of 11 m.

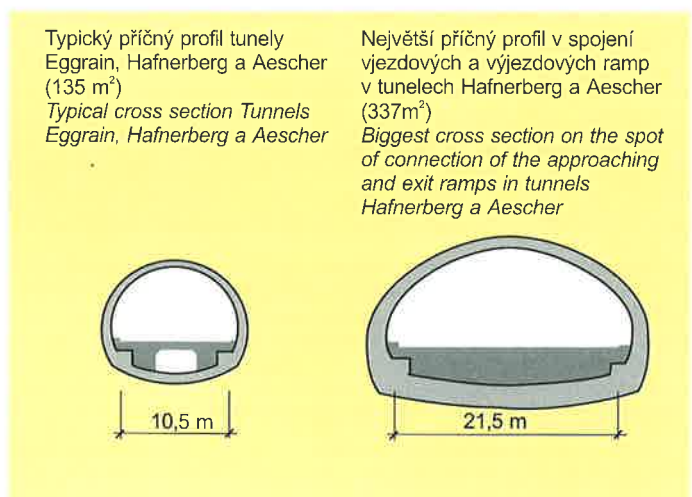
To allow construction of the Egghau portal, works on stabilization of a slope in the area of Bergermoos, which is in menace to slide and along whose toe the highway goes, have begun in September 1998. Altogether, 9900 m of large-profile piles with diameters of 1.2 and 1.3 m and with length of 40 m is performed. Realization of one pile lasts for three days. The piles will be secured by 480 pieces of pre-tensioned earth anchors with length of 30 to 40 m.

Works on the Eggrain tunnel are expected to begin during the year 2000. The tunnel will be excavated on a down gradient with a sequencing to calotte, core and bottom part of the cross section. Plans to begin works on the Hafneberg tunnel are dated to the same year. The excavation will be running from the portal in Repisch valley. 2160 m long Aeschertunnel, which is the longest and whose construction started in 1999, lies on the critical path. Main excavation will be running from the portal Taentenholz, shorter section (app. 250 m) from the portal Schauber.

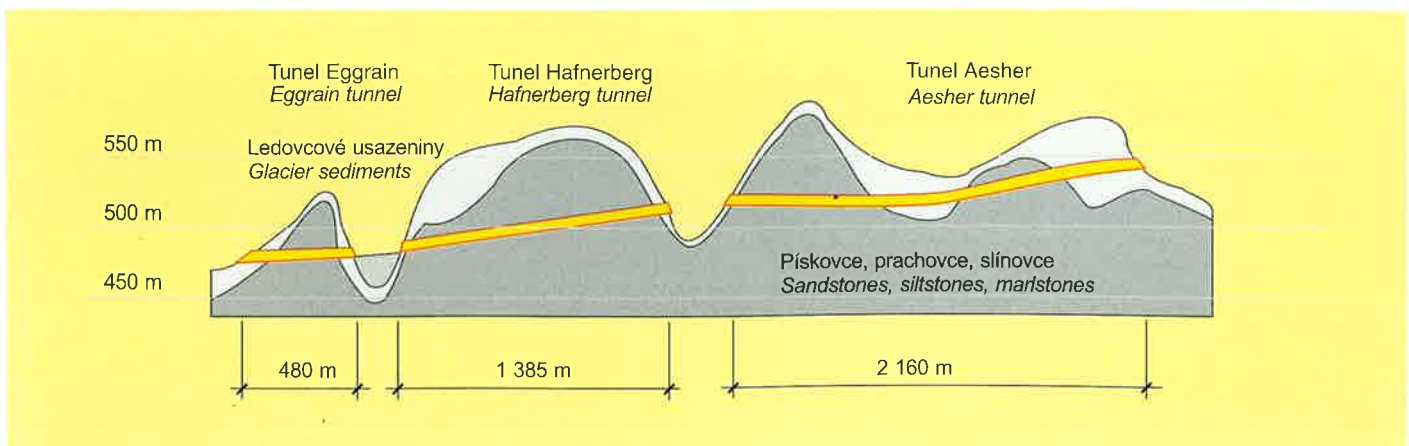
The Aeschertunnel comes in an open valley, where west of Wettswil the Zurich-West junction, also allowing the connection of local roads, will be constructed. The junction will be situated among three tunnels - already mentioned Aeschertunnel, then Uetliberg tunnel, which goes under the mountain edge of the same name and which after planned rea-



Obr. 1 Fig. 1
Situatione jiho-západního dálničního obchvatu města Zürich
Situation of the southwestern bypass road of Zurich



Obr. 3 Fig. 3
Příčné profily
Cross sections



Obr. 2 Fig. 2
Schematický geologický profil první části obchvatu
Diagrammatic geological profile of the first section of the bypass road

dována dálniční křižovatka Zürich - západ umožňující i napojení místních komunikací. Křižovatka bude situována mezi tři tunely - již zmíněný Aescherský, dále Uetlibergský tunel, který podchází stejnojmenný hřeben a po plánované realizaci v letech 2001 až 2010 dokončí napojení na dálnici N 3. Třetím tunelem je Islisbergský tunel plánovaný v letech 2002 až 2012 a ten zajistí tolik potřebné přímé dálniční napojení na Luzern.

Podle zahraničních materiálů zpracoval Ing. M. Novotný

DALŠÍ DVA LIDÉ ZAHYNULI PŘI POŽÁRU V TUNELU

Požár a následná exploze v nově budovaném dálničním tunelu ve městě Drammen, které leží asi 50 km jižně od Oslo v Norsku, zavinily smrt dvou hasičů a zranění dalších patnácti osobám. Požár vznikl údajně při svařování, kdy chytla izolace a následně explodoval dynamit uložený v tunelu. Exploze byla tak silná, že rozbila okna v širším okolí tunelu. Příčné příčiny požáru se vyšetřují.

HONG KONG PLÁNUJE VÝSTAVBU TUNELŮ

Vláda Hong Kongu rozhodla vypsat tendr v hodnotě převyšující 2 miliardy USD pro nové silniční a železniční tunely. Kontrakty budou uzavírány vždy na tříleté údobí s tím, že stavby zahájí v roce 2002 a ukončení je plánováno na rok 2007. Největším projektem v hodnotě 900 mil. USD je Central-Wanchai bypas a Eastern Corridor Link. Koncem tohoto roku by měla začít první etapa vypsáním tendru pro část tunelu situovaného v hlavní obchodní čtvrti na ostrově Hong Kong. Dále bude koncem roku 2002 následovat tendr v hodnotě cca 500 mil. USD pro druhou etapu, kterou je tunel pod oblastí Wanchai. Stavba by měla začít začátkem roku 2003.

S výstavbou tunelů je spojena i výstavba komunikací, křižovatek, napájecí sítě a celé technologie tunelů, vše v celkové hodnotě 300 mil. USD. Práce budou probíhat v letech 2004 až 2007.

Časový plán pro investici v hodnotě 400 mil. USD, kterou je hlavní dopravní tepna v Kowloon, a která obsahuje i dvě trouby tunelu pod letištem Kai Tak, předpokládá vypsání tendru v roce 2002 a začátek prací v roce následujícím.

Do dopravního konceptu přísluší i Nam Wan tunel na komunikaci R9 v hodnotě 400 mil. USD. Kromě silničních tunelů je i plánována obnova technologického vybavení pro železniční tunel společnosti Kowloon-Canton Railway v hodnotě 200 mil. USD. Tunel bude vybaven pro zvýšení požární bezpečnosti, komunikačními zařízeními a novým ventilačním systémem.

ČINA ZÍSKALA PŮJČKU OD ADB

Čínská provincie Yunnan získala půjčku 250 mil. USD od Asijské rozvojové banky (Asian Development Bank - ADB) pro zlepšení dopravní infrastruktury. Půjčka, která reprezentuje 32,5% z celkových nákladů umožní vybudovat, jednomu z nejhudších regionů Číny 147 km dálnic. Nejdelší tunel v tomto projektu (Bulongqing tunel) je dlouhý 8,1 km. Dále je plánován tunel Dafengyakou délky 5,3 km a tunel Yuanjiang o délce 5,1 km.

Program výstavby je rozdělen 18 kontraktů, z toho 15 kontraktů pro výstavbu infrastruktury a tři pro vlastní tunely. Práce začnou příští rok a termín ukončení je rok 2003.

V Číně začaly i práce na výstavbě 25,3 km trasy metra ve městě Nanjing. Trasa spojuje jižní a severní část města a bude stavěna ve dvou etapách. První úsek o délce 16,8 km bude hotov v roce 2004.

SILNIČNÍ TUNEL PRO HO-CHI-MINH MĚSTO

V druhé etapě zpracování studie proveditelnosti se předpokládá výstavba 7,8 km dlouhého tunelu, jehož 1,8 km půjde pod řekou Saigon v hlavním městě Vietnamu - Ho Či Minově městě. Studie je financována Japan's Overseas Economic Cooperation Fund. Tunel bude spojit první obvod s poloostrovem Thu Thiem dvěma tunelovými troubami. V současné době se připravuje dohoda mezi vládami Vietnamu a Japonska o půjčce na tento projekt. Jestliže bude smlouva podepsána bude vypsáno výběrové řízení na jaro příštího roku. Časový plán pak předpokládá zahájení prací na výstavbě na konci roku 2001 a úplné dokončení do dalších tří let.

Ze zahraničních pramenů

lization in years 2001 to 2010 will finish the connection to N3 highway. Third one is Islisberg tunnel, which is planned to be constructed between 2002 and 2012 and which will provide the needful direct highway connection to Luzern.

According to foreign materials elaborated by Ing. M. Novotný

TWO MORE PEOPLE DIED DURING THE FIRE IN TUNNEL

Fire and consequent explosion in the newly constructed highway tunnel in the city of Drammen, which lies approximately 50 km southern of Oslo in Norway, caused death of two of the firemen and injured other 15 people. The fire allegedly started during the welding process, when after the isolation had caught fire, the dynamite stored in the tunnel exploded. The explosion was so intense that it blasted windows in the wide vicinity. Exact causes are currently being investigated.

HONG KONG PLANS TUNNEL PROJECTS

The government of Hong Kong decided to call a tender with the total value exceeding 2 bill. USD for a new road and railway tunnels. Contracts will be always signed for 3 years term, noting that those constructions will begin in 2002 and completion is planned in 2007. The largest project with the value of 900 mill. USD is Central-Wanchai bypass and Eastern Corridor Link. By the end of this year, a first phase should begin by calling a tender for a part of the tunnel situated in the main business district of the island of Hong Kong. Consequently, by the end of the year 2002 a second phase should continue by releasing a tender with the value of 500 mill. USD for the tunnel under the area of Wanchai. The construction should start in the beginning of the year 2003.

The construction of roads, crossroads, electrification and entire tunnel technologies, everything in the total value of 300 mill. USD, is also connected to tunnel building. These works will be going on between 2004 and 2007.

The time schedule of the 400 mill. USD investment, concerning the construction of the arterial highway in Kowloon, which also contains two tunnel tubes beneath the airport Kai Tak, expects a tender to be called in 2002 while the construction itself should begin next year.

In addition, the Nam Wan Tunnel on the R9 road with the value of 400 mill. USD is part of the concept. Except the road tunnels, the reconstruction of the technology equipment of the railway tunnel owned by the Kowloon-Canton Railway company with the value of 200 mill. USD is also projected. The tunnel will be further provided with communication equipment and new ventilation system in order to reach higher fire security level.

CHINA HAS ACQUIRED A LOAN FROM ADB

Chinese province of Yunnan has acquired a loan of 250 mill. USD from the Asian Development Bank for the innovation of transportation infrastructure. This loan, which actually covers 32.5% of the construction expenses, will allow to one of the poorest regions in China to build up 147 km of highways. The longest tunnel of this construction (Bulongqing tunnel) reaches 8,1 km. Moreover, tunnel of Dafengyakou with length of 5.3 km and tunnel of Yuanjiang with length of 5.1 km are projected.

The construction schedule is divided into 18 contracts; out of that, 15 are for the infrastructure itself and 3 for tunnels. Works will begin the following year with final deadline of 2003.

Another construction in China is currently going on in the city of Nanking. Works on 25.3 km of subway corridor have begun. This corridor will connect southern and northern parts of the city and will be built in two phases. First section with the length of 16.8 km will be finished by 2004.

ROAD TUNNEL FOR THE HO-CHI-MINH CITY

In the second phase of the feasibility study elaboration, a construction of 7.8 km long tunnel is expected. This tunnel will lead beneath the Saigon river in Vietnam's capital of Ho-Chi-Minh City. The study is financed by Japan's Overseas Economic Cooperation Fund. This tunnel will link the first circuit with the peninsula of Thu Thiem with 2 tunnel pipes. Currently, an agreement between the governments of Vietnam and Japan about the loan for this project is being negotiated.

If this agreement is signed, the selection process will be held in Spring of the next year. The time schedule expects the construction to begin by the end of the year 2001 and to completely finish in the next 3 years.

According to foreign sources
Doc. Ing. Pavel Přibyl CSc.

Z HISTORIE TUNELOVÉHO STAVITELSTVÍ

FROM THE HISTORY OF TUNNEL CONSTRUCTIONS

Z HISTÓRIE VÝSTAVBY BRALSKÉHO (MASARYKOVHO) TUNELA

Bralský tunel je jedním z piatich železničných tunelov na jednokofajnej trati Handlová - Horná Štubňa, ktorá bola vybudovaná v r. 1927 - 1931. Trať vychádza zo

A PIECE OF HISTORY CONCERNING THE CONSTRUCTION OF THE TUNNEL BRALSKÝ (MASARYK TUNNEL)

The tunnel Bralský is the only tunnel of five railway tunnels on the single track Handlová - Horná Štubňa which was constructed within the years 1927 and 1931.

stanice Handlová (446 m n. m.) a končí v prípojnej stanici Horná Štubňa (630 m n. m.). Výškový rozdiel 184 m medzi prípojnými stanicami sa dal prekonať len rozvinutím trate do dĺžky 18,5 km so stupňami až do 16 promile. Z celkovej dĺžky bolo 4 444 m vedených v tuneloch.

