

TUNEL

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



ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH AND SLOVAK TUNNELLING COMMITTEES

AD SERVIS TERRABOR, s. r. o.
Bělohorská 157/188
169 00 Praha 6

AMBERG ENGINEERING BRNO
Orlí 27
602 00 Brno

AQUATIS, a. s.
Botanická 56
656 32 Brno

CARBOGROUTING, a. s.
Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

CARBOTECH-BOHEMIA, s. r. o.
Smíchovská 31
Praha 5-Reporyje

ČERMÁK A HRACHOVEC s. r. o.
Smíchovská 31
Praha 5-Reporyje

DESCRIBO, s. r. o.
Stavební projekty
U krčského nádraží 19
140 00 Praha 4

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

EREBOS, s. r. o.
Malé Svatoňovice 249
542 34

GEOTEST, a. s.
Šmahova 112
659 01 Brno

IKE, s. r. o.
Plzeňská 166
150 00 Praha 5

**ILF CONSULTING
ENGINEERS s. r. o.**
Sazečská 8
108 25 Praha 10

INGSTAV BRNO, s. r. o.
Kopečná 20
675 15 Brno

INGUTIS CZ, s. r. o.
Třeboradická 1/1275
182 00 Praha 8

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

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

KANKOL, s. r. o.
Nový Jáchymov 48
267 03 Hudlice, okr. Beroun

METROPROJEKT Praha, a. s.
I. P. Pavlova 1786/2
120 00 Praha 2

METROSTAV a. s.
Dělnická 12
170 04 Praha 7

**OKD, DŮLNÍ PRŮZKUM
A BEZPEČNOST, a. s.**
739 21 Paskov

POHL, a. s.
Nádražní 25
252 63 Roztoky u Prahy

PŮDIS, a. s.
Nad vodovodem 2/169
100 00 Praha 10

SATRA, s. r. o.
Podhoří 2879
276 01 Mělník

SG GEOTECHNIKA, a. s.
Geologická 4
150 00 Praha 5

SOLETANCHE ČR, s. r. o.
K Botiči 6
101 00 Praha 10

STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT
Thákurova 7
166 29 Praha 6

SUBTERRA a. s.
Bezová 1658
147 14 Praha 4

SUDOP, a. s.
Olšanská 1a
130 80 Praha 3

TUBES, s. r. o.
Londýnská 29
123 00 Praha 2

ŮSTAV GEONIKY AV ČR
Studentská ul.
708 33 Ostrava-Poruba

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

VODNÍ STAVBY PRAHA, a. s.
divize 05
Dobronická 635
142 25 Praha 4

VOJENSKÉ STAVBY, a. s.
Revoluční 3
110 15 Praha 1

VOKD, a. s.
Českoobratrská 7
701 40 Ostrava

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ
tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba

ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.
Rohanský ostrov
180 00 Praha 8

**ZÁPADOČESKÉ UHELNÉ
DOLY ZBŮCH, a. s.**
z. VÝSTAVBA PLZEŇ
Radčická 40
301 17 Plzeň

**ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ
BRNO, a. s., DIS**
Heršpická 1
639 00 Brno

BANSKÉ STAVBY, a. s.
Košovská cesta 16
971 01 Prievidza

DOPRASTAV, a. s., GR
Drieňová 27
826 56 Bratislava

DOPRAVOPROJEKT, a. s.
Kominárska 2
832 03 Bratislava

GEOCONSULT, a. s.
Werferova 1
040 11 Košice

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

GEOMONTA, spol. s r. o.
Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza

GEOSTATIK, spol. s r. o.
Bytčická 32
010 39 Žilina

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

HYDROSTAV, a. s.
Miletičova 21
820 06 Bratislava

INCO, a. s.
Pri starej prachámi 14
831 50 Bratislava

INGEO, a. s.
Bytčická 16
010 01 Žilina

INŽINIERSKE STAVBY, a. s.
Priemyselná 7
042 45 Košice

IZOFOL, spol. s r. o.
Odborárska 52
831 02 Bratislava

KERKO, a. s.
Tomášikova 35
043 22 Košice

MAGISTRÁT hl. m. Bratislavy
Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

**RUDNÝ PROJEKT,
Inžiniering, a. s.**
Festivalové nám. 1
041 95 Košice

SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST
Továrenská 7
813 44 Bratislava

SLOVENSKÉ TUNELY spol. s r. o.
Lamačská 16
841 03 Bratislava

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

STRENA, spol. s r. o.
P. O. BOX 71, Ružova dolina
820 13 Bratislava

STU Bratislava, Stavebná fakulta
Radlinského 11
813 68 Bratislava

**ŠPECIÁLNE ČINNOSTI
Ing. Ján Fabrický**
Kuklovská 60
841 05 Bratislava

**TECHNICKÁ UNIVERZITA
KOŠICE,
Fakulta Berg**
Letná 9
042 00 Košice

TERAPROJEKT, a. s.
Podunajská 24
821 06 Bratislava

TUNEL NRC-SBS
Račianska 190
831 05 Bratislava

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO
Katedra inž. geológie**
Mlynská dolina
842 15 Bratislava

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

**ŮSTAV GEOTECHNIKY SAV
KOŠICE**
Watsonova 45
040 01 Košice

VÁHOSTAV, a. s., GR
Hlinská 40
011 18 Žilina

**VŠDS Žilina,
Stavebná fakulta**
Komenského 52
010 26 Žilina

**VUIS – Zakladanie stavieb,
spol. s r. o.**
Lamačská 8
817 14 Bratislava

ŽELEZNICE SR, GR
Klemensova 8
813 61 Bratislava

7. ROČNÍK, č. 3/98
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

TUNEL

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

OBSAH

Úvodník: Ing. Ivan Šesták	str. 1
Význam trojdimenzionálních konvergenčních meraní výrubov pri razení tunelov NRTM	str. 2
Prof. Ing. František Klepsatel, CSc., SvF STU Bratislava	
Dálniční tunely	str. 5
Ing. Blažena Svitavská, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Revize normy pro projektování tunelů pozemních komunikací	str. 7
Ing. Pavel Minařík, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Mechanismy ľudského oka pro osvetlení diaľničného tunela	str. 10
Ing. Stanislav Kučera, CSc., Doc. Ing. Jan Michálik, CSc., ŽU Žilina	
Certifikace a stříkaný beton	str. 12
Ing. Pavel Polák, Metrostav, a.s., divize 5	
Návrh tunelovacího stroje (TBM) určeného na razenie tunelov Višňové, Korbelka, Havran a Čerbat	str. 17
Ing. Martin Bakoš, CSc., Ing. Viktória Chomová, GeoExperts s.r.o., Ing. Oldřich Vlašic, Amberg Engineering, s.r.o., Ing. Ján Godan, Basler a Hofman AG, Zürich	
Tunel Klímkovice	str. 20
Ing. Vlastimil Horák, Ing. Jiří Pechman, Amberg Engineering, s.r.o.	
Stoka XIII Liberec	str. 23
Ing. Otakar Fabián, TUBES, s.r.o	
Čtvrtý tunel pod Labem	str. 25
Ing. Stanislav Drábek, místopředseda CzSTT	
Ze světa podzemních staveb	str. 26
Technické zajímavosti	str. 28
Tunelářské osobnosti	str. 29
Zprávy z tunelářských konferencí	str. 29
Z činnosti odborných společností zainteresovaných do podzemního stavitelství	str. 31
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu	str. 31
Spravodajstvo zo Slovenského tunelářského komitétu	str. 32
Informace	str. 32

REDAKČNÍ RADA

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

VYDAVATEL

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

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

Ved. redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktoři: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Grafická úprava: Petr Míšek

Sazba, tisk: GRAFTOP

Redakce v případě zájmu poskytne odborný překlad do angličtiny

Fotografie na obálce: Rekonstrukcia tunela Telgrát
(archív firmy Doprastav)

VOLUME 7, No. 3/98
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

Tunnel

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

CONTENTS

Editorial: Ing. Ivan Šesták	pg. 1
Importance of three-dimensional convergence measurements by NATM	pg. 2
Prof. Ing. František Klepsatel, CSc., SvF STU Bratislava	
Highway tunnels	pg. 5
Ing. Blažena Svitavská, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Revised standard for design of highway tunnels	pg. 7
Ing. Pavel Minařík, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
The mechanism of human's eye by illumination of a highway tunnel ..	pg. 10
Ing. Stanislav Kučera, CSc., Doc. Ing. Jan Michálik, CSc., ŽU Žilina	
Certification and shotcrete	pg. 12
Ing. Pavel Polák, Metrostav, a.s., divize 5	
Tunneling boring machine (TBM) intended for use in Višňové, Korbelka, Havran and Čerbat' tunnels	pg. 17
Ing. Martin Bakoš, CSc., Ing. Viktória Chomová, GeoExperts s.r.o., Ing. Oldřich Vlašic, Amberg Engineering, s.r.o., Ing. Ján Godan, Basler a Hofman AG, Zürich	
Klimkovic Tunnel	pg. 20
Ing. Vlastimil Horák, Ing. Jiří Pechman, Amberg Engineering, s.r.o.	
Truck sewer XIII Liberec	pg. 23
Ing. Otakar Fabián, TUBES, s.r.o.	
The 4th tube of the Elbe tunnel	pg. 25
Ing. Stanislav Drábek, místopředseda CzSTT	
World of underground constructions	pg. 26
Technical matters of interest	pg. 28
Tunnelling personalities	pg. 29
News from tunneling conferences	pg. 29
Activities of professional corporations interested in underground construction	pg. 31
Czech Tunnelling Committee reports	pg. 31
Slovak Tunnelling Committee reports	pg. 32
Information	pg. 32

EDITORIAL BOARD

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

PUBLISHED FOR SERVICE USE

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

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

Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner

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

Graphic designs: Petr Míšek

Printed: GRAFTOP

The editorial board provides translations into English by request

Cover photo: Rehabilitation of the TELGÁRT tunnel (archives of Doprastav, a.s.)



Vážení čitateľa časopisu Tunel!

Začiatkom tohto roku sme si pripomenuli 45. rok existencie Doprastavu a tretí rok činnosti súkromnej akciovej spoločnosti. Už krátko po svojom vzniku si Doprastav vydobol pevné miesto medzi slovenskými podnikmi na poli inžinierskeho staviteľstva. Vďaka našim aktivitám a odborným znalostiam našich pracovníkov prakticky dnes niet na Slovensku cestnej trasy, ktorá by nenesla podiel Doprastavu. Hlavne v oblasti cestného a mostného staviteľstva sa Doprastav postavil na čelo slovenského stavebníctva.

Avšak aj v oblasti závlah a meliorácií, čistiarní odpadových vôd a kanalizačných zberačov, výstavby letísk z cementobetónových a asfaltových krytov a množstvo iných činností zostali po Doprastave stavby ba tisíce stavieb, ktoré nás reprezentujú po celom Slovensku a čiastočne aj v zahraničí.

Vďaka veľkorysému programu výstavby diaľničnej siete na území Slovenskej republiky, ktorý sa začal v roku 1995, bol umožnený plynulý vzostup našej akciovej spoločnosti, spojený s modernizáciou technologickej a strojnej vybavenosti, vybavenosti v oblasti informačnej techniky, ako aj celkovej výkonnosti.

V auguste tohto roku odovzdáme do užívania okrem ďalších stavieb 47 km úsekov diaľnic v trase D 61 a D 1 medzi Hornou Stredou a Ladcami.

S postupom výstavby diaľnic sa ťažisko ich realizácie presúva do hornatých území stredného, severného a východného Slovenska, kde sa logicky vyskytujú početné tunelové stavby. Krédom v Doprastave vždy bolo poskytnúť odberateľovi komplexné a kvalitné služby a preto sme sa systematicky pripravovali aj na zvládnutie tunelových stavieb.

Tých, ako je známe v našej diaľničnej sieti, je 24 s celkovou dĺžkou 41 km a v značne pestrom geologickom prostredí. Tento rozsah s cieľom realizácie do roku 2005 je aj z medzinárodného hľadiska ojedinelý a vyžaduje využitie najmodernejších poznatkov a technológií tunelového staviteľstva z celosvetového hľadiska. Doprastav sa v súlade s uvedeným zadaním zameril na stavbu tunelov pomocou plnoprofilových raziacich strojov — TBM.

Dlhodobo sa zúčastňujeme odborných medzinárodných akcií, sledujeme a aktívne spolupracujeme pri vydávaní časopisu Tunel, máme svojho predsedu v Slovenskom tunelárskom komitáte a vyvíjame spoločné aktivity s a. s. Metrostav.

Toto všetko nám dopomohlo k úspešnosti vo výberovom konaní na Prieskumnú štôľňu Višňové pri Žiline. Je to v poradí štvrtá tunelová stavba v realizácii na diaľničnej sieti Slovenska a súčasne svojími 7 400 m najdlhšia.

Po technickej stránke ide o zaujímavé riešenie, pretože je predpísané 5 600 m raziť technológiou TBM v granitoidnom horninovom masíve s pevnosťami do 200 MPa, avšak so značnými geologickými poruchami.

Poznatky z tejto 3,5 m štôľne sa použijú pri príprave vlastného tunela, ktorý sa predpokladá raziť tiež technológiou TBM, však \varnothing cca 12 m. Získanie tejto stavby v ponukovom konaní bude našim ďalším cieľom.

Okrem diaľničných tunelov sa Doprastav intenzívne zaujíma o výstavbu Metra v Bratislave, ktorého bol koncom 80-tych rokov aj dodávateľom, avšak pre neujasnenie financovania a celkovej koncepcie bol tento projekt postupne zakonzervovaný.

Som presvedčený, že po realizácii uvedených zaujímavých projektov budú môcť okrem prínosu pre užívateľov naši technici obohatiť novými poznatkami tunelové staviteľstvo aj na stránkach tohto časopisu. Vrátia tak dlh za získané poznatky v minulosti, ktoré nám tiež dopomohli k našej dnešnej pozícii.

Ing. Ivan Šesták
generálny riaditeľ
a predseda Predstavenstva a. s. DOPRASTAV

VÝZNAM TROJDIMENZIONÁLNYCH KONVERGENČNÝCH MERANÍ VÝRUBOV PRI RAZENÍ TUNELOV NRTM

PROF. ING. FRANTIŠEK KLEPSATEL, CSc., STAVEBNÁ FAKULTA STU BRATISLAVA

IMPORTANCE OF THREE - DIMENSIONAL CONVERGENCE MEASUREMENTS BY NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD

THIS PAPER DESCRIBES THE APPLICATION OF THE METHOD OF THREE - DIMENSIONAL GEODETIC CONVERGENCE MEASUREMENTS BY NRTM, THE WAYS OF INTERPRETATION THEIR RESULTS AND THEIR IMPORTANCE FOR ECONOMIC AND SAFE REALISATION OF TUNNELS.

1. ÚVOD

Pri razení tunelov dochádza v dôsledku uvoľňovania napätia z horninového masívu do výrubu k zmenšovaniu jeho rozmerov – konvergencii. Veľkosť deformácie môže dosiahnuť v závislosti od vlastností horniny, rozmerov výrubu a výšky nadložia hodnôt od niekoľkých mm až po niekoľko desiatok cm (snáď rekordnú hodnotu 100 cm dosiahol sadanie záverku klenby v poruchovej zóne v Inntaltuneli, dvojkoľajnom železničnom tuneli razenom pri Innsbrucku začiatkom deväťdesiatych rokov). Odhadnúť veľkosť konvergencie a tým aj rozmer, o ktorý treba výrub zväčšiť, aby prierez výrubu po doznení deformácií mal veľkosť čo najbližšiu k teoretickému, požadovanému prierezu tunela je dôležitá úloha IG prieskumu a správnosť jej stanovenia vo významnej miere ovplyvní aj náklady na výstavbu:

- podcenenie konvergencie má za následok nutnosť doprofilovania výrubu, čo je prácne a finančne náročné,
- precenenie konvergencie a tým prílišné zväčšenie výrubu je tiež nežiaduce, pretože priestor vyrábaný navyš sa musí dodatočne zaplniť betónom.

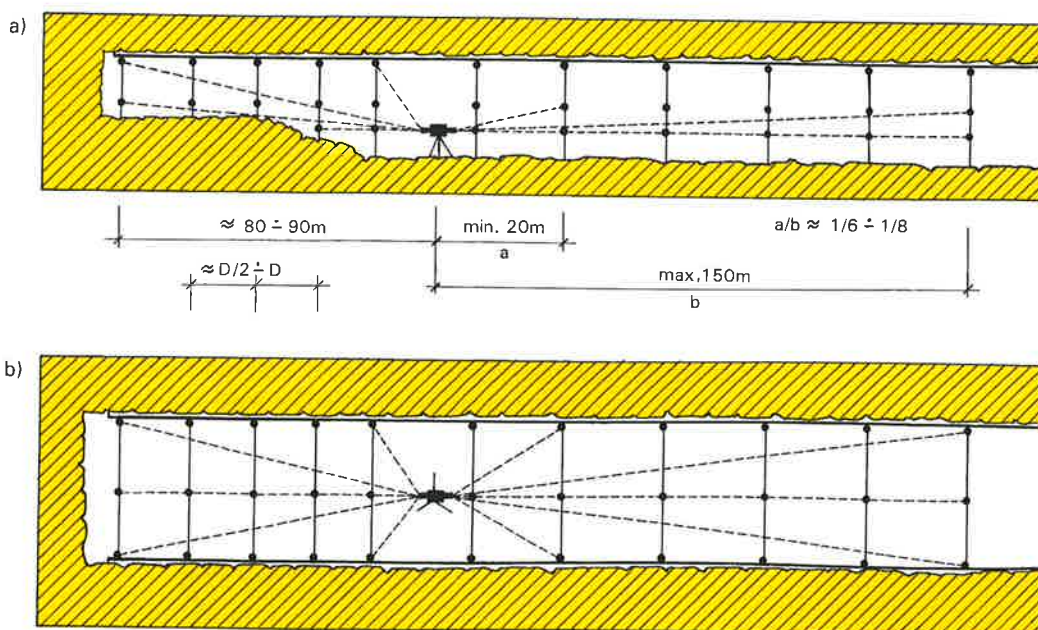
Predpokladanú veľkosť konvergencie a tým aj požadovaný nadvýlom („Übermass,“) musí zadať čo najpresnejšie investor už pri zadaní stavby. Tieto hodnoty sa potom môžu upresňovať na základe konvergenčných meraní počas razenia tunela. Zdôrazňujem, že nadvýlom, nutný v dôsledku konvergencie výrubu nesúvisí s nadvýlomom, podmieneným zvolenou technológiou razenia či geologickými podmienkami v horninovom prostredí a už vôbec nič s nadvýlomami, vznikajúcimi v dôsledku chýb v procese rozpojovania horniny (nedodržanie vrtej schémy, nesprávne nadimenzovanie náloží, nevhodný časový sled odpaľovania náloží).

Meranie veľkosti a časového priebehu konvergencií výrubu sú dôležitou a neoddeliteľnou súčasťou NRTM. Primerané deformácie výrubu sú dôkazom správne zvoleného pracovného postupu pri razení a primeraného spôsobu zabezpečenia výrubu. Konvergenčné merania teda prispievajú k bezpečnosti realizovaných prác. Je však nutné podotknúť, že od „klasických“ konvergenčných meraní pásmom sa postupne upúšťa a to z viacerých dôvodov:

- merania sú veľmi prácne a to najmä pri razení výrubov veľkých prierezov, kde prístup k meračským bodom v hornej časti klenby vyžaduje rebrík, resp. zdvíhacie zariadenie,
- meraniami sa získajú len absolútne hodnoty vzdialenosti 2 bodov, takže asymetričnosť posunu každého z nich nemožno odhadnúť. To sťažuje interpretáciu dejov, prebiehajúcich v horninovom masíve,
- pri meraniach sa automaticky predpokladá, že posuny bodov prebiehajú v rovine kolmej na pozdĺžnu os razeného diela.

V súčasnosti sa preto v zahraničí prechádza na trojdimenzionálne geodetické merania posunov konvergenčných bodov, pričom samostatne sa vyhodnocujú zložky posunu v smere horizontálnom, vertikálnom aj rovnobežnom so smerom razenia. Výhody tohoto systému sú zrejme:

- meranie je rýchle a pohodlné,
- zdvíhacie zariadenia sú potrebné len pri osadzovaní meracích bodov v klenbe, nie pri meraniach,
- pri meraniach sa získajú hodnoty absolútnych posunov každého meračského bodu v zvolenom súradnicovom systéme,
- vyhodnocovanie výsledkov robia automatické stacionárne stanice aj s vynesím časového priebehu posunov podľa zadaného programu. Je to rýchle, exaktné a málo prácne.



OBR. 1

Schématické znázornenie samostabilizácie zameriavacieho prístroja pri geodetickom meraní posunov podľa (5).
a) pozdĺžny rez b) horizontálny rez

2. PRINCÍP MERANÍ

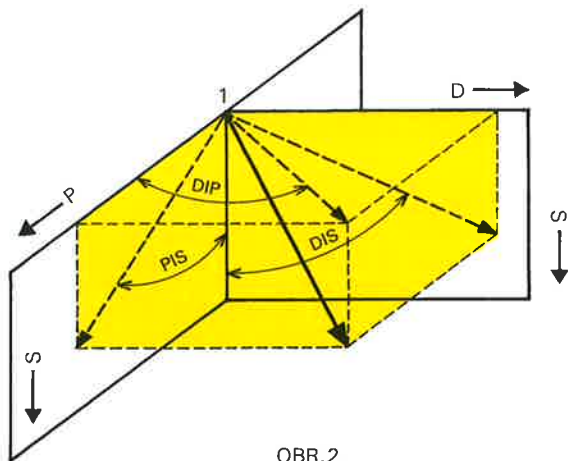
Deformácie horninového masívu na obvode výrubu sa určujú opticko-trigonometrickým zameraním cieľových terčikov naskrutkovaných na tyče pevných bodov osadených v hornine čo najbližšie k čelu výrubu. Počet meračských bodov v priereze a vzdialenosť meračských prirezov sa volí v závislosti na zložitosti geologických podmienok v trase razeného tunela a veľkosti jeho prierezu:

- pri razení diaľničných, resp. železničných tunelov obvyklým spôsobom, t.j. s horizontálnym členením výrubu v čele na kalotu a štroso (opornú časť) sa obvykle osadí v kalote 3 až 5 meračských bodov, v štrose 2 až 4. Body sú rozmiestnené symetricky k zvislej osi prierezu,
- obvyklá vzdialenosť meračských prirezov býva 10 až 30 m. V priaznivých geologických podmienkach a pri očakávaných malých deformáciách možno vzdialenosť prirezov zväčšiť, naopak v poruchových zónach sa meračské prierezy zahusťujú.

Meračské terčiky majú na povrchu reflexnú vrstvu, odrážajúcu svetlo. To uľahčuje ich vyhľadávanie a urýchľuje meračské práce. Pri meraniach sa využíva princíp samostabilizácie meracieho prístroja: prístroj sám zameriava svoju polohu na 6 až 10 pevných bodov (obr. 1) a potom zameriava polohu jednotlivých terčikov. Vyhodnotenie polohy bodov a tým aj veľkosti ich posunov oproti predchádzajúcemu meraniu sa robí ihneď po domeraní automatizovane – číselne aj graficky stacionárnym počítačom. Presnosť meraní je pri obojstrannej dĺžke zámeru 80 až 90 m so strednou odchýlkou asi 1 mm. Výsledné premiestnenia meraných bodov sa uvádzajú rozložené na vertikálnu, horizontálnu a pozdĺžnu zložku (rovnobežnú so smerom razenia – obr. 2).

Geodetické meranie deformácií prebieha veľmi rýchlo. Skúsený merač dokáže zmerať až 100 bodov za hodinu, takže meračské práce len v minimálnej miere narušujú vlastné razenie [2]. Pri spracovávaní výsledkov meraní si treba uvedomiť, že časť deformácií v masíve prebehne už pred čelom výrubu a časť po jeho otvorení, no ešte pred zabudovaním meračského prierezu. Meračské body treba preto osadiť a nulové meranie vykonať čo najskôr a čo najbližšie k čelu výrubu. Skutočné veľkosti posunov jednotlivých meračských bodov však ostanú aj tak neznáme.

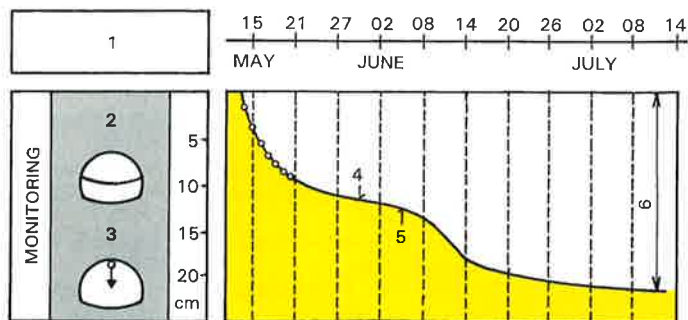
Konvergenčné merania sa uskutočňujú až do ustálenia výrubu, pričom intervaly medzi meraniami sa postupne predlžujú. Prvých 5 až 10 meraní sa robí



OBR.2

Rozklad vektora posunu meračského bodu do základných smerov podľa (7).

P – pozdĺžny smer, D – priečný smer, S – vertikálny smer, 1 – meraný bod.



OBR.3

Obvyklý priebeh posunu zameriavaného bodu podľa (6).

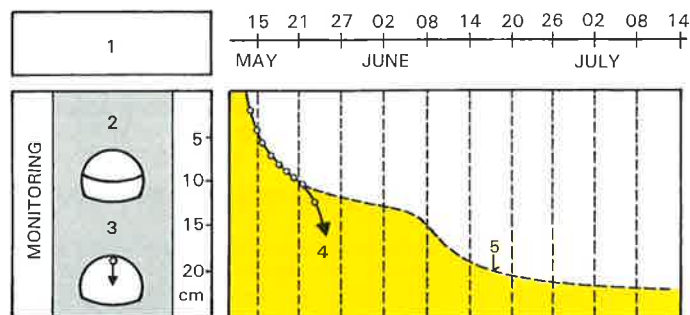
1 – časový údaj, 2 – postup výrubu, 3 – zameriavaný bod, 4 – posun pri razení kaloty, 5 – posun pri rozširovaní výrubu, 6 – konečná veľkosť posunu.

po 24 hodinách, ďalšie v intervale 3 dní, týždňá a neskôr mesiac až do ustálenia výrubu.

3. VYUŽITELNOSŤ VÝSLEDKOV MERANÍ

Merania konvergenencie sú neodmysliteľnou súčasťou razenia tunelov NRTM. Nimi sa preveruje potrebná veľkosť výrubu s ohľadom na jeho konvergenencie, vhodný pracovný postup pri razení a zabezpečovaní výrubu ako aj časový interval, po uplynutí ktorého možno prikrčiť k zabudovaniu sekundárneho ostenia. Niekoľkoročné skúsenosti s trojdimenzionálnymi geodetickými meraniami ukazujú, že ich výsledky sú využiteľné aj na upresnenie geologických podmienok v horninovom masíve v blízkosti čela výrubu. Poznatky z meraní a interpretácie výsledkov možno zhrnúť takto:

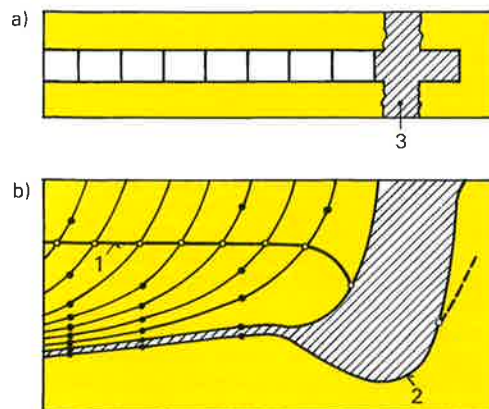
- Pokiaľ je primárne ostenie správne tuhé, podstatná časť konvergenčných posunov meračských bodov prebehne už v prvých dňoch po otvorení výrubu. Výrub sa potom stabilizuje. Oživenie posunov nastane pri rozširovaní výrubu kaloty na plný prierez tunela, preto treba pri realizácii týchto prác interval meraní opäť skrátiť. Charakteristický časový priebeh posunov jednotlivých meračských bodov pri razení členeným prierezom je na obr. 3. Ustálenie deformácií signalizuje, že v horninovom masíve okolo výrubu sa obnovil rovnovážny stav napätosti.
- Keď sa konvergenčné pohyby nemajú tendenciu ustáliť a nezmenenou rýchlosťou narastajú (obr. 4), znamená to, že primárne ostenie je poddimenzované, neschopné poskytnúť horninovému masívu dostatočnú oporu na obnovenie rovnovážneho stavu. V takom prípade treba čo najskôr pristúpiť k zosilneniu primárneho ostenia. Zosilnenie sa má diať zahustením siete kotiev, resp. osadením dlhších kotiev. Dodatočné zosilnenie hrúbky striekaného betónu neprichádza z viacerých teoretických aj praktických dôvodov do úvahy.
- Chůlostivou operáciou je rozširovanie výrubu kaloty na plný prierez výrubu a to najmä v tlačivých horninách s veľkými a pomaly doznievajúcimi deformáciami. Tu – najmä pokiaľ bol výrub kaloty zabezpečený dočasnou spodnou klenbou – odporúča sa pred jej odstránením uchytiť päty klenby primárneho ostenia do horninového masívu pomocou dlhých kotiev. Chůlostivú



OBR.4

Priebeh konvergenencie výrubu s poddimenzovaným primárnym ostentím (6).

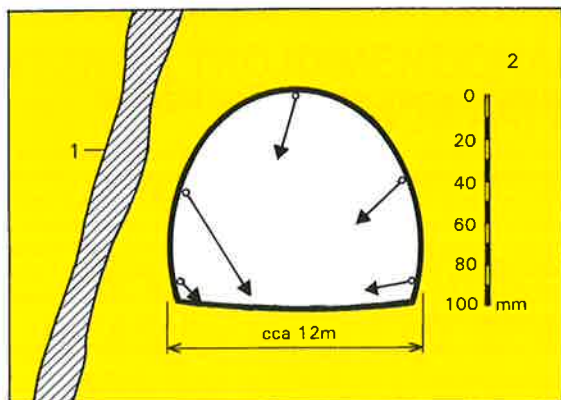
1 – časový údaj, 2 – postupnosť výrubu, 3 – zameriavaný bod, 4 – priebeh konvergenencie, 5 – zidealizovaný predpoklad.



OBR.5

Časový priebeh konvergenencie výrubu pri prechode poruchovou zónou (6).

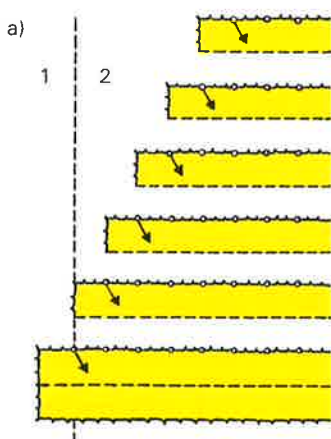
a) geologické pomery b) priebeh konvergenencie
1 – trend deformácií, 2 – zrýchlenie a zväčšenie posunov, 3 – poruchová zóna.



OBR. 6

Príklad geologicky podmienenej asymetrie v priebehu konvergenencie (6).