Ďalej sú na trati 3 viadukty s dĺžkou 136, 104 a 98 m, 67 železničných a 66 cestných mostných objektov, takže do r. 1938 to bol najnáročnejší stavebno-technický úsek.

Na výstavbe trate v r. 1929 pracovalo 1500 robotníkov, ich počet sa od apríla r. 1930 zvýšil na 3000, uprostred letných mesiacov sa zvýšil až nad 4000 (max. stav bol 4 220 robotníkov).

Stavbu zadávalo ministerstvo železníc formou konkurzu postupne podľa rozsahu prác a náročnosti tak, aby sa celá stavba dokončila naraz.

Prevažne išlo o stavebné firmy so sídlom v Prahe (Združenie Ing. Zdeněk Kruliš, Ing. Jaroslav Jáchymek, Ing. Jaromír Schwarz a spol., Ing. Bohuslav Ruml, stavebné podnikateľstvo, firma Ing. Köller a Havel).

Geologický prieskum v prípravnom štádiu stavby viedol Prof. Cyril Purkyně z Prahy spolu so slovenským geológom p. Starohorským z Liptovského Mikuláša už v r. 1920.

Trasu Bralského tunela vytyčovali prvý raz v r. 1921, druhý raz o 6 rokov neskôr. Tunel bol svojou dĺžkou 3011,6 m do r. 1940 najväčšou tunelovou stavbou v republike. V roku 1940 bol dokončený na trati Banská Bystrica - Diviaky 4 698 m dlhý tunel (Čremošné) prechádzajúci masívom Veľkej Fatry. Bralský tunel sa roku 1930 pri príležitosti 80-tych narodenín prezidenta republiky premenoval na tunel T. G. Masaryka. V povojnových rokoch sa mu opäť vrátilo pôvodné meno.

Pri stavbe Bralského tunela sa pracovalo na 12 pracoviskách. Tunel sa razil modifikovanou rakúskou metódou s dostrojným záberom.

Práce pri razení smerovej štólne komplikovali silné prítoky vody. Prvých 586 m sa preto muselo raziť ručne. V troch 8-hodinových zmenách sa postupovalo tempom 1,8 m/deň. S pribúdajúcimi metrami postupu smerovej štólne zosilňovali aj prítoky vody a miestami dosahovali až 200 l/s. V týchto častiach tunela došlo aj k zavalom. V jednom z nich v dĺžke 9 m sa pri zmáhaní použila drevená gulfatina s hrúbkou až 600 mm. Po prekonaní kritického úseku sa pri razení začali používať stroje. V záujme dodržania časového harmonogramu stavby sa profil smerovej štólne zmenšil na 4,5 - 5 m². Výkon v tomto profile stúpil až na úroveň 10 m/24 hod. Je zaujímavé, že v tomto zmenšenom profile sa už nemohol použiť pneumatiký nakladač Flottmann (s rozchodom 760 mm a výškou 1,32 m s príkonom 6 kW a s transportným pásom pre nakladanie do vozíkov). Pri ručnom nakladaní sa postupovalo tak, že sa do čelby pristavili 3-4 vozíky a materiál tunelári vybavení širokými lopatami s krátkymi poriskami prehadzovali z vozíka na vozík.

Pri vyvážaní rúbany sa používali špeciálne typy banských benzínových lokomotív. Parný pohon sa využívať nemohol, pretože dymové splodiny by ohrozovali zdravie tunelárov.

Pri strojovom razení sa používali šramačky Flottmann Ca 10 a pneumatiký vŕtacie kladivá s hmotnosť 10 - 15 kg.

Pri práci v tuneli sa pracoviská osvetľovali najprv karbidovými lampami, neskoršie sa inštalovalo elektrické osvetlenie. Elektrická energia na pohon strojov umiestnených na hlavnom stavenisku Bralského tunela sa privádzala z elektrárne v Handlovej. Staveniská, ktorým vtedy hovorili tunelové nádvoria, tvorili svojim vybavením technickú základňu celej stavby a stali sa neodmysliteľnou súčasťou stavieb železničných tratí na Slovensku v medzivojnovom období.

V septembri 1931 po 35 mesiacoch razičských prác bola tunelová rúra hotová a mohol sa začať kľásť železničný zvršok. Medzitým sa dokončili aj ďalšie 4 tunely na tejto trati (Pstruhársky, Hanický, Pekelský, Štubniansky).

Smutnou stránkou tejto tunelovej stavby bolo 7 obetí ľudských životov.

Vetracie tunela podporuje 119 m hlboká vetracia šachta s ventilátorom. Počas výstavby tunela, ale najmä po jeho dokončení sa sledovalo prúdenie vzduchu, smer vetra, atmosférický tlak i teploty vnútri tunela, čím sa získal prehľad o pohybe vzduchu. Prírodná vetracia doba bola 25-30 min., pri nepriaznivých atmosférických podmienkach sa zvýšila na 50-60 minút. Pri zostavovaní cestovného poriadku sa museli vytvoriť medzi jednotlivými vlakmi dostatočne dlhé intervaly, aby sa z tunela vyvetral obsah jedovatých splodín lokomotív a benzínových motorov. Prírodný ťah sa mohol v prípade potreby zvýšenia premávky zmeniť na umelý.

Vzhľadom k pomerne prudkému stupňaniu v tuneli (14 promile) museli rušňovodiči pred vjazdom do tunela rozkúriť a pripraviť piesok proti prešmykovaniu kolies. V opačnom prípade ich čakalo hotové peklo. Jeden takýto prípad je opísaný aj v knihe železničnej stanice Handlová: "Dňa 20. marca 1938 boli otrávené vlakové mužstvá vlaku 4558 uhoľným dymom. Vlak s postrkom nevládla z tunela vyťahovať. Keď rušňovodič omdlel, kurič zastavil vlak. Spríedovcovia potom zistili, že spríedovca Drozd omámený plynom spadol pod kolesá pomaly sa pohybujúceho vlaku. Našli ho tam už mŕtveho". Táto nehoda mala za následok, že vlakové čaty museli mať plynové masky a postrk smerom na Hornú Štubňu nebol viac povolený.

Veselšie sa počúvalo rozprávanie o tom, ako bolo v tých časoch nariadené, že rušňovodič, ktorému príde zle z príotravenia, dostane v Sklenom za kalíšok koňaku na občerstvenie. Odvtedy bolo údajne zle všetkým, a tak bolo toto ľudské nariadenie vzápätí zrušené.

Podľa prameňov Klubu priateľov železníc na Hornej Nitre spracoval Ing. Jozef FRANKOVSKÝ

The railway line starts in the station Handlová (446 metres above the sea level) and it is terminated in the station Horná Štubňa (630 metres above the sea level). The altitude difference 184 m between the stations could be solved only by extending the line to the length of 18.5 km, with the gradient up to 16 per mille. 4 444 m of the line were situated in tunnels. The line was also provided with 3 viaducts of the lengths equal to 136, 104 and 98 m, 67 railway bridges and 66 road ones, so that till the year 1938 it was the most exacting constructional technical section.

On the construction of the line in the year 1929, there were working 1 500 workers, and, till April 1930, their number was increased up to 3 000. Within summer months, the number of workers achieved more than 4 000 (max. 4 220) workers.

The construction was ordered by the Ministry of Transport in the form of a tender, gradually with respect to the extent of works and their exactness, for all works to be terminated at the same time.

Mostly it concerned building firms with their registered offices in Prague (Association of Ing. Zdeněk Kruliš, Ing. Jaroslav Jáchymek, Ing. Jaromír Schwarz & Co., Ing. Bohuslav Ruml, construction entrepreneurs, the firm Ing. Köller and Havel).

The geological investigation in the preparatory stage of the construction was managed by Prof. Cyril Purkyně of Prague together with the Slovakian geologist Mr. Starohorský of Liptovský Mikuláš in the year 1920.

The line of the tunnel Bralský was traced for the first time in the year 1921, for the second time 6 years later. The tunnel, with respect to its length 3 011.6 m, was till the year 1940 the longest tunnel structure in the Czechoslovak Republic. In the year 1940, the tunnel Čremošné on the line Banská Bystrica - Diviaky was finished, having been 4 698 m long and passing through the rock massif of Veľká Fatra. The tunnel Bralský was re-named at the occasion of eightieth anniversary of the president of the republic to the tunnel of T.G. Masaryk. After the second world war, the original name was returned to it.

When constructing the tunnel Bralský, the work was carried out on 12 construction sites. The tunnel was driven by means of a modified Austrian method with a top heading.

Driving works in the direction gallery were complicated by a considerable water inflow. That was why the first 586 m had to be driven manually. The progress was 1,8 m per day within three eight-hour shifts. In larger distances from the entry of the pilot gallery, water inflows increased and on some places they achieved up to 200 litres per second. In said parts of the tunnel even break-offs took place. In one of them, in the length of 9 m, there were applied lagging poles being up to 600 mm thick. The critical section having been driven, driving machines started to be applied. To keep the time-table of the construction, the profile of the direction gallery was decreased to 4.5 - 5 sq.m. The advance rate in this profile was increased up to 10 m per 24 hours. It is interesting that in this reduced profile it was impossible to apply the pneumatic loader Flottmann (having the gauge 760 mm and the height 1.32 m with the input 6 kW, and provided with a transport belt for loading muck into mine cars). If manual loading took place, three or four mining cars were situated near the heading, and tunnel workers reloaded material from one car to the other by means of wide shovels provided with short handles. For hauling the spoil, special types of petrol mine locomotives were applied. Steam drive could not be utilized, because smoke products might endanger the health of workers.

As to the mechanical excavation, there were applied Flottmann Ca 10 picks and pneumatic hammer drills weighing 11 to 15 kg.

During the work in the tunnel, the construction sites were illuminated at first with carbide lamps, later electric illumination was installed. Electric power for drives of machines situated on the main driving site of the tunnel Bralský was supplied from the power plant in Handlová. Construction sites which were named tunnel courtyards at that time, formed, with their equipment, a technical base of the whole construction and became an inseparable part of railway line constructions in Slovakia within the period between the world wars.

In September 1931, after 35 months of driving works, the tunnel tube was completed and the superstructure could be laid. Meanwhile, also further four tunnels (Pstruhársky, Hanický, Pekelský, Štubniansky) were finished on this line.

Seven human lives represented the sad point of that tunnelling construction.

The ventilation of the tunnel was improved by means of a ventilation shaft, having been 119 m deep and provided with a fan. During the tunnel construction, but especially after its completing, there was inspected air flow, wind direction, atmospheric pressure and temperature, and so a survey of air movements was gained. The natural air change time was 25 to 30 minutes, but if the atmospheric conditions were unfavourable, the air change period was increased to 50 - 60 minutes. When drawing up a time-table, sufficiently long operating headways had to be adopted, so that toxic products of locomotives and petrol engines may escape from the tunnel. The natural draught could be changed to artificial one in case of increased traffic. With respect to the relatively steep gradient in the tunnel (14 per mille), engine-drivers, before entering the tunnel, had to increase the speed and to prepare sand against wheel slip. If it was not done, it was horrible. One of such a case was described in the book of the railway station Handlová: „On March 20, 1938, the attendance staff of the train 4558 was poisoned with coal smoke. The train, moved by means of banking, could not pass through the tunnel. When the engine driver had fainted, the stoker stopped the train. The guards then found out that the guard Drozd fell down under the wheels of the slowly moving train. They found him dead.“ This accident resulted in an order that train guards had to have gas-masks, and banking in the direction to Horná Štubňa was forbidden.

The following storey-telling is rather merrier: if a railman was a little poisoned at that time, it was ordered, he had to get a cup of brandy in Sklené. From that time all railmen felt always poisoned, and so this humane order was cancelled within a short time.

Elaborated, according to materials of the Club of Railway Fans in Horná Nitra

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ

NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

PODZEMNÍ STAVBY – AMBICE A SKUTEČNOST

Mezinárodní konference pořádaná AFTES pod záštitou ITA 25.-26. října 1999 v Paříži. Tuto konferenci pořádá každé tři roky Francouzská společnost pro podzemní stavby AFTES. Její hlavní témata v roce 1999 byla následující:

- Poslední vývoj v projektování a monitoringu podzemních děl. Pohled na probíhající výzkum.
- Současné pokroky způsobů provádění podzemních staveb, pracovní podmínky na stavbách.
- Praktické aspekty řízení jakosti na podzemních stavbách, kontrola, normalizace a jejich přínos k tvůrčímu přístupu realizátorů a ke kvalitě staveb.
- Vliv ekonomických a sociálních faktorů na provádění podzemních staveb, organizace finančních operací, problematika kontrakčních řízení a řízení rizik při provádění podzemních staveb.

Součástí konference byla velmi rozsáhlá a důsledně po celou dobu konference probíhající výstava dodavatelů podzemních staveb, dodavatelů speciálních technologií a prvků, projektantů, a geotechnických i konsultačních kanceláří. Celkem se jí zúčastnilo 152 vystavovatelů a svým charakterem i rozsahem by se dala srovnat s jedním celým pavilonem stavební výstavy Forch Arch, která proběhla v září tohoto roku v Letňanech v Praze.

Konference byla též doprovázena celou řadou půdněních velmi zajímavých exkursí na různé podzemní stavby v Paříži anebo v jejím bezprostředním okolí.

Vlastní konference se zúčastnilo celkem 374 zaregistrovaných účastníků z 15 evropských a 5 ze zemí z ostatních kontinentů. Z České republiky se zúčastnil Jindřich Hess z Metrostavu jedním z exekutiv ITA, které konferenci předcházelo, dále Václav Soukup, rovněž z Metrostavu a Alexandr Rozsypal z SG Geotechniky.