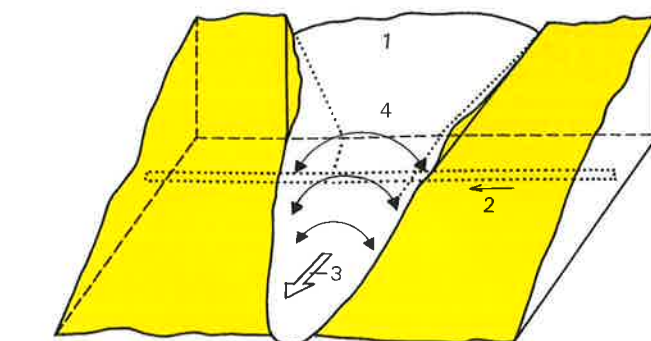
1 – poruchová zóna, 2 – mierka posunov



OBR. 7

Tendencia zmeny orientácie pozdĺžnej zložky vektora posunu pri približovaní čela výrubu k poruchovej zóne (4).

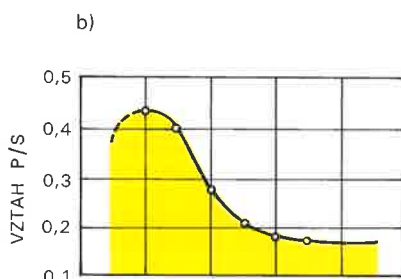
a) priebeh zmeny b) pomer P/S (pozri obr. 2).



OBR. 8

Klenbový efekt nad poruchovou zónou vkladnou medzi bloky pevnej horniny v tuneli Galgenberg podľa (4).

1 – poruchová zóna, 2 – smer razenia, 3 – creeping, 4 – klenbový efekt.



je najmä odstraňovanie dočasnej spodnej klenby, počas ktorého dochádza k redistribúcii napätí.

- Zväčšenie konvergenencie a zrýchlenie priebehu jej narastania svedčí o zhoršovaní geologických podmienok v trase. Výrazný „lalom“, v grafickom znázornení časového priebehu konvergenencie sa prejaví pri prechode výrubu poruchovou zónou (obr. 5). Meračské prierezy tu treba osadzovať hustejšie a intervaly medzi meraniami skrátiť, aby sa včas odhalila potreba ďalších zabezpečovacích opatrení.
- Sekundárne ostenie možno do výrubu zabudovať až po ustálení deformácií, resp. keď je prírastok konvergenციí už nepatrný. V opačnom prípade môže dôjsť v dôsledku väčšej tuhosti sekundárneho ostenia oproti primárnemu k tvorbe ťahových trhliniek v najviac namáhaných prierezoch ostenia.
- Pričná asymetria vo veľkosti a smere posunov jednotlivých konvergenčných bodov v meračskom priereze (obr. 6) môže byť zapríčinená poruchovou zónou v masíve, situovanou približne rovnobežne so smerom razenia, pozdĺž ktorej sa masív viacej deformuje.
- Veľký význam vyhodnotenia pozdĺžnej zložky vektora posunu konvergenčných bodov spočíva v tom, že pomáha včas odhaliť nehomogenitu prostredia pred čelom výrubu. Keď razenie prechádza z lepších do horších geologických podmienok, kde budú deformácie výrubu väčšie, pozdĺžna zložka vektora posunu sa postupne natáča proti smeru razenia (obr. 7). Naopak, pri zlepšujúcich sa geologických podmienkach v trase sa vektor posunu natáča do smeru razenia. Tento jav pomáha vysvetliť predstava, že nad poruchovou zónou sa vytvára „klenba“, ktorá sa po oboch stranách opiera o pevnejšiu horninu (obr. 8).
- Pokiaľ je pozdĺžna zložka vektorov posunov jednotlivých bodov meračského prierezu nerovnako veľká, napr. na ľavej strane výrubu väčšia, ako na pravej, možno predpokladať, že zóna oslabenia pretína os tunela šikmo, pričom čelo výrubu sa k nej priblížilo viacej na ľavej strane.

Je samozrejmé, že interpretácia úložných podmienok v horninovom masíve len na základe konvergenčných meraní vyžaduje skúsenosť a odbornú intuíciu. V každom prípade všad odchýlka od obvyklého priebehu posunov meracích bodov indikuje aj zmeny v horninovom masíve a nabáda k zvýšenej opatrnosti pri ďalšom postupe razenia. V obzvlášť markantných prípadoch možno odporučiť pomery pred čelom výrubu overiť prieskumným vrtom.

4. ZÁVER

Z uvedeného je zrejmé, že trojdimenzionálne geodetické merania posunov meračských bodov osadených na líci výrubu majú pri trhavinovom razení tunelov veľký a nezastupiteľný význam. Veľké skúsenosti s týmito meraniami a interpretáciou ich výsledkov majú rakúski tunelári, z poznatkov ktorých som čerpal. Za nezištnú pomoc a poskytnutie množstva podkladov ďakujem najmä Ing. G. Huberovi z IGT Salzburg, Prof. Dr. Ing. W. Schubertovi z Technickej univerzity Graz a Dr. Ing. G.-H. Vavrovskému, generálnemu riaditeľovi Eisenbahn-Hochleistungstrecken, AG Wien.

LITERATÚRA

- [1] Vavrovský, G.-H., Ayaydin, N.: Bedeutung der vortriebsorientierten Auswertung geotechnischer Messungen im oberflächennahen Tunnelbau. Vorschung u. Praxis, Band 32/1988, Düsseldorf.
- [2] Mischker, B., Grafinger, H.: Überwachung der Hohlraumverformung bei Bau der Inntaltunnels. Felsbau 12/1994.
- [3] Daller, J., Riedmüller, G., Schubert, W.: Zur Problematik der Gebirgsklassifizierung im Tunnelbau. Felsbau 12/1994.
- [4] Grundlagen der NATM. TU Graz, Inst. für Felsmechanik und Tunnelbau, 1994.
- [5] Steindorfer, A.-F.: Shot Term Prediction of ROck Mass Behaviour in Tunnelling by Advanced Analysis of Displacement Monitoring Data. (Tézy dizertačnej práce). TU Graz, 11/1997.
- [6] Schubert, W., Steindorfer, A.: Selective Displacement Monitoring during Tunnel Excavation. Felsbau 2/1996.
- [7] Steindorfer, A., Schubert, W., Rabensteiner, K.: Problemorientierte Auswertung geotechnischer Messungen. Neue Hilfsmittel und Anwendungsbeispiele. TU Graz Inst. für Felsmechanik und Tunnelbau. 1997.
- [8] Schubert, W., Budil, A.: Importance of Longitudinal Deformation in Tunnel Excavation. TU Gray, Inst. of Rock Mechanics and Tunnelling, 1997.
- [9] Schubert, W., Steindorfer, A., Vavrovsky, G.-H.: Auswertung und Interpretation von Verschiebungsmessdaten. Seminar Graz, 12/1996.

DÁLNIČNÍ TUNELY

ING. BLAŽENA SVITAVSKÁ, ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

HIGHWAY TUNNELS

DEVELOPER'S PREPARATION OF THE HIGHWAY D 8 CONSTRUCTION WITH TUNNELS, IN PHASES, FROM THE SKETCHPLAN STAGE UP TO THE LEVEL OF DOCUMENTATION REQUIRED FOR THE LOCAL AUTHORITIES APPROVAL.

1. ÚVOD

Přestože Ředitelství dálnic Praha (od r. 1997 Ředitelství silnic a dálnic ČR) se, jako jediný investor výstavby dálniční sítě v našem státě, zabývá její problematikou již více než 25 let, nemá dosud prakticky žádné zkušenosti s výstavbou a zejména provozem dálničních a silničních tunelů.

V současné době se však problém přípravy a výstavby dálničních tunelů stal aktuální, nejprve v malém rozsahu u dálnice D 5 (obchvat Plzně) a nyní, ve větším rozsahu, na dálnici D 8 Praha–Ústí n. L.–státní hranice ČR/SRN, v úseku Lovosice–st. hranice.

Dálnice D 8 je součástí dálniční sítě ČR a její celková délka je 99,880 km. Úsek Praha–Lovosice v dl. 48,5 km je v současné době zčásti v provozu (18,5 km), zčásti rozestavěn (13,5 km). Úsek Lovosice–st. hranice v dl. 51,4 km je, kromě již provozovaných 4,1 km, v investorské přípravě.

2. TUNELOVÉ ÚSEKY VE STUDII DÁLNIČNÍ

Po změně politické situace v r. 1989 a na podkladě nových zákonů na ochranu životního prostředí ČR a SRN, došlo na území obou států k revizi již dříve stabilizované a zčásti vyprojektované trasy dálnice ve směru na Drážďany. Revize na českém území se týkala průchodu dálnice jak Chráněnou krajinnou oblastí (dále jen CHKO) České Středohoří, tak i územím města Ústí n. L. a dále Krušných hor v hraniční oblasti. Zásadní vedení dálnice Praha–Drážďany však zůstalo beze změny, přičemž na českém území, v úseku Lovosice–st. hranice, využívá již dříve vybudovanou stavbu 0806 Řehlovice–Trmice v dl. 4,1 km, která je v provozu od r. 1991.

Po posouzení a vyhodnocení několika navržených koridorů a variant v úseku Lovosice–Řehlovice a Trmice (Ústí n. L.)–st. hranice ČR/SRN, byl pro každý úsek vybrán výsledný koridor s dílčími variantami a odsouhlasen na úrovni tří rezortů České republiky, ministerstev dopravy, hospodářství a životního prostředí. V hraniční oblasti úseku Trmice–st. hranice ČR/SRN navazuje vybraný koridor s trasou dálnice D 8 na koridor s trasou dálnice A 17 na území Spolkové republiky Německo (Sasko). Na propojení obou dálnic A 17 a D 8 hraničním mostem, je zpracována mezinárodní smlouva.

Důležitým podkladem, na základě kterého byly navrženy, vyhodnoceny a odsouhlaseny jednotlivé koridory a varianty obou staveb, bylo krajinářské hodnocení širokého území podle metodiky Ministerstva životního prostředí ČR. Krajinářské hodnocení bylo u všech variant doplněno hodnocením z hlediska technického, dopravního a ekonomického dle metodiky Ministerstva dopravy České republiky. Na základě prvního návrhu technického řešení dálniční trasy byly vytypovány ekologicky citlivé a územně náročné úseky, které je možno optimálně řešit velkými mostními a tunelovými objekty.

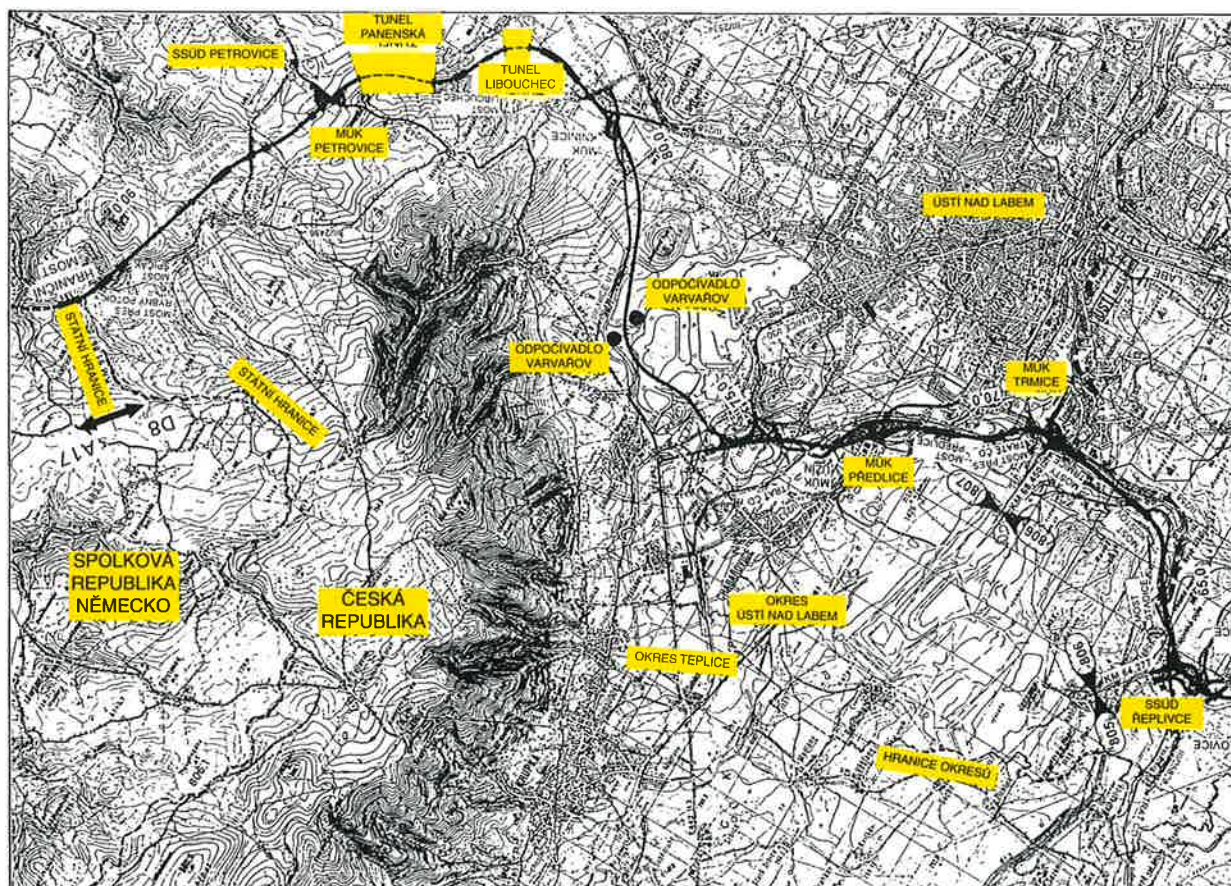
V hraniční oblasti bylo obdobným způsobem provedeno hodnocení na obou stranách hranice a propojeno v rámci společné česko-německé studie dálnice D 8/A 17 nazvané „Příprava přesahující hranice..“

Postupně, na podkladě dalších informací, zejména dokumentace o hodnocení vlivu na životní prostředí a předběžného i podrobného geotechnického průzkumu, docházelo k postupnému upřesňování umístění a rozsahu všech objektů vč. dálničních tunelů.

V současné době je zpracována dokumentace pro územní rozhodnutí dvou dálničních staveb s tunelovými objekty:

stavby 0805 Řehlovice–Trmice, dl. 16,413 km

stavby 0807 Trmice–st. hranice ČR/SRN, dl. 23,324 km,



Obr. 1

která je v současné době projednávána pro vydání územního rozhodnutí o umístění stavby.

3. TUNELOVÉ OBJEKTY V DOKUMENTACI DLE ZÁK. Č. 244/92 SB. A V DOKUMENTACI PRO ÚZEMNÍ ROZHODNUTÍ DÁLNIČNICE

3.1 STAVBA 0805 LOVOSICE–ŘEHLOVICE

Celkové technické řešení stavby v dokumentaci bylo ovlivněno průchodem dálnice CHKO České Středohoří. V rámci dokumentace dle zák. 244/92 Sb., a podrobnějšího technického řešení na podkladě zaměření terénu a geotechnického průzkumu, však byla trasa dálnice upřesněna tak, že respektuje nejcenovější území CHKO a maximálně využívá místa dříve již narušená průmyslovou a lidskou činností.

Technické řešení stavby je předurčeno nejen ekologickými a územními problémy, ale i obtížnými geologickými podmínkami (svážlivé území, území vytěženého lomu, hřeben vrchu Debus apod.).

Všechny tyto uvedené skutečnosti vedly, mimo jiné, i k návrhu dvou dálničních tunelů (resp. dvou dvojic tunelových trub) nazvaných podle blízkých obcí:

- tunel Prackovice o průměrné délce 270 m, který řeší územní průchod dálnice vrchem Debus a současně, spolu s navazujícím mostem přes Radejčinské údolí, zachování regionálního koridoru, který je významnou migrační spojnici Milešovského Středohoří a údolí Labe,
- tunel Radejčín o průměrné délce 520 m, který řeší průchod dálnice plochým vrchem, čímž přispívá k zachování krajinného rázu v pohledově exponované hřebenové části Českého Středohoří a doplňuje tak ochranu celého ekologicky cenného prostoru CHKO.

Spolu s velkými mosty a dalšími ochrannými opatřeními, citlivým konstrukčním řešením a vhodným začleněním do terénu, přispělo i uvedené tunelové řešení, nejprve k vydání souhlasného stanoviska MŽP ČR s dálnicí dle zák. č. 244/92 Sb., a následně k zahájení řízení o udělení výjimky podle zák. č. 114/92 Sb., pro vedení dálnice v CHKO České Středohoří.

Na základě podmínek stanoviska MŽP ČR a dalších požadavků státní správy a veřejnosti, byla dokumentace pro územní rozhodnutí celé stavby, tj. i vč. dokumentace dálničních tunelů, dopracována.

3.2 STAVBA 0807 TRMICE (ÚSTÍ N. L.) – ST. HRANICE ČR/SRN

Technické řešení této stavby je značně ovlivněno, jak poddolovaným a vý-

sypkovým územím města Ústí n. L., tak konfigurací terénu Krušných hor s významnými ekologickými lokalitami vyhlášeného přírodního parku Východní Krušné hory. V rámci dokumentace dle zák. č. 244/92 Sb., a na podkladě zaměření terénu a geotechnického průzkumu, byla trasa dálnice upřesněna tak, že splňuje nejen podmínky hodnocení z hlediska ekologického, technického a dopravního, ale je i ekonomicky přijatelnější než ostatní posuzované varianty, navržené buď s většími délkami trasy dálnice, nebo s větším rozsahem tunelových úseků v horské oblasti. Navíc v oblasti státní hranice navazuje tato trasa na vybranou a odsouhlasenou variantu dálnice A 17 na německém území, ve směru na Dražďany.

Na stavbě jsou navrženy dva dálniční tunely (resp. dvě dvojice tunelových trub), z nichž:

- tunel Libouchec o průměrné délce 470 m umožňuje průchod dálnice pod výběžkem Nakléřovské výšiny a spolu s navrženým mostem minimalizuje zásah do ekologicky cenného terasovitého stavu a jeho porostu;
- tunel Panenská o prům. délce 2050 m, kterým dálnice, kromě konfigurace terénu, překonává oblast s významnými krajinnými prvky, zoologickou lokalitou, PHO vodního zdroje a území s nadregionálními i lokálními biokoridory.

Rovněž u této stavby přispělo řešení s tunelovými úseky, spolu s ostatními objekty, které eliminují dopad stavby na životní prostředí, k získání souhlasu MŽP ČR dle zák. č. 244/92 Sb., s trasou dálnice D 8.

Na základě podmínek stanoviska MŽP ČR požadavků vyplývajících z projednání se státní správou a veřejností a výsledků podrobného geotechnického průzkumu, byla dokumentace pro územní rozhodnutí této stavby, vč. dokumentace dálničních tunelů, dopracována.

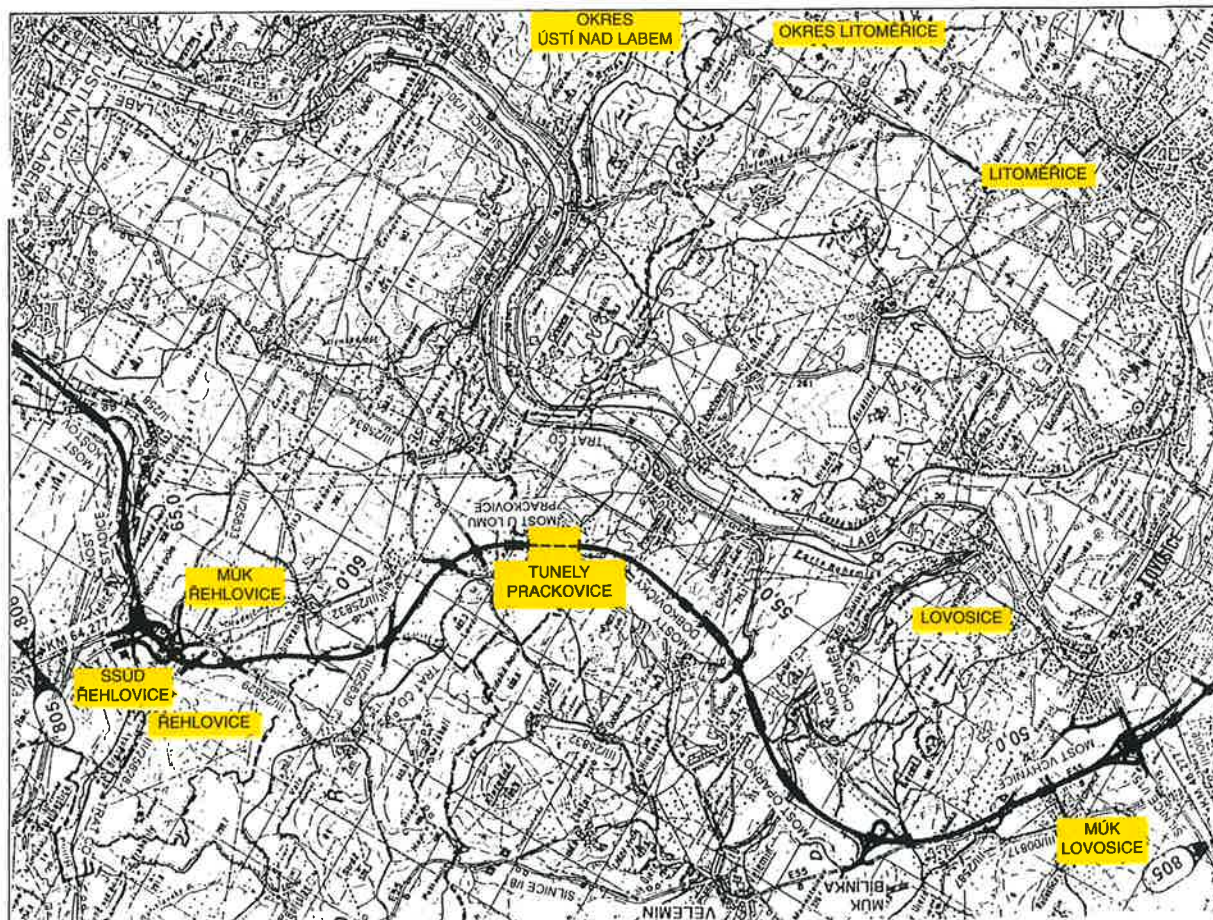
Další investorská příprava tunelů pokračuje v souladu s přípravou obou předemných dálničních staveb.

4. ZÁVĚR

Politika vlády České republiky směřuje ke stále intenzivnější ochraně životního prostředí. Proto ani žádná investiční výstavba se neobejde bez účinných ekologických opatření. Výstavba nové dálniční i silniční sítě sama o sobě přispívá ke zlepšení životního prostředí, neboť odvádí rychle rostoucí dopravu z hustě obydlených oblastí našeho území.

Přesto je nutné, aby i při její realizaci byla navržena účinná opatření k maximální ochraně případných ekologicky významných lokalit v jejím nejbližším okolí. Jedním z těchto opatření jsou i tunelové stavby.

Je třeba si však uvědomit vysokou finanční náročnost přípravy, realizace i provozu těchto staveb. Je proto samozřejmé, že za současných ekonomických podmínek České republiky se bude, v případě tunelových úseků z důvodu ochrany životního prostředí, jednat vždy jen o ekologicky nejcitlivější území.



Obr. 2

REVIZE NORMY PRO PROJEKTOVÁNÍ TUNELŮ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

ING. PAVEL MINAŘÍK, ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

REVISED STANDARD FOR DESIGN OF HIGHWAY TUNNELS

THE PAPER GIVES INFORMATION ABOUT REVISION OF THE CZECH STANDARD ČSN 73 7507 DESIGN OF HIGHWAY TUNNELS WHICH WILL BE ISSUED IN THE SECOND HALF OF THE YEAR 1998.

THE STANDARD CONTAINS REGULATIONS FOR GEOMETRICAL DESIGN, STRUCTURAL INSTRUCTIONS AND SAFETY STRUCTURAL ARRANGEMENT OF TUNNELS. THE MAIN GOAL WAS THE OPTIMIZATION OF TUNNEL CROSS SECTIONS AND OTHER TECHNICAL PARAMETERS ACCORDING TO FOREIGN STANDARDS AND EXPERIENCE OF OTHER COUNTRIES.

ÚVOD

V současné době je ve schvalovacím řízení na Českém normalizačním institutu revize ČSN 73 7507 Projektování tunelů pozemních komunikací, přičemž je možno předpokládat její schválení a vydání v letošním roce. Revize normy byla připravována v letech 1995 až 1997 v rámci činnosti sekce Silniční tunely Silniční společnosti Praha a její znění bylo vytvořeno technickým úsekem Ředitelství silnic a dálnic ČR. Důvodem revize normy byla skutečnost, že současně platná norma pro projektování tunelů na silničních komunikacích byla zpracována v roce 1994 proto, aby urychleně nahradila zrušenou oborovou normu z roku 1987 a nebylo možno z časových důvodů prověřit její ustanovení z hlediska zahraničních předpisů a zkušeností.

Vzhledem k potřebě budoucí výstavby podzemních úseků dálnic, silnic i městských komunikací v ČR a v souvislosti s investiční náročností tunelových staveb byla v roce 1996 dokončena studie Optimalizace silničního průřezu v tunelech, která byla jedním z podkladů pro revizi normy.

Dalšími podklady byly zahraniční předpisy pro projektování tunelů (Německo,

Rakousko, Norsko, Francie), doporučení komitétu PIARC pro silniční tunely a s revizí současně zpracovávané technické podmínky pro technologické vybavení tunelů pozemních komunikací. Dále byly využity i zkušenosti z projektování výstavby a provozování tunelů v alpských zemích, získané během studijních cest a účasti na tunelářském kongresu ve Vídni.

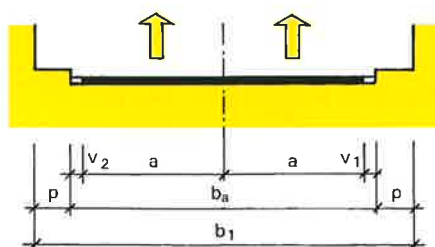
Ustanovení zahraničních předpisů byla rámcově zapracována do revize normy tak, aby návrh prostorového uspořádání tunelu odpovídal všem kritériím z hlediska bezpečnosti silničního provozu, spolehlivosti a hospodárnosti ve stádiu přípravy, výstavby i provozu tunelu. V souladu se zahraničními předpisy byla uplatněna pro příčné uspořádání tunelů a vybavení stavebními bezpečnostními úpravami zásada optimálních redukováných parametrů, jejichž úpravu je nutno navrhnout na základě technicko-ekonomického posouzení.

SKLADBA A OBSAH NORMY

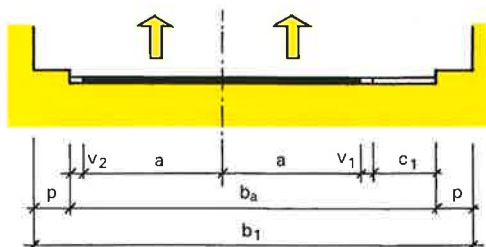
Revize normy obsahuje tyto části: 1. Předmět normy, 2. Normativní odkazy, 3. Termíny, definice a značky, 4. Všeobecně, 5. Navrhování a varianty řešení tu-

ŠÍRKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ JEDNOSMĚRNÉ TUNELOVÉ TROUBY

KATEGORIE T - b_a BEZ NOUZOVÉHO PRUHU



KATEGORIE T - b_a S NOUZOVÝM PRUHEM



OBR. 1

TABULKA 1 - PŘEHLED ŠÍRKOVÉHO USPOŘÁDÁNÍ KOMUNIKACE V TUNELU

DRUH TUNELU	ŠÍRKOVÁ KATEGORIE TUNELU	ROZMĚRY PŘÍČNÉHO ŘEZU V m							NAVAZUJÍCÍ NÁVRHOVÁ KATEGORIE KOMUNIKACE
		a	v_1	v_2	c_1	b_a	p	b_1	
DVOUPRUHOVÝ	T - 7,5	3,5	—	0,25	—	7,5	1,0	9,5	D-R 27,5 - 26,5 MR 25,5 - 24,5 R-S24,5 - 22,5; MS 25 - 20
	T - 8,5	3,5	0,25	0,5	0,75	8,5	1,0	10,5	MR 24,5 MS 25 - 20
JEDNOSMĚRNÝ TUNEL	T-9,0	3,5	0,25	0,5	1,25	9,0	1,0	11,0	D-R 27,5 - 25,5 R-S 24,5 - 22,5 MR 25,5
							0,75	10,5	
	T-10,0	3,75	0,25	0,5	1,75	10,0	1,0	12,0	D - R 27,5 - 25,5; MR 25,5
							0,75	11,5	R-S 24,5

nelů, 6. Kapacita pozemní komunikace v tunelu, 7. Příčné uspořádání tunelu, 8. Průřezný průřez tunelu, 9. Směrové a výškové vedení trasy tunelu, 10. Konstruktivní pokyny, 11. Vybavení tunelu, 12. Příloha A Obdobné zahraniční normy a předpisy.

Obsahem normy jsou ustanovení pro prostorové uspořádání tunelů pozemních komunikací, konstruktivní pokyny a vybavení tunelu, přičemž tato část obsahuje pouze přehled vybavení tunelu a ustanovení pro stavební bezpečnost úpravy v tunelu. Norma neobsahuje podrobná ustanovení pro návrh konstrukce tunelu a způsob výstavby tunelu. Konstruktivní pokyny se týkají pouze konstrukce tunelu, ochrany před podzemní vodou a odvodnění, povrchu tunelu, ochrany proti hluku v tunelu, zásobování vodou a cizího zařízení v tunelu.

Změny proti dnes platné normě se týkají především doplnění délkových kategorií tunelů, úpravy požadované jízdní rychlosti v tunelu pro místní komunikace, zavedení šířkových kategorií tunelu, úpravy šířkového uspořádání komunikace v tunelu a volby šířkového uspořádání z hlediska technicko-ekonomického porovnání, úpravy konstruktivních pokynů a jejich doplnění o požadavky na světlý průřez tunelu a zásobování vodou, úpravy a doplnění vybavení tunelu z hlediska TP 98 pro technologické vybavení a podrobných podmínek pro vybavení tunelu nouzovými a otáčecími zálivy a únikovými komunikacemi.

V dalším textu jsou podrobněji popsány a osvětleny nejdůležitější ustanovení revize normy.

NAVRHOVÁNÍ A VARIANTY ŘEŠENÍ TUNELU

Při navrhování pozemní komunikace v tunelu platí základní normy pro projektování pozemních komunikací (ČSN 73 6101, ČSN 73 6110) a další ustanovení revize normy. Při navrhování konstrukce tunelu platí normy v závislosti způsobu výstavby tunelů, a to pro ražené tunely ČSN 73 7501 a pro hloubené tunely normy pro mostní nebo pozemní stavby (podle druhu zatížení a uplatnění únavového zatížení), přičemž se tunely navrhují se životností 100 let.

Porovnání variant technického řešení pozemní komunikace i vlastního tunelu je nutno provést na základě technicko-ekonomického hodnocení, hodnocení bezpečnosti provozu, podmínek ochrany životního prostředí a možnosti využití tunelu v ochranném systému. Při tomto porovnání by měl být vzat v úvahu jak metodický pokyn Hodnocení tras pozemních komunikací z technického, dopravního a ekonomického hlediska, tak například další zahraniční předpisy jako německý předpis Příčné řezy pozemních komunikací v tunelech a rakouské předpisy Optimalizace projektů z hlediska stavebních a provozních nákladů. Analýza nákladu pro průřez tunelů se zřetelem k možným úsporám nákladů a účinků rozšíření nebo zúžení standardní šířky jízdního pásu 7,50 m a Základní šetření pro rozhodnutí o výstavbě silničního tunelu s jednou nebo se dvěma troubami.

V každém případě by měly být u jednotlivých variant tunelu posouzeny investiční a provozní náklady v průběhu životnosti stavby.

GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

Geotechnický průzkum musí poskytnout údaje o inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrech v místě stavby, které by byly podkladem pro návrh či upřesnění směrového a výškového umístění tunelu, návrh konstrukce a technologie tunelu a posouzení možných následků stavby a jejího vlivu na životní prostředí atd.

Geotechnický průzkum vytváří jedny z nejdůležitějších podkladů pro projektování tunelů, a proto byla jednotlivá ustanovení v normě zásadně rozšířena a upravena.

KAPACITA POZEMNÍ KOMUNIKACE V TUNELU

Při navrhování pozemní komunikace v tunelu se uvažuje návrhová rychlost u tunelů krátkých (délky do 200 m) zpravidla stejná jako na přilehlých úsecích, u tunelů dlouhých (délky přes 1000 m) snižená na 80 km/h (u silnic a dálnic) resp. 70 km/h (u místních komunikací), u tunelů středních (délky 200–1000 m) podle šířkového uspořádání příp. technicko-ekonomického posouzení.

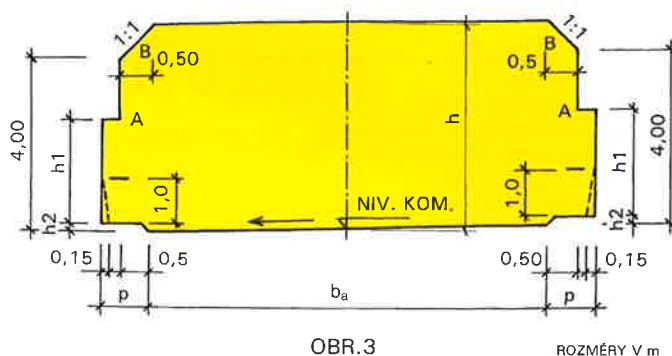
Výhledová intenzita silničního provozu v tunelu se vztahuje pro konec návrhového období, které se uvažuje nejméně 30 let, resp. 15 let pro výměnné vybavení tunelu. Přípustná intenzita pro danou šířkovou kategorii tunelu se stanovuje při zajištění požadované jízdní rychlosti (zpravidla o 20 km/h nižší než návrhová rychlost).

Snižovanou návrhovou rychlost v dlouhých příp. středních tunelech je možno uvažovat vzhledem ke specifickým provozním podmínkám způsobujícím zvýšenou opatrnost řidičů a sníženou rychlost vozidel.

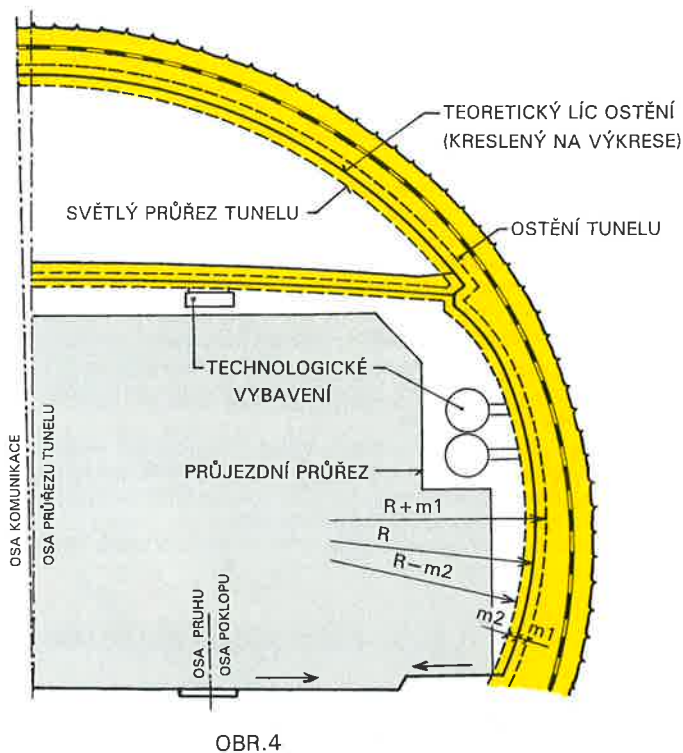
PŘÍČNÉ USPOŘÁDÁNÍ TUNELU

Příčné uspořádání komunikace v tunelu je stanoveno šířkou mezi obrubníky, která zahrnuje obecné jízdní pruhy, vodící proužky, nouzové pruhy, případně přídatné pruhy a šířku oboustranných nouzových chodníků. Schéma komunikace se dvěma pruhy v jednosměrném tunelu je naznačeno na obr. 1.

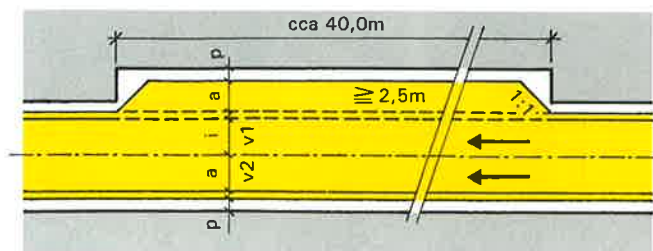
PRŮJEZDNÍ PRŮŘEZ TUNELU



PRŮŘEZ RAŽENÉHO TUNELU



PŮDORYS NOUZOVÉHO ZÁLIVU

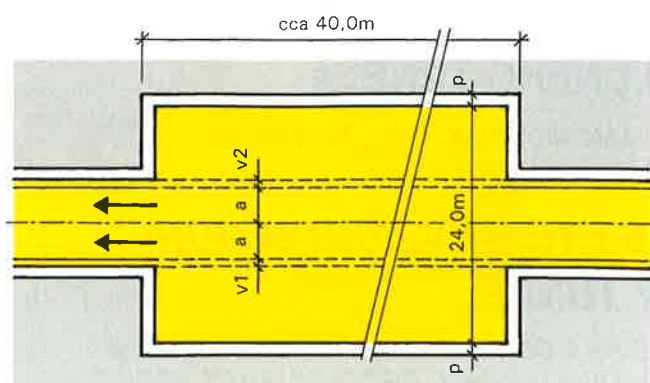


Pro účely normy byly zavedeny šířkové kategorie tunelů, které jsou charakterizovány šířkou mezi zvýšenými obrubníky. Pro dvoupruhové tunely je skladba jednotlivých šířkových kategorií uvedena v tab. 1 (s návazností na návrhovou kategorii pozemní komunikace).

V souladu se zahraničními zkušenostmi i většinou zahraničních předpisů byla šířka jízdních pruhů v tunelech omezena na 3,50 m, pouze u krátkých tunelů je možno navrhnout pruhy šířky 3,75 m. Právě tak byla v tunelech redukována šířka krajnice příp. odstavných pruhů na 0,75 až 1,75 m, přičemž u dlouhých tunelů jsou tyto šířkové elementy obvykle vypuštěny (jejich funkce je nahrazena nouzovými zálivy).

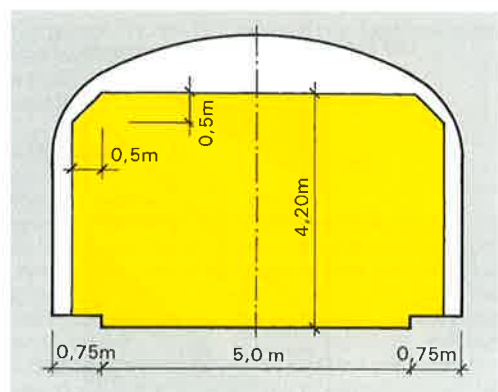
Podle uvedených kritérií bude možno u dlouhých příp. středních dvoupruhových jednosměrných tunelů navrhnout obvykle kategorií T-7,5, u krátkých tunelů kategorií T-8,5, T-9,0, T-10,0 (s nouzovými pruhy šířky 0,75 až 1,75 m). U střed-

PŮDORYS OTÁČECÍHO ZÁLIVU



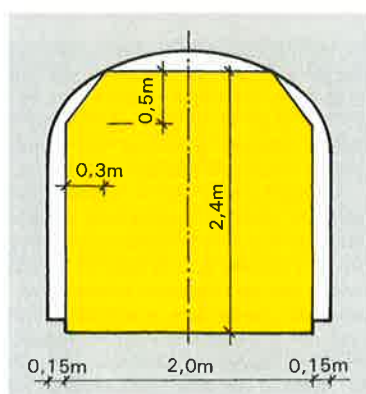
OBR. 6

PŘÍČNÝ ŘEZ ÚNIKOVÝM TUNELEM



OBR. 7

PŘÍČNÝ ŘEZ ÚNIKOVOU CHODBOU



OBR. 8

ních tunelů závisí volba šířkové kategorie na technicko-ekonomickém porovnání nákladů na provoz a výstavbu tunelu.

Přidatné pruhy ve stoupání nebo klesání by se neměly v tunelech z hlediska investiční náročnosti navrhovat, a proto nebyla do normy zařazena šířková kategorie se třemi pruhy. Obecně se tyto pruhy navrhují podle ustanovení ČSN 73 6101, resp. podle zpracované změny 6 této normy.

Nouzové chodníky se navrhují oboustranně se šířkou 0,75 až 1,0 m přičemž výšky obrubníku je omezena na 0,12–0,20 m tak, aby mohly být použity pro nouzové odstavení vozidel.

PRŮJEZDNÍ PRŮŘEZ TUNELU

Průjezdni průřez tunelu se stanovuje v závislosti na šířkové kategorii tunelu,

návrhové kategorii, třídě a dopravním významu komunikace. Schéma průřezu je naznačeno na obr. 3.

V souladu s většinou zahraničních předpisů byla omezena výška průjezdního průřezu na 4,50 m, resp. u tunelů na obslužných místních komunikacích na 4,20 m.

Výška průchozího prostoru nad nouzovým chodníkem byla stanovena na 2,20 m, resp. 2,40 m nad povrchem přilehlé vozovky.

SMĚROVÉ A VÝŠKOVÉ VEDENÍ TRASY KOMUNIKACE

Směrové a výškové vedení trasy komunikace v tunelu se navrhuje obecně podle ČSN 73 6101 a ČSN 73 6110. Doporučuje se návrh takového výškového řešení trasy, aby nebylo nutno zřizovat případné pruhy ve stoupání nebo klesání.

Podle změny 6 ČSN 73 6101 není např. při počáteční rychlosti návrhového vozidla 80 km/h nutno navrhovat přidatný pruh ve stoupání při podélném sklonu 3,5 %, přičemž není v tomto případě omezena délka stoupání (zároveň by se měla posoudit kapacita pozemní komunikace v tunelu).

Podle zahraničních zkušeností se doporučuje u dlouhých tunelů vzhledem k zvýšeným emisím výfukových plynů, zvětšeného nebezpečí dopravních nehod, rychlejšímu rozšíření hořlavých tekutin při nehodě a poklesu rychlosti nákladních vozidel navrhovat podélný sklon max. 2,5 %.

KONSTRUKČNÍ POKYNY

V rámci ustanovení pro konstrukci tunelu byl definován světlý průřez tunelu ve vztahu na průjezdní průřez, prostorové uspořádání technologického vybavení, podmínky technologie provádění, příp. podmínky údržby. Relace mezi teoretickým lícem ostění, světlým průřezem tunelu a přípustnými odchylkami je pro ražený tunel naznačena na obr. 4.

Podle zahraničních zkušeností byl do normy zařazen požadavek na co nej-světlejší povrch vozovky a stěn tunelu. Dále byla stanovena kritéria pro návrh tlakového vodovodu v tunelu a zásobování vodou při hašení.

VYBAVENÍ TUNELU

Vybavení tunelu zahrnuje obecně technologické vybavení a bezpečnostní stavební úpravy.

Technologické vybavení tunelu zahrnuje dopravní systém, osvětlení tunelu, větrání tunelu, bezpečnostní zařízení, spojovací a dorozumivací vybavení, požární zabezpečení, systém videodohledu, centrální řídicí systém, zásobování elektrickou energií a zařízení pro údržbu. Podrobné pokyny pro návrh technologického vybavení stanovují technické podmínky TP 98, na které se norma odvolává.

Bezpečnostní stavební úpravy zahrnují obecně nouzové pruhy, nouzové zálivky, otáčecí zálivky, únikové komunikace a nouzové chodníky.

Nouzové zálivky pro odstavení vozidel se navrhují u dlouhých příp. středních tunelů ve vzájemné vzdálenosti cca 700 m, přičemž je nutno uvažovat s těmito plochami i vně tunelových portálů. Schéma zálivky je naznačeno na obr. 5.

Otáčecí zálivky pro obrácení vozidel do protisměru se navrhují obvykle v místě každého druhého nouzového zálivky. Návrh těchto zálivků závisí i na intenzitě silničního provozu a umístění únikových tunelů. Schéma tohoto zálivky je naznačeno na obr. 6.

Únikové tunely pro vozidla se podle možností navrhují v místě každého druhého nouzového zálivky, přičemž příčný řez tunelem je na obr. 7. Únikové chodby pro osoby se navrhují u tunelů se dvěma troubami ve vzdálenosti cca 350 m, přičemž příčný řez chodbou je na obr. 8.

Umístění a prostorové uspořádání bezpečnostních stavebních úprav bylo navrženo v souladu se zahraničními předpisy, avšak řešení bezpečnosti v tunelu závisí vždy na intenzitě provozu, technologickém vybavení a konkrétních podmínkách tunelové stavby. Při návrhu bezpečnostních stavebních úprav nebylo možno aplikovat kategorie tunelů stanovené podle intenzity a délky tunelu pro účely specifikace bezpečnostního technologického vybavení v technických podmínkách TP 98.

ZÁVĚR

Revize normy pro projektování tunelů pozemních komunikací by měla být společně s technickými podmínkami pro technologické vybavení tunelů a technickými kvalitativními podmínkami pro dokumentaci staveb pozemních komunikací jedním z podkladů pro ekonomické a bezpečné navrhování tunelových staveb jak z hlediska dopravního řešení komunikace tak z hlediska ochrany životního prostředí při stavbě i provozu.

Při rozhodování o stavbě tunelu by měly být uvažovány do budoucna i aspekty týkající se zamezení rozdělení zastavěných oblastí i jiných území a zmenšení záboru pozemků.

MECHANIZMY ĽUDSKÉHO OKA PRI OSVETLENÍ DIAĽNIČNÉHO TUNELA

ING. STANISLAV KUČERA, CSc., DOC. ING. JÁN MICHALÍK, CSc., ŽU V ŽILINE

THE MECHANISM OF HUMAN'S EYE BY ILLUMINATION OF A HIGHWAY TUNNEL

IN THE PAPER THE MECHANISM OF HUMAN'S EYE AS A COMPLEX OF THE SIGHT SYSTEM OF IDENTIFICATION OF AN OBSERVED OBJECT AND OF A DYNAMIC PROCESS, THE CARRIER OF INFORMATION OF WHICH IS THE LIGHT APPLIED IN A HIGHWAY TUNNEL.

1. ÚVOD

Tunel ako neodmysliteľná súčasť diaľničnej dopravnej cesty zahŕňa veľký počet technológií, ktorých riešenie má stále narastajúce požiadavky vzhľadom na súčasne platné normy a medzinárodné odporúčenia. Pri riešení problémov stále narastajúcich požiadaviek na dopravu a pri plnom rešpektovaní aktuálnych kritérií životného prostredia sa stále intenzívnejšie hľadajú spôsoby, aby sa postupne dosiahlo ich vzájomnej optimálnej vyváženosti. K dôležitým činiteľom významne podmiňujúce úroveň životného prostredia patrí nie len vzduch, voda a pôda, ale i svetlo. Svetlo je prostriedkom umožňujúcim získavať zrakové informácie ako výsledok zložitej interakcie medzi zrakovým systémom človeka a pozorovanými predmetmi alebo dynamickými javmi. Spracovanie javov v zrakovom biologickom systéme človeka, umožňuje informácie využiť bezprostredne alebo ich umožňuje uchovať v pamäti pre neskoršie aplikácie. Ako optimálne spracovať svetelné informácie človekom vodičom automobilu na diaľnici, ktorá prechádza tunelom, ponúka predložený príspevok.

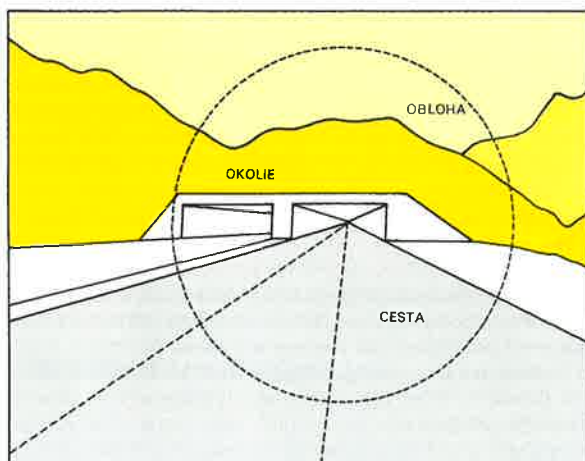
2. DOPRAVNÉ PODMIENKY A NÁROKY PRE OSVETLENIA DIAĽNIČNÉHO TUNELA

Nároky na zrak vodiča motorových vozidiel závisí na rýchlosti, intenzite a skladbe dopravného toku, na geometrickom a technickom usporiadaní komunikácie ale hlavne na bezprostrednom vnímaní okolia. Cieľom osvetlenia diaľničného tunela je zabezpečiť dokonalé vnímanie v priebehu celoročnej prevádzky a po celých 24 hodín denne bezpečnosť, plynulosť a zrakovú aktiváciu účastníkov prevádzky. Vážnym problémom je vyriešiť zdanlivý paradox a to osvetlenie tunela za najväčšieho jasů tak, aby prechod z otvorenej komunikácie do tunela zabezpečil vodičovi vykonať spoľahlivo svoju dopravnú činnosť pri plnom rešpektovaní dopravných podmienok.

2.1 AKOMODÁCIA A ADAPTAČNÉ MECHANIZMY ĽUDSKÉHO OKA

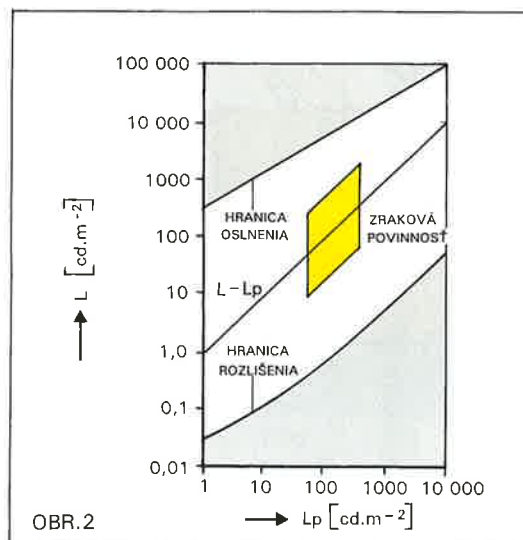
Ľudské oko nedokáže na sietnici rovnako dokonale zobraziť predmety na-

NÁČRT ZOBRAZUJÚCI KÓNICKÉ ZORNÉ POLE



OBR. 1

VYMEDZENIE OPTIMÁLNEHO JASU ZRKOVEJ POVINNOSTI



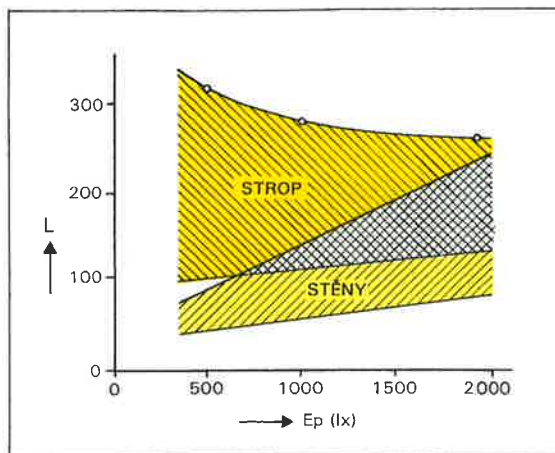
OBR. 2

chádzajúce sa v rôznej vzdialenosti a pri rôznej intenzite osvetlenia. Akomodácia je schopnosť oka vidieť tzv. blízky bod ale i vzdialený bod, ktorý dokáže oko prispôbené pre videnie do diaľky vidieť ešte zreteľné (napr. vo veku 15 r. je blízky bod 9–10 cm, vo veku 30 r. je asi 13 cm a vo veku 50 r. až 50 cm). Vďaka svojej adaptabilnosti oko je schopné pozorovať dej v rozmedzí od 0,25 lx až po 105 lx (avšak vnímať je schopné ešte asi pri 2.10-9 lx). Hlavným adaptačným mechanizmom je fotochemický dej – rozklad zrakových pigmentov. Rýchlosť rozpadu pigmentu závisí na parametroch svetelného predmetu. Pri presnom výpočte osvetlenia dopravných komunikácií, najmä tunelov je nutné rešpektovať adaptáciu oka z nižšieho jasů na vyšší tzv. adaptácia na svetlo a naopak z vyššieho denného jasů na otvorenom priestranstve, na jazdu v tunely, ktorý sa pri vjazde chová ako „čierna diera“, je adaptácia na tmu. Trvalé meranie v kónickom zornom poli obr. 1 a následne okamžitá regulácia intenzity jasů je nasjpoľahlivejším riešením. Zrakový vnem nevzniká a ani nezániká súčasne, ale má určitú zotrvačnosť. Rýchlosť vnímania, ktorá závisí od jasů predmetu v zornom poli sa zvyšuje do hodnoty 300 cd.m⁻² a napr. svetelný záblesk, ktorý trvá niekoľko mikrosekúnd vyvoláva vnem trvajúci až 0,3 s. Všetky tieto fyziologické činnosti je nutné rešpektovať, v opačnom prípade sú vodiči vystavení psychickej námahe, ktorá znižuje identifikovať dynamické svetelné zmeny v dlhom tunely.

2.2 ROVNOMERNOSŤ JASOVÉHO POĽA

Celkovú rovnomernosť jasů na povrchu vozovky sa v prípade tunela doporučuje rozšíriť i na osvetlenie stien do výšky cca 2 m. Ak sa vyskytujú v zornom poli oka príliš veľké jasů alebo ich rozdiely, ktoré výrazne prekračujú hladinu adaptability zraku, vzniká oslnenie. Pri stažení alebo až znemožnení prístupu príjmu svetelných informácií do oka dochádza vtedy, ak sietnica alebo jej časť je vystavená vyššiemu jasů ako je oko sa schopné adaptovať. Podľa príčiny rozoznávame – oslnenie priame, spôsobené nadmerným jasom svietiacich častí (tento jav sa vyskytuje najmä v obojstranných tuneloch), nepriame oslnenie je spôsobené odrazom. Zvláštnym prípadom je oslnenie závoje, ktoré vzniká ak je pred

PRIJATEĽNÝ JAS L STROPU A STIEN V ZÁVISLOSTI NA PRIEMERNEJ OSVETLENOSTI E_p HORIZONTÁLNEJ ROVINY



OBR. 3

pozorovaným pozadím prostredie s vyšším jasom napr. hmla pred svetlometmi. Psychofyzické následky oslnenia delíme:

- oslnenie psychologické
- pozorovateľné
- rušivé
- oslnenie fyziologické
- obmedzujúce
- oslepujúce

Vplyv oslnenia a jeho hodnotenie predstavuje zložitú a dodnes nie jednoznačne doriešenú problematiku. Vo vnútorných priestoroch medzi ktoré ako špeciálny priestor sa radia i diaľničné tunely sa nutne predpokladá eliminácia obmedzujúca oslnenie. Praktické experimenty vyšetrojúce zrakový výkon, pohodu i oslnenie boli vykonávané v súvislosti s presne definovaním jasom pozadia, ktoré pri fixovaných smeroch pohľadu určovali adaptačný jas. V reálnom interiéri diaľničného tunela nie je pevne určený smer pohľadu vodiča a ani jeho poloha. Z uvedených dôvodov je nutné vo vnútorných priestoroch usilovať sa o vytvorenie harmonického rozloženia jasů. Na obr. 2 je znázornená závislosť jasů zrakovej povinnosti na jasů pozadia. Náznornejšie pre prax sú grafy na obr. 3, ktoré zahrňujú výsledky výskumu s cieľom zistiť hodnoty jasů stropu a stien uprednostňovaných pokusnými osobami v závislosti na osvetľovaní zrakovej povinnosti.

3. CIELE A POŽIADAVKY OSVETLENIA TUNELOV

Pre osvetlenie v tuneloch je dôležité dodržiavanie fotometrických požiadaviek, ktoré sú definované príslušnými normami a dohodnutými doporučeniami. Podľa CIE tunely dlhšie ako 125 m patria medzi tunely dlhé, ktoré si vyžadujú priamy vjazd, čiže zosilnené osvetlenie, zatiaľ čo tunely kratšie ako 25 m si nevyžadujú žiadne osvetlenie. V rozpätí 25 až 125 metrov sa doporučuje 50 % osvetlenia určeného pre dlhé tunely, ak výjazd nie je plne viditeľný zo vzdialenosti brzdných dráh pred tunelom a premávka je definovaná už ako slabá. CEN navrhuje väčšiu diferenciáciu pre krátke tunely a novú klasifikáciu pre tunely na základe toku premávky, optického navádzania a pohodlia. Pre účely osvetlenia možno dlhé tunely rozdeliť podľa dĺžky do piatich zón, z ktorých každá je charakterizovaná svoji-

mi vlastnými charakteristikami videnia. Typický pozdĺžny rez jednosmerným tunelom je na obr. 4.

Prijazdová zóna je cesta tesne pred vjazdom do tunela odkiaľ vodiči musia bezpečne vidieť všetky dopravné prekážky v tuneli. Jej dĺžka sa rovná dĺžke bezpečnej brzdných dráh. Stav maximálnej adaptácie na svetlo pri videní vodičov v tejto zóne, ktorý závisí od konštrukcie a použitých materiálov, určuje jas v prahovej zóne na začiatku tunela. CIE definuje stav adaptácie ako L20 priemerný jas v kónickom zornom poli 2 x 10x so stredom v otvore tunela pri vzdialenosti bezpečnej brzdných dráh od vjazdu. Merania a záznamy L20 pre prízazdovú zónu vykonávané trvalo sú najspoľahlivejším východiskom pre osvetlenie vjazdu (obr. 1). Postupné znižovanie denného svetla v celom priestore prízazdovej zóny možno dosiahnuť sľnečnými clonami alebo žalúziami, prípadne vertikálnymi alebo horizontálnymi otvormi pre denné svetlo.

Tab. 1. Odporúčaný pomer prahovej a prízazdovej zóny

brzdňá dráha (m)	Symetrické osvetlenie		protismerové osvetlenie	
	L_{th}/L_{20}		L_{th}/L_{20}	
60	0,05		0,04	
100	0,06		0,05	
150	0,10		0,07	

Relatívne vysoký jas je potrebný v prahovej zóne (L_{th}) vid' tab. 1, pre rôzne systémy osvetlenia je funkciou L_{th}/L_{20} a rýchlosti premávky. Dĺžka prahovej zóny je rovná bezpečnej brzdných dráh. Po prudkom poklese jasů v prízazdovej zóne z definovaného adaptačného bodu môže nasledovať pokles jasů v druhej polovici prahovej zóny na 40 %.

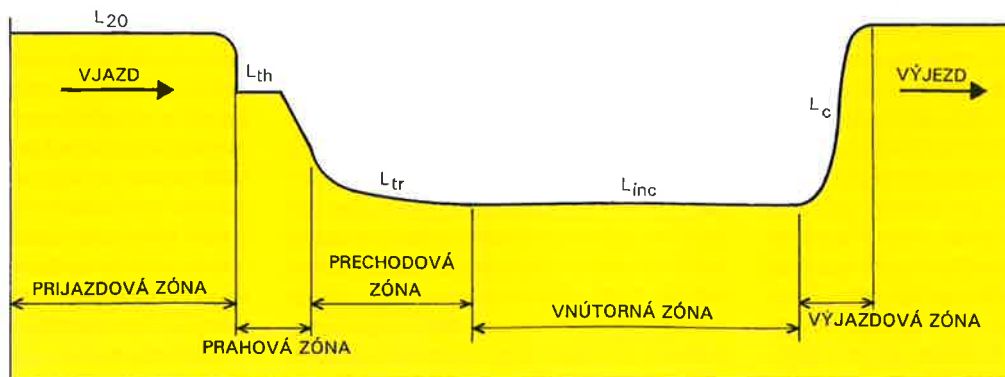
4. ZÁVER

Význam svetla a osvetlenia je pre človeka i pre celú ľudskú spoločnosť známy, je však obťažné (pre nedefinovateľnú cenu ľudského života) túto skutočnosť v konkrétnych prípadoch vyjadriť ekonomicky. Pre správne navrhnutie bezpečného osvetlenia, sú nutnou podmienkou nie len anatomické znalosti, ale predovšetkým celého komplexu systému zrakovej fyziológie. Medzinárodná komisia pre osvetlenie CIE pozorovaním a výskumom zistila, že zlepšenie osvetlenia na sledovaných úsekoch viedlo k zníženiu dopravnej nehodovosti, napr. o 57 % v Austrálii, o 22 % v SRN, o 29 % v Nórsku, o 25 % vo Fínsku. Pozoruhodné je zistenie vo Veľ. Británii, že zvýšenie jasů auto-cesty o 1 $cd.m^{-2}$ sa znížil činiteľ nehodovosti až o 35 %. Ak tento príspevok pomôže nechápať videnie len ako okom vnímanie určitej časti elektromagnetického žiarenia a čo i len trošička zvýši bezpečnosť na našich autocestách, potom je jeho cieľ splnený.

LITERATÚRA

- [1] Michalík, J., Kučera S. a kol.: Dialhica D1 Behárovce-Branisko, TC - 462 - Osvetlenie, Žilinská univerzita 1997.
- [2] Smernice CTE 88/1990. Guide for the Lighting of Road Tunels and Underpasses.
- [3] Kotek, J.: Zásady pro osvětlování tunelů a podjezdů, Praha 1992.
- [4] Habel, J. a kol.: Světelná technika a osvětlování, Praha 1995.

PĀT' ZÓN DIALNIČNÉHO TUNELA DEFINOVANÝCH PRE ÚČELY NÁVRHU OSVETLENIA



OBR. 4

CERTIFIKACE A STŘÍKANÝ BETON

ING. PAVEL POLÁK, METROSTAV A. S. DIVIZE 5

CERTIFICATION AND SHOTCRETE

SHOTCRETE IS, UNDER LAWS NO 22/97 SB. AND NO 178/97 SB., A PRODUCT WHERE A "QUALITY CERTIFICATE OF PRODUCT" IS REQUIRED. AUTHOR DESCRIBES SOME DEMANDS ON SHOTCRETE IN UNDERGROUND CONSTRUCTION DURING APPLICATION AND PROPOSES SOME PRINCIPLES FOR GOOD PERFORMANCE. IN THE AUTHOR'S OPINION, THE IDEA OF "QUALITY CERTIFICATION OF PROCEDURE" IS MORE ACCEPTABLE THAN "QUALITY CERTIFICATE OF PRODUCT".

ÚVOD

Od 1. září 1997 vstoupil v platnost zákon č. 22/97 Sb., o technických požadavcích na výrobky a k němu náležející nařízení vlády ze dne 25. 6. 1997, kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky. Těmito právními normami jsou mj. stanoveny povinnosti výrobců a dovozců při uvádění výrobků na trh a přesně vymezené postupy pro posuzování shody „stanovených výrobků“. Obě právní normy interpretují v podstatě pravidla Evropské unie, zejména směrnici 89/106/EEC pro stavební výrobky, dále směrnici Rady EU č. 92/59 o všeobecné bezpečnosti výrobků, obecné principy Rezoluce Rady EU č. 90/C/10/01 o globálním přístupu shody a Rozhodnutí Rady EU č. 93/465/EEC o modulech pro různé fáze posuzování shody.