Zahajovací projev přednesl prof. Alfred Haack, předseda ITA, a to na téma „Dnešní sociální a politické aspekty staveb tunelů“. Závěr jeho příspěvku byl ten, že podzemní stavby zůstávají jedním z klíčů pro to, aby se život ve velkých městech stal hospodárnějším, příjemnějším a zároveň umožňující zdravou sociální bázi pro jejich další rozvoj. V jeho příspěvku byla některá zajímavá čísla, která stojí za to uvést. „Ve více než sto velkých světových městech existuje a stále se rozšiřuje podzemní způsob přepravy metrem. Jen v Německu se ročně uzavírají kontrakty na přibližně 25 km tunelů, z toho 10 až 12 km pro metro, 5 km pro železniční tunely a zbytek pro tunely silniční. Celková délka postavených tunelů v Německu dosahuje již okolo 1200 km. V celé Evropě se odhaduje celková kilometrů všech typů tunelů na 10 000 km.“

Ve Francii se německý boom v podzemních stavbách v současnosti nekoná a tak francouzští kolově zaměřili svou pozornost také na ekonomické, organizační a sociální aspekty podzemních staveb. Konference se aktivně zúčastnili odpovědní pracovníci příslušných ministerstev. Diskusní témata například „Jak dosáhnout toho, aby ve veřejných soutěžích vítězili výhradně nabídky s nejmenší cenou bez ohledu na technické parametry projektu,“ jsou aktuální i u nás.

Z budoucích projektů pro příští tisíciletí se diskutoval tunel Lyon-Tunis pod Alpami a tunel pod Andami spojující Chile s Argentinou. V této sekci byl též uveden jediný český příspěvek J. Hesse z Metrostavu na téma „Ideas and reality of exploitation of the underground of Prague“. Příspěvek přednesl s přehledem Václav Soukup za značné pozornosti všech přítomných, kteří v diskusi reagovali některými dotazy.

Na konferenci bylo celkem předneseno 76 příspěvků. Většina z nich byla zaměřena na současné stavby a prezentovaly v jak širokém záběru se tunelové stavitelství dnes vyvíjí i jeho současnou technickou úroveň ve všech specializacích.

Tato konference, organizovaná národní francouzskou skupinou ITA, patří do stejné kategorie jako naše připravované Podzemní stavby 2000. Našemu organizačnímu výboru nastává latka velmi vysoko, ale věřím, že se naše konference bude za rok v zahraničí hodnotit stejně dobře jako dnes právě probíhala konference francouzských kolegů.

UNDERGROUND STRUCTURES - AMBITIONS AND REALITY

International conference held by AFTES under the patronage of ITA on 25-26.10. 1999 in Paris. AFTES, the French Association for Underground Construction, holds this conference every 3 years.

This year's main topics were following:

- Recent development in designing and monitoring of underground works. Glance at the ongoing research.
- Current progress in methods of underground construction performance, working conditions at the construction sites.
- The impact of economic and social factors on building of underground structures, organization of financial operations, the issue of contracting management and management of risks during underground constructions performance.

As a part of the conference, there was also an exhibition of underground works contractors, special technologies and elements suppliers, designers as well as of both geotechnical and consultancy offices. This exhibition was widely spread and was consistently running throughout the entire conference. Altogether, 152 exhibitors took part in it and by both its character and range it may have been comparable with one whole pavilion of the For Arch construction exhibition, which was held this September in Letňany, Prague.

The conference was also accompanied by a number of very interesting half-day excursions to various underground construction sites in Paris and its vicinity.

The conference hosted 374 registered participants from 15 European countries and 5 from another continents. As representatives of the Czech Republic, Jindřich Hess (Metrostav) took part in the ITA's executive sessions, which had been held before the conference. Václav Soukup (Metrostav) and Alexandr Rozsypal (SG Geotechnika) participated the conference proper.

Prof. Alfred Haack, the director of ITA delivered the opening speech on the topic of "Contemporary social and political aspects of tunnels building". In the conclusion of his contribution he claimed that underground structures remain to be a key factor for the life in large cities to become more economical, more comfortable and allowing creation of a sound social basis for their further development. Moreover, there were some interesting figures, which are worth mentioning. "A network of a subway transportation already exists in more than 100 of world's large cities and it is being further developed. Only in Germany, new contracts are concluded annually for approximately 25 km of tunnels, out of that 10 to 12 km for subway tunnels, 5 km for railway tunnels and the rest for road tunnels. The total length of tunnels built in Germany is estimated about 1,200 km. Throughout the entire Europe, tunnels of all types are estimated to have more than 10,000 km..."

However, current boom in Germany is not occurring in France, thus the French colleagues focused their attention also on economic, administrative and social aspects of underground works. Competent delegates of the respective ministries also participated in the conference. Topics such as "How to attain a state in which public competitions are not necessarily won by those who submit the lowest bids, regardless of the technical parameters of proposals", are topical in our country too. From future plans for the next millennium, projects of a Lyon-Tunis tunnel under the Alps and a tunnel connecting Chile and Argentina under the Andes were presented. Furthermore, the only Czech contribution, prepared by J. Hess (Metrostav), was presented in this section. The paper named "Ideas and reality of exploitation of the underground of Prague", was delivered by Václav Soukup with good knowledge of facts. It kept a remarkable attention of all delegates, who reacted by several inquiries in the consequent discussion.

Altogether, 76 contributions were presented throughout the conference. Majority was focused on current constructions and presented in how broad range is today's tunnel building being developed as well as its current technical level in all kinds of specialization.

This conference, organized by the French national group ITA, falls under the same category as our upcoming Underground Works 2000. It had set a very high level for our organizational committee, but I believe, that our next year's conference will be abroad evaluated at least as positively as the one just has held by French colleagues.

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.

VÝSTAVA IUT'99

Ve dnech 28. - 30. října 1999 se konala ve Švýcarsku 2. Mezinárodní výstava podzemního a tunelového stavitelství spojená se symposiumem "Inovace v podzemních stavbách a tunelech". Celá akce se konala v prostorách podzemní zkušební štolý Hagerbach a byla zaměřena především na problematiku připravovaných dlouhých tzv. bazálních tunelů v oblasti Alp.

Zkušební štola Hagerbach, ležící v údolí horního Rýna, představuje podzemní výzkumné středisko pro oblast technologií podzemní výstavby a jejich prvků. Zahnuje cca 3 km podzemních děl různých průřezů, situovaných v kalcitových sedimentárních horninách s velmi rozdílnými mechanickými vlastnostmi (pevností v prostém tlaku od 10 do 350 MPa). Pracoviště je vybaveno geomechanickou laboratoří, v podzemí jsou rovněž přednáškové sály a učebny samozřejmě včetně sociálního a gastronomického vybavení.

Letošní 2. Mezinárodní výstava se zúčastnilo přes 100 vystavovatelů především z alpských zemí a představilo nejnovější trendy v oblasti výstavby tunelů, zahrnující oblasti geotechnického průzkumu, vrtných prací, rozpojování hornin, transportu hmot, vyztužování a stabilizace výrubů, provádění primárních i sekundárních ostění, vystrojení a vybavení tunelů a monitoringu podzemních staveb. Celá výstava včetně doprovodného symposia se konala v podzemních prostorách zkušební štoly, pouze některé rozměrné exponáty (např. posuvné bednění) byly umístěny na volném prostranství u vchodu do štoly.

THE EXHIBITION IUT'99

The 2nd International Exhibition and Congress "Innovation in Underground Mining and Tunneling" took place in Switzerland, October 28 - 30 1999. The exhibition was staged in the Hagerbach Test Gallery, and was focused on problems of long base tunnels in the Alpine area.

The Hagerbach Test Gallery situated in the Upper Rhein Valley is the underground research and testing center for relevant questions of underground engineering and tunneling. The Gallery is comprised of more than 3 km underground galleries of various cross sections, situated in calcareous sedimentary rocks of varying mechanical properties (compressive strength in the range 10 - 350 MPa). The Hagerbach Test Gallery is provided with well equipped geomechanical laboratory, lecturing and training rooms are also located underground, naturally including social and alimentary services.

More than 100 exhibitors mainly from the Alpine countries took part in the IUT'99 Exhibition. They introduced recent trends in tunnel technologies including geotechnical survey, drilling, rock disintegration, transport, supporting and rock stabilization, primary and secondary lining, tunnel equipment and monitoring of underground structures. All exhibitions inclusive of the Congress were held in underground galleries, only several bulky exhibits were placed in the open, nearby the gallery entrance.

Characteristic feature of the fair was the presence of many small nimble firms (either separately or in cooperation with big companies), which introduced a wide range of innovations from all branches of underground technologies. As an example, we can notice the problems of stabiliza-

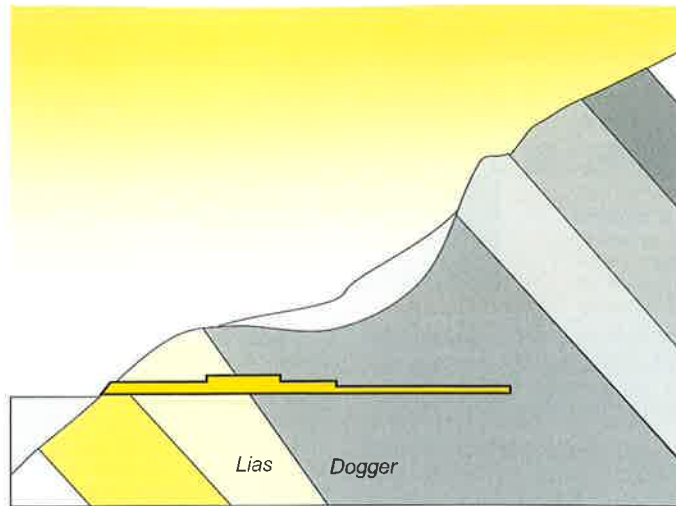
Na výstavě zaujala především velká účast menších dravých firem, které buď samostatně nebo ve spolupráci s velkými společnostmi, představovaly řadu inovací ze všech oblastí podzemní výstavby. Jako příklad může sloužit oblast stabilizačních technologií při razbách podzemních děl, zahrnující nové a inovované kotevny a injektážní systémy a jejich prvky.

Symposium, které bylo součástí výstavy, bylo zaměřeno na technické řešení bazálních alpských tunelů značných délek. Symposium bylo uvedeno čtyřmi hlavními referáty představitelů tunelářské obce alpských zemí (Švýcarsko, Německo, Rakousko, Francie). Tyto přednášky postihovaly problematiku inovací v oblasti podzemního stavitelství z různých hledisek. Švýcarská autoři G. Girmschied a A. Hartmann se zamýšlejí nad promyšleným řízením inovační politiky jako základním předpokladem úspěchu. K. Kuhnenn charakterizoval dosažené technické inovace v Německu od 60. let s těžištěm ve vývoji materiálů a mechanizačních zařízení pro razbu. Prof. J. Golser (Univerzita Leoben) se zaměřil na inovace spojené s vývojem NRTM od geologického průzkumu až k realizační fázi, zatímco P. Méan (Francie) se zabýval inovacemi v oblasti řízení velkých podzemních staveb na konkrétním příkladu hydroelektrárny Cleuson - Dixence.

Další část přednášek byla věnována současným velkým tunelovým projektům v alpské oblasti (bazální tunel Gotthard, tunel Lotchberg, tunel Curych - Thalwil). Referáty podrobně popisují současný stav projektů a stavebních prací na těchto rozsáhlých projektech, zahrnujících desítky kilometrů tunelových staveb.

Uroveň celé výstavy ale i velký zájem odborné veřejnosti (jako parkoviště musela být pronajata několik hektarová louka v blízkosti štoly) potvrzují význam, jaký podzemní stavitelství zaujímá v kontextu švýcarské ekonomiky. Lze předpokládat, že další výstavy, které se zde mají konat pravidelně, se stanou významnými světovými veletrhy technologií podzemní výstavby.

Ing. Richard Šňupárek, CSc.



Obr. 1 Fig. 1
Zkušební štola Hagerbach, podzemní výzkumné centrum Hagerbach Test Gallery Ltd. An underground research center

tion technologies in underground works containing new and innovated anchoring and grouting systems.

The accompanied congress was focused on the technical and organizational solution of very long base tunnels through the Alps. In the first part, four keynote lectures of tunneling community members from the Alpine countries (Switzerland, Germany, Austria, France) were presented. The lectures dealt with questions of innovations in underground structures from different viewpoints. Swiss authors G. Girmschied and A. Hartmann speculate about innovation management as a pre-condition of large projects success. K. Kuhnenn characterized innovations in the German tunneling during past forty years first of all in materials and machinery development. Prof. J. Golser (Austria) dealt with innovations connected with the NATM from geotechnical survey to the building phase, while P. Méan (France) concentrated on innovations in management of large projects on the real case of the Cleuson-Dixence hydropower plant.

The second part of the congress was devoted to contemporary big projects of base tunnels through the Alps (Gotthard, Lotchberg, Zurich - Thalwil). The papers describe in detail the recent state of designing and construction works on those large projects, comprising several tens of kilometers of tunnels. The high professional level of the exhibition as well as a wide interest of specialists and common public (a several hectare meadow in the vicinity of the gallery had to be hired as a parking place) confirmed the importance of tunneling and underground structures in the frame of Swiss economy. We can expect that future exhibitions, to be held in this place regularly, will become the world's underground construction technologies fairs.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON SAFETY AND FIRE IN TUNNELS, TAKING PLACE IN DECEMBER 2 TO 3, 1999, IN ROTTERDAM.

In December 2 and 3, 1999, there took place in Rotterdam an international conference concerning problems of fire and safety measures in tunnels. In individual papers, there were analyzed problems relating to safety measures in case of a fire in a road tunnel and in tunnels of underground railway. To secure escape of persons in case of an accident, fire and the like from underground areas, it is very important, for the applied ventilation system to be designed in a very suitable and effective way. A quick application of all safety measures depends upon the fact that a timely information is handed over by means of the control system. The following papers, relating to securing safety during fire in a tunnel, were read:

- Design of construction of motorway tunnels in Boston
 - Safety measures in Dutch tunnels
 - Reasons of fire in the Tauern and Mont Blanc tunnels
 - Safety measures in underground railway tunnels in Rotterdam
 - Active and passive safety measures in road tunnels in Switzerland
 - Possibilities of electrostatic filter application if fire appears in Norwegian tunnels
 - Ventilation influence upon fire in a tunnel - research work made in the Heriot-Watt University, Edinburgh
- Other papers solved the problem of protection of underground works structures. In papers there was discussed the question of resistance of a civil engineering structure, its protection by means of a fire insulation, and the possibility to protect the lining during fire by means of cooling water (Sprinkler).

For constructing a safe underground structure, a problem of the necessity to elaborate a possible risk analysis was mentioned in some papers.

In the paper of Prof. K. Pucher, and in further papers too, there were expressed the following pieces of knowledge showing how it is possible to decrease fire risks in tunnels and how to make it impossible that fatalities may not come in question in case of a fire rise.

- Long tunnels should be designed, from the safety stand point of view, with two one-way traffic tubes.
- The attending staff must be regularly trained so that all workers, in case of fire, may have respective correct reactions as to the arisen situation and that they may be able to secure the escape of persons from the tunnel.
- A well functioning control system, inclusive safety measures signalling a fire rise and its location.
- A transverse and semi-transverse ventilation with a possibility to concentrate the air suction during fire, is good for removing products of burning and for making it possible that persons may escape from the tunnel. The air supply must be stopped during the underground fire.
- The longitudinal ventilation of one-way traffic tunnels is questionable.
- In case of a fire in a tunnel (rise of smoke and the like), passengers must leave immediately their cars and try to escape. It is better to loose a car than one's life. In case of fire in the tunnel Mont Blanc, 27 persons were stifled in their cars. The fire smoke was very toxic. This fact should be solved by means of an education of drivers in driving schools, and the like.

In the second part of the conference there took place an excursion onto the construction site of the portal of the tunnel Benelux. It concerns the second tunnel tube constructed under the channel of the port in Rotterdam. The tunnel is constructed by means of the traditional Dutch method, i.e. by sinking of individual tunnel sections onto the prepared bottom. Concreted sections in the dry dock are closed, the dock is flooded and the section is transported on water to the place where it is seated onto the bottom and mutually watertightly joined by means of specialised locks and gaskets. The tunnel tube has been designed for road transport (two traffic lanes + one separated lane for both directions, as the case of need may be), busses of municipal mass transportation (two lanes), underground railway and cyclists. A separate escape tunnel is also a part of the tunnel tube.

Ing. Miroslav NOVÁK, METROPROJEKT Praha a.s.

MEZINÁRODNÍ KONFERENCE O BEZPEČNOSTI A POŽÁRU V TUNELECH KONANÉ DNE 2.-3. 12. 1999 V ROTTERDAMU

Ve dnech 2.-3. 12. 1999 se v Rotterdamu konala mezinárodní konference o problematice požáru a bezpečnostních opatřeních v tunelech. V jednotlivých referátech byla rozebírána problematika bezpečnostních opatřeních při požáru v silničním tunelu a v tunelech metra. Pro zabezpečení úniku osob v případě nehody, požáru apod. v podzemí je velmi důležitý vhodně navržený a použitý vzduchotechnický systém. Rychlé použití všech bezpečnostních opatření závisí na včasné předání informací řídicím systémem. Na téma zajišťující bezpečnost při požáru v tunelu byly předneseny v referátu:

- Projekt výstavby dálničních tunelů v Bostonu
 - Bezpečnostní opatření v holandských tunelech
 - Příčiny požáru v Tauern a Mont Blanc Tunnel
 - Aktivní a pasivní bezpečnostní opatření v silničních tunelech ve Švýcarsku
 - Možnosti použití elektrostatických filtrů při požáru v norských tunelech
 - Vliv větrání na požár v tunelu - výzkumná práce z Heriot-Watt University, Edinburgh
- V dalších referátech byla řešena otázka ochrany stavebních konstrukcí podzemních děl. V příspěvcích byla probírána otázka okolností stavební konstrukce, její ochrana požární izolací a možnost ochrany ostění při požáru pomocí ochlazení vodou (Sprinkler).

Pro vybudování bezpečného podzemního díla byla v některých referátech zmíněna otázka nutnosti zpracování projektu rozboru možných rizik (risk analysis).

V referátu Prof. K. Puchera, ale i v dalších referátech byly vysloveny následující poznatky vedoucí ke snížení rizika požáru v tunelech a v případě jeho vzniku k zabránění ztrát na životech:

- Dlouhé tunely řešit z důvodu bezpečnosti se dvěma jednosměrnými troubami.
- Obsluhující personál musí být pravidelně školen, tak aby v případě požáru správně reagoval na vzniklou situaci a zajistil únik osob z tunelu.
- Dobře fungující řídicí systém včetně bezpečnostních opatřeních signalizující vznik požáru a jeho lokalizaci.
- Příčné a polopříčné větrání s možností koncentrovaného odsávání vzduchu při požáru je dobré pro odvod zplodin hoření a umožnění úniku osob z tunelu. Při požáru musí být přívod vzduchu vypnut.
- Podélné větrání u jednosměrných tunelů vyhovuje na zajištění úniku cestujících. U dvousměrných tunelů je u podélného větrání problematické.
- V případě požáru v tunelu (vznik kouře apod.) musí cestující neprodleně opustit vozidlo a snažit se uniknout. Je lepší přijít o auto než o svůj život. V případě požáru v tunelu Mont Blanc se 27 osob udusilo ve svých autech. Dým z požáru byl velmi toxický. Tato skutečnost by se měla řešit dopravní výchovou řidičů v autoškolách apod.

V druhé části konference byla exkurze na staveništi portálu tunelu Benelux. Jedná se o druhou tunelovou troubu budovanou pod kanálem přístavu v Rotterdamu. Tunel je stavěn tradiční holandskou metodou tj. naplavením jednotlivých sekcí tunelu na připravené dno. Vybetonované sekce v suchém doku jsou uzavřeny, dok je zaplaven a sekce se po vodě dopraví na místo, kde se usadí na dno a pomocí speciálních zámků a těsnění vzájemně vodotěsně spojí. Tunelová trouba je řešena pro silniční dopravu (dva pruhy + jeden oddělený pruh pro oba směry podle potřeby), autobusy MHD (dva pruhy) metro a cyklisty. Součástí tunelové trouby je i samostatný únikový tunel.

Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ ZAJINTERESOVANÝCH DO PODZEMNÍCH STAVEB

ACTIVITIES OF PROFESSIONAL CORPORATIONS INTERESTED IN UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

SEMINÁŘ O PODZEMNÍM SKLADU VYHOŘELÉHO JADERNÉHO PALIVA

Dne 21. října t.r. byl na Ústavu geoniky AVČR v Ostravě ve spolupráci se Stavební fakultou VŠB Technické univerzity uspořádán odborný seminář "Podzemní skladování vyhořelého jaderného paliva". Seminář se zúčastnilo 30 odborníků z různých oblastí, zahrnujících jaderný výzkum, geologický a geotechnický průzkum, podzemní výstavbu, hornictví a ekologii.

Současná koncepce řešení konce palivového cyklu českých jaderných elektráren předpokládá, že palivové články po vyjmutí z reaktoru budou po dobu 5 - 7 let uloženy ve vodním bazénu v prostoru jaderných elektráren a potom umístěny po dobu cca 30 - 40 let ve skladu vyhořelého jaderného paliva. Po této době a případné recyklaci budou výsledné radioaktivní odpady nevratně uloženy v podzemním úložišti.

V současné době je skladování vyhořelého jaderného paliva (VJP) projekčně připravováno jako povrchový sklad v JE Dukovany (hlavní varianta) a jako podzemní sklad v lokalitě Skalka (záložní varianta). V lokalitě Skalka v okrese Žďár n/S byla vyražena průzkumná štola, v níž byla provedena řada geotechnických měření.

Na semináři bylo předneseno 13 odborných referátů, které se týkaly štěpných produktů ve vyhořelém jaderném palivu českých jaderných elektráren, návrhů obalových souborů pro vyhořelé jaderné palivo, geologického a geotechnického průzkumu na vybrané lokalitě, projektu podzemního skladu VJP, teplotního režimu a chladicího větrání podzemního skladu, teplotního namáhání a životnosti výztuže a vlivu tohoto díla na životní prostředí. Sborník příspěvků je ještě k dispozici u pořadatelů pro případné zájemce.

Z hlediska podzemního stavitelství přinesl seminář nové poznatky především z oblasti vlivu zvýšených teplot na výztuž a horniny v okolí podzemního díla a režimu chladicího větrání, umožňujícího odvádění produkovaného tepla. Rovněž poznatky o vlivu podzemního skladu na životní prostředí a možnostech minimalizace jeho negativních dopadů jsou velmi cenné.

Účastníci semináře dospěli k názoru, že podzemní řešení skladu vyhořelého jaderného paliva přináší některé zásadní výhody ve srovnání s povrchovou variantou. V prvé řadě je to výrazné zvýšení jaderné bezpečnosti vzhledem k možným přírodním a sociálním rizikům. Neméně důležité je to, že podzemní řešení poskytuje možnost prodloužení období skladování v řádu mnoha desítek let s podstatně menšími technickými a ekonomickými nároky než u povrchové stavby. Vzhledem k současnému intenzivnímu vývoji recyklačních technologií podzemní sklad umožňuje počkat na dosažení takové úrovně recyklace, kdy naprostá většina objemu vyhořelého paliva bude znovu použita a požadavky na nevratné uložení v podzemním úložišti budou minimální nebo žádné.

Ing. Richard Šňupárek, CSČ.

SEMINAR ABOUT THE UNDERGROUND STORAGE OF BURNT-UP NUCLEAR FUEL

A special seminar on the topic of "Underground disposal of burnt-up nuclear fuel" was arranged at the Geonika institute AVČR in cooperation with the Construction faculty of VŠB of the Technical University on 21st October 1999. Altogether, 30 specialists from various areas, including nuclear research, geological and geotechnical exploration of underground works, mining and ecology, attended the seminar.

Current conception concerning the solution of the fuel cycle termination in Czech nuclear power plants expects that the fuel elements will be, after their removal from a reactor, stored in aqueous bath inside a power plant for 5-7 years. After that term and a contingent recycling, the resultant radioactive waste will be irreversibly stored in an underground storage.

A storage of burnt-up nuclear fuel (BNF) is currently being designed as a surface storage in the Dukovany nuclear power plant (the main alternative) and as an underground storage in the Skalka locality (the back up alternative). An exploration gallery was excavated in the Skalka locality, district of Žďár nad Sázavou, from which a number of geotechnical measurements were performed.

During the seminar, 13 highly specialized papers were presented concerning fission products in the BNF of the Czech nuclear power plants, suggestions for BNF casing sets, geological and geotechnical exploration in the locality selected, a design of an underground BNF storage, temperature regime and a cooling ventilation in the underground storage, reinforcement temperature stress and lifetime, and influence of this storage on environment. For all those interested, the proceedings of contributions are still available with the seminar organizers.

From the point of view of underground engineering, the seminar brought new knowledge especially in the area of the impact of increased temperatures on reinforcement and on the rock adjacent to underground works, and in the field of cooling ventilation regimes, allowing the heat produced abstraction. In addition, new knowledge about the influence of an underground storage on environment and possible minimization of its negative impacts proves to be very valuable.

Seminar participants reached the consensus, that the method of placing BNF stores under ground provides some basic advantages in comparison with the method of surface disposal. First, it is a remarkable increase in nuclear safety regarding possible natural and social risks. Not of lesser importance, the method of underground disposal allows prolongation of a storage term, which can be measured in decades, with remarkably lower economic and technical demands compared to a surface storage. With regard to current intensive research of recycling technologies, the method of underground storage allows us to wait until such a recycling level is reached when absolute majority of the BNF is reused and demands for irreversible disposal in the underground storage is decreased to minimum or zero.

ŽIVOTNÍ JUBILEA

LIFE JUBILEES

ING. JURAJ KELEŠI ŠESŤDESIATNIKOM

Predseda Slovenského tunelárskeho komitétu počas dvoch funkčných období (1993-1999) a dlhoročný pracovník Doprastavu, a. s. Bratislava, oslávil 12. januára 2000 svoje šesťdesiate narodeniny.

Vo svojom rodisku, v Bratislave, vyštudoval na Slovenskej vysokej škole technickej v r. 1959-1964 stavebné inžinierstvo. Stavbárske vzdelanie si nekoršie v r. 1970-73, už ako pracovník Doprastavu, prehĺbil postgraduálnym štúdiom so špecializáciou na projektovanie a technológiu výstavby diaľnic.

V podniku Doprastav pracoval spočiatku ako stavbyvedúci na viacerých stavbách v oblasti bývalého Západoslovenského kraja, neskôr ako prípravár a vedúci technickej prípravy stavieb na úrovni závodu. V r. 1975 prešiel na podnikové vývojové pracovisko, kde sa zameriaval na nové technológie výstavby diaľnic. V rokoch 1979-84

ING. JURAJ KELEŠI SEXAGENARIAN

The Chairman of the Slovak Tunnelling Committee during two function periods (from 1993 till 1999) and the worker of Doprastav, a.s., Bratislava, for many years, celebrated on January 12, 2000 his 60th anniversary.

In his birthplace, in Bratislava, he was studying at the Technical University within the years 1959-1964 the civil engineering line. Later, in the years 1970 till 1973, as the employee of Doprastav, he intensified his professional education in a postgraduate study in the specialization to designing and technology of motorway construction.

In the firm Doprastav, he was working at the beginning as a works foreman on several constructions in the region of the former West Slovak Region, later as an employee and head of the technical preparation of constructions at the level of a plant. In the year 1975, he went over to the developing workplace of the enterprise where he drew his attention to new technologies of motorway constructions. Within the years 1979-84, he was working in the plant. zvolen as the head of the technical section. Then, during 1984-1988 he became the Vice-

působil na závodech Zvolen vo funkcii vedúci technického úseku. Následne, v r. 1984-1988 sa stal zástupcom riaditeľa výrobného odboru na Ministerstve stavebníctva SR. V tom období sa podieľal na riadení veľkých inžinierskych stavieb ako Vodné dielo Gabčíkovo-Nagymaros, Vodné dielo Stariná, Rýchlodráha Bratislava. V r. 1989 sa opäť vrátil do materského podniku s funkčným zaradením asistent generálneho riaditeľa a námestník pre stavbu Rýchlodráhy v Bratislave.

Od r. 1993 do r. 1997 bol vedúcim marketingového odboru. Po tomto období až do dnešných dní sa venuje príprave tunelových stavieb na diaľniciach

Tolko o našom jubilatovi hovorí suchopárny záznam z hľadiska funkčného zaradenia. Pozrime sa však na jeho odborný profil hodnotiacim okom spolupracovníkov.