V nařízení vlády ze dne 25. 6. 1997 uvedené pod č. 178/97 Sb. jsou pak stanoveny závazné postupy posuzování shody pro skupiny stavebních výrobků. I když se zdá, že objem stanovených výrobků je v nynější „startovací fázi“, příliš rozsáhlý, faktem zůstává, že stříkanému betonu byl přiřazen postup posuzování shody podle § 5 z nařízení vlády, který pro výrobce před uvedením výrobku na trh vyžaduje certifikaci výrobku. Ve stejné skupině s povinnou certifikací jsou kromě jiných uvedeny cement, vápno, popílek, přírodní hutné kamenivo, monolitické betony od třídy B 15, malty k injektáži a všechny přísady do betonu. Z uvedeného plyne, že kromě vody musí být všechny složky betonu certifikovány a také vlastní beton musí být certifikován prakticky pro všechny své účelové modifikace.

K tomu, aby výrobce získal certifikát, musí předložit autorizované osobě (certifikačnímu orgánu) technickou dokumentaci, jejíž podstatnou částí je technická specifikace výrobku, vzorky výrobku a popis systému jakosti. Autorizovaná osoba pak provede certifikaci tak, že přezkoumá předložené podklady z hlediska požadavků vládního nařízení, zkouší vzorek výrobku tj. ověřuje, zda výrobek neohrožuje zdraví nebo bezpečnost osob, majetek či přírodní prostředí a zda splňuje vlastnosti uvedené v technické dokumentaci. Rovněž posuzuje systém jakosti a jsou-li všechna zjištění příznivá, vydá o tom certifikát a provádí pak dohled nad správným fungováním systému. Doba platnosti certifikátu není upravena zákonem ani vládním nařízením, a proto bude zá-

ležet na certifikačním orgánu jakou dobu platnosti stanoví.

POŽADAVKY NA VLASTNOSTI STŘÍKANÉHO BETONU

Vezmeme-li v úvahu nesmírně širokou variabilitu uplatnění monolitického, ale i stříkaného betonu vyvolává certifikace jednotlivých druhů betonu jako výrobků při nabíhání i v průběhu řízení systému kvality otázky po smyslu a reálné proveditelnosti tohoto nikdy neohraničitelného úkolu. Není jisté sporu o tom, že speciální vysoce kvalitní a široce uplatňované standardní typy betonů musí být důkladně průkazně přezkoušeny a také certifikovány. U monolitických betonů je navíc výroba ve většině případů zabezpečována betonárkami, které mají certifikovaný systém výroby, a proto také výrobky mohou splňovat přísná kritéria kvality. Přesto i zde vyvstává otázka, zda je účelné mít pro jednu betonárku certifikováno několik desítek druhů výrobků tedy betonů zejména nižších tříd (dle nařízení vlády vyšších než B15) lišících se od sebe mnohdy jen malými rozdíly např. ve složení kameniva.

U stříkaného betonu je situace zejména u větších podzemních děl značně rozdílná. Zhotovitelé těchto staveb si zpravidla budují vlastní výroby betonu z důvodu operativního použití čerstvé betonové směsi např. při výrobě malých množství v průběhu razících prací prováděných v nočních směnách či směnách o sobotách a nedělích. Dalším důvodem je také vytvoření reálné možnosti zpracování (vystříkání) suché (s kamenivem přirozené vlhkosti) či mokré betonové směsi do standardně uznávané doby 1,5 hod. po namíchání i pro vzdálené (dlouhá liniová díla) nebo obtížněji dosažitelné čelby. Jistě ne zcela posledním důvodem jsou rovněž úspory vlastních materiálových nákladů, které při zpravidla velkých kubaturách primárního ostění tunelů a štol mohou být oproti transportbetonu značné. Není třeba jistě pochybovat o nutnosti certifikace monotónně vyráběných a dodávaných složek stříkaného betonu jako je cement, kamenivo a používané přísady. Pokud vycházíme ze současné tuzemské praxe tvoří stříkaný beton pro většinu podzemních děl spolu se systémem výztužných prvků a svorníků či kotev dočasnou konstrukci, která ve spolupůsobení s hor-

novým masivem musí zajistit menší než limitované přetvoření vnitřního obrysu a stabilitu systému ostění-hornina do doby vybudování definitivního ostění. Primární a definitivní ostění jsou většinou od sebe oddělena mezilehlou foliovou izolací proti účinkům podzemní vody. Separace fólií zamezuje spolupůsobení především při přenosu smykových sil. Proto spolupůsobení obou ostění není standardně ve statickém výpočtu uvažováno. Na plně dlouhodobě působící zatížení (zemní a hydrostatický tlak) se dimenzuje samostatně vnitřní tedy definitivní ostění. Toto vnitřní ostění je pak dimenzováno na stanovenou životnost podzemního díla (zpravidla 100 let).

Pro uvedený případ dočasné funkce primárního ostění má stříkaný beton splňovat pouze pevnostní požadavky na rychlý náběh tuhnutí a tvrdnutí, splnit předepsanou 28denní pevnost a případně vyhovět stanovenému nárůstu hodnot modulu přetvárnosti, který by dle statického výpočtu zaručoval podkročení limitních deformací průřezu při vysokých směnových postupech ražeb. Dle současných tuzemských zkušeností a v podmínkách zastihovaných na čelbách realizovaných Metrostavem vyhovuje pro primární ostění stříkaný beton pevnostní třídy B20. Pro tuto nízkou třídu pevnosti jasně mluví nižší pořizovací náklady oproti betonům vyšších kvalit a je relativně snadné dosažení nižších pevnostních parametrů také při krajních povětrnostních, výrobních i aplikačních podmínkách ovlivněných možnými chybami operátora trysky při stříkání. Navíc při započítání spadu a zastříkání nadvýrubu při technologii ražení NRTM se poměr skutečně spotřebovaného a projektem vypočítaného množství SB pohybuje v rozmezí 1,2 až 1,5. Koeficienty mohou však při nevytvořené technologii provádění přesáhnout hodnotu 2. Zejména v případech, kdy jsou kubatury „výplňových a spadlých“ betonů veliké, není možné počítat s úsporami dosaženými zastříkáváním pevnější a tedy slabší vrstvy primárního ostění. V každém případě se doporučuje, aby se brzy po zahájení stavby prováděl kontrolní propočet poměru spotřebovaného a teoretického množství SB a hledala se opatření pro snížení tohoto poměru. Započítáme-li skutečnost, že vrstva SB ulpěla na hornině bude po vybetonování další nosné konstrukce betonu tvořit pouze výplňový balast bez důležité statické funkce je plánování vyšší kvality a tedy i vyšší ceny SB vyvažování peněz oknem. Pravidlem pro takové případy by měla být snaha zajistit přírodní nedrcené levné kamenivo

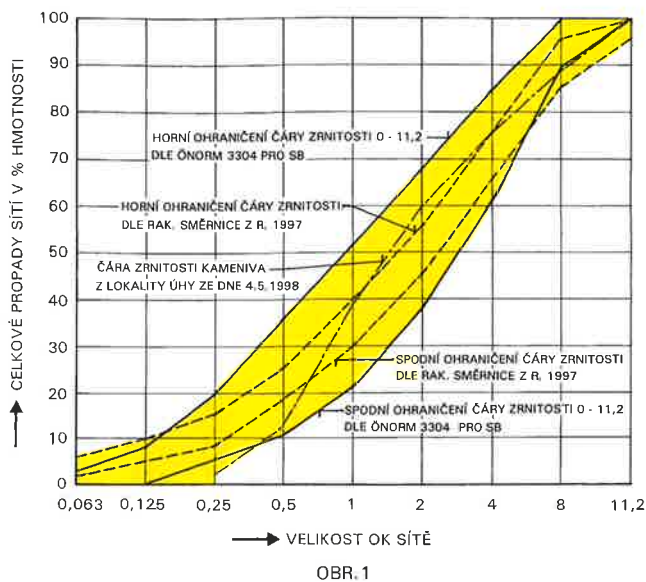
s vhodnou křivkou zrnitosti 0–11,2 mm (0–8 mm) z blízkých místních zdrojů a cement nejlépe CEM I 42,5 či 42,5 R z blízké cementárny. Kvalita cementu musí při tom zaručit spolu s vhodnou nealkalicou urychlující přísadou požadovaný nárůst pevnosti mladého betonu (stárí do 24 hodin).

Jiné případy jsou pak tam, kde SB plní funkci definitivní konstrukce či finální pohledovou vrstvu (u portálů, u propustových částí, stříkaným betonem sanovaných konstrukcí ap.) nebo kde je stříkán v omezených tloušťkách do přesně vymezeného výrubu (např. při rozpojování plnoprofilovou hlavou razicího stroje nebo štítu). Funkce a vlastnosti stříkaného betonu jsou pak dány podmínkami využívání a dobou jeho životnosti. Kromě požadavku na zpravidla vyšší pevnost než B 20 mohou být specifikována kritéria vodotěsnosti, mrazuvzdornosti, síranovzdornosti, trvanlivosti a další. Na rozdíl od v předchozím odstavci zmíněném konstrukčně-výplňovém betonu jde již o rámcově menší objemy hmot se speciálními vlastnostmi, které mohou být zabezpečeny podle místních podmínek (např. sanační práce menšího rozsahu) stříkáním dovážené suché prefabrikované směsi zaručených vlastností.

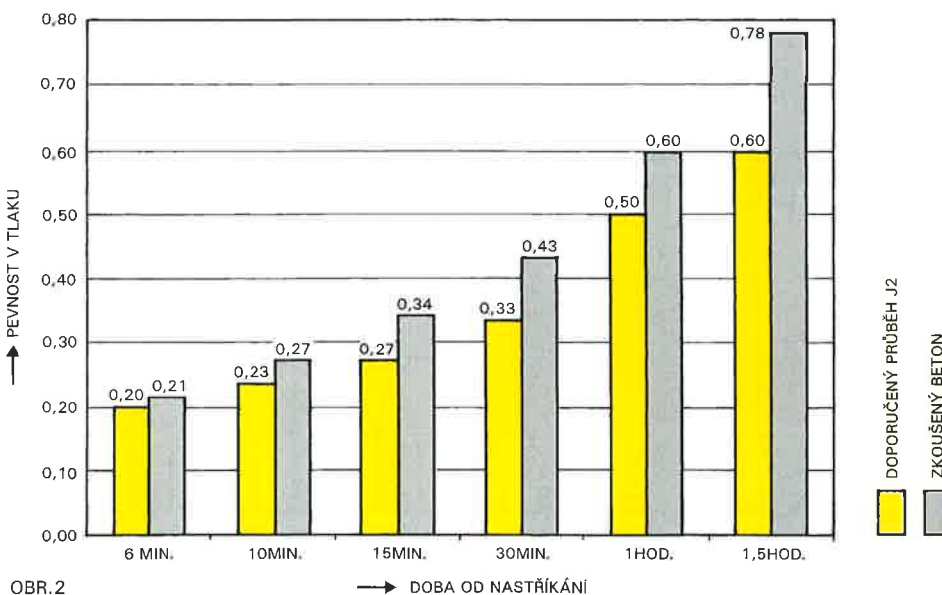
CERTIFIKACE STŘÍKANÉHO BETONU JAKO VÝROBKU ANO ČI NE

Z výše uvedené úvahy zaměřující se zejména na aplikaci stříkaného betonu ve velkých objemech lze usoudit, že vládou nařízená certifikace SB jako výrobku není právě nejlépe domyšlené rozhodnutí. Kdyby měla být certifikace striktně dodržována nebylo by možné v řadě případů provést např. rychlé sanace nestabilních svahů, stavebních jam a výkopů, zejména tam, kde z hlediska dopravního zajištění a časového zpoždění by nebylo možné dopravit a aplikovat ten „správně certifikovaný“ výrobek. Prakticky se tím vylučuje jakákoliv staveništní výroba betonu, která by probíhala po dobu kratší než 1 rok a u velkých staveb (a těch je po čertech málo) by vedla k monotónnímu využívání jedné osvědčené zpravidla dovážené receptury SB bez ohledu na výhodné místní podmínky. Překážkou jsou krátké časové vazby mezi získáním zakázky a zahájením stavby oproti řetězci provedení průkazných zkoušek, jejich vyhodnocení, přihlášení autorizované osobě k certifikaci a dobou průběhu certifikace nejméně 1/2 roku. Je zřejmé, že u stříkaných betonů chybí oproti monolitickým vymezení spodních méně kvalitních pevnostních tříd SB (např. pod B 20 včetně), kde by certifikace nebyla vyžadována. Cestou do budoucna by mohla být certifikace receptur SB s nejvyššími nároky na kvalitu (tj. SB vybraných vlastností) s tím, že výrobci a pravděpodobně i aplikátoři bude „důvěřováno“, že dokáže vyrobit ale i aplikovat receptury méně kvalitní. Z uvedeného je zřejmé, že vlastní výroba směsi pro stříkaný beton je jen první částí výrobního procesu, jehož výsledek je ve své aplikační fázi zásadně ovlivněn lidským faktorem (zejména při převažujícím ručním nanášení). Proto certifikace výrobku „stříkaný beton“, ve své podstatě musí být spíše certifikací systému jakosti celého výrobního procesu – všech jeho podstatných částí od návrhu receptury podle místních realizačních podmínek, přes výrobu, zkoušení a aplikaci

PŘÍKLADY VYMEZENÍ VHDNÝCH ČAR ZRNITOSTI KAMENIVA PRO STŘÍKANÝ BETON



VÝVOJ PRŮMĚRNÉ PEVNOSTI SB NA TUNELU HŘEBEČ V ROCE 1995 (URYCHL, PŘÍSADA TORGANIT L - 02)



s konkrétní mechanizací a osádkou atd. V každém případě je nutno vyhovět průkazním a kontrolním zkouškám např. podle ČSN 73 2430 a 73 2400 a splnit náběh pevnosti mladého betonu dle požadavků projektu.

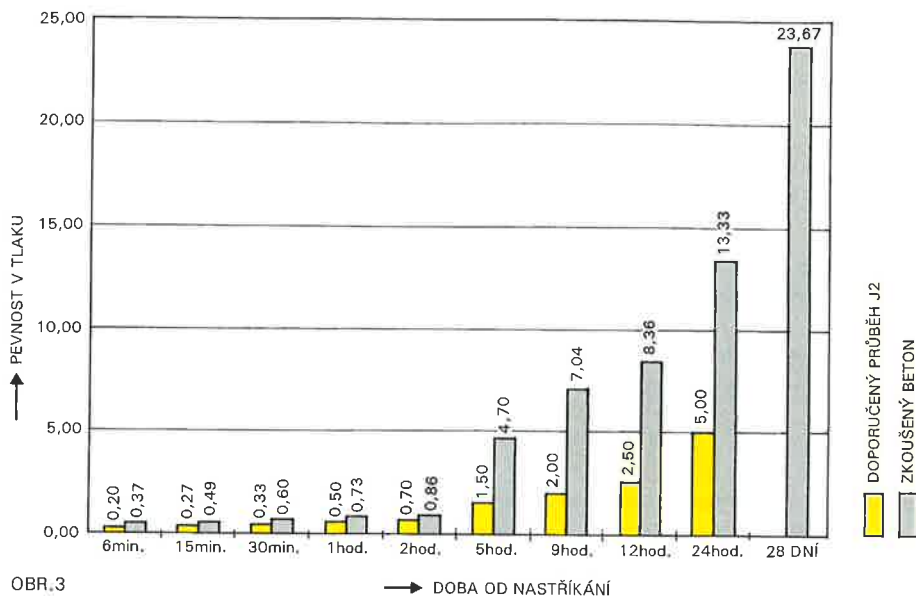
CERTIFIKACE SYSTÉMU JAKOSTI

Systém jakosti v úrovni Metrostavu a. s. divize 5 je zpracován do příručky jakosti (PJ), která pro současně nejvíce používanou technologii ražení nese název „Příručka jakosti pro provádění novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM)“. Příručka je ve shodě s ČSN ISO 9002: 1995 Model zabezpečování jakosti při výrobě a uvádění do provozu. Zaměřuje se na pravidla spolupráce obchodního, technického a výrobního úseku divize 5 v oblasti no-

rem, specifikací přípravných i prováděcích prací a pravidla při kontrole kvality budovaných objektů. Zahrnuje všechny podstatné obecné údaje včetně politiky jakosti, organizačního schématu, struktury systému jakosti, odpovědnostních vazeb, plánování, řízení konkrétního stavebního procesu, jeho dokumentování, systému zkoušek a obsahuje řadu dalších závazných ustanovení.

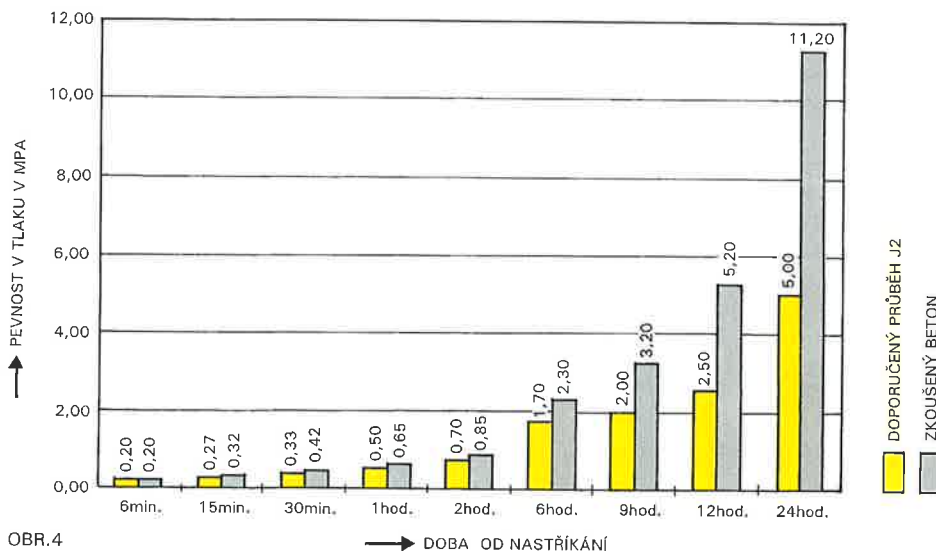
Technologie ražení NRTM je zdokumentována technologickým předpisem (TP), který je rovněž součástí dokumentace systému řízení jakosti v a. s. Metrostav. TP je rovněž zpracován ve smyslu ČSN ISO 9002. Účelem technologického předpisu je stanovit a popsat obecná pravidla a zásady provádění i osobní odpovědnost jednotlivých úrovní řízení při NRTM u a. s. Metrostav. Technologický předpis je jedním ze základních podkladů pro vypracování technologického postupu konkrétní ražby.

VÝVOJ PRŮMĚRNÉ PEVNOSTI SB V TLAKU NA DVOJKOLEJNÉM TUNELU (METRO IV/B) V ROCE 1996 (URÝCHLUJÍCÍ PŘÍSDA TORGANIT L-02)



OBR.3

VÝVOJ PEVNOSTI SB PŘI KONTROLNÍ ZKOUŠCE NA KOLEKTORU PŘÍKOPY (URÝCHLUJÍCÍ PŘÍSDA PRESTIX 71)



OBR.4

Na základě zpracované příručky jakosti a TP pro provádění NRTM, kontroly systému jakosti na centrále divize i na stavbách vydala autorizovaná osoba Stavcert s. r. o. Metrostavu a. s. divizi 5 certifikátů systému jakosti pro NRTM. Protože provádění SB je součástí této technologie, dokumentuje se výroba a provádění SB v technologickém předpisu a příručce jakosti. Kromě systému výroby, transportu a zásad při nanášení se dokumentuje také základní receptura SB, která se vyrábí staveništně, osvědčila se na pražském metru i např. při výstavbě navazujících děl na strahovský tunel a je použitelná kdekoli v regionu města Prahy.

Systém jakosti tvoří i v případě NRTM a stříkaného betonu trvale otevřený systém, který nebude nikdy tak dokonalý, aby nemohl být ještě vylepšen. Je to dáno nejen např. variabilitou vstupů před zahájením ražeb, pestrostí skutečně zastíženého geologie, ale i mírou současného poznání v oboru.

Protože podrobnější popis technologických zásad v posloupnosti od návrhu přes přípravu, realizaci, kontrolu a konečné vyhodnocení by přesáhl přijatelný rozsah článku do časopisu Tunel, omezím se v dalším textu na vybranou problematiku, která je dle mého názoru pro aplikaci stříkaných betonů ve velkých objemech v našich „českých“ podmínkách nejpodstatnější.

NÁVRH ZÁSAD PRO TECHNOLOGII KVALITNÍ APLIKACE STŘÍKANÉHO BETONU

V dalším textu jsou heslovitě uvedeny vybrané zásady, které by mohly být inspirující pro zpracování technologického předpisu a následně i postupu při vlastní staveništní výrobě SB:

- pro návrh „konstrukčně-výplňového“ stříkaného

primárního ostění volit nejnižší možnou a v podmínkách stavby běžně dosažitelnou pevnostní třídu (dle statického výpočtu a požadovaných reologických vlastností) – obvykle B20,

- dokumentovat suchý i mokřý způsob provádění zejména tam, kde bude nanášen stříkaný beton v několika fázích a ve velkých objemech. Suchý způsob pro prvotní rychlou stabilizaci případně pro první nosnou vrstvu a pro finální vyrovnání, mokřý způsob zejména pro druhou a případně další vrstvy SB,
- vyžadovat předání certifikátu od dodavatelů složek stříkaného betonu (cement, kamenivo, urychlující přísada) s pravidelným dokládáním podkladů (zkoušek) o jejich průběžné kvalitě deklarované jejich technickou dokumentací,
- preferovat portlandský před směsným cementem. Doporučuje se nejnižší pevnostní třída CEM I 42,5. Používat co nejčerstvější cement (u některých druhů již po krátké době skladování výrazně klesá konečná pevnost). Množství cementu by pro SB nejnižších pevnostních tříd nemělo být v žádném případě nižší než 360 kg,
- pravidelně kontrolovat čaru zrnitosti dodávaného kameniva s mezemi stanovenými normou či směrnici pro SB. Na obr. 1 jsou nakresleny hranice vymezené rakouskou normou ÖNORM 3304 a přísnější rakouskou Směrnicí pro SB z roku 1997 v rozsahu obvyklé zrnitosti 0–11,2 mm. Vyznačen je i příklad čáry zrnitosti netříděného kameniva z lokality Úhy. U přírodního netříděného kameniva čára může výrazně kolísat. Proto je nutné mít navržen postup jeho vylepšení potřebnou frakci (zpravidla 4–8 mm). Nepoužívat kamenivo o zrnech větších než 12 mm zvláště u armovalých konstrukcí,
- používat nealkalické urychlující přísady, které nesnižují konečnou pevnost oproti nulovému betonu a neumožňují následnou vyluhovatelnost SB účinky podzemních vod. To je podstatné pro dlouhodobě správnou funkci drenážního systému v patě podzemního díla zejména u silničních a železničních tunelů. Použití urychlující přísady zvyšující pevnost betonu umožňuje snížit množství cementu v objemové jednotce SB. Snížením množství cementu se snižuje prašnost a zlepšují se hygienické podmínky při práci. Preferovat tekuté urychlující přísady před práškovými z důvodu snadnějšího a rovnoměrnějšího dávkování do toku materiálu. Alkalické urychlující přísady používat jen výjimečně ve zdůvodnitelných případech po omezenou dobu,
- před zahájením operace stříkání na čelbě provést průkazní zkoušky nejméně se dvěma vhodnými recepturami a porovnat je s nulovým stříkaným betonem. Průkazní zkoušky by mohly být nahrazeny kontrolními tehdy, pokud existuje plynulá návaznost staveb a vhodnost receptury bude doložena statisticky významným počtem kontrolních zkoušek z předchozí stavby za obdobných podmínek uplatnění SB,
- dopravu SB od místa výroby do místa aplikace organizovat tak, aby doba mezi namícháním a nastříkáním nepřesáhla 1,5 hod.,
- stanovit zásady pro správné nanášení stříkaného betonu pro konkrétní podmínky aplikace s úvodním proškolením a pravidelnou instruktáží

provedení zkoušky	zkušební metoda	výrobce směsi			staveniště (výrobce stříkaného betonu)					
		průkazní zkoušky	kontrolní zkoušky	nezávislý dozor	průkazní zkoušky	kontrolní výrobní zkoušky				
						třída četnosti				
								HK I	HK II	HK III
1) stříkaný beton ze zcela suché směsi připravené na betonáře										
teplota rovnoměrnost (opticky)	směs	x	při chybě průběžně	dílenská kontrola		x		1x	1x	1x
obj. hmotnost – hutnost		x	2x měsíčně	2x ročně k ověření kontrolních zkoušek		x	za každé 4 měsíce	za každé 2 měsíce	za každé	
skladba zrnitosti		x		akreditovanou nezávislou zkušebnou		x	10 000 m ²	5 000 m ²	2 500 m ²	
mladý stříkaný beton	stříkaný beton	x	1x měsíčně			x				
pevnost v tlaku 7 d, 28 d		x				x				
vodonepropustnost		x				x				
mrazuvzdornost		x podle potřeby	1x ročně			x	dle potřeby	podle potřeby každých 12 měsíců		
síranovzdornost		x podle potřeby				x	1x			
E - modul 28 d		x podle potřeby				x				
vyluhovatelnost		x				x				
2) stříkaný beton ze zcela suché směsi míchané na staveništi										
teplota, rovnoměrnost (opticky)	směs					x				
hutnost						x				
obsah pojiva						x				
čára zrnitosti						x				
mladý stříkaný beton	stříkaný beton	staveništní míchárna podle normy Önorm B 3307								
pevnost v tlaku 7 d, 28 d								1x každé 2 měsíce	1x měsíčně	2x měsíčně
vodonepropustnost								5 000 m ²	2 500 m ²	1 250 m ²
mrazuvzdornost										
síranovzdornost							dle potřeby	dle potřeby každé 3 měsíce		
E - modul 28 d							1x			
vyluhovatelnost										
3) stříkaný beton ze zavhlé směsi dopravované nebo okamžitě použité										
teplota rovnoměrnost (opticky)						x	x	průběžně min. 1x d.		
skladba zrnitosti	směs					x	x			
vlhkost kameniva (zpracovatelnost pouze vlhká směs)						x jen FM	x	1x každé 2 měsíce	1x měsíčně	1x měsíčně
nulový beton						x jen FM				
mladý beton	stříkaný beton							5 000 m ²		
pevnost v tlaku 7 d, 28 d										
vodonepropustnost										
mrazuvzdornost										
síranovzdornost										
E - modul 28 d								dle potřeby	dle potřeby každé 3 měsíce	
vyluhovatelnost								1x		
4) stříkaný beton z mokré směsi (mokřý stříkaný beton, čerpaný a stříkaný beton)										
teplota čerstvého betonu	směs					x	x	průběžně	min. 1x denně	
zpracovatelnost										
poměry skladby směsi						x	x			
protokoly záměsi						x	x			
vodní součinitel v/c	stříkaný beton	staveništní míchárna nebo pojízdná míchárna podle normy Önorm B 3307								
mladý stříkaný beton								1x každé 2 měsíce	1x měsíčně	2x měsíčně
pevnost v tlaku 7 d, 28 d								5 000 m ²	2 500 m ²	1 250 m ²
vodonepropustnost										
mrazuvzdornost										
síranovzdornost										
E - modul 28 d								dle potřeby	dle potřeby každé 3 měsíce	
vyluhovatelnost								1x		

podle potřeby = pokud je požadavek na kontrolu vlastnosti

Obr. 5 Tabulka příkladů zkoušek směsí a SB (dle rakouské směrnice)

osádky s kontrolou znalostí zásad a jejich dodržováním při stříkání. Zvláštní zřetel musí být dán na lidský faktor tj. činnost operátora trysky za podmínek, které by mohly znehodnotit výsledné vlastnosti SB (dávkování přísady a vody, rychlost vystupující směsi z trysky, vzdálenost trysky od podložky, úhel nanášení, ovlivnění teplotních poměrů při aplikaci ap.),

- provádět pravidelné zkoušky vývoje pevnosti ze-

jména při stabilizující funkci stříkaného betonu a porovnat jej se stanovenými nejnižšími hodnotami vývoje pevnosti. Provádět zkoušky 28denní pevnosti stříkaného betonu na vývrtech z ostění. (Na obr. 2 je graficky vyjádřen průběh vývoje průměrné pevnosti mladého stříkaného betonu na tunelu Hřebeč zjišťované kontrolními zkouškami v průběhu roku 1995. Na obr. 3 je ze stavby dvoukolejného tunelu trasy IV B pražského

metra zobrazen průběh vývoje pevnosti mladého stříkaného betonu a jeho 28denní přepočítaná krychelná pevnost stanovené jako průměrné hodnoty z kontrolních zkoušek v roce 1996. Na obr. 4 je zachycen průběh vývoje pevnosti mladého stříkaného betonu na kolektoru Příkopy z kontrolní zkoušky provedené Kloknerovým ústavem v květnu 1998.) Pravidelnost zkoušek stanovit podle kritérií daných v realizační doku-

provedení zkoušky	zkušební metoda	výrobce směsi			průkazní zkoušky	staveniště					
		průkazní zkoušky	kontrolní zkoušky	nezávislý dozor		kontrolní výrobní zkoušky					
						třída četnosti					
					I	II	III				
tunelový cement TZ1, TZ2		v rámci zkoušek podle Önorm B 3310			x	x					
počátek tuhnutí					x	x					
specifický povrch (Blaine)					x	x					
odloučení vody					x	x					
pevnost v tlaku 7d, 28 d					x	x					
teplota dodávky					x	x	x				
při sulf. agres. SO ₂ , obsah C ₃ A		x	x	x							
reakce v suché směsi		x	x	x							
pojivo k nástřiku SBM											
počátek tuhnutí		x	při zásilkách 1x týdně		x	x					
specifický povrch (Blaine)		x			x	x					
pevnost v tlaku 6 hod.	12.1.3*	x		2x ročně	x	x					
pevnost v tlaku 1 hod., 24. hod.		x			x	x					
pevnost v tlaku 28 d	12.1.3*	x	při zásilkách 1x měsíčně		x	x					
prostorová stálost	pravidla pro zkoušení cementu	x			x	x					
SO ₃ , Cl, MgO, Al ₂ O ₃		x									
Na ₂ - ekvivalent		x									
zkouška ref. střík. betonu J ₂							I	II	III		
pevnost v tlaku 7 d, 28 d		x	-	-	-	-	-	-	-		
vodonepropustnost (t _{max} = 25 mm)		x									
rozpusťnost (vyluhovatelnost)		x	1x ročně	1x ročně	dle potřeby	dle potřeby					
síranovzdornost		x			dle potřeby	dle potřeby					
mrazuvzdornost		x									
příměsi	ON 450										
létavý popílek	EN 196	x	x	x	x	x					
specifický povrch (Blaine)		x	x								
slévárenský písek	On B 3310	x	x		x	x					
specifický povrch (Blaine)	EN 196	x	x								
silikátový prach											
specifický povrch (Blaine)		x	x	x	x	x					
hydraulická účinnost		x	x	x	x	x					
SiO ₂ , MgO		x	x	x	x	x					
záměsová voda	ON EN 1008				x	x					
kamenivo											
třída použitelnosti	ON B 3304	v rámci normových zkoušek podle ON B 3304			x	x	-	-	-		
složení zrnitosti (křivka zrnitosti)	ON B 3304				x	x	1x měsíčně	2x měsíčně	4x měsíčně		
obsah vody	ON B 3304				x	x	1x týdně	minimálně 3x	týdně		
účinnost pevnosti kameniva	12.1.9*	-	-	-	při pochybách		-	-	-		
chemická reakce (např. alkalické, silikátové reakce)	12.1.11*	x	-	-	při pochybách		-	-	-		
urychlovač tuhnutí											
hustota, obsah pevných látek											
pH hodnota	12.1.7*	x	x		x	x					
obsah Cl											
urychlení tuhnutí		x	x		x	x	zkoušky každé 2 měsíce	zkoušky každé 2 měsíce	zkoušky měsíčně		
pokles pevnosti pro EB-A		x	x		x	x					
při sulf. agres.: AL ₂ O ₃ , SO ₃		x	x		dle potřeby	x					
obsah alkálií (Na ₂ O-A)		x	x		x	x					
další přísady											
obsah Cl		x	x		-		zkoušky každé 3 měsíce	zkoušky každé 3 měsíce	zkoušky každé 3 měsíce		
urychlení tuhnutí					x	x					
pokles pevnosti					x	x					

* odkaz na číslo ustanovení rakouské směrnice pro SB z r. 1997

Obr. 6 Tabulka příkladu zkoušek výchozích hmot pro SB (dle rakouské směrnice)

mentaci. Příklad pro stanovení četnosti zkoušek pro různé varianty vstupních podmínek je zaznamenán v tabulce na obr. 5.