Kolegovia sa zhodujú v tom, že ho vždy priťahovali najmä nové technológie. Venoval sa tak ich vývoju, ako aj uvádzaniu na stavbách. Spočiatku to boli mosty a diaľnice. Je pamätníkom stavby prvých kilometrov diaľnice Malacky - Bratislava a technicky veľmi náročného mosta SNP ponad Dunaj v Bratislave. Jeho osobný prínos sa dá vystopovať napr. vo vývoji finišerov na podkladové vrstvy diaľnic, technológie spevňovania zeminového telesa cementom alebo vysušovania podkladových vrstiev práškovým nehaseným vápnom.

Odborné renomé ho predurčilo na zapojenie do prípravy stavby Rýchlodráhy v Bratislave. Aj keď táto stavba nepokročila do štádia úplnej realizácie, jubilatovi poskytla príležitosť vniknutia do tajov tunelárskej branže. To bol dôvod, že sa v r. 1985 stal členom výboru Československého tunelárskeho komitétu. Po rozdelení ČSFR sa stal prvým predsedom STK a v tejto funkcii pokračoval až do r. 1999.

Za jeho predsedníctva a pod záštitou STK boli úspešne zorganizované viaceré tunelárske konferencie (Poprad 1995, Prievidza 1996, Žilina 1998 a 1999). Počas jeho predsedovania fakticky odštartovala éra výstavby diaľničných tunelov v SR.

Z mimoriadnych záľub hodno uviesť záľubu vo vodáckom športe. Možno povedať, že splavil všetko, čo sa na slovenských tokoch splaviť dá. Dôverne sa vyzná na dlhom úseku Dunaja od Ingolstadtu až po Budapešť a splavil aj Sprévu medzi Gottbusom a Berlínom. Podľa výzoru a vitality by mu sova mohol niekto hádať viac ako 50 rokov. Podobne, ako mu pri životnom jubileu gratulovali všetci, želáme mu aj my, aby mu vitalita, chuť do života, osobná energia a zdravie slúžili ešte dlhé roky tak ako doteraz. Šesťdesiatka je čas, keď práca prestáva byť povinnosťou a stáva sa viac záľubou.

Milý jubilat, pestuj intenzívne svoje doterajšie záľuby a podľa osobných náklonností príber aj ďalšie, ktoré obohatia Tvoj život v seniorskom veku.

Za Slovenskú tunelársku asociáciu
Ing. Jozef FRANKOVSKÝ

ING. RICHARD ŠŤUPÁREK CSC. ŠEDESÁTNIK

Dlouholetý člen redakční rady Tunel a významný odborník v oblasti hornického podzemného staviteľství se narodil v Ostravě 9. 10. 1939. Vysokoškolského diplomu dosáhl ve Vysoké škole Báňské - fakulta hornicko-geologická v roce 1961. Po třiletém působení v Geologickém průzkumu uranových dolů Příbram nastupuje v r. 1964 do Vědecko-výzkumného uhelného ústavu Ostrava Radvanice. Odborně se zaměřil hlavně na problematiku stability a výztuže podzemních děl. Jeho zásluhy na rozšíření svorníkové a kotevné výztuže v důlních i tunelových dílech jsou neocenitelné. Jako vedoucí laboratoře stability podzemních děl a později vedoucí střediska geomechaniky se zasloužil o vývoj konstrukcí kotevních prvků, výpočetní metody navrhované svorníkové výztuže i vydání oborové normy. K tomu přistoupily další odborné práce z oboru stability ocelové výztuže a také zpevňující a těsnící injektáže hornin. Od roku 1994 pracuje na nově založeném ústavu geoniky AVČR Ostrava nejdříve jako vedoucí střediska geomechaniky a od r. 1998 jako jeho ředitel.

Pro všechny naše čtenáře je také nutno zdůraznit jeho významný podíl na vytvoření komunikace mezi odbornými skupinami báňských a stavebních specialistů zabývajících se problematikou v oboru geotechniky, dále jeho podíl na zavádění svorníkové výztuže hlavně v souvislosti s technologií NATM a to na takových významných tunelových stavbách jako bylo Pražské metro, tunel Hřebeč, Černý Váh, tunel Mrázovka, Strahovský tunel aj. Ing. Šťupárek je autor 12 patentů a jeho publikační činnosti přesáhla ročně stovky, dále je vedle členství v ČTUK ITA/AITES sekretářem České národní skupiny International Society of Rock Mechanics (ISRM) a členem hornické společnosti ČSVTS.

Redakční rada oceňuje jubilatovu práci v redakční radě i v tunelářské společnosti a přeje do dalších let pevné zdraví a stálý zájem o rozvoj geotechnického oboru.

Ing. Petr Vozarič



Manager of the production department of the Ministry of Construction Industry of the Slovak Republic.

During this period, he took part in management of large engineering constructions, such as the Water Work Gabčíkovo-Nagymaros, Water Work Stariná. Express Railroad Bratislava. In the year 1989, he returned again into the mother enterprise as the Assistant of the General Manager and the Vice-Manager for the construction of the express railroad in Bratislava. From the year 1993 till 1997, he was the Manager of the marketing department. After said period till these days, he has paid attention to preparations of tunnel constructions on motorways. That is all what can say us a brief record of his posts and offices. Let us look, though, to his professional profile through evaluating eyes of his fellow workers.

Colleagues agree on the fact that he was always mostly interested in new technologies.

He devoted himself to their development and implement on constructions. At the beginning it concerned bridges and motorways. He is witness of the first kilometres of the motorway Malacky - Bratislava and of the very exacting bridge SNP over

the Danube in Bratislava. His personal contribution may be traced e.g. in the development of finishers for base layers of motorways, of the reinforcing technology of the soil body by means of cement. or in the development of drying technologies for base layers by means of powdered quicklime.

His professional reputation caused his participation in preparation works of the express railroad construction in Bratislava. Even if said construction has not yet reached the stage of the complete realization, it offered him and occasion to penetrate into secrets of the tunnelling profession. This was the reason why he became a member of the Czechoslovak Tunnelling Committee in the year 1985. After the separation of the Czechoslovak Federal Republic, he became the first Chairman of the Slovak Tunnelling Committee, and he was in this office till the year 1999.

During his chairmanship and under the sponsorship of the Slovak Tunnelling committee, there were successfully organized several tunnelling conferences (Poprad 1995, Prievidza 1996, Žilina 1998 and 1999). The era of motorway tunnel construction in the Slovak Republic started in fact during his chairmanship.

As to his hobbies, there must be mentioned aquatic sports. It can be said that he floated all flows which can be floated in Slovakia. He is very familiar with the long section of the Danube from Ingolstadt up to Budapest, and he also floated Spreve between Cottbus and Berlin. With respect to his looks and vitality, nobody could mean that he is older than fifty. Analogously as all his relatives and friends congratulated him at the occasion of his jubilee birthday, we also wish him that his vitality, liking for life, personal drive and good health may serve him for further many years. The age of sixty, that is the time when the work becomes to be no more a duty, but it becomes to be more a hobby.

Dear colleague, pay attention to your hobbies in an intensive way and according to your personal wishes, take further ones which will enrich your life in your senior age.

On behalf of the Slovak
Tunnelling Association.

ING. RICHARD ŠŤUPÁREK - SEXAGENARIAN

The many years' member of the Board of Editors of the journal Tunel and a distinguished expert in the sphere of mining underground engineering was born in Ostrava on October 9, 1939. The university diploma at the Mining University, Faculty of Mining and Geology, was granted him in the year 1961. After three years of work in the Ground Investigation of Uranium Mines Příbram, he started to work, in the year 1964, in the Scientific-Research Coal Institute Ostrava-Radvanice. Professionally, he drew his attention mainly to problems of stability and reinforcement of underground works. His merits concerning applications of bolt and anchor support in large extent in mining and tunnelling works are inappreciable. As the head of a laboratory of stability of underground works and late as the head of the centre of geomechanics, he gained recondition for the development of designs of anchoring elements, computer method of bolt reinforcement being designed, as well as for issue of the line standard. There may be mentioned further professional works in the line of steel reinforcement and of reinforcing grouting and sealing one of rocks. From the year 1994 he was working in the newly established Institute of Geonics of the Academy of Sciences Ostrava, first as the head of the Centre of Geomechanics and from the year 1998 as its Manager.

It is also necessary for our readers to emphasize his important part related to communication among professional groups of mining specialists and building ones working in the line of geotechnics, and his important participation at implementation bolt support mainly in connection with the NATM technology, viz. on such important tunnel Hřebeč, Černý Váh, the tunnel Mrázovka, Strahov tunnel, etc. Ing. Šťupárek is the author of 12 patents and its publication activity crossed the number one hundred. Besides the membership in ČTUK ITA/AITES, he is the Secretary of the Czech National Group of the International Society of Rock Mechanics (ISRM), and the member of the mining society of the Czechoslovak Scientific Technical Society.

The Board of Editors appreciates the work of Ing. Šťupárek, celebrating his anniversary, both in the Board of Editors and in the Tunnelling Society, and it wishes him good health and permanent interest relating to the development of the line of geotechnics.



ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

NEWS SERVICE OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE ITA/AITES

PŘEDSEDNICTVO ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

zasedalo 26.10.1999 v Praze. Předseda Ing.Hess informoval o současné situaci v ITA/AITES, o její členské základně a aktuálních otázkách jako je vydání tunelářského výkladového slovníku, ustavení nové WG - Education, problematika podzemního stavitelství ve městech, uspořádání semináře o protipožární prevenci v tunelech, o termínech a místech příštích zasedání EC ITA/AITES. Každá WG má svou stránku na internetu Červencové číslo časopisu TRIBUNE bude věnováno podzemnímu stavitelství České a Slovenské republiky. Obě národní organizace zajišťují reprezentační články. ITA/AITES připravuje k termínu kongresu v Durbanu pamětní publikaci - Promotion book, v níž budou publikovány nejvýznamnější světové podzemní stavby. Přispějeme do ní pražským metrem a tunelem Mrázovka. Jak časopise TRIBUNE tak pamětní knize je možno využít inzerci při této příležitosti k propagaci našich firem.

Zprávu o čerpání rozpočtu podal Ing.Doubek. Konstatoval, že rozpočet je čerpán rovnoměrně a že po osobních urgencích se zlepšila i platební disciplína členských organizací. Předpokládaný kladný hospodářský výsledek bude využit pro předfinancování konference PSP 2000, jejíž příprava je již v plném proudu.

Byla kladně zhodnocena činnost redakční rady tohoto časopisu a schválen program pracovního shromáždění - semináře k aktuálním tématům.

PRACOVNÍ SHROMÁŽDĚNÍ ČTuK

se konalo dne 12. listopadu ve velké zasedací místnosti v budově centrály Vodních staveb a Metrostavu v Praze formou semináře. Jednání zahájil předseda Ing.Hess aktuálními informacemi z činnosti ITA/AITES i ČTuK. Ing.Libor Mařík pak demonstroval na praktických ukázkách využití elektronických médií v rámci ITA/AITES i ČTuK. Seznámil více než padesát přítomných zástupců členských organizací i přízvaných hostů s obsahem internetových stránek ITA/AITES a ČTuK. Také v rámci ČTuK elektronická pošta usnadňuje styk. Je v zájmu každého člena, aby sdělil sekretariátu svou e-mailovou adresu, aby se tok informací zrychlil a aktuální informace se dostaly bez prodlení k adresátovi.

Druhým stěžejním bodem programu byla přednáška doc. Ing.Pavla Přibyla CSc. o vlivu nedávných požárů a havárií v tunelech na stavební i provozní bezpečnostní a organizační opatření. Ta by měla podstatně zmenšit rizika havarijních stavů, zlepšit monitoring a zefektivnit řízení provozu. Přednášku doprovázely přehledné a instruktivní grafy a tabulky.

ZMĚNY V ČLENSKÉ ZÁKLADNĚ

Ke konci roku oznámily dvě organizace ukončení členství: INGSTAV Brno, a.s. z rozhodnutí představenstva a INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE, Projektová a inženýrská kancelář.

Firma IKE, s.r.o. v závěru roku oznámila rovněž ukončení členství, neboť se začlenila do a.s. GeoTec GS, která se stává novým členem ČTuK. Předmětem jejího podnikání jsou komplexní geotechnické a hydrogeologické průzkumy, bezpečnostní měření na stavbách, odborné konzultace a posudky pro podzemní stavby.

Kontaktní adresa: Geo Tec GS, a.s., Ing.Jiří Libus, RNDr.Petr Vitásek, RNDr. Otakar Tesař DrSc., Chmelová 2920/6, Praha 10. Tel.: 717 50 710-11, Fax: 717 50 113, E-mail: praha a geotec-gs.cz

Novým členem se stala rovněž firma ANGERMEIER ENGINEERS PRAHA s.r.o. Tato geodetická a inženýrská kancelář se orientuje na komplexní zabezpečení geodetických prací doprovázejících inženýrskou výstavbu: vytyčování, kontrola a deformační měření všeho druhu. Její inženýři mají dlouhou praxi na zahraničních stavbách, zejména na stavbách tunelů ražených NRTM. V současné době zajišťují měření deformačních geodetickými metodami na stavbě tunelu Mrázovka - ZTT.

Kontaktní adresa: Ing.Petr Hlaváček, U dvou srpů 2, 150 00 Praha 5. Tel.: 57 21 55 17-18, Fax: 57 21 34 54, E-mail: p.hlavacek a angermeier.cz

Celkový stav členských organizací k 1.1.2000: 36 společností a 4 vysokoškolská a vědecká pracoviště. Stav individuálních členů se zvýšil na 25.

Ing.Karel Matzner

PRESIDIUM OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE

had its meeting on October 26, 1999, in Prague. The chairman Ing. Hess informed of present-day situation in ITA/AITES of its membership base and of actual questions, such as an issue of a tunnelling one-language dictionary, appointment of the new WG - Educatio, problems of underground engineering in towns, organization of a seminary concerning fire prevention in tunnels, dates and places of further meetings of EC ITA/AITES. Every WG has its internet page. The July issue of the Journal TRIBUNE will be devoted to underground engineering of the Czech and Slovak Republic. Both national organizations ensure representative articles of ITA/AITES, they prepare, to the date of the congress in Durban, a memorial publication - Promotion Book, in which the most important world underground structures will be published. Our contribution will concern the Prague Metro, the tunnel Mrázovka. The advertising both in the journal TRIBUNE and in the Memorial Book can be utilized for publicity of our firms.