- kromě pevnostních zkoušek zachycujících základní pevnostní parametry SB stanovit a popsat dle požadavku uživatele nebo účastníků výstavby další typy zkoušek. Vlastnosti SB jsou převážně určovány jeho složkami. Příklad důležitých vlastností složek stříkaného betonu, které

by mohly být kontrolovány jsou uvedeny na obr. 6.

ZÁVĚR

Podle ustanovení zákona č. 22/97 Sb. a upřesňujícího nařízení vlády č. 178/97 Sb. je pro stříkaný beton jako skupinu výrobků předepsán postup posuzování shody podle § 5 (nařízení vlády) vyústí-

cí v povinnou certifikaci výrobku. S ohledem na značnou variabilitu vstupních i aplikačních podmínek zejména při staveništní výrobě je třeba již v prvním kroku zdokumentovat a posoudit systém jakosti, který bude vyhovovat nejen finálnímu produktu, ale také obsahne a blíže popíše výrobu, recepturu i aplikační podmínky s dominujícími společnými prvky v místech masivního uplatnění stříkaného betonu v dané lokalitě.

NÁVRH TUNELOVACIEHO STROJA (TBM) URČENÉHO NA RAZENIE TUNELOV VIŠŇOVÉ, KORBELKA, HAVRAN A ČEBRAŤ

ING. MARTIN BAKOŠ, CSc., ING. VIKTÓRIA CHROMOVÁ, GEOEXPERTS S. R. O., BRATISLAVA
ING. OLDŘICH VLAŠIČ, AMBERG ENGINEERING A. S., BRNO
ING. JÁN GODAN, BASLER & HOFMANN AG, ZÜRICH

TUNNELING BORING MACHINE (TBM) INTENDED FOR USE WITH TUNNELS VIŠŇOVÉ, KORBELKA, HAVRAN AND ČEBRAŤ

THE COMPLEX PROJECT FOR MOTORWAY SYSTEM PLANNING AND CONSTRUCTION, ADOPTED BY THE SLOVAK GOVERNMENT, SPECIFIES TASKS AND SCHEDULES DEAD – LINES FOR MOTORWAY SYSTEM COMPLETION TILL THE YEAR 2005. HOWEVER IT IS IMPOSSIBLE OBSERVE THE TERMS WITHOUT OPTIMAL APPLICATION AND INTEROPERATION OF BOTH – THE METHOD OF MINING WITH USAGE OF EXPLOSIVES AND THE TUNNELING BORING MACHINE APPLICATION. THE SLOVAK ROAD ADMINISTRATION ASKED FOR A TENDER DOCUMENTATION ON DELIVERY THE COMPLETE TBM. THE TBM IS INTENDED FOR USE WITH TUNNELS VIŠŇOVÉ, KORBELKA, HAVRAN AND ČEBRAŤ. THE CONTRACT BECAME THE ENGINEERING CO-OPERATIVE BHA. THIS ARTICLE COMPRISES DESCRIPTION OF WORK ON DOCUMENTATION AND SPECIFICATION OF THE PROPOSED TUNNELING BORING MACHINE WITH SHIELD.

1. ÚVOD

Komplexný projekt prípravy a výstavby diaľnic prijatý vládou Slovenskej republiky špecifikuje úlohy a stanovuje termín ukončenia výstavby diaľničnej siete do roku 2005. Z vyhodnotenia viacerých variantných trás diaľnice a na základe doporučení Ministerstva životného prostredia SR vyplýva nutnosť vybudovať na diaľničnej sieti 21 tunelov v celkovej dĺžke 41 km. S cieľom znížiť investičnú náročnosť sa uvažuje s etapovitou výstavbou tunelov. Pre tunely dlhšie ako 2 km sa predpokladá výstavba iba jednej tunelovej rúry a jej využívanie pre obojsmernú premávku. Tunely v úseku Višňové–Ivachnová (Višňové, Korbalka, Havran, Čebrať) predstavujú asi 45 % z celkovej dĺžky diaľničných tunelov na Slovensku. Zabezpečiť ich výstavbu do roku 2005 je náročná úloha na prípravu a organizáciu výstavby. Pri použití len klasickej trhavinovej metódy razenia by bolo potrebné buď vybudovať ďalšie zhotoviteľské kapacity, ktoré by po ukončení výstavby týchto tunelov nemali dostatočné využitie, alebo zadať výstavbu tunelov zahraničným firmám. Z tohto dôvodu by bolo s najväčšou pravdepodobnosťou výhodnejšie realizovať výstavbu dlhých tunelov pomocou tunelovacieho raziaceho stroja (TBM). Je samozrejme, že pri odlišných geologických podmienkach jednotlivých tunelov je najvhodnejšie TBM „šiť na mieru“, pre najdlhší tunel a pre ostatné ho prispôbobať. Keďže tunel Višňové je so svojou dĺžkou 7415 m najdlhší a bude sa realizovať ako prvý, je určujúci pre typ a parametre navrhovaného TBM.

2. INŽINIERSKO-GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY V TRASE TUNELOV

Tunel Višňové prechádza masívom jadrového pohoria Lužanská Malá Fatra. Centrálna časť pohoria je tvorená kryštalinikom s dominujúcim postavením granitoidov s prevládajúcim výskytom granodioritov. Vyskytujú sa tu aj telesá amfibolitov a migmatitov. Granitoidné horniny sú postihnuté intenzívnym dynamickým pretvorením, ktorého extrémnym produktom sú mylonity. Severozápadné svahy pohoria sú tvorené vápencovo-dolomitickým komplexom stredného a vrchného triasu. Petrograficky sa jedná prevažne o tmavé guttensteinské vápence a tmavé dolomity, prípadne slienité vápence. V tektonických zónach sa nachádza brekcia a il. V komplexe sa nachádzajú i krasové útvary vyznačujúce sa vysokým zvodnením a dobrou puklinato-krasovou priepustnosťou vody.

Tunely Korbalka, Havran a Čebrať ležia z väčšej časti v horninovom masíve krížňanského príkrovu; či už v striedajúcich sa vrstvách neokómskeho súvrstvia, zloženého v prevažnej miere zo slienitých vápencov, slieňovcov a vápencov alebo v intenzívne tektonicky porušených horninách s flyšoidným charakterom – pieskovce až ílovce premenlivých pevností. Hrúbka vrstiev je okolo 15 až 30 cm.

Na horniny krížňanského príkrovu je tektonicky nasunutá vápencovo-dolomitická súvrstvie chočského príkrovu, pričom málo ukľonená násuvná zóna leží veľkou časťou vo výške osi tunela. V oblasti tejto zóny sú pevné horniny v nadloží podrobené. Relatívne tektonické pohyby sa koncentrujú na menej pevné vrstvy sedimentov, ktoré mylonitizovali. Horniny násuvnej zóny sú zatriedené ako rôzne pevné. Ich sčasti nie nevýznamná pevnosť v neporušenom stave sa pri razení stráca. Po zmáčaní sa môžu úplne rozpadnúť. Porušené horniny vápencovo-dolomitického komplexu môžu uchovávať značné množstvo vody, takže pri naranení na prechodovú oblasť sa očakávajú výdatné a dlhotrvajúce prítoky podzemných vôd.

V lete 1998 sa začnú práce na prieskumnej štólňi tunela Višňové, ktorou sa vykoná podrobný inžiniersko-geologický a hydrogeologický prieskum v trase druhej rúry plánovaného tunela. Postupne budú zachytené meniace sa geologické formácie a budú vykonané geotechnické merania s cieľom podrobnejšie definovať charakter a vlastnosti horninového masívu. Prieskumná štólňa je plánovaná v celej dĺžke tunela a bude sa raziť protismerne: od západného portálu klasicky trhavinami a od východného portálu pomocou TBM. Priemer výrubu bude 3,50 m. Vzhľadom na nedostatočný časový predstih začiatku razenia prieskumnej štólne a predpokladaného zadania TBM do výroby, bude nutná veľmi úzka spolupráca všetkých zainteresovaných pri zapracovávaní čiastkových výsledkov. Prieskumná štólňa bude po uvedení tunela Višňové do prevádzky plniť úlohu únikovej chodby.

3. POSTUP PRI VYPRACOVANÍ SÚŤAŽNÉHO NÁVRHU PRE DODÁVKU TBM

Keďže nielen na Slovensku, ale dokonca ani v tunelársky tak vyspelom štáte, akým bezpochyby Rakúsko je, skúsenosti s návrhom a prevádzkovaním tunelovacích strojov priemerov nad 10 m nie sú, Slovenská správa ciest ako hlavný investor diaľničného programu sa rozhodla pri riešení nastolenej problematiky využiť bohaté skúsenosti tunelárov zo Švajčiarska. Spracovanie dokumentácie pre súťažný návrh pre dodávku TBM bolo na podnet investora zadané Inžinierskemu združeniu BHA, vytvoreného z firiem Basler & Hofmann AG Zürich, Amberg Ingenierbüro AG Regensburg, GeoExperts s. r. o. Žilina, pracovisko Bratislava a Amberg Engineering a. s. Brno. Koordinátorom prác bol zhotoviteľ dokumentácie pre územné rozhodnutie pre výstavbu tunela Višňové, t.j. firma Geoconsult s. r. o. Bratislava.

Tender na dodávku TBM je v bežných prípadoch výlučne vecou zhotoviteľa stavebnej časti tunela. Tento preberá zodpovednosť za dosiahnutie zmluvne stanovených výkonov pri razení. To znamená, že v takomto prípade projektant plní iba kontrolnú úlohu pri výrobe TBM, ktorý navrhne zhotoviteľ stavebnej časti tunela spolu s výrobcou. Priame zmluvné vzťahy medzi investorom a zhotoviteľom

TBM nie sú. Medzi vo svete bežným tendrom pre dodávku TBM cez zhotoviteľa stavebnej časti tunela a tendrom, ktorý na podnet SSC vypracovalo Inžinierske združenie BHA sú veľké rozdiely, a to najmä v zmluvných vzťahoch a v miere zodpovednosti. Príčinou tohto určite neštandardného a v Európe doteraz nezrealizovaného postupu boli vážne hospodársko-strategické dôvody, na základe ktorých sa investor odvážne rozhodol pre vlastné zaobstaranie TBM. Spomeňme aspoň niektoré z nich: je to napríklad možnosť získania lacnejších úverových zdrojov so štátnou zárukou v porovnaní s podnikateľským úverom alebo možnosť využiť slovenské strojárské kapacity pri výrobe TBM. Ďalším závažným dôvodom je tá skutočnosť, že TBM je určený na raziere 4 dlhých tunelov (Višňové 7415 m, Korbelka cca 5700 m, Havran cca 2670 m a Čebrať 2071 m), čím by v prípade štandardných postupov bol vopred určený ich monopolný zhotoviteľ. Tým by sa investor dostal do veľmi nevýhodnej situácie.

Súčasťou ponuky na dodávku TBM s prívodom bude okrem jeho projektu, výroby, transportu na Slovensko a zmontovania na stavenisku tunela Višňové aj návrh spôsobu financovania. Vzhľadom na kapacity a schopnosti slovenskej strojárnej výroby je možné reálne predpokladať, že asi 40 % časti stroja sa dá vyrobiť na Slovensku. Obe tieto skutočnosti – hľadanie najvýhodnejších foriem financovania a až 40 % TBM zo slovenských kapacít – vedú ku snahe minimalizovať štátom vynaložené devízové prostriedky.

Rozhodujúcim podkladom pri spracovaní jednotlivých častí dokumentácie boli „Prieskumné práce – Diaľnica D1 Višňové–Martin“, vypracované firmou Geohyco a. s., Bratislava, a to najmä „Pozdĺžny geologický profil tunela – definitívny variant“, a „Účelová inžinierskogeologická mapa“, ktoré spracoval Geofos s. r. o., Žilina. Podrobne a treba povedať, že aj kvalitne urobený a vyhodnotený IG a HG prieskum členovia inžinierskeho združenia následne tabelárne upravili v súlade s návrhom švajčiarskej normy SIA 199: Popis horninového masívu v podzemnom staviteľstve. Uvedená švajčiarska norma na rozdiel od normy rakúskej, bežne používanej na Slovensku, nezatrieduje horninový masív do typov. Výsledkom IG a HG prieskumu spracovaného podľa tejto normy je tabuľka zachytávajúca a popisujúca všetky hlavné inžinierskogeologické, hydrogeologické a geomechanické charakteristiky: geológia (tektonické a geologické jednotky),

petrografia (podiel minerálov s tvrdosťou $H \geq 7$ a $H \leq 4$), plochy diskontinuit (vrstevnatosť, bridličnatosť, hlavné smery a sklony puklín, zlomov atď.), hydrogeologické pomery, geotechnika a geomechanika horniny a horninového masívu (napúchavosť, správanie sa pri styku s vodou, pevnosť v tlaku a priečnom ťahu atď.). Súčasťou tabuľky sú aj „obrazy ohrozenia“, ktoré sa môžu v tom-ktorom úseku vyskytnúť. Či už je to riziko závalov, vypadávanie horninových blokov, výrony vody v čelbe, steknutie zemín, vodou vyplnené krasové dutiny atď. Pravdepodobnosť výskytu jednotlivých rizík je odstupňovaná (stupeň 1–3). Iba pokiaľ možno čo najpodrobnejším poznaním IG a HG pomerov v trase tunela sa dajú popísať a lokalizovať najdôležitejšie rizikové situácie a navrhnutím vhodných a účinných protipatrení sa na ne aj pripraviť. Veď tá istá situácia, ktorá pri raziere klasickou thavinou metódou spôsobí „iba“ komplikácie a spomalí postup, môže pri raziere pomocou TBM zastaviť postup na niekoľko týždňov až mesiacov.

4. TYP TBM A JEHO KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE

Na základe geologických pomerov v trase tunela Višňové, kde sa vyskytujú horniny s pevnosťou až 190 MPa, bolo potrebné TBM koncipovať ako stroj do veľmi pevných skalných hornín. Geomechanické podmienky aj ostatných troch tunelov možno charakterizovať ako vyhovujúce pre tento typ TBM. V zásade prihľadali do úvahy dve možné riešenia:

- TBM s rozperami; provizórne ostenie tvorené kotvami a striekaným betónom,
- TBM so štítom; provizórne ostenie zo železobetónových segmentov.

Na základe posúdenia rizík, ktoré vyplývajú z jednotlivých „obrazov ohrozenia“, charakterizujúcich rôznorodú kvalitu horninového masívu, sa spracovatelia DSN rozhodli pre TBM so štítom, s provizórnym vystrojením tunela pomocou železobetónových segmentov. V porovnaní s ostiením so striekaného betónu a kotiev ponúka ostenie zo ŽB segmentov, najmä pri riziku vypadávania kameňov a malých horninových blokov, prípadne v miestach so sklonom k vypadávaniu častí hornín až po odprysk vplyvom primárnej napätosti, podstatne vyššiu bezpečnosť, pričom raziere tým nie je ovplyvnená. Koncept vystrojenia pomocou

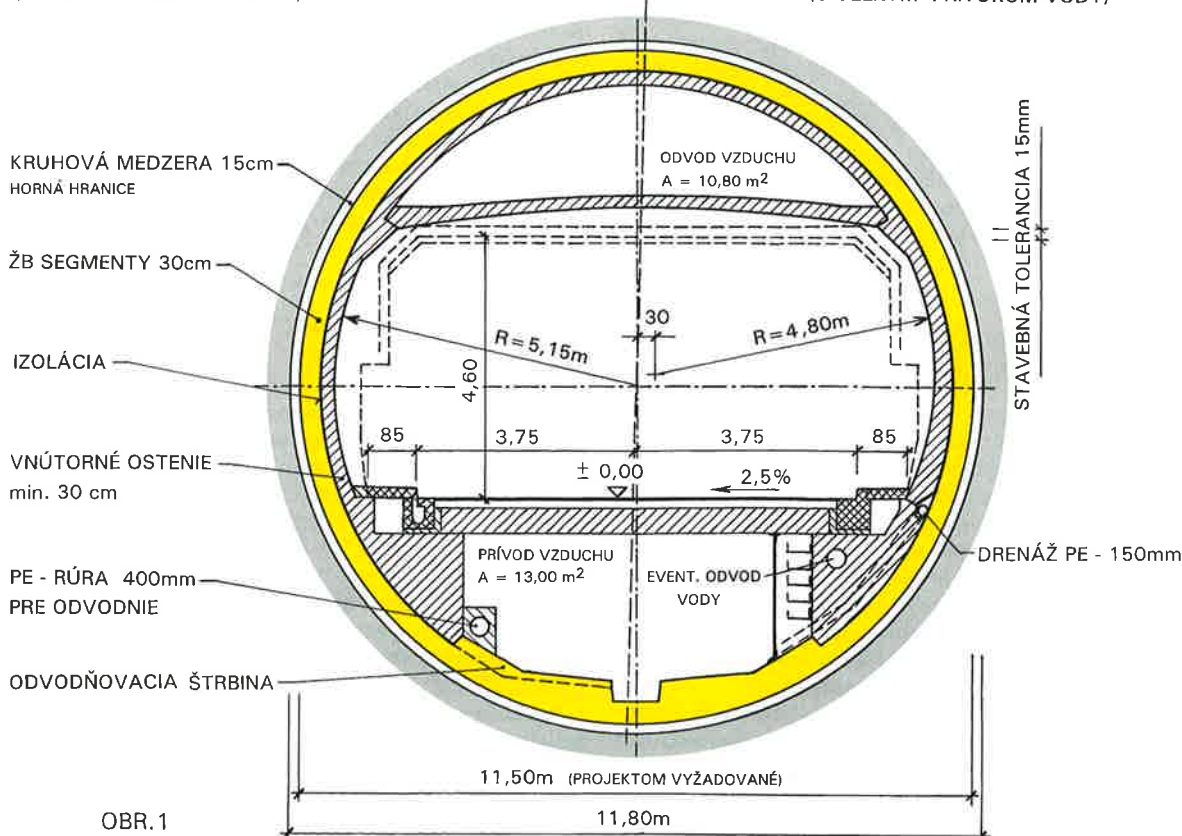
TUNEL VIŠŇOVÉ - VZOROVÝ PRIEČNY REZ

VARIANT BEZ KLENBOVEJ DRENÁŽE

(S MALÝM PRÍTOKOM VODY)

VARIANT S KLENBOVOU DRENÁŽOU

(S VEĽKÝM PRÍTOKOM VODY)



OBR. 1

ŽB segmentov umožňuje vysoko mechanizované razenie, pri ktorom sa opakujú rovnaké pracovné postupy. To vedie k stálym a vysokým výkonom pri razení.

A prečo sa upustilo napr. od TBM s dvojitým štítom? Napriek jeho nesporným výhodám (vyššia rýchlosť postupu, keďže razenie a osadzovanie segmentov ostenia prebieha súčasne) sa pri rozhodovaní brali do úvahy najmä nasledujúce skutočnosti:

- vo svete chýbajú skúsenosti z prevádzky TBM s dvojitým štítom priemeru okolo 12,0 m,
- TBM s jednoduchým štítom je o 10–15 % lacnejší ako s dvojitým štítom,
- obsluha a riadenie TBM s dvojitým štítom sú zložitejšie, a to najmä pri danom priemere okolo 12,0 m,
- pri TBM s dvojitým štítom je ďaleko väčšie riziko zovretia stroja vo veľmi tláčivých horninách,
- pri navrhovanej šírke segmentu ostenia 1,8 m je aj pri TBM s jednoduchým štítom možné dosiahnuť veľmi dobré výkony.

Pri konštruovaní vzorového priečneho rezu (obr. 1) zohrali rozhodujúcu úlohu jednak veľkosti vetracích kanálov a jednak minimálne hrúbky ostenia: pri tuneli Višňové 0,30 m; pri ostatných tuneloch je možné zväčšiť minimálnu hrúbku ostenia na 0,40 m. V snahe ušetriť čo i len 1 m² výrubu, a tým samozrejme aj nemalé finančné náklady na stavbu samotného tunela sa viacnásobnou optimalizáciou profilu dospelo k minimálnemu priemeru výrubu 11,80 m. Pokiaľ je autorom tohto príspevku známe, bol by to najväčší tunelovací stroj do veľmi pevných hornín na svete!

Charakteristické údaje TBM:

- priemer výrubu vyrazený TBM s novými valivými dlátami je cca 11,80 m,
- tvar frézovej hlavy je plochý; 74 valivých dlát s priemerom 17" (t.j. 0,432 m); prítláčná sila 245 kN,
- vzdialenosť rezných stôp by nemala v priemere presiahnuť 80 mm,
- dĺžka štítu s vonkajším priemerom cca 11,73 m je 8 m,
- zdvih hydraulických valcov min. 2,0 m,
- erektor na ukladanie ŽB segmentov ostenia je otočný o 360°; uchytenie vákuové alebo mechanické,

- prstenec ostenia tvorí 5 ŽB segmentov ostenia s hmotnosťou 9,2 až 12,4 t + uzatvárací element s hmotnosťou 1,1 t,
- transport rúbiny pomocou pásového dopravníka s kapacitou 1600 t/h,
- prives sa skladá z troch častí, pričom rozhodujúca stredná časť je dlhá cca 70 m.

Na základe poskytnutých geologických a z projektu vyplývajúcich podkladov sa určili očakávané výkony pri razení pomocou TBM s jednoduchým štítom. Pre stanovenie týchto výkonov je podstatné, že k dispozícii je vhodná a výkonná infraštruktúra so zodpovedajúcou organizáciou staveniska, ako aj dostatok skúseného personálu. Nasledovné výkony sa určili za predpokladu, že denná pracovná doba je 24 hod, smena na údržbu 4–6 hod a počet pracovných dní v mesiaci 25.

	TBM + klasicky	TBM	priemerné výkony	razenie TBM
Tunel Višňové	7 415 m	7 320 m	14,7 m/prac. deň	20 mesiacov
Tunel Korbelka	5 700 m	5 530 m	16,1 m/prac. deň	14 mesiacov
Tunel Havran	2 670 m	2 100 m	19,0 m/prac. deň	4,5 mesiacov
Tunel Čebrať	2 071 m	1 901 m	19,8 m/prac. deň	3,9 mesiacov
Celkovo	17 856 m	16 851 m	17,4 m/prac. deň	42,4 mesiacov

5. ZÁVER

Koniec druhého a začiatok tretieho tisícročia sa konečne aj na Slovensku môže označiť za desaťročie tunelov. Dodržať stanovené termíny bez vhodného a optimálneho spojenia klasického trhavínového razenia s nasadením TBM by nebolo asi možné. Ak by sa preto na Slovensku pri razení tunelov nasadil TBM spomenutých parametrov, úlohou slovenských tunelárov do budúcnosti bude čo najlepšie využiť jeho potenciál, aby sa potvrdila častokrát sponchybovaná výhodnosť tohoto riešenia.

INŽENÝRSKÁ KANCELÁŘ PŘI ČESKÉM TUNELÁŘSKÉM KOMITÉTU ITA/AITES

IČO 49629972

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

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

Kontaktní adresa:

Ing. Karel Matzner

Sekretariát Českého tunelářského komitétu ITA/AITES

Dělnická 12

170 04 Praha 7

Tel./fax: 66793479

TUNEL KLIMKOVICE

ING. VLASTIMIL HORÁK, ING. JIŘÍ PECHMAN, AMBERG ENGINEERING BRNO A.S.

TUNEL KLIMKOVICE

KLIMKOVICE TUNNEL HAS BEEN DESIGNED ON THE D 47 HIGHWAY, NORHTERN MORAVIA REGION.
THE PROJECT IS IN THE STATE OF PREPARATION AND CERTIFICATION.

1. ÚVOD

Pozornosti čtenářů časopisu Tunel předkládáme informaci o tunelu Klimkovice na dálnici D 47.

V blízké budoucnosti propojí dálnice D47 ostravskou aglomeraci na síť dálničních a rychlostních komunikací České republiky, které tvoří základní dopravní kostru čtyřpruhových komunikací našeho státu. Ucelený tah trasy dálnice D 47 navazuje v oblasti Kroměříže na dálnici D 1 a je dále veden severovýchodním směrem na Přerov, Hranice, Ostravu, Bohumín a státní hranici s Polskou republikou, kde navazuje na plánovanou dálnici A 1 Katowice - Gdaňsk. Dálnice D 47 se stane součástí evropské dálniční sítě - transevropské magistrály (TEM), umožňující dopravní propojení skandinávských zemí s jižní Evropou a dále s oblastí východního Středomoří.

Dálnice D 47 je kategorie D 28/120 což reprezentuje směrově rozdělenou čtyřpruhovou komunikaci šířky 28 m s návrhovou rychlostí 120 km/hod a je vysoce kapacitní komunikací s roční průměrnou denní intenzitou až 40 tisíc vozidel. Realizací a následným provozem dálnice bude odlehčeno komunikační síti v tomto regionu, zejména na stávající silnici I/47.

a ekologie významně hodnotným. Celé zájmové území zahrnující trasy všech variant dálnice bylo zařazeno pomocí multikriteriálního hodnocení zahrnujícího hlediska urbanistická, ochrany přírody, dopravních vztahů. Výsledkem řady studijních prací je návrh trasy předložený v DÚR. Stavba 4707 Bílovec - Ostrava, Rudná je první ze tří staveb řešících průchod dálnice D 47 územím města Ostravy s pokračováním na území okresu Nový Jičín ve směru na Lipník nad Bečvou.

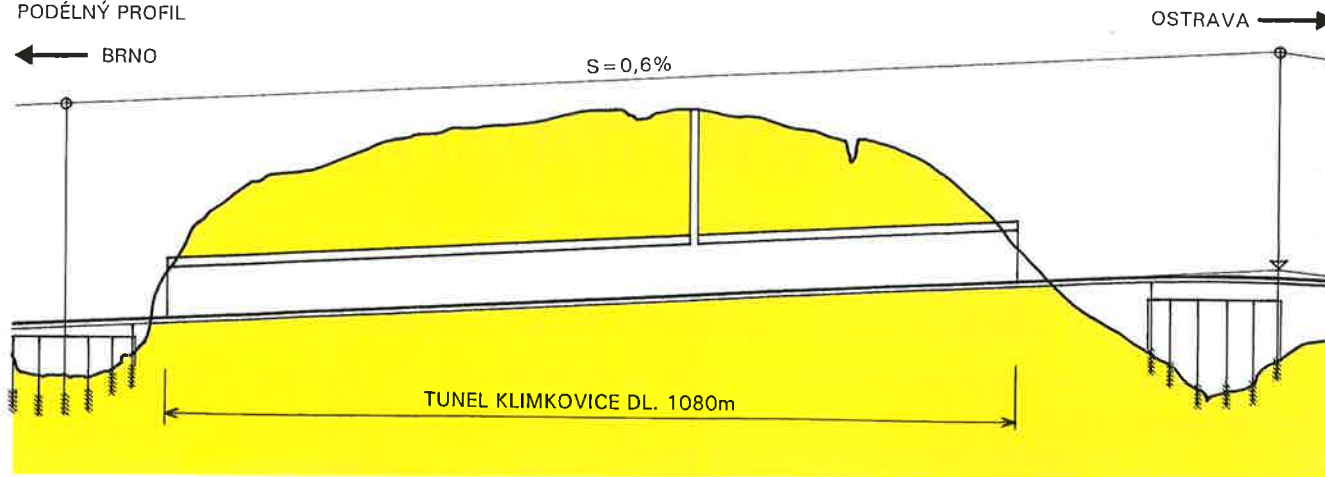
V prostoru Klimkovic je dálnice vedena tunelem délky 1080 m. Účelem tohoto objektu je maximální ochrana stávající okolní zástavby Klimkovic se zřetelem na výhledový rozvoj města ve směru k Hýlovu tak, aby tyto rozvojové plochy nebyly stavbou dálnice blokovány a nedošlo v tomto prostoru k výrazným dělicím účinkům stavby. Návrhem vedení trasy dálnice tunelem je rovněž výrazně omezen vliv této důležité dopravní tepny na provoz a funkci Státních léčebných lázní Darkov.

3. TUNEL KLIMKOVICE

Stavební objekt 7601 Tunel Klimkovice má délku 1080 m a převádí směrově rozdělenou komunikaci dálnice pro každý dopravní směr samostatnou tunelovou

TUNEL KLIMKOVICE
PODÉLNÝ PROFIL

Obr. 1



Přípravné práce se nacházejí ve stádiu vypracované dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR), kdy v současnosti probíhá schvalovací řízení v souvislosti se schvalováním územně plánovací dokumentace velkého územního celku.

Hlavní účastníci přípravných a projekčních prací tunelu Klimkovice :

Investor
Generální projektant
Odpovědný projektant stavby
Odpovědný projektant tunelů
Odpovědný projektant technologie
Geologický průzkum

Ředitelství silnic a dálnic ČR - závod Brno
Pragoprojekt a.s., Praha
HBH PROJEKT s.r.o., Brno
Amberg Engineering Brno a.s., Brno
ATON s.r.o., Brno
GEOtest Brno

rourou - tunelem A pro dopravní směr Brno - Ostrava a tunelem B pro dopravní směr Ostrava - Brno.

Trasa obou tunelů probíhá v pravostranném směrovém oblouku s tím, že každý směr je směrově a výškově řešen samostatně pro získání potřebného horninového pilíře mezi tunelovými rourami. Osa tunelu A je řešena složeným kružnicovým obloukem bez mezilehlých přechodnic, výškově je v mírném stoupání $s = 0,6\%$. Osa tunelu B je leží ve složeném směrovém oblouku s mezilehlou přechodnicí, výškově je řešen shodně s tunelem A.

Konfigurace terénu, vedení trasy a geologické vlastnosti rozčleňují stavbu na konstrukční celky - trvalé portály včetně předportálových úseků se zárubními zdmi, hloubemé úseky a ražené úseky.

2. VEDENÍ TRASY DÁLNIČE D47 A ÚZEMNÍ VLIVY

Stavba D 4707 Bílovec - Ostrava, Rudná je ovlivněna požadavky na vedení trasy dálnice pooderským koridorem - chráněným územím, z hlediska přírody

3.1. PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ

Základní prostorové uspořádání komunikace vedené v tunelu odpovídá tune-

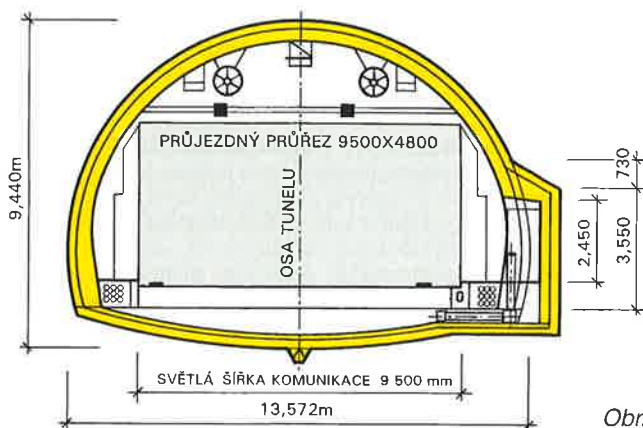
lovému průjezdnému průřezu T 9,5 a zajišťuje volnou šířku vozovky mezi obrubníky 9 500 mm a výšku 4 800 mm, doplněnou oboustrannými chodníkovými nástavci o celkové šířce min. 2 x 750 mm a minimální výšce 2 500 mm s předepsanými náběhy.

V místě **nouzových zálivů** je provedeno jednostranné pravostranné rozšíření průjezdného průřezu ve vozovce o šířce 2 500 mm a výšce 4 000 mm, s ponecháním chodníkových bočních nástavců. Nouzové zálivy mají délku 40,00 m s příslušnými šikmými náběhy.

VZOROVÝ PROFIL TUNELU - RAŽENÝ TUNEL

SVĚTLÁ PLOCHA TUNELU 71,783m² + 2,57m²

PLOCHA VÝRUBU 104, 409m² + 3,55m²



Obr. 2

Základní šířkové uspořádání profilu :

jízdní pruhy 2 x 3,75	7,50 m
vodící proužek vnitřní 1 x 0,50 m	0,50 m
vodící proužek vnější 1 x 0,25 m	0,25 m
nouzový pruh v tunelu 1 x 1,25 m	1,25 m
Celkem	9,50 m

Služební chodníky jsou v tunelu navrženy na obou stranách v jednotné šířce 1,14 m bez zachytného bezpečnostního zařízení (ČSN 73 7507). Vozovka je navržena s jednotným dostředným sklonem $p = 2,5\%$ a chodníky se sklonem směrem k vozovce $p = 2,0\%$. Podélné odvodnění je řešeno šterbinovými odvodňovacími s výškou obrubníku 150 mm. Konstrukce vozovek v tunelech i v předportálech jsou shodné - mají betonový povrch. Kabelové chráničky jsou uloženy ve volných prostorách pod chodníky, hydrantové vedení se nachází pod vozovkou podél obrubníků. Ve vozovce nebudou žádné šachtice s poklapy.

3.2. TRVALÉ PORTÁLY

Trvalé portály tunelů jsou navrženy ve tvaru šikmo shora seříznutých konstrukcí tunelových rour tak, aby splňovaly estetické umístění těchto konstrukčních prvků do krajiny. Jsou tvarově řešeny jako pokračující konstrukce předportálových zárubních zdí.

3.3. PROVIZORNÍ PORTÁLY A HLOUBENÉ ÚSEKY

Konstrukční řešení a délky hloubených úseků vyplývají z konfigurace terénu při relativně nízkém nadloží a z geomechanických vlastností hornin. Hloubená část Brno má délku cca 159 m, hloubená část Ostrava cca 40 m. Svislá stěna u obou provizorních portálů není přímá - v půdoryse je zalomená, aby její dvě části byly vždy kolmé na osy rozbíhajících se tunelových rour.

Obě portálové stěny mají přibližně shodnou výšku cca 16,00 m. Z konstrukčního a stavebně technického hlediska se jedná o shodné konstrukce zajištění stěn provizorních portálů, jejichž stabilita bude zajištěna pomocí ocelových zápor, převázek a pramencových kotev, s doplněním ploch stříkaným betonem výztužným sítěmi a hřebíkováním. Obdobnými technickými prostředky je navrženo i zajištění svahů vyhloubených rýh hloubených úseků.

3.4. TUNELOVÁ KONSTRUKCE HLOUBENÝCH ÚSEKŮ

Nosná konstrukce tunelů hloubených úseků je navržena s podobným konstrukčním uspořádáním, které se plně osvědčilo při výstavbě hloubených úseků

tunelů „Pražské radiály“ - železobetonová monolitická klenba dělená v podélném směru pracovními spárami dle kroku betonáže, v patách uložená na podélných základových železobetonových pasech, které umožňují vytvoření vynucených kloubů v místech pracovních spár.

Klenba je navržena z litého betonu. Bednění klenby je předpokládáno posuvné ocelové oboustranné. Konstrukce klenby bude chráněna rubovou deštníkovou hydroizolací - folií z měkčeného PVC s ochrannou vrstvou proti proražení. V patách klenby bude hydroizolace napojena na podélnou rubovou drenáž.

Zpětný zásyp a definitivní terénní úpravy budou provedeny do původní úrovně terénu včetně ohumsování a příslušné rekultivace dotčených ploch.

3.5. KONSTRUKCE RAŽENÝCH ÚSEKŮ (VČETNĚ SPOJEK)

Ražená část tunelu A má délku 857,45 m a část tunelu B má délku 867,90 m. Součástí ražených úseků jsou i tunelové spojky TS1, TS2 a TS3.

Světlá plocha tunelového profilu je 71,78 m², plocha výrubu 104,41 m². Při realizaci bude poloha profilu respektovat příčný sklon vozovky, tj. profil bude „nakloněn“ dle příčného sklonu vozovky. Od základního tunelového profilu a příčného prostorového uspořádání je odvozen tunelový profil se záchranným výklenkem a tunelový profil s nouzovým zálivem a tunelovou spojkou, kde světlá plocha tunelového profilu s tunelovým zálivem je 74,35 m² a světlá plocha tunelu s nouzovým zálivem je 88,01 m².

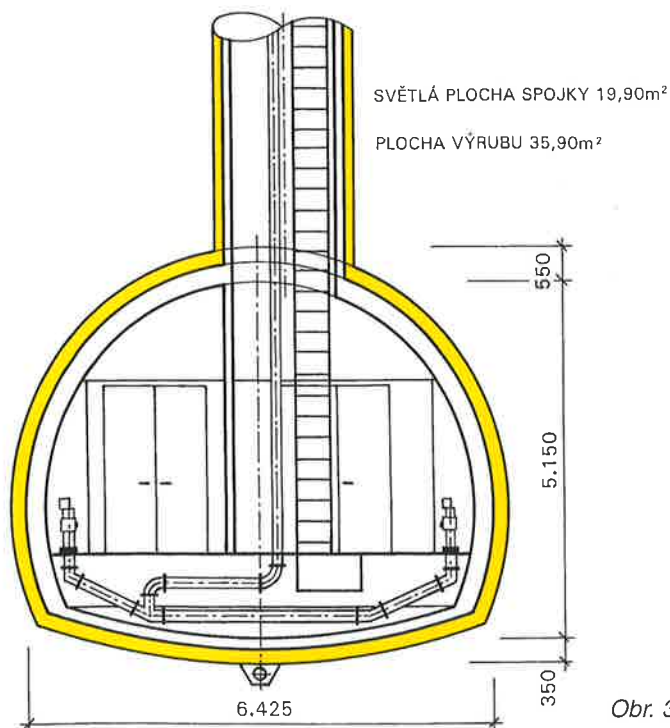
Základní nosná konstrukce tunelu je řešena jako dvouplošťová, tj sestává z ostění primárního a sekundárního s mezilehlou izolací.

Členění výrubu

Konstrukční řešení primárního ostění je podřízeno vlastnostem horninového masivu. V podstatě je rozděleno na šest konstrukčních a výrubových typů. Celková výrubová plocha je 104,40 m².

Zajištění výrubu v ostění kaloty a spodních lávek je tvořeno kombinací ostění ze stříkaného betonu se svařovanými sítěmi, horninovými laminátovými kotvami, popřípadě s doplněním ocelových tuhých skruží nebo příhradových nosníků typu Bretex. Stříkaný beton je u všech typů jištění o jednotné celkové tloušťce 250

ŘEZ TUNELOVOU SPOJKOU SE ŠACHTICÍ



Obr. 3

mm. Celkem je navrženo šest typů obezdívky v závislosti na horninovém prostředí a typu příčného profilu tunelové roury.

Hydroizolace v celé délce ražených úseků je navržena uzavřená prstencová, mezilehlá a je řešena jako tlaková. Odvod horní vody z rubové oblasti tunelu je tak po dokončení stavby minimalizován nebo zcela vyloučen pro minimální narušení stávajícího režimu spodních vod. Je navržena folie z měkčeného PVC nebo PE, svařované horkovzdušně nebo vysokofrekvenčním proudem.

Sekundární ostění je jednotného typu v celé délce raženého úseku a je z litého železobetonu. Průměrné procento vyztužení sekundárního ostění je navrženo cca 80 až 100 kg oceli / m³ betonu. Beton ostění je hutný, vodotěsný min. V8 a jeho ochrana proti agresivním vlivům vnitřního prostředí - solanka, výfukové plyny, bude řešena nátěrovým systémem.

Tunelové spojky

Prostorové uspořádání odpovídá potřebné funkci spojek. Zaručený světlý profil průchozího koridoru je šířky 1 950 mm a výšky 2 500 mm. Prostor pro technologii má světlý profil šířky 2 800 mm a výšky 2 500 mm. Stejně jako u tunelové konstrukce je i u tunelových spojek ostění primární a ostění sekundární s mezílehlou hydroizolační vrstvou. Plocha výrubu činí 35,90 m², světlá plocha je rovněž jednotná a činí 19,90 m².

4. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Kvarterní pokryv

Kvarterní pokryvné útvary regionu mají proměnlivou mocnost od 1,00 m do 6,70 m a v některých úsecích je rozhraní mezi pokryvem a zvětralým skalním podložím nevýrazné.

Horninové masív

Skalní podloží - tunelové prostředí, je tvořeno sedimentárními horninami, kde nejčastějším petrografickým typem jsou **pelitické sedimenty - jílovce a pra-**

na hladiny spodních vod, vlivy na vedení VN, vlivy bludných proudů, vliv na plynovod a potrubní vedení jedobromových lázeňských vod.

6. STAVEBNÍ VYBAVENOST TUNELŮ

Účelem ochranného nátěru vnitřního líce tunelové ostění včetně definitivních portálů je jeho ochrana před agresivními vlivy prostředí v tunelu (mráz, solanka, exhalace apod.).

V tunelu budou použity zásadně nerezové ocelové konstrukce včetně nerezových spojovacích prostředků, hmoždinek apod.

Vstupní dveře do komunikačních prostorů spojek jsou navrženy jako dvoukřídlé protipožární kývavé (lítačky) se samozavíračem šířky 1,50 m, výška 2,40 m. Z hlediska požární odolnosti budou příčky ve spojkách a veškeré dveřní otvory provedeny s požární odolností 90 min.

V tunelu budou osazeny ve výklencích nerezové skříňe SOS společně s hydrantovými stojany. Požární rozvody vody jsou navrženy plastové zaokrouhvané v obou tunelových rourách s pomocnou tlakovou stanicí vody na povrchu nad tunelovou spojkou TS2.

Do tunelu je požární voda svedena vertikální šachtou světlého průměru 1,50 m a hloubky 31,50 m, zaústěnou do stropu střední tunelové spojky. Šachta bude průlezná, v požárně odděleném prostoru budou vedeny hlavní přívody NN pro napájení tunelu. Ústí šachty na povrchu bude napojeno na vodorovný kabelový kolektor dl. cca 68,00 m vyústěný v podzemní části trafostanice a tlakové stanice vody.

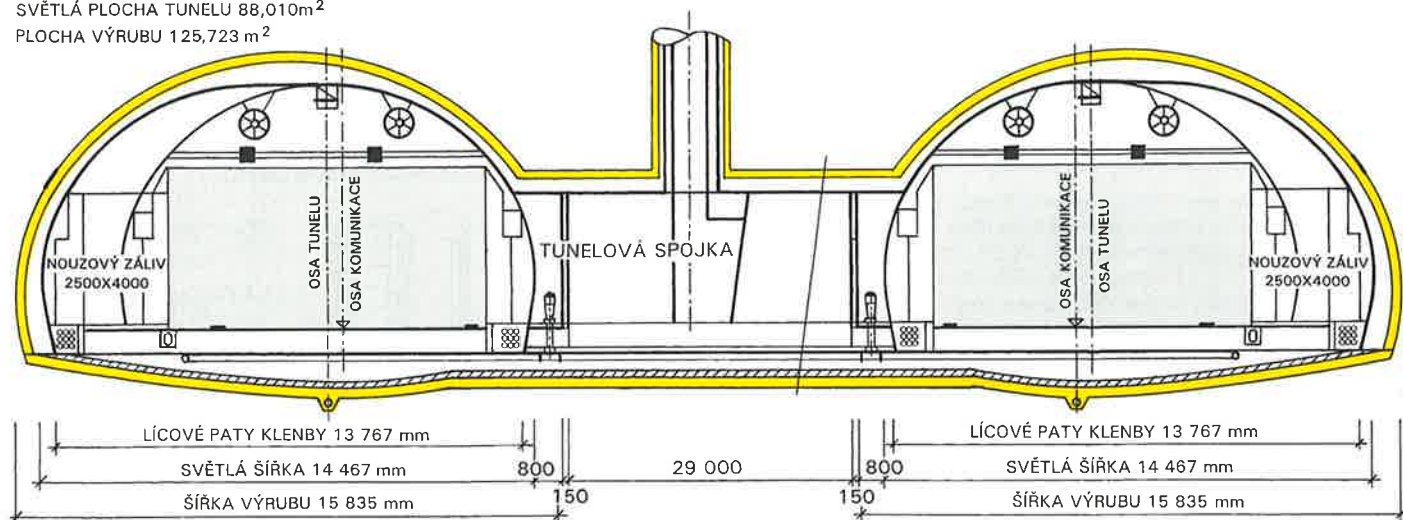
Měření výšek vozidel se zabráněním vjezdu bude umístěno pouze na jedné nájezdové rampě z místní komunikace č.47, neboť jinak je tunelová konstrukce „chráněna“ proti překročení výšce vozidel mostními konstrukcemi nad sousedními úseky dálnice.

VZOROVÝ PROFIL TUNELU – RAŽENÝ TUNEL – ŘEZ NOUZOVÝM ZÁLIVEM A TUNELOVOU SPOJKOU

Obr. 4

SVĚTLÁ PLOCHA TUNELU 88,010m²

PLOCHA VÝRUBU 125,723 m²



chovce. Jílovce jsou převážně tenké deštičkovitě vrstevnaté. Prachovce, pokud jsou masivní, jsou řídké jemně slídnaté. Častá jsou rovněž **flyšová souvrství** budovaná **drobnými pískovci a droby**, kdy zastoupení jednotlivých typů je lokálně variabilní. Nejméně časté jsou **psamitické sedimenty - droby a drobové pískovce**, většinou nezřetelně vrstevnaté až masivní.

Stavba horninového masívu

Stavba horninového masívu je relativně stálá, kdy proměnlivý směr sklonu vrstev je cca 280°, tj. sklánějí se k západoseverozápadu až severozápadu. Úklon vrstev má velikost cca 60° - 70°. V trase tunelů je indikováno několik výrazných poruch v poměrně nepříznivém úhlu křížení s tunelovou trasou, takže budou zastíženy v poměrně velkých délkách.

V kvartérních sedimentech byla geologickým průzkumem zastižena hladina podzemní vody pouze v oblasti provizorního portálu Brno. V ostatních úsecích zájmového území je hladina podzemní vody indikována především jako puklinová s proměnnou vydatností.

5. MONITORING VLVŮ STAVBY

Během stavby bude zajišťován poměrně rozsáhlý monitoring vlivů stavby na okolí, který kromě vlivů na konstrukce okolní zástavby musí monitorovat zejmé-

Součástí tunelového objektu je řídicí podústředna, trafostanice, tlaková stanice vody, spojovací kolektor a kabelová šachta.

Proti osliňování řidičů na výjezdu z tunelu směrem na Brno budou v předpolí portálu Brno umístěny slunolamy v celkové délce 55,0 m.

Součástí osvětlení tunelů je i navržené osvětlení předportálových úseků - zlepšení světelné pohody řidiče při vjezdu do tunelu pro uvažovanou návrhovou rychlost 120 km/hod.

Větrání tunelů bude podélné s pomocnými zavěšenými ventilátory pod stropem tunelů. Dimenzace ventilátorů včetně reverzibility zajistí vždy dostatečnou rychlost proudění vzduchu při jakékoliv dopravní situaci včetně úplného ucpání a zastavení provozu nebo při požáru.

Napájení tunelů je řešeno smyčkováním a zaokrouhlováním rozvodů NN se zálohováním rozvodu v druhé tunelové trubě - tím je dosažena vysoká bezpečnost provozu všech elektrických zařízení v tunelech. Dva nezávislé zdroje VN pro napájení trafostanice, automaticky zálohovaná trafa a vzájemně propojené zaokrouhované rozvodny NN jsou pro tunely dnes již samozřejmostí.

Televizní dohled bude zajišťovat kompletní kontrolu celé délky obou tunelových trub.

Bezdrátové spojení a možnost příjmu rádia je již standardní vybavení tunelů u nás i v zahraničí.

STOKA XIII LIBEREC

ING. OTAKAR FABIÁN, TUBES SPOL. S R. O.

TRUNK SEWER XIII LIBEREC

MAIN INFORMATION OF THIS SEWERAGE COLLECTOR FOR THE TOWN LIBEREC, BUILT IN THE PHARE CROSS BORDER COOPERATION. THE BASIC DESCRIPTION OF TUNNELING IN DIFFICULT GEOLOGICAL CONDITIONS AND OF USING CONSTRUCTION SYSTEMS. SOME MATTERS OF INTEREST DURING THE CONSTRUCTION OF THE COLLECTOR.

1. ÚVOD

Kanalizační sběrač XIII v Liberci je po realizaci např. stoky „Y„ v Ústí nad Labem další akcí z programu PHARE v rámci Programu přeshraniční spolupráce se SRN (Cross Border Cooperation – CBC). Jedná se o liniovou stavbu jednotné kanalizační stoky a o napojení stávajících stok, které jsou v současné době zaústěny do Jizerského potoka. Výstavba stoky probíhá jednak v otevřeném výkopu (dl. cca 833 m) a jednak jako ražená (dl. cca 923 m). Odpadní vody z povodí stoky XIII budou pomocí nově vybudovaných stok dopravovány gravitačně do stávajícího sběrače „A“ a následně na ČOV Liberec. Plocha povodí odkanalizovaná stokou XIII je cca 230 ha. Vybudováním stoky XIII se provede důsledné oddělení vod splaškových od vod Jizerského potoka, sníží se přítok balastních vod na ČOV Liberec a značně se sníží znečištění Jizerského potoka a následně i řeky Nisy. Tento článek podává krátkou informaci o ražených částech stoky XIII.

Dodavatelem stavby je EREBOS spol. s r. o. Malé Svatoňovice, investorem a inženýrem stavby je SVS Teplice, odborný dozor stavby provádí Stavební geologie – Geotechnika Liberec, generální projektant je SČVK Liberec a projektant realizačních projektů je TUBES s. r. o. Praha.

Výstavba sběrače XIII započala v dubnu 1977 a dokončena má být do konce října roku 1998.

2. STRUČNÝ POPIS DÍLA

Stavba samotná má celkovou délku 1756 m a lze ji rozdělit na tyto základní úseky:

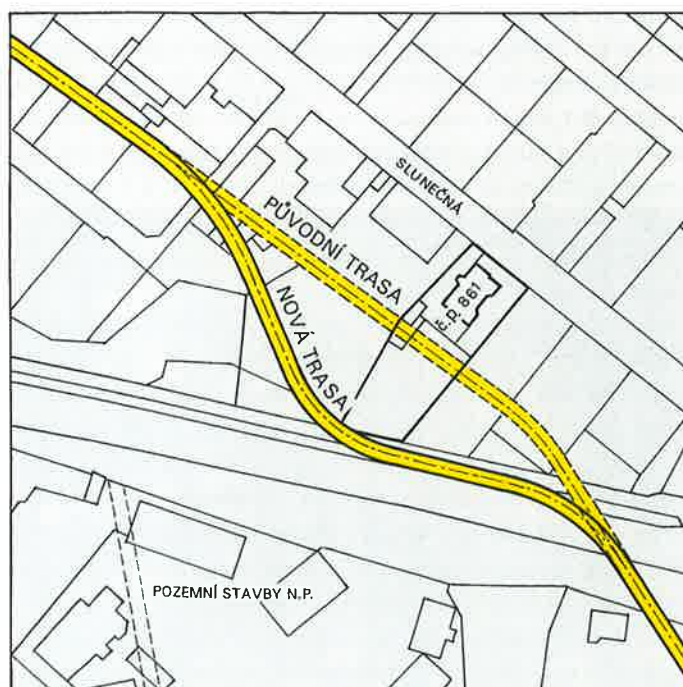
km 0,000–0,074	hloubený úsek (napojení na stávající sběrač „A“)
km 0,074–0,464	ražený úsek (mezi šachtami Š2–Š3)
km 0,464–1,214	hloubený úsek (mezi šachtami Š3–Š23)
km 1,214–1,657	ražený úsek (mezi šachtami Š23–Š25)

3. GEOLOGICKÉ POMĚRY RAŽENÝCH ÚSEKŮ

Jak již bylo uvedeno v podtitulu tohoto článku, geologické poměry v případě obou ražených úseků jsou místy dosti obtížné. V době zpracování tohoto článku byl již vyražen celý 1. úsek v km 0,074–0,464, a probíhala ražba 2. úseku, přičemž realizována z něho již byla část štoly mezi šachtami Š23 a Š24. Jak je zřetelné z podélných profilů, oba úseky obsahují obtížné partie, kdy v prvním případě zastihla ražba roz-

POROVNÁNÍ PŮVODNÍ A NOVÉ TRASY ŠTOLY
STOKA XIII - BUBENEČ

Obr. 1

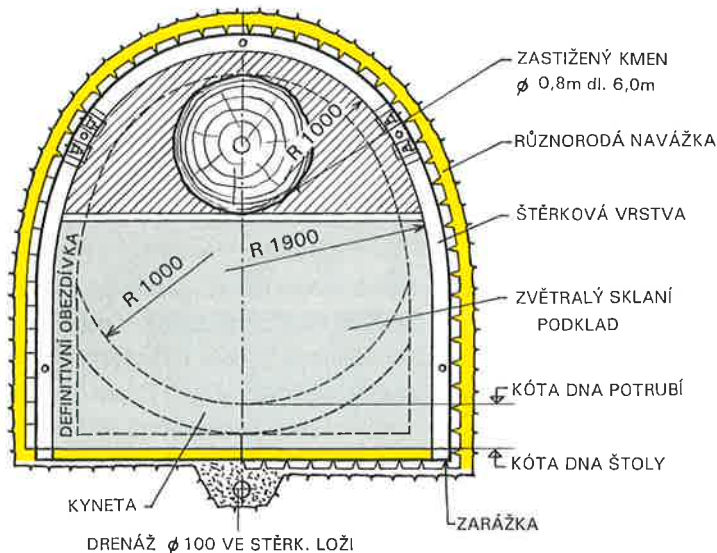


sáhly úsek navážek nesourodého materiálu včetně kmenů stromů a stavební suti v kombinaci s písčitymi polohami a prolohami plastických jíllů. V případě 2. raženého úseku probíhá v současnosti hloubení jámy Š25, kterou bude ověřeno, zda je skutečně možno očekávat obtížný úsek zhruba v délce 100 m tvořený hlínami resp. hlinitopísčitymi až jílovitými bahny. Ražba v tomto úseku bude probíhat pod hladinou podzemní vody a navíc v ochranném pásmu tramvajové dráhy.

4. NĚKTERÉ ZAJÍMAVOSTI V PRŮBĚHU PROVÁDĚNÍ RAŽEB

Příprava této akce si vyžádala pečlivost jak po stránce technické a projekční, tak i po stránce investiční a organizační. Přesto však bylo nutno v jednom případě trasu přizpůsobit požadavkům fyzické osoby,

Obr. 2



v tomto případě majitele obj. č. 861 v ulici Slunečné. Řada jednání s tímto majitelem objektu nevedla k žádoucímu výsledku a závěrem těchto jednání byla nutnost vychýlit směrové vedení trasy mimo parcelu s objektem č. 861. Kromě prodloužení trasy měla tato nutnost za následek zavedení trasy štoly do obtížnějších geologických podmínek, a dále pak nutnost zajišťování štoly při jejich podchodu pod silnicí a v konečném důsledku i výstavbu kontrolní šachty Š2a v blízkosti této parcely tak, aby nové geologické podmínky byly ověřené s maximální možnou přesností.

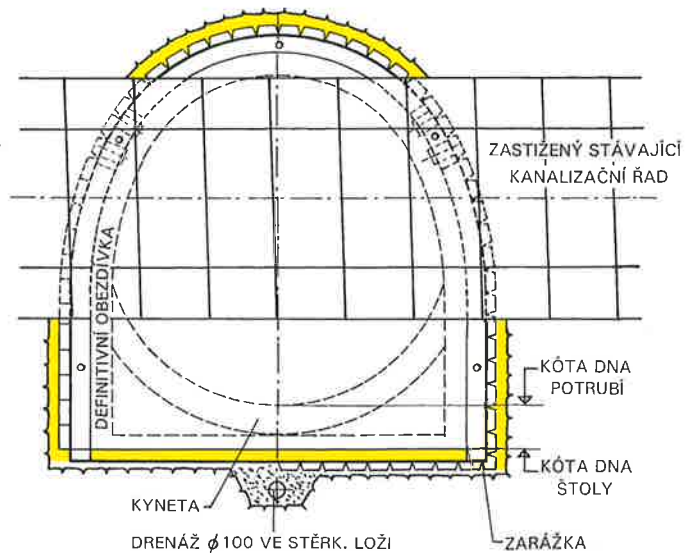
V průběhu ražby 1. úseku byl zastížen rozsáhlý úsek nesourodých navážek v délce cca 140 m. Ve staničení cca 0,270 byl v tomto úseku ražbou zastížen v hloubce cca 6,5 m mohutný kmen o průměru cca 0,8 m a délce 6,0 m, který musel být po postupných záběrech odřezáván a dopravován na povrch. Dále pak byla ve staničení cca 0,267 ražbou přetřata stará hloubená studna, která pokračovala i dále pod počtu štoly, tj. měla hloubku více než 20 m. Studna byla průměru okolo 1,0 m, vyhloubená ve skalním masivu, bez jakékoliv obezdívky. Zасыпána byla různorodým komunálním odpadem a škvárou. Po dohodě s majitelem objektu byla tato studna zaslepena a zasypána. Při ražbě 2. úseku byl zastížen ve staničení cca 1,350 hloubce cca 11,0 m pod úroveň terénu

stávající (a funkční) kanalizační řad, který nebyl v podkladech, které měl projektant k dispozici, uveden. Samotné kanalizační těleso bylo obdélníkového průřezu rozměrů cca 1,2 x 0,8 m a bylo zděné z kamenných kvádrů. V definitivním řešení bude tato kanalizace muset být v místě křížení se stokou XIII do této stoky zaústěna.

5. ZÁVĚR

Zvolený způsob výstavby stoky XIII (kombinace hloubených a ražených úseků) je možno považovat za nejvhodnější a pro tuto oblast nejbezpečnější. Z hlediska celkového pohledu projektanta se jedná o stavbu náročnou, avšak v předchozích stupních projektové dokumentace dobře připravenou a zejména nyní kvalitně realizovanou a investorsky vedenou. Tato stavba zřetelným způsobem přispěje ke zkvalitnění ži-

Obr. 3



votního prostředí ve městě Liberec a pouze opět dokáže oprávněnost a nutnost realizace staveb tohoto typu pro budoucnost.

Počáteční šachta 1. raženého úseku Š2 je situována na břehu Jizerského potoka, koncová šachta Š3 za ulicí Chrastavskou. Počáteční šachta 2. raženého úseku Š23 je situována poblíž ulice Pastýřské, koncová šachta Š25 poblíž Masarykovy třídy naproti areálu LVT. Oba štolované úseky procházejí mohutnými skalními masivy.

Jako provizorní důlní výztuž je používána ocelová důlní výztuž OR-0-00, popř. – v příznivých geologických podmínkách – je zajištění výrubu realizováno ocelovými svorníky v kombinaci se stříkaným betonem na ocelovou síť.

ČTVRTÝ TUNEL POD LABEM

ING. STANISLAV DRÁBEK - MÍSTOPŘEDSEDA CzSTT

THE 4TH TUBE OF THE ELBE TUNNEL

The technical data of the new and the world's largest shield-driving machine are impressive. The machine is approx. 12.05 m long, and the trailer with everything on it for the machine's work accounting for the rest. The shield-driving machine accounts for approx. 2.000 t of the total 2.600 t. The cutting wheel with approx. 111 blades and 31 disc bits on five spokes cuts through the ground with rotating movements. Thirty-two pairs of hydraulic jacks drive the unit. The machine has its own stone-crusher to break up blocks of stone which fall into the support liquid of the working chamber with the ground. It can cope with stones of up to 1.20 m. But what they are the problems before the start of this machine?

Velmi často se dostáváme u velkých projektů do problémových situací při zahajování i při vlastní realizaci staveb a to nejenom proto, že se objeví nepředvídané geologické poměry. Stalo se totiž trochu módou, že i osobní zájmy schované za veřejné mínění se někdy dostanou až do vlády prostřednictvím ochránářů přírody, někdy až k soudu, někdy také do politických třenic, ze kterých těžší opozice ve svých volebních programech. A výsledek - stavba stojí. Někdy na stole projektanta, někdy na stole investora, a někdy napolovic rozestavěná. Dny, měsíce a někdy i roky trvá, než zvítězí zdravý rozum. Známe to zejména od nás a dovolím si jmenovat Jadernou elektrárnu Temelín nebo dálniční obchvat Plzně.

Velmi často se dostáváme do problémových situací také proto, že nejsou peníze. To už dokážeme pochopit lépe, ale výsledek je stejný. Stavba nepokračuje, stavba stojí. Opět někdy na stole projektanta, někdy na stole investora a někdy napolovic rozestavěná. Někdy se dokonce zdá, že i bankéři a politici složili ruce do klína. Vzdali to a čekají. Možná na kouzla, možná na zázrak, možná i na výsledky předčasných voleb. A opět si dovolím jmenovat třeba Tunel Mrázovka, pokračování výstavby metra v Praze, rekonstrukce inženýrských sítí atd.

Možná trpíme i komplexem, že se to může stát jenom u nás v Čechách. Ale ne, tady si můžeme posílit naše české sebevědomí přečtením článku o přípravě 4. dálničního tunelu pod Labem v Hamburku. Interview s panem Rolfem Bieleckim, nynějším prezidentem ISTT, který byl ředitelem projektu této stavby zveřejnil vydavatel „NEWS BAUMA 98“ a doslovný překlad Vám předkládám k přečtení. Pojednává právě o tom, jak se může i v Německu dostat důležitá stavba do problémových situací proto, že soud projednává stížnosti občanů a proto, že investor nemá peníze. Snad jenom ty závěry jsou trochu jiné než u nás. Stavba je před dokončením, dá se říci, že stojí. Ale nestojí na stole projektantů a investorů, ale stojí „in natura“ proto, že byla dobrá vůle a soud ani bankéři nečekali na zázraky a kouzla.