Ing. Doubek presented the report relating to drawing from the budget. He stated that the drawing was regular, and after personal reminders even the payment discipline of member organizations was improved. The supposed positive economic result shall be used for pre-financing of the conference PSP 2000, the preparation of which is in full swing.

The activity of the Board of Editors of this journal was evaluated positively, and the agenda of the working meeting - seminary to actual problems, was approved.

WORKING MEETING OF ČTuK

took place on November 12, 1999, in the big assembly hall in the building of the central of the firm Vodní stavby and Metrostav in Prague, viz. in the form of a seminary. The session was started by the chairman Ing. Hess with actual information of activities ITA/AITES and ČTuK. Then Ing. Libor Mařík demonstrated, by means of practical examples, the utilization of electronic media within the framework of ITA/AITES and ČTuK. He informed more than fifty present representatives of member organizations and invited guests of the content of ITA/AITES internet pages and of ČTuK ones. The electronic mail enables contacts even within the framework of ČTuK. It is in the interest of every member to inform the secretariat of its e-mail address, that the information flow may be accelerated and actual information may be delivered without delay.

The second fundamental agenda item comprised the lecture of Doc. Ing. Pavel Přibyl CSc. on the influence of recent fires and crashes in tunnels upon building and operational safety measures and measures of organization. Such measures should decrease considerably risks of crash situations, improve the traffic control and make it more effective. The lecture was accompanied with lucid and instructive graphs and tables.

CHANGES IN THE MEMBERSHIP BASE

Two organizations announced the end of their membership to the end of the year, viz. INGSTAV Brno a.s. due to the decision of the directorate, and the firm INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE, Designing and Engineering Office.

The firm IKE, s.r.o., also announced at the end of the year its membership termination, because it was subject to a takeover by GeoTec GS, which becomes the new member of ČTuK. The sphere of its business resides in a complex geotechnical and hydrogeological exploration, safety measuring on construction sites, professional consulting and expert's opinions for underground constructions.

Contact address: GeoTec GS, a.s., Ing.Jiří Libus, RNDr.Petr Vitásek, RNDr. Otakar Tesař DrSc., Chmelová 2920/6, Praha 10. Phone No.: 717 50 710-11, Facsimile No.: 717 50 113, E-mail: praha a geotec-gs.cz

The firm ANGERMEIER ENGINEERS PRAHA s.r.o. became the new member too. Said survey and engineering office is orientated to a complex securing of survey works accompanying engineering constructions, surveying, inspection and deformation measurements of any kind. Its engineers gained experience on foreign constructions, particularly on tunnel constructions driven by means of NATM. In these days, it ensures measurements of deformations by means of survey methods on the tunnel Mrázovka - ZTT.

Contact address: Ing.Petr Hlaváček, U dvou srpů 2, 150 00 Prague 5. Phone No.: 57 21 55 17-18, Facsimile No.: 57 21 34 54, E-mail: p.hlavacek a angermeier.cz

Total number of member organizations to the date January 1, 2000: 36 companies and 4 university workplaces and scientific ones. The number of individual members increased to 25.

SPRAVODAJ SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE

NEWSLETTER OF THE SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION

O výjazdovom rokovaní redakčnej rady v Levoči v dňoch 30. 9.-2. 10. 1999 sme priniesli základnú informáciu v predchádzajúcom čísle nášho časopisu (Tunel č. 4/99). V tomto vydaní sa vraciame k tejto udalosti ešte raz niekoľkými fotografickými snímkami.



Obr. 1 Fig.1

Exkurzia na tuneli Branisko sa začala na stavenisku pred západným portálom. Oceľová konštrukcia (v popredí snímky) bude slúžiť ako pracovná plošina pri ukladaní hydroizolačnej fólie plášťa tunela.

The field trip to the Branisko tunnel started at the site in front of the western portal. The steel structure (in the foreground of the picture) will serve as a working platform for fixing the waterproofing membrane to the tunnel lining.



Obr. 2 Fig. 2

Účastníci exkurzie už mohli na vlastné oči vidieť južnú tunelovú rúru na Branisku v celej dĺžke. Po prejení na stavenisko pred východným portálom sa živo diskutovalo o čerstvých dojmoch a získaných poznatkoch. Pripomíname, že základné razičské práce BANSKÉ STAVBY, a.s. Prievidza a Uranpres, spol. s r.o. ukončili v auguste 1999. V čase exkurzie stavbári Váhostavu Žilina a Hydrostavu Bratislava mali za sebou prvé začiatky betonárskych prác.

The participants of the field trip had already seen the whole length of the Branisko tunnel's southern tube. After passing to the construction site in front of the eastern portal, the participants carried on a lively conversation on fresh impressions and the gained knowledge. We would like to recall the fact that the basic excavation performed by BANSKÉ STAVBY, a.s. Prievidza and Uranpres, spol. s r.o. was completed in August 1999. Before the time of the field trip, the tunnellers of Váhostav Žilina and Hydrostav Bratislava had already performed first concrete castings.

The information about the away meeting of the editorial board held in Levoča from 30.9. to 2.10.1999 was already brought in the last issue of our journal (Tunel No.4/99). We are just returning to that event in this issue, presenting several snapshots.



Obr. 3 Fig. 3

Stavenisko Doprastav, a.s. Bratislava na východnom portáli prieskumnej štôlni tunela Višňové pod Dubnou Skalou pri Vrútkach. Prieskumnú štôľňu od východného portálu Doprastaváci razia plnoprofilovým tunelovacím strojom priemeru 3,5 m. Prieskumnú štôľňu od západného portálu razí firma Metrostav, a.s. Slovakia vrtnotrhačmi.

Doprastav, a.s. Bratislava company's construction site at the eastern portal of the exploration gallery for the Višňové tunnel under Dubná mountain by Vrútky. Doprastav's workers are driving the exploration gallery from the eastern portal using a 3.5 m diameter full-face TBM. Metrostav, a.s. Slovakia is heading the exploration gallery from the western portal by means of drill-and-blast.



Obr. 4 Fig. 4

Soške patrónky tunelárov sv. Barbore sa ušlo pekné miesto pri východnom portáli prieskumnej štôlni diaľničného tunela Višňové. Na snímke si sošku prezerajú Ing. Peter Vozárik, predseda redakčnej rady a Ing. Juraj Keleši, zástupca hostiteľskej organizácie.

The statuette of St Barbara, a patron of tunnellers, found a lovely place at the eastern portal of the exploratory gallery for the Višňová motorway tunnel. Peter Vozarik, chairman of the editorial board, and Juraj Keleši, a representative of the hosting country, are having a look at it in the picture.

Ing. Jozef Frankovský

KALENDARIUM ITA/AITES

CALENDAR OF ITA/AITES

27.–30. 3. 2000,

Aachen, BRD, 14. Nationales Symposium für Felsmechanik u. Tunnelbau. DGGT/ISRM EUROCK 2000, Fax: 0049 (0) 201 782743

4. 5.–30. 11. 2000,

Hamburg, BRD, Dimension der Tiefe, Underground Space Exhibition, Fax: 0049 40 3569 2240

13.–18. 5. 2000,

Durban, SA, World Tunnelling Congress ITA/AITES: Tunnels under Pressure, Webpage: <http://www.saimm.co.za>

3.–4. 5. 2000,

Hong Kong, Mezinárodní konference / International Conference "Tunnel and Underground Station Fires", Fax: +44 1234 841375, Web: www.itc-conference.com

18.–19. 5. 2000,

Singapore, Asian Conference of Unsaturated Soils UNSAT-AISA 2000 od teorie k praxi / from theory to practice, Fax: 0065 235 3530

6.–11. 6. 2000,

Boston, USA, North American Tunnelling 2000, konference "Underground Construction: The Revolution Continues" o vývoji podzemního stavitelství / Conference on underground construction development

23.–27. 6. 2000,

Hamburg, SRN, 6. Mezinárodní kongres o podzemních vedeních / International congress on pipeline construction "Leitungsbau 2000", Fax: +49 40 3569 2343, Web: www.cch.de/leitungsbau-hamburg

25.–26. 9. 2000,

Singapore, 3. Mezinárodní konference / International Conference "Ground Improvement Techniques", Fax: +65 2353530, E-mail: cipremie@singnet.com.sg

26.–29. 9. 2000,

New Delhi, India, TUNNELLING ASIA 2000, "Need for Accelerated Underground Construction - Issues and Challenges", pod záštitou / sponsored by IZA, Web: www.cbip.org, fax: +91 11 611 3647

4.–6. 10. 2000,

Sydney, Australia, 3. Mezinárodní konference / International Conference "Tunnel Management 2000", Fax: +44 1234 841375, Web: www.itc-conferences.com

9.–11. 10. 2000,

Praha, ČR, PODZEMNÍ STAVBY / UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAHA 2000, pod záštitou / sponsored by ITA, mezinárodní konference / International Conference, tel/fax +420 2 66793479, Web: <http://www.ita-aites.cz>, e-mail: matzner@metrostav.cz

26.–29. 10. 2000,

Petrosani, Romania, Underground Construction in the third Millenium - PETROSANI 2000, Fax: 0040 54 543491/546238

19.–24. 11. 2000,

Melbourne, Australia, Melbourne Convention Centre, International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, Fax: 003902 4800 8471

26.–29. 11. 2000,

Singapore, Mezinárodní konference o tunelech a podzemních stavbách / International Conference on Tunnels and Underground Structures, ICTUS 2000, fax: +65 299 8983, e-mail: ctmapl@singnet.com.sg

10.–13. 6. 2001,

Milano, Itálie, Světový tunelářský kongres / ITA/AITES 2001 World Tunnel Congress, Fax: +39 02 48008471, E-mail: aites-ita2001@mgr.it

7.–15. 9. 2001,

Praha, 19th International Conference and Exhibition NO - DIG 2001

30. 10.–1. 11. 2001

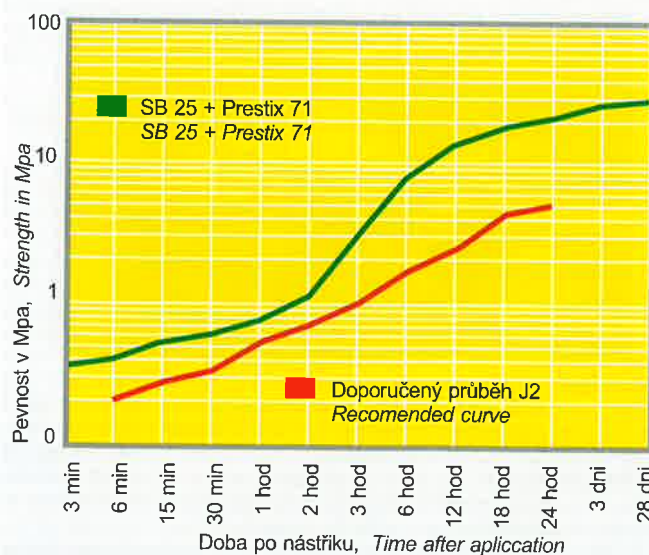
Kyoto, Japan, Mezinárodní konference / International Conference "Modern Tunnelling Science and Technology", Web: <http://www.sendai.kopas.co.jp/JGS/E/events.html>

2002, Singapore, AITES/ITA 2002 General Assembly and International Conference

Oprava obrázku č. 1 k článku Stříkaný beton a současná praxe u Metrostavu, uveřejněného na str. 40 v minulém čísle (záměna barev):

Correction of the Fig. 1 in the article Shotcrete - contemporary praxis in Metrostav published in the last issue, page 40 (replacement of colours):

Redakce se omlouvá čtenřím i autorovi.
Editors apologize both to readers and the author.



Obr. 1 Fig. 1
Průběh nárůstu pevností při kontrolních zkouškách stříkaného betonu in situ v tunelu Mrázovka (6/99)
Development of shotcrete strength increase, based on in-situ check test in the Mrázovka tunnel (Jun. 99)

BIBLIOGRAFIE ČLÁNKŮ A STATÍ UVEŘEJNĚNÝCH V TUNELU, ČASOPISU ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES V ROCE 1999

Ing. Pavel Polák

BIBLIOGRAPHY OF ARTICLES PUBLISHED IN THE JOURNAL "TUNEL" OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE AND THE SLOVAK TUNNELLING COMMITTEE ITA/AITES WITHIN THE YEAR 1999

| | Číslo Issue | Strana Page | | Číslo Issue | Strana Page |
|--|----------------|----------------|--|----------------|----------------|
| ÚVODNÍK | | | | | |
| EDITORIAL | | | | | |
| Ing. Pavol Kusý, CSc. | 1/99 | 1 | Využití technologie AT-systém v podzemním stavitelství <i>Utilization of the AT-System Technique in Underground Construction</i> | 2/99 | 47 |
| Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. | 2/99 | 1 | Dipl. Ing. Josef Mocivnik Ing. Tomáš Zdražila | | |
| Ing. Jaroslav Kopecký | 3/99 | 1 | Požáry v silničních tunelech a jejich vliv na krizovou analýzu <i>Fires in Road Tunnels and Their Influence Upon an Analysis of a Crisis</i> | 3/99 | 10 |
| Ing. Petr Kuchár | 4/99 | 1 | Ing. Pavel Příbyl, CSc. | | |
| PODZEMNÍ URBANISMUS, VÝHLEDOVÉ STAVBY, NORMY | | | | | |
| UNDERGROUND CITY PLANNING, PROSPECTIVE PROJECTS, STANDARDS | | | | | |
| Tunel Sitina - enviromentálně súvislosti návrhu diaľničného tunela v Bratislave <i>Sitina Tunnel - Environmental Coherence of the Motorway Tunnel in Bratislava</i> | 1/99 | 22 | Redukce účinků tunelování na zástavbu pomocí clony z tryskové injektáže <i>Reduction of Effects of Tunneling on Existing Buildings by Means of Jet Grouting Curtain</i> | 4/99 | 2 |
| Ing. Miloslav Frankovský | | | Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. Ing. Matouš Hilar | | |
| Návrh příčného řezu tunelu s ohledem na možná kolizní místa s průjezdním průřezem <i>Design Draft of the Tunnel Cross Section with Respect to Possible Collision Places with the Traffic Clearance</i> | 1/99 | 34 | Stříkaný beton a současná praxe u Metrostavu <i>Shotcrete - Contemporary Praxis in Metrostav</i> | 4/99 | 39 |
| Ing. Ladislav Pazdera | | | Ing. Pavel Polák | | |
| Tunely na severním prodloužení trasy C pražského metra <i>Tunnels of the Northern Extension of the Line C of the Prague Metro</i> | 4/99 | 7 | Laboratorní zkoušky chemických injektážních hmot <i>Laboratory Testing of Chemical Grouts</i> | 4/99 | 45 |
| Ing. Josef Kutil Ing. Josef Kuňák Ing. Jiří Růžička | | | Ing. Richard Šňupárek, CSc. Ing. Kamil Souček | | |
| Tunel Sliveneč - Lahovice <i>Tunnel Sliveneč - Lahovice</i> | 4/99 | 15 | PROVÁDĚNÉ STAVBY | | |
| Ing. Jiří Lebeda Ing. Miroslav Kopřiva Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. | | | PROJECTS UNDER CONSTRUCTION | | |
| Velkoprofilové tunely u a. s. Metrostav <i>Large Profile Tunnels of Metrostav a.s.</i> | | | | | |
| | | | Ing. Miroslav Kolečkář Ing. Václav Soukup | 1/99 | 16 |
| Podzemní parkoviště v Moskvě <i>Underground Parking-garage in the Revolution Square in Moscow</i> | | | | | |
| | | | P. Yurkevich | 1/99 | 28 |
| Tlakové uzávěry podzemního zásobníku <i>Pressure Seals of an Underground Storage</i> | | | | | |
| | | | Ing. V. Braun J. Caletka a kolektiv D01 | 2/99 | 11 |
| Diskontinuální analýza podzemních staveb v horninovém masivu ordovických břidlic <i>Discontinuous Analysis of Underground Structures in a Rock Massif of Ordovician Shales</i> | | | | | |
| Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. Dr. Ing. Jiří Pícha | 1/99 | 3 | Těsnění vodního tlakového uzávěru podzemního zásobníku zemního plynu Háje <i>Sealing of Water Pressure Closure at the Underground Storage of Natural Gas Háje</i> | 2/99 | 17 |
| Průzkumná štola Mrázovka - odvození modelu mechanického chování horninového masivu z výsledků měření in situ <i>The Mrázovka Exploratory Adit - Modelling of Rock Mass Mechanical Behaviour according to Field Measurements</i> | | | | | |
| Ing. Marta Doležalová, CSc. Ing. Vlasta Zemanová Ing. Jaroslav Danko | 1/99 | 8 | Ing. Zdeněk Cígler Ing. Zdeněk Vymazal Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc. RNDr. Miloš Horáček | | |
| Kavernový zásobník plynu <i>Cavern Gas Storage</i> | | | | | |
| | | | Josef Teska | 2/99 | 24 |
| Realizace odvětrávacího vrtu do protipovodňové stoly v zátopové oblasti švýcarského Langenthalu <i>Implementation of the Ventilation Borehole into the Drainage Tunnel in an Inundation Area Near Langenthal</i> | | | | | |
| Pevnostní a deformační vlastnosti vysokopevnostních betonů <i>Strength Properties and Deformation Ones of High-strength Concrete</i> | 1/99 | 37 | Ing. Stanislav Kučik Ing. Miroslav Janků | 2/99 | 27 |
| Doc. Ing. Michail Lembák, CSc. Doc. Ing. Julij Kotětkov, CSc. | | | Stará důlní díla v ostravském regionu a plyn <i>Gas and Old Workings in the Ostrava Region</i> | | |
| Podzemní zásobník plynu Příbram - Háje <i>Underground Gas Storage of Háje - Příbram</i> | 2/99 | 2 | Ing. Petr Nováček | 2/99 | 32 |
| Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. | | | Výstavba tunelového privádzača vody v Sýrii <i>Construction of Water Supply Tunnel in Syria</i> | | |
| Těsnění vodního tlakového uzávěru podzemního zásobníku zemního plynu Háje <i>Sealing of Water Pressure Closure at the Underground Storage of Natural Gas Háje</i> | | | | | |
| Ing. Zdeněk Cígler Ing. Zdeněk Vymazal Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc. RNDr. Miloš Horáček | 2/99 | 17 | Ing. Milan Cagaň Ing. Jozef Frankovský Ing. Milan Pastierik | 2/99 | 37 |
| Kavernový zásobník plynu <i>Cavern Gas Storage</i> | | | | | |
| Josef Teska | 2/99 | 24 | Ing. Pavel Kubiček Ing. Pavel Příbyl, CSc. | 2/99 | 42 |

| | Číslo Issue | Strana Page | | Číslo Issue | Strana Page |
|--|----------------|----------------|--|----------------|----------------|
| TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI | | | | | |
| TECHNICAL MATTERS OF INTEREST | | | | | |
| Odvodnění rozlehlých podzemních prostor s malým spádem <i>Drainage of Large Underground Spaces with Low Declivity</i> Ing. Š. Moučka | 1/99 | 44 | Zasedání přípravného výboru konference Podzemní stavby Praha 2000 <i>Meeting of the Preparatory Committee of the Conference Underground Structures Praha 2000</i> Nový člen českého tunelářského komitétu <i>New member of the Czech Tunnelling Committee</i> Ing. Karel Matzner | 4/99 | 55 |
| Úpravy povrchu stříkaného betonu pod izolaci <i>Surface Finishing of Shotcrete under the Waterproofing Membrane</i> Ing. Ladislav Pazdera | 2/99 | 53 | SPRAVODAJSTVO ZO SLOVENSKEHO TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU ITA/AITES SLOVAK TUNNELLING COMMITTEE REPORTS | | |
| Příprava zpracování technických podmínek "Provoz, správa a údržba tunelů na pozemních komunikacích" <i>Preparation for Elaborating Technical Conditions</i> "Operation, Administration and Maintenance of Road Tunnels" Doc. Ing. Pavel Příbyl, Csc. | 4/99 | 52 | Informácie o tunelových stavbách v SR <i>Information concerning tunnel construction in the Slovak Republic</i> Ing. Jozef Frankovský | 1/99 | 46 |
| Princip metody Soilfrac <i>Principle of the Method Soilfrac</i> Ing. Radek Čuda | 4/99 | 53 | Informácie o tunelárskych aktualitách <i>Information on topical tunnelling events</i> Ing. Jozef Frankovský | 2/99 | 55 |
| ZPRÁVY Z TUNELÁRSKÝCH KONFERENCÍ | | | | | |
| NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES | | | | | |
| Slavnostní shromáždění u příležitosti 25. výročí založení ITA/AITES - Oslo 1999 <i>Twenty Fifth Annual Meeting - Oslo 1999</i> | 3/99 | 48 | Spravodajstvo Slovenskej tunelárskej asociácie <i>Slovak Tunnelling Association Reports</i> Ing. Jozef Frankovský | 3/99 | 55 |
| Informace o 9. Mezinárodním kongresu ISRM <i>Information on the 9th International Congress of ISRM</i> Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, Csc. | 4/99 | 54 | Spravodaj Slovenskej tunelárskej asociácie <i>Information Concerning the Slovak Tunnelling Association</i> Ing. Jozef Frankovský | 4/99 | 56 |
| Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ ZAJINTERESOVANÝCH DO PODZEMNÍCH STAVEB | | | | | |
| ACTIVITIES OF PROFESSIONAL CORPORATIONS INTERESTED IN UNDERGROUND CONSTRUCTION | | | | | |
| Informace o geotechnických dnech 1999 <i>Information on Geotechnical Days 1999</i> Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, Csc. | 3/99 | 49 | KALENDARIUM ITA/AITES CALENDAR ITA/AITES | | |
| ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁRSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES | | | | | |
| CZECH TUNNELLING COMMITTEE REPORTS | | | | | |
| Pracovní zasedání ČtuK <i>Working Session of the CtuC</i> Mezinárodní veletrh Intertunnel '98 v Basileji <i>International Fair Intertunnel '98 in Basel</i> Seminář na téma "Kavernový zásobník plynu Příbram" <i>Seminar Named "Příbram Cavern Gas Storage"</i> Podzemní stavby Praha 2000 <i>Underground Structures Praha 2000</i> Redakční rada časopisu Tunel <i>The Editorial Board of the Tunel Journal</i> Ing. Karel Matzner | 1/99 | 47 | Kalendář ITA/AITES pro rok 1999 a částečně rok 2000 <i>ITA/AITES Calendar for the Year 1999 and, partially, the Year 2000</i> | 2/99 | 56 |
| 4. mezinárodní symposium o tunelech a podzemních stavbách <i>4th International Symposium on Tunnel Construction and Underground Structures - Ljubljana</i> Ing. Richard Šňupárek, Csc. | 1/99 | 48 | Doplňující kalendář ITA/AITES pro rok 1999 a rok 2000 <i>The Complement to the ITA/AITES Calendar for the Years 1999 and 2000</i> | 3/99 | 49 |
| Symposium hornická Příbram ve vědě a technice <i>Symposium "Mining Příbram in Science and Technology - 1998"</i> Ing. Jiří Růžička, CSc. | 1/99 | 48 | ŽIVOTNÍ JUBILEA LIFE JUBILEES | | |
| Předsednictvo ČtuK <i>Presidium of CtuC</i> ČtuK na internetu <i>CtUC on Internet</i> E-mail sekretariátu ČtuK <i>E-mail of the CtUC Secretary</i> Přípravný výbor konference Podzemní stavby Praha 2000 <i>The Preparatory Board of the Conference Underground Construction Prague 2000</i> Redakční rada časopisu Tunel <i>Editorial Board of the Tunel Journal</i> Ing. Karel Matzner | 2/99 | 55 | Šedesátiny Prof. Ing. Jiřího Bartáka, DrSc. <i>Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - Sexagenarian</i> redakční rada | 3/99 | 50 |
| Valné shromáždění Českého tunelářského komitétu <i>General Assembly of the Czech Tunnelling Committee</i> Ing. Karel Matzner | 3/99 | 54 | Doc. Ing. Ivan Kameníček, Csc. - sedmdesátiník <i>Doc. Ing. Ivan Kameníček, Csc. - Septuagenarian</i> Ing. Oto Beneš | 3/99 | 51 |
| Výjezdní zasedání redakční rady časopisu Tunel <i>The Away Meeting of the Board of the Tunel Journal</i> | | | K sedmdesátiníkům se od letošního roku hlásí i Ing. Karel Matzner, sekretář ČtuK ITA/AITES a vedoucí redaktor časopisu Tunel <i>From This Year even Ing. Karel Matzner, Secretary of the CtUC - ITA/AITES, and the Editor-in-chief of the Tunel Journal Is Ranked among Septuagenarians</i> Ing. Petr Vožarík | 3/99 | 51 |
| TUNELÁRSKÉ OSOBNOSTI | | | | | |
| TUNNELLING PERSONALITIES | | | | | |
| Joachim Barrande - 200 let od jeho narození <i>200 Years from the Birth of Joachim Barrande</i> Helena Kohoutová | | | | | |
| RŮZNÉ | | | | | |
| MISCELLANEOUS | | | | | |
| Nebyla jen bohyně lovu <i>Diana Was Not Only the Goddess of Hunting</i> Ing. Jiří Kazda | | | | | |
| Bibliografie článků a statí uveřejněných v Tunelu, časopisu Českého tunelářského komitétu a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES v roce 1998 <i>Bibliography of articles published in the journal "Tunel" of the Czech Tunnelling Committee and the Slovak Tunnelling Committee ITA/AITES within the year 1999</i> ing. Pavel Polák | | | | | |
| Jmenný rejstřík autorů statí časopisu Tunel za rok 1999 <i>Index of names of authors of articles published in the Tunel journal in the year 1999</i> ing. Pavel Polák | | | | | |

**JMENNÝ REJSTRÍK AUTORŮ STATÍ ČASOPISU TUNEL
ZA ROK 1999**
**INDEX OF NAMES OF AUTHORS OF ARTICLES PUBLISHED IN THE TUNEL JOURNAL
IN THE YEAR 1999**