Interview s Rolfem Bieleckim, ředitelem projektu, Stavební úřad města Hamburku o stavbě 4. tunelu pod Labem ¹⁾

„Kdo nic nedělá, nic nepokazí“, praví přísloví. Před zahájením stavby čtvrtého tunelu pod Labem v Hamburku podali obyvatelé města nejružnějších kategorií na 8000 protestů. Po úředním souhlasu s projektem bylo podáno 40 žalob proti tomuto rozhodnutí u Vyššího správního soudu v Hamburku. Všechno skončilo odvoláním k Spolkovému správnímu soudu, který však žaloby zamítl.

Během této doby však federální vláda v Bonnu již neměla prostředky na financování projektu. Federální ministerstvo dopravy proto začalo zajišťovat soukromé financování s výsledkem, který rozptýlil všechny obavy z prodražení stavby.

„Dovolte mi, abych popsal způsob soukromého financování podrobněji,“ říká Rolf Bielecki, „protože se domnívám, že jsme našli řešení, které je schůdné pro všechny zúčastněné. Na základě celoevropské soutěže jsme našli sedm velkých stavebních firem: Bilfinger+Berger, Dyckerhoff a Widmann, Heitkamp, Hochtief, Philipp Holzmann, Wayss a Freytag a Ed. Züblin. Tyto firmy, kterým říkáme generální dodavatelé, si zajistily financování projektu vytvořením konsorcia bank vedeného Deutsche Girozentrale, k němuž patří Bayerische Landesbank, Hamburgische Landesbank, Kreditanstalt für Wiederaufbau a Landesbank Berlin.

Vlastníkem a investorem projektu je Federální ministerstvo dopravy, jehož jménem zajišťuje administrativní záležitosti stavební úřad města Hamburku. Příprava, výběrové řízení, stavební dozor a celkové řízení projektu je v našich rukou. Na konci každého kvartálu hodnotíme práce provedené generálními dodavateli a stanovíme jejich hodnotu - stavební práce x cena x úrok z kapitálu podle FIBOR tj. Frankfurtské úrokové sazby pro krátkodobé půjčky, které se vzhledem ke své povaze čtvrtletně mění.

Je zajímavé, že jsme tak našli odpověď na otázku, která byla dlouho předmětem veřejné diskuse, jestli by totiž nebylo výhodnější, kdyby federální vláda přijala půjčky s příznivějším úrokem. Po dvou letech výstavby jsme zjistili, že financujeme projekt s průměrným úrokovým zatížením 3,3 % + 0,3 %. Dosud jsme prostavěli 180 milionů DM a jsme přesvědčeni, že na konci výstavby se ukáže, že financování bylo ještě příznivější. Generální dodavatelé dostávají své peníze každý kvartál a vyplácejí své subdodavatele.

Dáváme také příležitost stavebním firmám střední velikosti, aby se účastnily na tomto projektu. Generální dodavatelé museli zadat své příjezdové rampy středně velkým firmám, které koordinuje na jedné straně Heilit a na druhé stra-

ně Wierner a Trachte. Ty zaměstnávají menší firmy jako své subdodavatele. Tím se projekt stal úspěšným i pro zaměstnanost ve městě.“

Stavba

Celá stavba je 4403 m dlouhá. Délka vlastního tunelu činí 3 101 m, z čehož 2 561 m bylo raženo štítem o vnějším průměru 14,20 m. Cca 950 m tunelu probíhá pod řečištěm Labe aniž je nutno nějak omezovat plavbu. Přitom minimální tloušťka nadloží tunelu pode dnem řečiště je cca 7 m a maximální cca 11 m.

„Jedním z problémů je, že na severním břehu Labe tunel podchází nákladné obytné stavby, kde štít pracuje v minimální hloubce 9,5 m pod úrovní sklepů.

Budovy zajišťujeme injektáží základových desek. Podmínky podloží jsou ovšem katastrofální. Narážíme na písek, bahno, slín, jíl se vzvodněnými čockami písku, balvany až o průměru 1.20 m, někdy i z tak tvrdých hornin jako je žula.“

Razicí štít

Technické parametry nového razicího štítu, který je největší na světě, jsou skutečně imponující. Stroj je celkem 60 m dlouhý, délka vlastního štítu je cca 12,5 m. Zbytek tvoří hnací soustrojí a příslušenství stroje. Z celkové váhy 2600 tun připadá na vlastní štít cca 2000 tun. Razicí hlava s cca 111 břity a 31 frézami na 5 loukotích se otáčí a razí tunel, hnána vpřed 32 páry hydraulických lisů. Stroj má vlastní drtič pro drcení balvanů padajících do pracovního prostoru spolu se zeminou. Drtič je s to poradit si s balvany o průměru až do 1,2 m.

Jednou ze zvláštností stroje je, že je možno procházet jeho loukotěmi. Lze tedy vyměňovat řezné nástroje bez nutnosti vstupovat do prostoru před razicí hlavou. To je velmi důležité, protože vzhledem k vysoké hladině Labe a minimálnímu nadloží tunelu nelze z tohoto prostoru odčerpat pažící suspenzi. Uprostřed razicího stroje je další razicí štít o průměru 3 m, který vybírá střední jádro. Ten se uplatní zejména v soudržných zeminách, jejichž zátka by byla příliš velká pro zpracování.

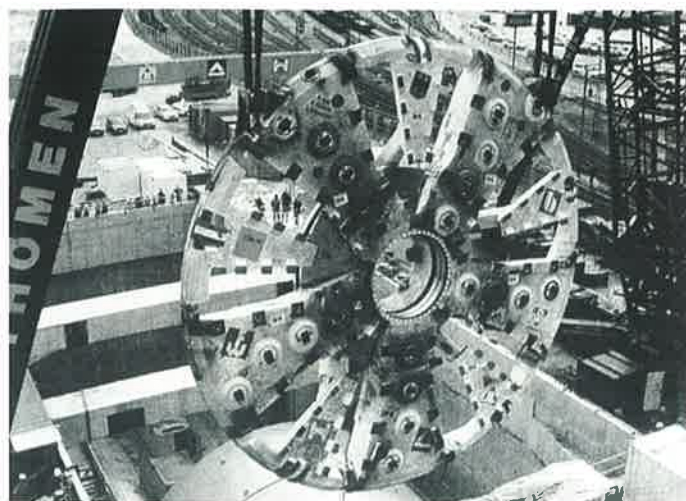
Integrovaný erektor pro montáž ostění je s to pokládat za použití podtlakových přísavek segmenty o váze 18 tun.

Staré hornické rčení, že všechno co je před špičkou je ve tmě, už neplatí. Nový razicí štít má ve svých loukotích čidla a přenosové zařízení informuje o podmínkách před štítem. Změny ve zvukových vlnách signalizují změny půdních podmínek na předu.

Čtvrtý tunel pod Labem má být uveden do provozu v polovině roku 2003. Očekává se, že zlepší plynulost provozu na dálnici A7/345.

¹⁾ Podle publikace News Bauma 98

Obr. 1 Řezná hlava největšího štítu na světě o Ø 14,2 m



ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

PODZEMNÍ STAVBY A HYDROENERGETIKA V ZILLERTALSKÝCH ALPÁCH

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ, VODNÍ STAVBY PRAHA, DIVIZE 03

UNDERGROUND CONSTRUCTIONS AND POWER PLANTS

Hydraulic power construction and underground construction are very closely related. An example are the Alpine hydraulic power plants. One of the principal companies which builds and operates them is the joint-stock company Tauernkraft. An example of an important power system is the Zemm-Ziller hydraulic power complex in the Zillertal Alps. It comprises 38.9 kilometres of tunnel feeder mains and many other tunnels and shafts, including tunnels for trapping water from springs and brooks.

ÚVOD

Souvislost mezi hydroenergetikou a podzemními stavbami se nemusí zdůrazňovat ani principiálně vysvětlovat. Tunelové přivaděče, podzemní elektrárny, odpadní a přístupové tunely nebo štolý – to vše je samozřejmá součást hydroener-

getických staveb a to především v horských oblastech. Podzemní liniové stavby umožňují jímání a převedení vody z různých povodí bystřin, potoků a řek v dané oblasti do jedné lokality, kde je vybudována akumulací nádrž, přičemž celý systém sleduje maximální využití hydroenergetického potenciálu a je často doplněn i přečerpáváním v době minimálního odběru elektrického proudu, kdy je přebytek elektrické energie ze stabilních (nešpičkových) zdrojů.

Lokální podzemní stavby (kaverny) zase umožňují ekologické, přírodní prostředí, nenarušující umístění vodních elektráren v podzemí včetně jejich elektročásti (transformovny a rozvodny).

Důležité předpoklady pro masivní využití podzemních staveb v hydroenergetice v naší zemi – České republice – bohužel chybí. Nemáme rozlehlé horské či lépe velehorské oblasti s dostatkem srážek a dobrými spádovými poměry. Proto mimo ojedinělé stavby (Lipno, Dlouhé Stráně) není příležitost vybudovat velké energetické soustavy, využívající vodní energii systémově v celé oblasti podle daných přírodních možností.

U našeho jižního souseda je situace – podobně jako v mnoha dalších zemích – jiná. Mohutné alpské horstvo nabízí obrovský hydroenergetický potenciál a Rakušané ho také systematicky využívají.

HYDROENERGETICKÝ POTENCIÁL V CENTRÁLNÍ OBLASTI RAKOUSKÝCH ALP

Akciová společnost Tauernkraft byla založena v r. 1947 v Salzburgu a představuje největšího výrobce špičkového proudu v Rakousku. Název si společnost vypůjčila od nejvyššího rakouského alpského hřebene, kterým jsou Vysoké Tauern, v nichž leží nejvyšší hora Rakouska Grossglockner (3797 m. n. m.) i další význačné vrcholy např. Grossvenediger (3674 m. n. m.).

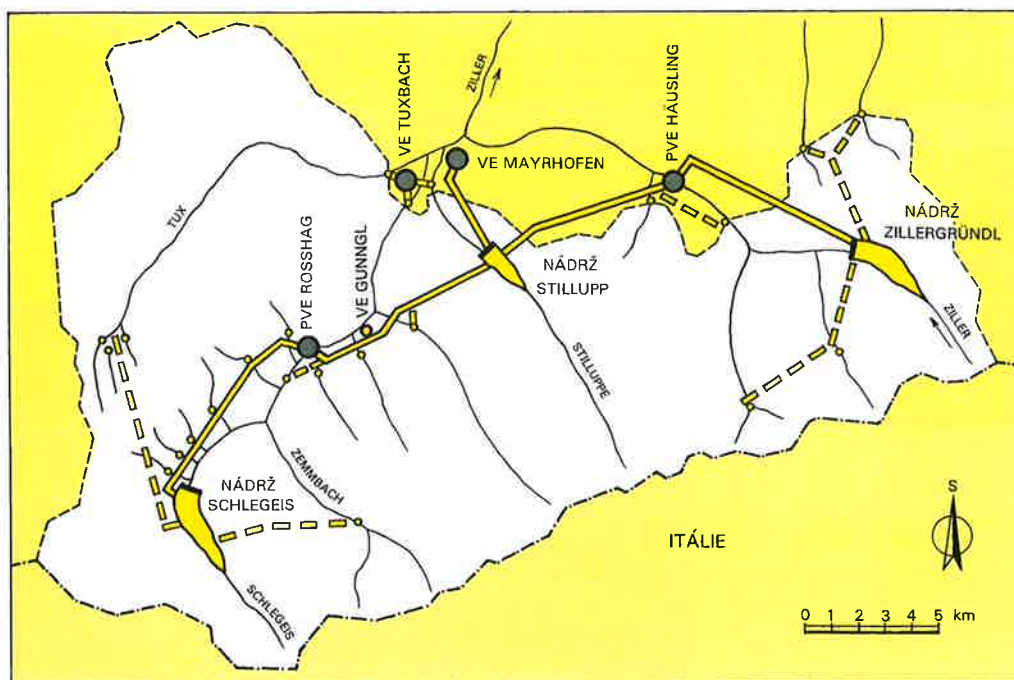
Společnost Tauernkraft však provozuje vodní elektrárny nejen ve spolkové zemi Salzburgu, ale také v Tyrolích a Korutanech a její akumulací přehradní nádrže tvoří třetinu všech přehradních jezer Rakouska. Společnost se podílí i na provozu elektráren na středním Salzachu, z nichž některé využívají nejen přímo průtok této ledovci napájené řeky, ale i značný spád pomocí tunelových přivaděčů.

Vlastníkem společností Tauernkraft je z 51 % Rakouská republika, zbývajících 49 % vlastní soukromí akcionáři a spolkové země Salzburgu, Tyrol a Vídeň.

Elektrárny Tauernské akciové společnosti zahrnují elektrárnské skupiny Glockner-Kaprun (tato byla vybudována v padesátých letech jako symbol obnovy Rakouska a představovala významný energetický mezník), dále Salzach, Gerlos a Zemm-Ziller. Celkový výkon je 1567 MW plus 730 MW tvoří výkon přečerpávacího systému. Společnost produkuje zhruba třetinu špičkového proudu z celkové výroby rakouských vodních elektráren s akumulací.

Je dobré ještě se zmínit, že např. již od r. 1959 je obec Kaprun vytápěna odpadním teplem z generátorů a transformátorů. Již léta je na přehradě u Kaprunu také vyráběn proud na fotoelektrickém zařízení s velkoplošnou tenkou křemíkovou vrstvou. Ale zpět k podzemním vrstvám.

SITUACE SOUSTAVY ZEMM - ZILLER



--- STÁTNÍ HRANICE
 --- HRANICE VYUŽÍVANÉHO POVODÍ
 ○ TUNELOVÉ PŘIVADĚČE
 ● PVE NEBO VE
 --- POTOKY A ŘEKY

OBR.1

ELEKTRÁRENSKÁ SKUPINA ZEMM-ZILLER

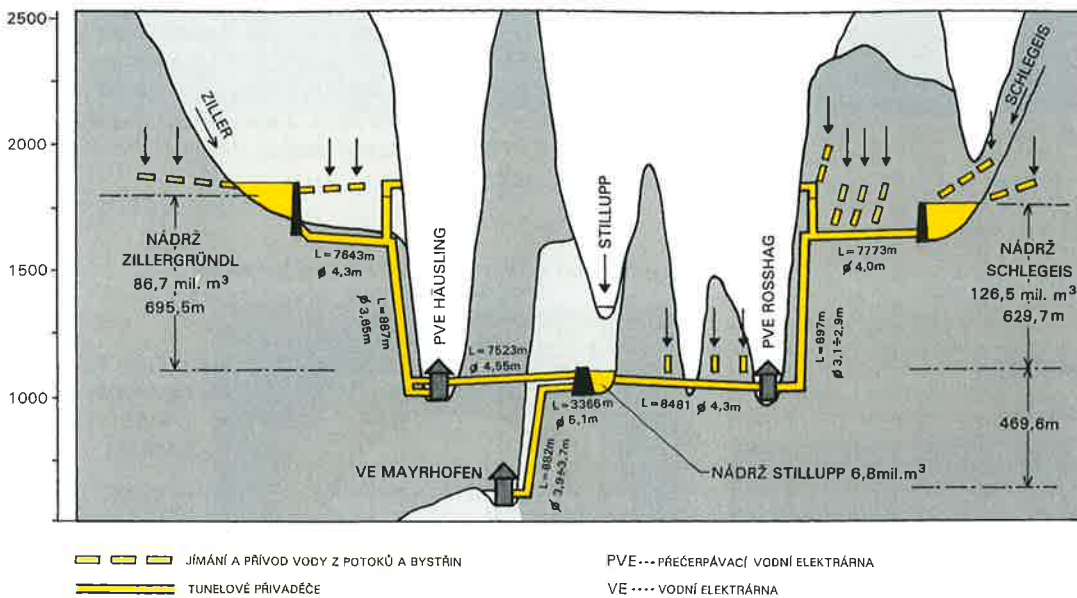
Tato elektrárnská soustava je lokalizována na severní straně Zillertalských Alp, které jsou pokračováním hlavního alpského hřebenu na západ od Vysokých Taur a tvoří současně rakousko-italskou hranici (obr. 1).

Do oblasti nás přivede odbočka z dálnice na Innsbruck u obce Wiesing. Zpočátku široké údolí řeky Ziller s panoramatem ledovců Zillertalských Alp se za městečkem Zell am Ziller zužuje a za obcí Mayrhofen se údolí prudce mění v horskou soutěsku. Je to dáno tím, že u Mayrhofenu se vlastně spojují údolí řek a potoků Ziller, Tux, Zemm a Stillupp a jejich povodí jsou základem elektrárnské soustavy Zemm-Ziller.

Soustava byla dokončena v 80. letech. Součástí systému jsou vodní elektrárny Häusling, Rosshag, Gunggl, Tuxbach, Mayrhofen a dále dvě přehradní nádrže s ročním provozem Zillerründl (užitečný obsah 86,7 mil. m³), Schlegeis (už. obsah 126,5 mil. m³) a vyrovnávací přehradní nádrž s týdenním režimem Stillupp (už. obsah 6,8 mil. m³). Celkový výkon soustavy činí 965,7 MW, výkon přečerpávacího režimu 600 MW.

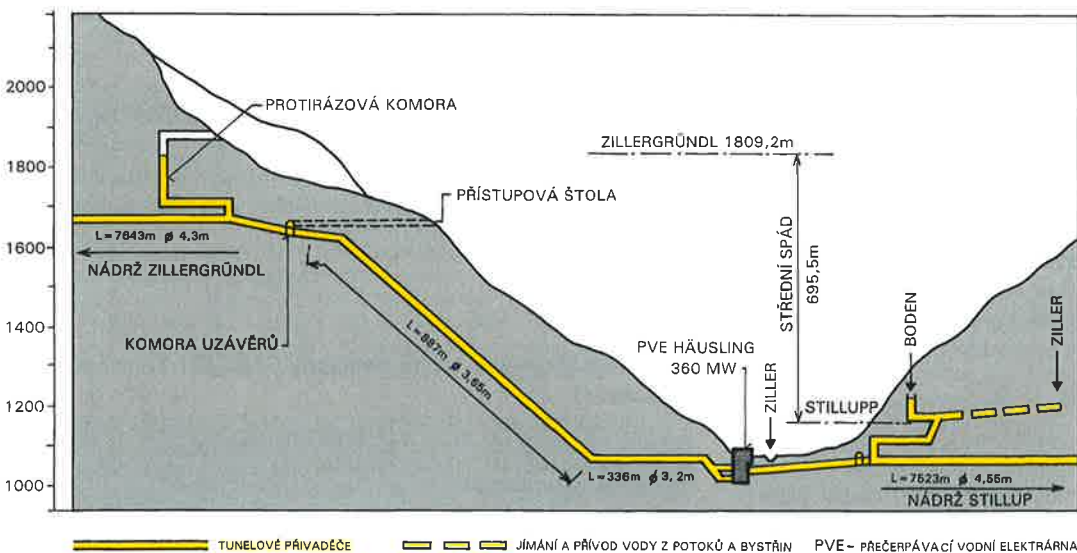
Již při stavbě největší nádrže Schlegeis s max. hladinou ve výšce 1782 m n. m. bylo nutné při budování přístupové ces-

SCHEMA HYDROENERGETICKÉHO SYSTÉMU ZEMM - ZILLER



OBR. 2

SCHEMATICKÝ PODÉLNÝ ŘEZ U PVE HÄUSLING



OBR. 3

ty vyrazit několik tunelů, většinou jednosměrných, z nichž nejdelší je Harpfnerwandtunnel délky cca 2500 m a pomáhá překonat soutěsku potoka Zemm. Komunikace i tunely slouží dnes samozřejmě i turistickému provozu.

Rozsah liniových podzemních děl v celém systému je obrovský. Pomineme řadu kilometrů štol, zajišťujících jímání vody z bystřin na horských svazích a jejich svedení do přehradních nádrží a zaměříme se pouze na hlavní přivaděče (obr. 2).

Přecerpávací vodní elektrárna Häusling o výkonu 360 MW je vlastně také podzemní dílo, protože z celkové výšky elektrárny 64 m je 40 m zabudováno do šachty o průměru 33 m, vyhloubené ve skalním podloží. Elektrárna zpracovává střední spád z nádrže Zillergründl 695,5 m a jejímu začlenění do přírodního prostředí přispívají i střechy porostlé vegetací.

Horní tlakový přivaděč má délku 7643 m s vnitřním průměrem 4,3 m. Šikmá tlaková štola je dlouhá 887 m s vnitřním průměrem 3,65 m. Díky dobrým geologickým poměrům mohla být vnitřní obezdívka provedena z tenkostěnného betonového ostění, které je tvořeno betonovými předpínanými rourami z B 400 o tloušťce stěny 180 mm a délce 4000 mm. Roury se vyráběly přímo na staveništi přehrady a přepravovaly se horním vodorovným přivaděčem délky 7,6 km a pak byly vrátkem spouštěny do šikmé stoly. Na šikmou stolu navazuje vodorovný přivaděč do elektrárny délky 364 m o průměru 3,2 m.

Odpadní tunel z elektrárny, který však slouží i jako vodorovný přivaděč při přecerpávacím provozu, má délku 7523 m a průměr 4,55 m a vede do týdenní vyrovnávací nádrže Stillupp (obr. 3).

V podstatě všechny přivaděče vč. šikmé byly raženy mechanizovanými razičními stroji.

Vodní elektrárna Rosshag je také přecerpávací. Při výkonu 230 MW zpracovává střední spád 629,7 m z přehradní nádrže Schlegeis (klenbová betonová gravitační hráz výšky 131 m, s délkou ko-

runy 725 m(l) a s objemem betonu cca 1 mil. m³).

Přívody na elektrárnu sestávají z horního tlakového přivaděče (délka 7773 m, průměr 4,0 m), šikmé opacované přivaděče (délka 897 m, průměr 3,1 a 2,9 m) a vodorovného napojení na elektrárnu délky 370 m a průměru 2,9 m.

Šikmý tlakový přivaděč je tvořen betonovým ostěním o základní tloušťce 300 mm s vnitřním ocelovým pancířem. (Příčný profil – obr. 4.)

S nádrží Stillupp je elektrárna propojena tunelovým přivaděčem délky 8841 m o profilu 4,3 m.

Poslední v řadě je nejnižší položená vodní elektrárna Mayrhofen, která zpracovává střední spád 469,6 m z nádrže Stillupp. Výkon elektrárny činí 345 MW.

Stručně o přivaděcích:

- horní přivaděč z nádrže Stillupp délky 3366 m a průměru 5,1 m,
- šikmý přivaděč je opacován a má délku 882 m při průměru 3,9–3,7 m,
- navazující přívod do elektrárny délky 310 m má profil 3,7 m.

ZÁVĚR

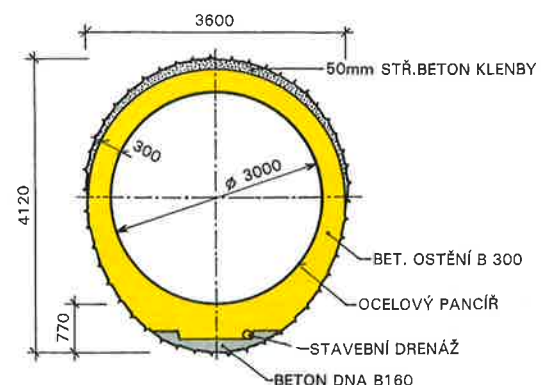
Celkový rozsah zde zmíněných liniových podzemních děl v soustavě Zemm-Ziller je 38 856 m o profilech od 2,9 m do 5,1 m.

K tomu by bylo nutné přičíst množství přístupových štol, šachet protirázové ochrany a hlavně štoly pro jímání vody z desítek potoků a bystřin. Jenom pro příklad uvedeme štolu, která přivádí vodu z potoka Zemm (jímání je umístěno u krásné chaty Alpská růže – o něco výše je známá Berliner Hütte). Štola vede do nádrže Schlegeis a je dlouhá skoro 6000 m.

Článek chtěl informovat o jistě ekologických stavbách, zajišťujících elektrickou energii, které by bez podzemních staveb nešly buď vůbec postavit a nebo by nemohly být realizovány šetrně k přírodnímu prostředí.

Nechcete se tam zajet podívat?

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ ŠIKMÉHO PŘIVADĚČE NA PVE ROSSHAG



POZN.: OBDOBNÝ PŘÍČNÝ PROFIL MÁ TAKÉ ŠIKMÝ PŘIVADĚČ NA VE MAYRHOFEN OVŠEM O ϕ 3,9 - 3,7m

OBR. 4

TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

TECHNICAL MATTERS
OF INTEREST

PODZEMNÍ ELEKTRÁRNA NA STLAČENÝ VZDUCH

ING. RICHARD ŠŇUPÁREK, CSc.

COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE GAS TURBINE

Velmi zajímavé pilotní projekty, využívající netradičního způsobu výroby elektrické energie v podzemních komorách se realizují ve Spojených státech, Německu a Japonsku. Jedná se o systém, známý pod zkratkou CAES-G/T neboli Compressed Air Energy Storage Gas Turbine. Tímto názvem se označuje podzemní elektrárna pro výrobu energie ve špičkách, tedy analogie přečerpávací vodní elektrárny s tím zásadním rozdílem, že zdrojem energie není proudící voda ale stlačený vzduch. V období s přebytkem elektrické energie je vzduch v komoře komprimován, v období energetické špičky pak pohání plynové turbíny a vyrábí elektrickou energii.

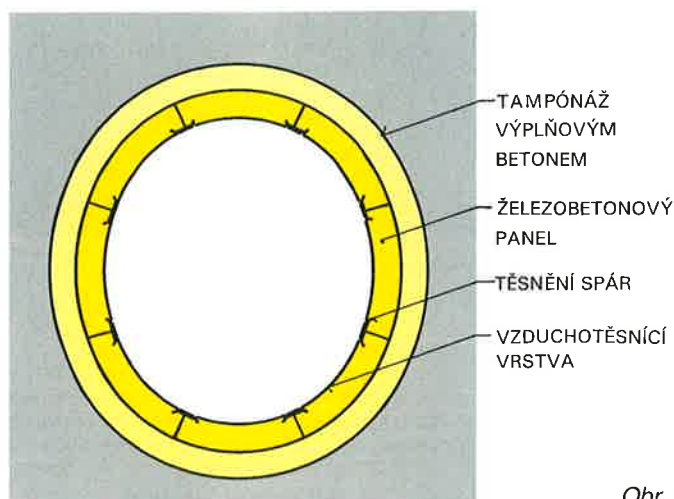
Představu o technických parametrech těchto zařízení, která by měla začít pracovat na počátku příštího tisíciletí umožní několik čísel: elektrárna o výkonu 500 MW při pracovním tlaku 4–8 MPa musí mít komoru o objemu v řádu 100 000 m³, tedy u kruhového díla o průměru 10 m by činila délka komor více než 1000 m.

Výhody tohoto systému jsou zřejmě zejména pokud jde o investiční náklady – vždyť ve srovnání s přečerpávací elektrárnou odpadá výstavba obou vodních nádrží i přivaděčů. Na druhé straně toto řešení představuje zvýšení požadavků na vlastnosti okolního horninového masivu zejména z hlediska jeho nepropustnosti a utěsnění.

Zatímco v USA a Německu se zkušební projekty realizují v podmínkách solných dolů, kde solné vrstvy zaručují vysokou těsnost a homogenitu horninového prostředí, v Japonsku, které tyto podmínky nemá, se pilotní komora připravuje v prostředí porušených křehkých hornin pa-

leogenního uhelného ložiska. Tyto podmínky vyžadují speciální konstrukci vzduchového těsnění povrchu podzemní komory. V daném případě se zkouší panelová výztuž se speciálním těsněním spár a s vnitřním povlakem z gumové pryže o tloušťce 3 mm. Konstrukce výztuže s těsněním je patrná z obrázku. Zkoušky probíhají ve zkušební kruhové komoře o průměru 3,3 m a délce 16 m. Z dosavadních zkoušek vyplývá, že při tlaku 8 MPa bylo dosaženo těsnosti, charakterizované denním úbytkem tlaku v hodnotě 0,5 %.

KONSTRUKCE VÝZTUŽE A TĚSNĚNÍ KOMORY



Obr. 1

Vlastní pilotní elektrárna má zahájit provoz v roce 2000. Její schéma je znázorněno na dalším obrázku. Za pozornost stojí rozměry těsnicí zátky na výstupu z komory i ve vztahu k našim zkušenostem z plynového zásobníku Příbram-Háje. Technické parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

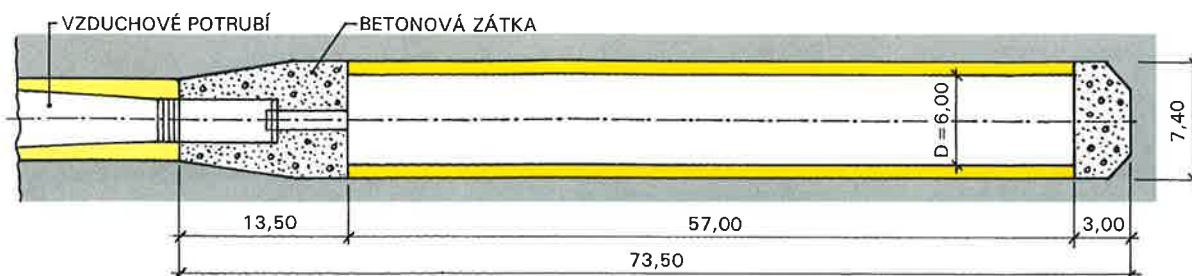
Tab. 1

Technické parametry pilotní elektrárny CAES G/T Kamimasagawa (Japonsko)

Výkon	2000 kW
Doba výroby energie	4 hod.
Doba stlačování vzduchu	10 hod.
Rozměry komory	průměr 7,4 m, délka 57 m
Objem komory	1600 m ³
Teplota	0–50 °C
Tlak v komoře	4–8 MPa
Výztuž a těsnění	železobeton. panely a gumové těsnění

Pozn.: zpracováno podle článku I. Ishihaty v časopise ISRM News Journal z prosince 1997

SCHEMA PILOTNÍ ELEKTRÁRNĚ



Obr. 2

TUNELÁŘSKÉ OSOBNOSTI

TUNNELLING PERSONALITIES

PROF. ING. FRANTIŠEK RŽIHA, TVŮRCE TEORIE TUNELOVÉHO STAVITELSTVÍ

Každý inženýrský vědecký odbor má svého klasika, který položil prvé teoretické základy a uspořádal je do souvislého systému – např. pro betonové stavitelství to byl Joséphe Monier. Obdobný význam pro tunelové stavitelství má profesor František Ržih, protože uspořádal jeho zásady, vytvořil z nich uznávaný systém a sepsal o tom učebnici. Byla to první teoretická kniha o tunelech a tunelování. Když byla k stoletému výročí od smrti F. Ržihy vydána znovu v Německu, vynořil se F. Ržih ze zdánlivě chaotických dějin tunelového stavitelství jako všeobecně uznávaná osobnost, která si v nich zaslouhuje titul zakladatele. On první vysvětlil zásady, podle nichž tuneláři ovládají a pokojují si horninový masiv při tunelování. Nás toto poznání zvláště těší, protože jde o českého rodáka.