| | Číslo Issue | Strana Page | | Číslo Issue | Strana Page |
|---------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| A | | | M | | |
| Aldorf Josef | 2/99 | 17 | Matzner Karel | 1/99 | 47 |
| B | | | Matzner Karel | 2/99 | 55 |
| Barták Jiří | 1/99 | 3 | Matzner Karel | 3/99 | 54 |
| Barták Jiří | 2/99 | 2 | Matzner Karel | 4/99 | 55 |
| Barták Jiří | 3/99 | 23 | Mocivník Josef | 2/99 | 47 |
| Barták Jiří | 4/99 | 2 | Moučka Š. | 1/99 | 44 |
| Beneš Oto | 3/99 | 51 | N | | |
| Braun Václav | 2/99 | 11 | Nováček Petr | 2/99 | 32 |
| C | | | Novotný Miloslav | 2/99 | 51 |
| Cagáň Milan | 2/99 | 37 | Novotný Miloslav | 3/99 | 2 |
| Caletka J. | 2/99 | 11 | Novotný Miloslav | 3/99 | 26 |
| Cígler Zdeněk | 2/99 | 17 | P | | |
| Č | | | Papež Petr | 3/99 | 18 |
| Čuda Radek | 4/99 | 53 | Pastierik Milan | 2/99 | 37 |
| D | | | Pazdera Ladislav | 1/99 | 34 |
| Danko Jaroslav | 1/99 | 8 | Pazdera Ladislav | 2/99 | 53 |
| Dobeš | 3/99 | 29 | Petko Anton | 4/99 | 22 |
| Doležalová Marta | 1/99 | 8 | Pícha Jiří | 1/99 | 3 |
| F | | | Polák Pavel | 1/99 | 49 |
| Frankovský Jozef | 1/99 | 46 | Polák Pavel | 4/99 | 39 |
| Frankovský Jozef | 2/99 | 37 | Příbyl Pavel | 2/99 | 42 |
| Frankovský Jozef | 2/99 | 55 | Příbyl Pavel | 3/99 | 10 |
| Frankovský Jozef | 3/99 | 55 | Příbyl Pavel | 4/99 | 15 |
| Frankovský Jozef | 4/99 | 22 | Příbyl Pavel | 4/99 | 52 |
| Frankovský Jozef | 4/99 | 26 | R | | |
| Frankovský Jozef | 4/99 | 56 | Rozsypal Alexandr | 2/99 | 1 |
| Frankovský Miloslav | 1/99 | 22 | Rozsypal Alexandr | 3/99 | 49 |
| H | | | Rozsypal Alexandr | 4/99 | 54 |
| Hilar Matouš | 4/99 | 2 | Růžička Jiří | 1/99 | 48 |
| Horáček Miloš | 2/99 | 17 | Růžička Jiří | 3/99 | 26 |
| J | | | Růžička Jiří | 4/99 | 7 |
| Janků Miroslav | 2/99 | 27 | S | | |
| Jánský Josef | 3/99 | 18 | Salač Miloslav | 4/99 | 33 |
| K | | | Souček Kamil | 4/99 | 45 |
| Kazda Jiří | 1/99 | 41 | Soukup Václav | 1/99 | 16 |
| Knajbel Jozef | 4/99 | 22 | Srb Martin | 3/99 | 41 |
| Kohoutová Helena | 3/99 | 52 | Stoniš Milan | 2/99 | 52 |
| Kochánek Miroslav | 3/99 | 36 | Š | | |
| Kolečkář Miroslav | 1/99 | 16 | Šňupárek Richard | 1/99 | 48 |
| Kopecký Jaroslav | 3/99 | 1 | Šňupárek Richard | 4/99 | 45 |
| Kopřiva Miroslav | 4/99 | 15 | T | | |
| Kotětkov Julij | 1/99 | 37 | Teska Josef | 2/99 | 24 |
| Krátký Josef | 3/99 | 23 | Turner Václav | 3/99 | 29 |
| Kubiček Pavel | 2/99 | 42 | V | | |
| Kučík Stanislav | 2/99 | 27 | Vozářík Petr | 3/99 | 36 |
| Kuchár Petr | 4/99 | 1 | Vozářík Petr | 3/99 | 51 |
| Kuňák Josef | 4/99 | 7 | Vymazal Zdeněk | 2/99 | 17 |
| Kusý Pavol | 1/99 | 1 | Y | | |
| Kutil Josef | 4/99 | 7 | Yurkevich P. | 1/99 | 28 |
| L | | | Z | | |
| Lembák Michail | 1/99 | 37 | Zdražila Tomáš | 2/99 | 47 |
| Lebeda Jiří | 4/99 | 15 | Zemanová Vlasta | 1/99 | 8 |



METROPROJEKT Praha a.s.

česká projektová a inženýrská akciová společnost česká projektová a inženýrská akciová společnost

Dle Vašich požadavků zpracujeme pro Vás:

- rozborové studie a analýzy investic
- projektovou dokumentací všech stupňů
- transformaci & autorizaci dokumentace zahraničních klientů podle českých norem a předpisů
- poradenskou a konzultační činnost

According to your requirements we elaborate for you:

- pre-investment studies & analyses
- project documentation at all levels
- transformation & authorisation of project documentation of foreign clients in compliance with Czech norms and regulations
- advisory & consulting services

Kontaktní spojení:

Contact address:

METROPROJEKT Praha a.s.

Nám. I. P. Pavlova 2/1786, 120 00 Praha 2, Czech Republic

Phone: + (420 2) 96 204 121, Fax: + (40 2) 96 204 122

E-mail: metroprojekt@metroprojekt.cz

METROS

- **PRODEJ VEŠKERÝCH STAVEBNÍCH HMOT, MATERIÁLŮ A HUTNÍCH VÝROBKŮ**
- **PRODEJ HADIC OPTIMIT A MATADOR**

**SÍDLO FIRMY A PRODEJ:
PRAHA 9-HORNÍ POČERNICE**

tel.: 02/819 22 885, 819 25 290, 819 23 789

fax: 02/819 22 883, 819 23 261, 819 23 790

PRODEJNA Rohanský ostrov (areál fi METROSTAV) • TEL.: 02/248 10 620
PNEUSERVIS - Rohanský ostrov (areál fi METROSTAV) • TEL.: 02/248 17 150

PRAŽSKÉ GEOTECHNICKÉ DNY 2000

Pořadatel: Stavební geologie-GEOTECHNIKA a.s.

Program 15. 5. 2000 Akademie věd ČR Národní tř. 3, Praha 1

DOPOLEDNE

Odborný seminář s tematikou:

„Aplikace numerického modelování pro praktické řešení geotechnických úloh“



Zahájení: Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc., ředitel společnosti SG - Geotechnika a.s.

Úvodní slovo: Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc., předseda České geotechnické společnosti ČSSI

Rozvoj numerického modelování v geomechanice (State of the Art)
Dr. Ing. Ivo Herle, Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR

Matematické modelování interakce podzákladí a stavební konstrukce
Prof. Ing. Jiří Šejnoha, DrSc., Katedra mechaniky Stavební fakulty ČVUT Praha

Numerické modelování při řešení geotechnické problematiky na povrchových dolech
Ing. Marta Doležalová, CSc., Dolexpert Geotechnika

Computations and back analyses of the Lille underground railway
Ing. Alain Bernardet, Simecsol Francie

Prognóza chování zemních konstrukcí pomocí MKP
Ing. Zdeněk Sekyra, Ing. Julien Bernadet MSc., SG-Geotechnika a.s.

Příklady řešení základových konstrukcí matematickým modelováním
Ing. Mária Masarovičová, CSc. a kolektiv, Katedra geotechniky Stavební fakulty STU Bratislava

Diskuse

ODPOLEDNE

8. PRAŽSKÁ GEOTECHNICKÁ PŘEDNÁŠKA

Coupled thermo-hydro-mechanical analysis for geotechnical and environmental applications
Prof. Ant. Gens, profesor of Geotechnical Engineering - Madrid

Součástí semináře bude též prezentace (výstavka) odborných firem v předsálí zasedací místnosti AV ČR

Program 16. 5. 2000 zasedací místnost SG-Geotechnika a.s. Geologická 4, Praha 5

DOPOLEDNE

Zasedání Českého výboru pro mechaniku zemin a zakládání staveb

Přednáška pro pozvané specialisty:

Unsaturated Soil Mechanics with application to compacted soils.

From Theory to engineering practice

Prof. Ant. Gens, profesor of Geotechnical Engineering - Madrid

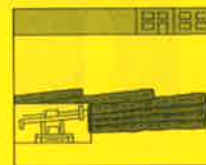
ODPOLEDNE

Workshop pro přihlášené účastníky:

„Je numerické modelování skutečně efektivní nástroj pro geotechnické rozhodování?“

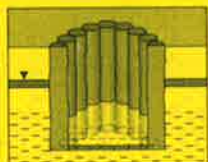
Pozvánky včetně podrobného časového programu a závazných přihlášek budou rozepisovány v březnu 2000

Kontaktní adresa: SG - Geotechnika a.s. (Ing. Pachta), tel.: 02/ 581 93 00, 581 74 90,
fax: 02/ 581 85 90, e-mail: technic@sigt.cz, <http://www.geotechnika.cz>



SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ spol. s r.o.

- Kompletní zajištění stavební jámy
- Trysková injektáž
- Injektáže SOILFRAC®
- Stříkané betony
- Podzemní stěny a clony
- Konzultační činnost
- Hloubkové vibrační hutnění systémem KELLER®
- Dočasné a trvalé kotvy s antikorozi ochranou
- Injektáže
- Hřebíkování zemin
- Piloty, mikropiloty
- Zpracování projektové dokumentace a statických výpočtů



KELLER - speciální zakládání spol. s r.o.
K Ryšance 16, POBox 27, 147 54 Praha 4
Tel.: 02 / 61 26 20 63, 1.121
Fax: 02 / 42 14 02
E-mail: Office.Praha@Kellergrundbau.cz



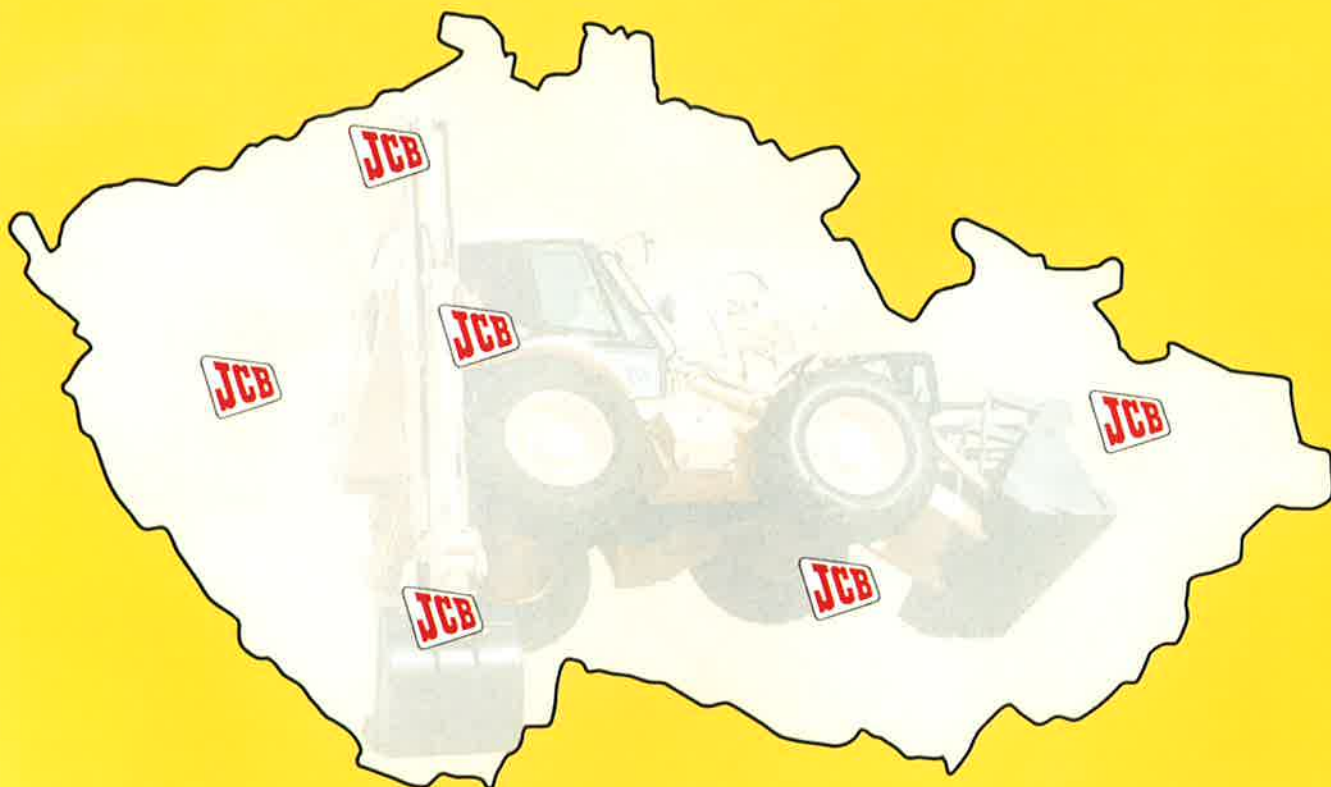
TERRAMET

VÝHRADNÍ ZASTOUPENÍ V ČR

CENTRÁLA - SERVIS - PRODEJ

Bystrá 2243, 193 00 Praha 9

Tel.: 02/81 92 07 48, fax: 02/81 92 05 87, servis: 02/81 92 25 45



i v roce 2000 počítejte s námi

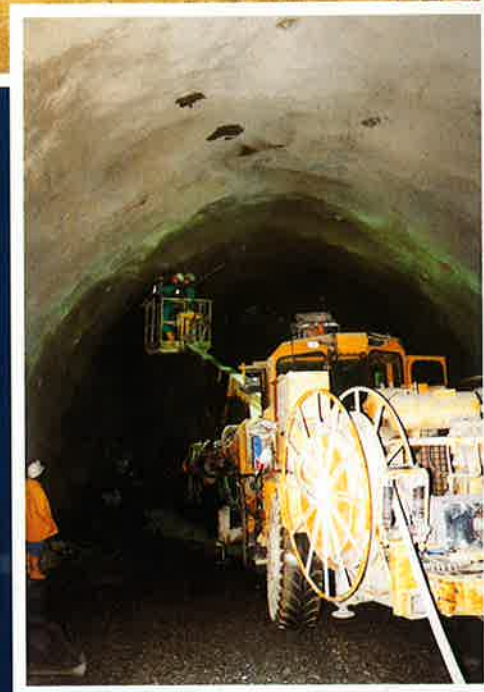


VÁHOSTAV, a.s. ŽILINA

VÝROBNÝ PROGRAM DIVÍZIE 11 - TUNELY:

- razenie prieskumných štôlní a tunelov technológiou NRTM (nová rakúska tunelovacia metóda)
- vodovodné privádzače
- kanalizačné zberače budované bezvýkopovou technológiou štítovania a pretláčania
- podpovrchové alebo hlbinné kolektory inžinierskych sietí
- razené veľkopriestorové objekty pre elektrárne, čistiarne odpadových vôd a pod.
- odvodňovacie a obtokové štôlnie.

Znalosť technológií razenia a budovania podzemných diel, ako aj vybanie potrebným strojným zariadením zaručujú úspešné zvládnutie náročných projektov. Dôkazom toho je aj razenie prieskumných štôlní Ovčiarsko a Horelica v silne porušených horninách flyšoidného súvrstvia.



Kontakt:

VÁHOSTAV, a.s., Hlinská 40, 011 18 Žilina
tel.: 089/517 11 11, fax: 089/763 28 41
<http://www.vahostav.sk>, e-mail: info@vahostav.sk

VÁHOSTAV a.s., Divízia 11-TUNELY
Framborská 58, 012 16 ŽILINA
tel.: +421-89-562 60 85, 562 60 86
fax: +421-89-562 63 00



VÁHOSTAV NEVÁHA. STAVIA.