R. Ržih se narodil r. 1831 v Lipové (německy Hainspach), obci položené ve Šluknovském výběžku v Čechách. Stavebněinženýrské vzdělání získal na polytechnice (tehdy ještě národnostně nerozdělené) v Praze. Vysokou školu ukončil r. 1851 ve věku 20 let a vstoupil do stavební praxe, kterou vykonával z části v tunelářských firmách, z části u stavebního dozoru na tunelových stavbách. Nejříve pracoval v rakouských Alpách na stavbě dráhy přes Semmering a potom na dalších rakouských železničních tunelech, ale s rostoucím věkem a věhlasem byl povolován i na obtížné novostavby v zahraničí, v Prusku, Westfálsku a dalších německých státech. Působil tam i jako stavební podnikatel. Po roku 1870 bylo pod jeho vedením vytrasováno 500 km nových železničních tratí v severních Čechách a v Sasku. Roku 1878 byl jmenován profesorem železničního a tunelového stavitelství na Vysoké škole technické ve Vídni, kde vyučovat 20 let, a to velmi úspěšně. Můžeme asi věřit Ottovu slovníku naučnému, podle nějž Ržihova oblíba mezi studenty byla způsobena tím, že „zajímavě přednášel a shovívavě zkoušel... Nastavil tedy vysoko laťku úspěchu všem učitelům, kteří se po něm pokoušejí vyučovat tak vědnou a zajímavou disciplínu, kterou je podzemní stavitelství.

Ržihova vědecká metoda spočívala v soustavném pozorování mechanických projevů při tunelování, analýze úspěšnosti zaváděných opatření a jejich soustavné klasifikaci. Po patnáctileté praxi na straně stavebních podnikatelů i investorů železničních tunelů publikoval své poznatky roku 1867 (1. díl) a 1872 (2. díl) spisu „Učebnice umění stavby tunelů“. Uvedme hlavní problémy, jimiž se zabýval:

Klasifikace hornin pro tunelování: Autor vyřešil klasifikaci podle rozpíjtelnosti a těžitelnosti, která je základem nynějších klasifikačních systémů. Definoval 7 horninových tříd a ke každé určil číselný index, který odpovídá množství práce potřebné na rozpojení objemové jednotky (ovšem tehdy používanou technologii). M. M. Protodjakonov, profesor v Jekatěrinburgu, pročítal tehdy pečlivě západní literaturu, a pohoťově přetvořil Ržihovy indexy s pomocí zaokrouhlení na „součinitele pevnosti podle Protodjakonova...“, s nimiž se ještě i nyní místy provozuje tunelová statika.

Závaly tunelů: Poznatky o správném i nesprávném tunelování hledal Ržih pozorováním mnohých závalů, které měl možnost pozorovat v praxi. Zavedl klasifikaci závalů podle příčin. Tato část knihy nebyla dosud překonána, protože zřídka veřejně dokladujeme svoje chyby. Je dobře ilustrovaná a měla by být vzorem inženýrům na stavbách, kteří by měli využívat příležitost být na místě vznikajícího závalu k publikování bezprostředních poznatků.

Výstroj tunelů: V tom čase se tunely vystrojovaly výdřevou. Ržih hlásal, že z tunelování je třeba odstranit návyky, vzniklé při živelném vývoji výstavby horských železničních tratí. Snažil se je nahradit vědecky podloženými pravidly. Analyzoval používané způsoby výdřevy a klasifikoval je. Rozlišil výdřevu ruskou (při rakouské metodě, která otvírá a zabezpečuje plný tunelový profil), německou (při jádrové metodě) a belgickou (při podchycovací metodě tunelování). Provedl rozbor, který vyzněl v prospěch rakouské výdřevy. Tím zahájil dnes již stoletý vítězný nápor rakouských tunelovacích metod od tehdejší „staré“ až po nynější NRTM.

Ostění tunelů: Pozorováním závalů při výstavbě dospěl Ržih k zásadám, které platí dodnes. Objevil, že ostění má těsně a aktivně přilíhat k hornině, že má tvořit uzavřenou konstrukci a že prstenec ostění musí být po otevření výrubu za krátký čas zas uzavřen spodní klenbou.

Poklesy vyvolané poddolováním: Roku 1880 byl Ržih vyzván, aby se vyjádřil k škodám vyvolávaným na zástavbě nad podzemními díly v Ostravské uhelné pánvi. Ve své práci položil zásady k modernímu řešení této otázky. Pojem „zálomový úhel“, pochází právě odtud.

Prof. Ržih byl za své zásluhy mnohokrát vyznamenán. Rakouský císař mu udělil vysoká vyznamenání titul dvorního rady. Králové Pruska, Saska a Bavorska jej r. 1883 povýšili do rytířského stavu. Odtud pochází jeho šlechtický predikát „Franz von Ržih“. Zemřel 22. června 1897 na Semmeringu a je pochován na hřbitově Maria Schutz. Seznam jeho spisů je v lit. 1.

Teoretické zásady našeho slavného inženýra stručně, ale výrazně shrnuje jeho výrok: „Umění inženýra držet se daleko od horninového tlaku, to znamená nenechat ho vzniknout, je mnohem větším uměním, než jednou existující horninový tlak zvládnout.“

Lit. 1. Mainld, B., Ržih, F.: Wegbereiter für den Ingenieurtunnelbau, Felsbau, 1997, č. 6.

Ing. Jiří Kazda, České dráhy, Praha

Prof. Ing. Jiří Menci, Slovenská technická univerzita, Bratislava

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ

NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÝ KONGRES 1998, SAO PAULO 26.—30. DUBEN 1998

V Sao Paulu se konalo u příležitosti tunelářského kongresu World Tunnel Congress „98“ 24. výroční zasedání ITA. Účastnili se ho delegáti, pozorovatelé a členové pracovních skupin (WG) z 35 členských zemí: JAR, Alžír, SRN, Austrálie, Rakousko, Belgie, Brazílie, Bulharsko, Kanada, Čína, Korea, Dánsko, Egypt, Španělsko, USA, Finsko, Francie, Maďarsko, Indie, Itálie, Japonsko, Lesotho, Mexiko, Norsko, Holandsko, Portugalsko, Rumunsko, Velké Británie, Rusko, Slovensko, Švédsko, Švýcarsko, ČR, Thajsko, Turecko.

Nezúčastnily se členské státy: Saudská Arábie, Kolumbie, Chorvatsko, Řecko, Island, Maroko, Nový Zéland, Polsko, Slovinsko a Venezuela.

V ITA je registrováno celkem 45 členských zemí a počet přidružených členů se zvětšil na 261, z toho 84 kolektivních a 177 individuálních.

Složení nově zvoleného výkonného výboru (Executive Council):

- A. Haack, SRN, prezident
- A. Muir Wood, GB, čestný prezident
- S. Pelizza, minulý prezident
- J. P. Godard, FR, viceprezident
- J. Hess, ČR, viceprezident
- S. Kuwahara, JAP, minulý viceprezident
- W. De Lathauwer, BEL, minulý viceprezident
- A. Assis, BRA, člen
- K. Sorbraten, NOR, člen
- H. Parker, USA, člen
- J. McKelvey, JAR, člen
- C. Berenguer, FR, generální sekretář

ITA vydává dvě periodika: TUNNELLING AND UNDERGROUND SPACE TECHNOLOGY a TRIBUNE.

TUST vychází letos jako čtrnáctý ročník. Současné dvanácté číslo obsahuje 21 článků autorů z 14 zemí a zvláštní vydání o ponořených tunelech. Následující třinácté bude zaměřeno na požární ochranu a bezpečnost.

TRIBUNE vychází od minulého roku a byla dosud vydána čtyři čísla nákladem 3000 výtisků. Principiálně jsou vždy zasvěcena jednotlivým zemím, dosud Japonsku, Švýcarsku a Brazílii.

Během kongresu se rovněž konala tzv. Open Session pod názvem „Příspěvek tunelů malých rozměrů k rozvoji velkoměst...“ Zasedání uvedl zajímavým příspěvkem delegát Spojených národů Kalyan Ray, z něhož přineseme výtah v příštím čísle Tunelu, a R. Bielecki, prezident Mezinárodní společnosti pro bezvýkopové technologie (ISTT). Z jednání vyplynul mimořádný význam využití podzemí pro vodohospodářské účely, distribuci energií a dopravu všech druhů materiálů. Pro porovnání bezvýkopových technologií a otevřených výkopů je třeba zvážit společenské náklady v nejširším smyslu a všechny další vlivy.

ITA upevňuje své vztahy se sesterskými organizacemi, zejména se Světovou silniční společností (PIARC) a již zmíněnou ISTT.

Příští výrobní zasedání ITA se budou konat:

- Oslo 29. 5.–3. 6. 1999 při světovém tunelářském kongresu „Underground Construction for the Future“
- Durban (JAR) 13.–18. 5. 2000 při světovém tunelářském kongresu „Tunnels under Pressure,“
- Milano 2001, při světovém tunelářském kongresu „Progress in Tunnelling after 2000, pořádaným společně italskou a švýcarskou národní organizací ITA. (výťah z tiskového komuniké)

Ing. Karel Matzner

PRACOVNÍ SKUPINY (WG) ITA/AITES – JEJICH SOUČASNÉ ČINNOSTI A ZPRACOVÁVANÁ TÉMATA

V rámci ITA/AITES se v průběhu let vytvořily mezinárodní týmy odborníků, které se rozhodly zaměřit své úsilí na shromáždění národních zkušeností a poznatků v úzce specifikované problematice, související s podzemním stavitelstvím, a závěry plynoucí z těchto materiálů dát k dispozici všem zemím sdruženým v ITA/AITES. Postupně tak bylo ustaveno 17 pracovních skupin (Working Groups), do kterých se ke spolupráci přihlásili zástupci z členských zemí ITA/AITES.

Pracovní skupiny se scházejí jednou za rok na výročním zasedání v rámci světového kongresu ITA/AITES a to v místě konání tohoto kongresu. Jinak v průběhu roku každý člen pracovní skupiny samostatně na vyhlášeném tématu a své příspěvky k vybrané problematice zasílá písemně řídicímu pracovníkovi skupiny tzv. animateurovi, který je předává týmu pověřenému v pracovní skupině sumarizací těchto příspěvků. O dílčích výsledcích práce tohoto užšího týmu informuje animateur celou pracovní skupinu na výročních zasedáních, kde se stanovuje rovněž další postup práce. Závěrečný materiál, který sumarizuje získané poznatky se pak odsouhlasuje na výročním setkání členů pracovní skupiny. Práce na konkrétním tématu je ukončena výstupem v písemné formě. V této podobě je pak distribuována jednotlivým členským zemím sdruženým v ITA/AITES.

Poslední zasedání pracovních skupin se uskutečnilo ve dnech 26.–27. dubna 1998 v brazilském Sao Paulu v rámci konání světového tunelářského kongresu.

WG 2 „VÝZKUM“ (Animateur p. Y. Leblais – Francie)

Skupina zpracovává směrnice pro návrh železobetonových tubinků. Vzhledem k tomu, že příspěvky získané z jednotlivých zemí ukázaly značné rozdílné způsoby navrhování těchto tubinků, bude možné návrh směrnice ukončit až v roce 1999. Ke stejnému termínu se předpokládá i dokončit soubor doporučení týkající se sedání. Dalším tématem, kterým se skupina zabývá, je posuzování vlivu seizmických účinků na konstrukci tunelu. První písemné příspěvky k této tématice budou k dispozici v roce 1999. Skupina se dále hodlá zaměřit na problematiku bezpečnosti tunelů při mezních zatíženích.

WG 3 „SMLUVNÍ PRAKTIKY V PODZEMNÍM STAVITELSTVÍ“

(Animateur p. A. Huse – Francie)

Skupina v současné době dokončuje situativní zprávu týkající se rozporových řízení. V závěrech doporučuje postupovat podle návrhu World Bank nebo podle návrhu FIDIC. Přípravuje se informace o nové „červené“ a „stříbrné“, knize FIDIC a dále situativní zpráva týkající se vyhodnocování veřejných soutěží a výběru mechanizovaných štítů.

WG 4 „PLÁNOVÁNÍ PODZEMÍ“

(Animateur p. A. Nordmark – Švédsko)

Byla dokončena práce týkající se bezpečnosti a ochrany proti požáru v podzemních dílech. Materiál byl schválen výkonným výborem ITA. Další dokument týkající se zásadních doporučení pro plánování a mapování podzemí je v zásadě hotov. Jsou shromážděny příspěvky jednotlivých zemí. Výstup se závěry bude prezentován v roce 1999.

WG 5 „OCHRANA ZDRAVÍ A BEZPEČNOST PRÁCE V PODZEMÍ“

(Animateur p. D. Lachel – USA)

Na zasedání v Sao Paulu skupina projednala a uzavřela koncept materiálu zabývající se problematikou zaškolení pracovníků v podzemí z hlediska bezpečnosti práce. Výsledný materiál byl v polovině roku 1998 zaslán výkonnému výboru ITA k odsouhlasení.

Předmětem jednání skupiny bylo dále upřesňování technického názvosloví, z oblasti jejich odbornosti, pro připravovaný soubor technických výrazů, který hodlá publikovat ITA.

WG 6 „ÚDRŽBA A OPRAVY“

(Animateur p. J. Richards – JAR)

Skupina se zabývá problematikou oprav tunelového ostění. Cílem její práce je shromáždit zkušenosti a navrhnout obecné zásady pro návrh opatření vedou-

cích k omezení průtoků vody do tunelů a pro generální opravy ostění. Tyto práce budou dokončeny v roce 1998 a připraveny k publikování v roce 1999.

V dalším období se chce skupina zabírat otázkami odolnosti tunelových konstrukcí proti ohni. Touto prací hodlá doplnit studie nedávno vydané Světovou silniční asociací (PIARC).

WG 11 „PONOŘENÉ A PLOVOUCÍ TUNELY“

(Animateur p. A. Gursoy – USA)

Dokončená práce skupiny „Ponořované a plovoucí tunely – současný stav“ byla distribuována v Sao Paulu během konání kongresu. Dalším předmětem činnosti této skupiny, na setkání v Sao Paulu, byla příprava materiálu specificky zaměřeného na ponořované a plovoucí tunely s cílem uvést výhody těchto typů tunelů včetně příkladů z realizace.

WG 12 „STŘÍKANÝ BETON V TUNELOVÉM STAVITELSTVÍ“

(Animateur p. T. Franzen – Švédsko)

Skupina soustředila svoji aktivitu na technologii provádění definitivní obezdívky tunelů stříkaným betonem. Byly již shromážděny zkušenosti ze zemí provádějících obezdívku touto technologií a připravuje se databáze provedených definitivních obezdívek.

WG 13 „PŘÍMÉ A NEPŘÍMÉ VÝHODY PODZEMNÍCH KONSTRUKCÍ“

(Animateur p. R. Sterling – USA)

Předmětem dokončované studie je analýza problematiky podzemního a nadzemního vedení trasy dopravního systému. Závěry studie, které vycházejí z průzkumné dotazníkové akce u členských zemí budou připraveny pro příští setkání tj. v roce 1999 na kongresu v Norsku.

Závěry byly sestaveny z údajů získaných ze 30 měst 18 zemí světa.

WG 14 „TUNELOVÁNÍ RAZICÍMI MECHANIZMY“

(Animateur p. N. Mitsuta – Japonsko)

Cílem pracovní skupiny je sestavit zásady pro výběr typu mechanizovaného štítu. Tyto zásady budou sumarizovat a zobecňovat materiál zasláný jednotlivými zeměmi. Ve výstupu budou uvedena jak shodná kritéria i kritéria odlišná vycházející z praxe jednotlivých zemí.

WG 15 „TUNELY A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ“

(Animateur p. J. Perez Cerezo Flores – Španělsko)

Studie, kterou skupina připravuje se zaměřila na dvě oblasti – sedání povrchu a analýza vynaložených nákladů a získané výhody. Přípravuje se materiál, ve kterém budou uvedeny přínosy podzemních staveb pro životní prostředí a zásady, které mohou napomoci průmyslu využít jich k argumentaci pro umístování objektů do podzemí.

WG 16 „KVALITA“ (Animateur p. Casati – Itálie)

Práce skupiny byla rozdělena do dvou fází:
– praktiky, standardy a normy (formou sběru informací od jednotlivých členů),
– rozborů a doporučení jako vlastní sumarizační činnost skupiny.
Práce jsou v počáteční fázi. Výstupy lze očekávat do tří let.

WG 17 „DLOUHÉ TUNELY VE VELKÝCH HLOUBKÁCH“

(Animateur p. F. Descoudres – Švýcarsko)

V současné době realizované nebo připravované tunely mimořádných délek s velmi vysokým nadložím představují složité podzemní komplex zahrnující vedle vlastního tunelu šachty, galerie a propojovací chodby umožňující přístup do tunelu, po celé délce trasy, mezi koncovými portály.

Proto byla ustavena nová skupina, která se bude zabírat následující problematikou:

- metody průzkumu a geomechanické chování skalního masivu při vysokém tlaku horniny nebo vody,
- koncepce bezpečnosti během výstavby a bezpečnosti za provozu včetně větrání a chlazení,
- výběr technologie ražby včetně tunelování pomocí mechanizovaných štítů ve složitých podmínkách,
- ochrana životního prostředí.

Z uvedeného stručného výčtu činností jednotlivých pracovních skupin je zřejmá rozsáhlost a pestrost okruhů problémů, kterými se v rámci ITA/AITES zabývají její členové. Potěšitelná je rovněž i skutečnost, že český tunelářský komitét má v převážné většině skupin své zastoupení. Naši členové tak získali nejen bezprostřední kontakt se světovým děním na tomto profesním poli, ale získali i možnost osobně prezentovat práce českých tunelářů a tím i propagovat Českou republiku na mezinárodním fóru.

Ing. Václav Valeš

Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ ZAJINTERESOVANÝCH DO PODZEMNÍCH STAVEB

ACTIVITIES OF PROFESSIONAL
CORPORATIONS INTERESTED
IN UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

KONFERENCE SPOLEČNOSTI ISTT – NO-DIG 98 V LAUSANNE

Ve dnech 8. až 11. června 1998 se konala 16. mezinárodní konference NO-DIG 98 (ISTT – International Society for Trenchless Technology) ve švýcarském Lausanne pod záštitou národní společnosti CHSTT (Swiss Society for Trenchless Technology). Jde o každoroční příležitost seznámit se s nejnovějšími trendy na poli bezvýkopových technologií výstavby a rekonstrukcí inženýrských sítí.

Během konference byly předneseny příspěvky uspořádané v následujících ucelených tematických celcích:

- Hledisko ceny jako základní kritérium pro výběr bezvýkopové technologie
- Složení ceny a cenová srovnání
- Kvalita a kvalitativní záruky
- Vývoj nových technologií
- Výzkum, technické vybavení a výsledky mikrotunelování
- Zkušenosti s řízeným vrtním
- Vývoj bezvýkopových technologií pro sanace inženýrských sítí
- Zkušenosti s bezvýkopovou sanační technikou

Jak napovídají první dvě stěžejní témata, byl na konferenci kladen důraz na ekonomický aspekt výhodnosti využití bezvýkopových technologií v praxi a jak naznačily přednesené příspěvky i na západ od našich hranic se musejí projektantů a dodavatelů bezvýkopových technologií potýkat se značnými problémy v prosazování těchto technologií a s neustálým zdůrazňováním a přesvědčováním odběratelů o výhodách spojených s jejich nasazením.

Z technických přednášek nejvíce zaujaly příspěvky z Japonska, kde byly prezentovány příklady použití mikrotunelovacích zařízení typu M.I.C.L.O. (Microtunnel Curve LOng), které jsou schopné razit v obloucích o poloměru až 30 m s přesností ± 50 mm při délce protlačovaných úseků až do 300 m. Při protlačování lze tak kopírovat i trasu úzkých a zakřivených ulic ve staré městské zástavbě.

Další technická novinka od kolegů z Japonska se týkala tzv. reliningu tj. zatahování nového potrubí do potrubí stávajícího při zachování původního profilu. Zde byla poprvé použita speciální hydraulická hlava, která ve své první části rozřízne stávající potrubí na 4 stejnoměrné segmenty. Druhá část pak tyto kvadranty rovnoměrně roztlačí do stran a pod ochranou třetí části této hlavy je pak zatahováno potrubí nové. Tento způsob sanace zaručuje, že nedojde k mechanickému poškození nově zatahovaného potrubí, přičemž staré potrubí plní částicně funkci chráničky.

Mezi vystavovateli tradičně dominovaly stánky firem Herrenknecht a Iseki, které tvoří absolutní špičku mezi dodavateli razičích zařízení. V oblasti mikrotunelování se firma Herrenknecht prezentovala novým speciálním strojem AVP-Crush-Lining, který je určen k protlačování trub v trase stávajícího potrubí (technologie uváděná někdy pod názvem „Pipe-eating“). Některé ze zkušeností s tímto druhem prací bylo možné slyšet i v průběhu přednášek. Budoucnost této technologie je zřejmá, protože volného prostoru pod povrchem našich ulic v centrech měst kvapem ubývá. V mnoha případech pak nebude jiného řešení než razit v trase stávajícího potrubí.

Obdobně razičích zařízení vyrábí též firma ISEKI pod obchodním názvem Piranha, ale tento stroj zatím nebyl použit na stavbách v Evropě, tudíž zde nemá dostatečnou publicitu. Zkušenosti s jeho nasazením jsou pouze v Asii.

Důležitou událostí v průběhu této konference byla návštěva prezidenta ITA/AITES prof. Alfreda Haacka, který se bezprostředně vrátil z konference ITA/AITES ve Stockholmu (Mezinárodní kongres o podzemním stavitelství v moderní infrastruktuře) konané ve dnech 7.–9. 6. 1998. Ten v průběhu společenského večera pořádaného v olympijském muzeu v Lausanne přednesl obsažný projev, který předdeslal možnou intenzivnější spolupráci mezi společnostmi ISTT a ITA/AITES. Nutno poznamenat, že projev se nesl v jisté skepsi o budoucnosti podzemního stavitelství. Profesor Haack uvedl, že na tunelářských konferencích se pravidelně objevují sebevědomé příspěvky a referáty o tom jak dokážeme budovat ty „nejlepší“ tunely, „nejhlubší“ šachty a „nejobjemnější“ kaverny za použití „nejdokonalejší“ techniky a přitom nám schází jistá úcta k přírodě a k okolnímu prostředí. Svůj názor pak dokumentoval na dvou případech ve Skandinávii, kdy vlivem ražby tunelu došlo v jednom případě k rozsáhlé kontaminaci spodních

vod vlivem chemických injektáží a ve druhém případě došlo k nechtěné ztrátě vody v přírodních jezerech a jejich následnému vyschnutí.

Dále ve svém vystoupení prezident ITA/AITES zdůraznil nutnost profesní spolupráce a vytváření podmínek pro co největší využití podzemí tak, aby pomyslný koláč, představující objem a rozsah tunelářských a bezvýkopových prací, byl co největší. Svou přítomností i vystoupením prezident ITA/AITES podtrhl význam budoucí spolupráce mezi profesně spřízněnými mezinárodními organizacemi, což by se mělo projevit i v činnosti národních společností.

Ve stejném duchu se nesl i projev předsedy ISTT ing. Rolfa Bieleckého, který rovněž zdůraznil potřebu užší koordinace činnosti obou společností.

Oproti loňské konferenci NO-DIG 97 v Janově byla letošní poznamenána menším zájmem vystavovatelů i účastníků. Pravděpodobně je to dáno malým a v jisté míře „uzavřeným“ švýcarským stavebním trhem, který zahraniční výrobci technologií a stavební dodavatelé nepovažují za perspektivní. Jiným důvodem může být relativně krátká jednoroční doba mezi pravidelnými konferencemi NO-DIG, která neumožňuje výrobcům nebo dodavatelům přicházet s „neokoukanými“ technickými a technologickými novinkami.

Je velice potěšující, že mezi vystavovateli bylo možné vidět stánek CzSTT (České společnosti pro bezvýkopové technologie), která se zde prezentovala jako budoucí uspořadatel konference NO-DIG 2001 v Praze. Přidělení pořadatelství je cenným úspěchem české společnosti, která, přes svoji relativně krátkou dobu členství, dokázala svoji aktivní činností a technicko-odbornou erudovaností získat podporu ostatních členských organizací pro uspořádání světové konference. Vzhledem k tomu, že předcházející konference NO-DIG v roce 2000 se bude konat až ve vzdáleném australském Perthu, lze očekávat hojnou účast evropských vystavovatelů a delegátů k čemuž by měla napomoci velká turistická atraktivita našeho hlavního města. Doufáme, že tato společenská událost pozvedne prestiž a význam bezvýkopového a podzemního stavitelství u nás a získá další stoupence těchto nekonvenčních řešení výstavby.

Ing. Igor Fryč
POHL spol. s r. o. Brno

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

CZECH TUNNELING
COMMITTEE REPORTS

VALNÉ SHROMÁŽDĚNÍ ČTuK

se konalo dne 19. května 1998 v Brně, IBC, na pozvání a. s. ZAKLÁDÁNÍ GROUP. Byli přítomni zástupci 29 členských organizací, 10 individuálních členů, členové WG ITA, předseda redakční rady časopisu TUNEL, celkem 60 účastníků.

Předseda ČTuK Ing. Jindřich Hess referoval o činnosti předsednictva v uplynulém období, o jednáních Výkonného výboru a Výročního plénačního zasedání ITA/AITES v Sao Paulo. Jménem přítomných pak prof. Barták poblahopřál Ing. Hessovi ke zvolení do funkce viceprezidenta ITA/AITES na období do roku 2001 a přednesl přehled nejzajímavějších technických novinek ze Světového tunelářského kongresu v Sao Paulo, u jehož příležitosti se plénační zasedání konalo.

Ing. Václav Valeš informoval o činnosti pracovních skupin (WG) ITA/AITES. O výsledku hospodaření za rok 1997 informoval Ing. Petr Doubek a přednesl návrh rozpočtu na rok 1998. Obě zprávy byly schváleny jednomyslně. O stavu členské základny referoval sekretář ČTuK Ing. Matzner. V současné době má Komitét 39 členských organizací a 21 individuálních členů. Novými členy se staly firmy KANKOL s. r. o. a CARBO-GROUTING s. r. o. Členství bylo ukončeno firmě DORG s. r. o. a k 31. 12. 1998 skončí členství ZUD a. s., Zbůch. Předseda redakční rady Ing. Vozarík informoval o redakčních záměrech a prof. Aldorf o rozvoji styků s příbuznými odbornými společnostmi. Prof. Barták se obrátil na účastníky shromáždění s výzvou k propagaci Inženýrské kanceláře ČTuK. Studentská soutěž o nejlepší diplomový projekt byla vyhodnocena a nejlepší tři práce odměněny.

Generální ředitel Ing. Rataj závěrem informoval o firmě ZAKLÁDÁNÍ GROUP a pozval účastníky na referurzi na stavbu silničního hloubeného tunelu Brno-Kohoutkova.

K uspořádání podzimního Valného shromáždění se přihlásila firma VOKD a. s., Ostrava.

(Podle zápisu z jednání shrnul Ing. Karel Matzner)

SPRAVODAJSTVO ZO SLOVENSKEHO TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU

SLOVAK TUNNELLING COMMITTEE REPORTS

Dom techniky ZSVTS spol. s r. o. Žilina v spolupráci so Slovenským tunelárskym komitétom zorganizovali v Žiline v dňoch 2. až 5. júna 1998 významné stretnutie odborníkov z oblastí podzemného stavebníctva na prvej medzinárodnej výstave a sympóziu

TUNELY '98.

Na prípravu akcie sa podieľali sponzorsky aj odbornou pomocou mnohé ďalšie podniky, ako Doprastav, a. s. Bratislava, Váhostav, a. s. Žilina, Banské stavby, a. s. Prievidza, Hydrostav, a. s. Bratislava, Dopravoprojekt, a. s. Bratislava, Ingeo, a. s. Žilina, GeoExperts, s. r. o. Žilina, Geomonta, s. r. o. Prievidza, Slovenské tunely, s. r. o. Bratislava, Slovenská správa ciest, Bratislava, Terraprojekt, a. s. Bratislava, Uranpres, s. r. o. Spišská Nová Ves a Vodohospodárska výstavba, š. p. Bratislava.

Na rozdiel od bežných konferencií sa akcia TUNELY '98 vyznačovala určitou komplexnosťou. Okrem sympoziálnej, výstavnej, exkurznej a spoločenskej časti organizátori vytvorili samostatný priestor aj čas na prezentáciu firiem. Prezentácia sa uskutočnila po slávnostnom otvorení a prehliadke výstavy oficiálnou suitou, ktorú viedol minister dopravy pôšt a telekomunikácií Ján Jasovský. Druhý a tretí deň patril sympoziálnej časti, ktorá rokovala v týchto sekciách:

- technológie výstavy podzemných objektov,
- stavebné materiály a konštrukčné prvky,
- geotechnický monitoring,
- prevádzkové vybavenie cestných tunelov,
- príprava a projektovanie podzemných stavieb.

Aktívne s referátmi vystúpilo 28 účastníkov. V zborníku zo sympózia je uverejnených 33 príspevkov. Sympózia sa celkom zúčastnilo 150 registrovaných účastníkov. Prevažná časť účastníkov bola zo SR a ČR, ďalej boli zastúpené štáty Francúzsko, Nemecko, Maďarsko, Rakúsko a Poľsko.

Výstavná časť bola komponovaná prevažne z modelov a fotografických prezentácií. Len malá časť bola venovaná výstave materiálov, strojov a zariadení. Vo výstavnej časti boli zastúpené štáty SR, ČR, SRN, Francúzsko, Rakúsko a Taliansko. Počet vystavovateľov bol 40.

Koniec tretieho dňa patril spoločenskej akcii na otvorenom priestore vo Vrátnej doline v blízkosti hotela DIERY.

Štvrtý deň patril exkurzii na diaľničný tunel Branisko.

Žilina sa v budúcich rokoch ocitne v ťažisku výstavby viacerých diaľničných tunelov, preto sa toto mesto so svojou polohou a so svojim organizačným zázemím a výstavným areálom Domu techniky stane vhodným miestom na usporiadanie ďalších tunelárskych sympózií. Druhý ročník by sa mal podľa názorov organizátorov uskutočniť už v roku 1999, ďalšie ročníky by mali pokračovať s dvojročnou periodicitou.

Náučno-vzdelávacia úroveň sympózia bola zrovnateľná s podobnými akciami. Frekvencia podobných akcií za posledné tri roky do istej miery vyčerpala časť záujmu odbornej verejnosti. Počiatočná fáza výstavby tunelov na diaľničnej sieti, tak ako je svojou veľkosťou a časovým spádom naprogramovaná, zostane však ešte stále magnetom pre tunelárskych odborníkov nielen zo SR a ČR, ale aj okolitých štátov v najbližších rokoch.

Výstava fyzických exponátov, vzhľadom na krátky čas prípravy akcie, nemohla byť dostatočne obsadená. Podľa marketingového prieskumu Domu techniky Žilina sa však o záujem vystavovateľov na ďalších ročníkoch Medzinárodného sympózia a výstavy TUNELY, organizátori nemusia obávať.

Ing. Jozef Frankovský, člen predsedníctva STK

INFORMACE

INFORMATION

Přirůstky knihovny ČTuK

(v návaznosti na přehled uvedený v č. 1/98)

- Sborník příspěvků z tunelářské konference TUNNELLING ASIA'97, HYDRO CENTENARY – 1997, 20.–24. 1. 1997
- Dto – SPECIAL LECTURES
- Sborník příspěvků z konference UN/ITA WORKSHOP – Characterisation of TBM for Tunnelling Flysches, Tarifa 20.–22. 2. 1997
- Abstrakt ze 7. mezinárodní konference UNDERGROUND SPACE 1997 „INDOOR CITIES OF TOMORROW“, Montreal 1997
- Publikace finské tunelářské asociace The Fourth Wave of Rock Construction, 1997
- Technické publikace NANYANG TECHNICAL UNIVERSITY of Singapore 1995–1997
- Sborník příspěvků ze světového tunelářského kongresu „TUNNELS AND METROPOLISES“, Sao Paulo 25.–30. 4. 1998
- Publikace NO DIG „Grabenloses Bauen . . .“ 1997 (angl./něm.)
- Publikace STUVA 1997 „Unterirdische Bauen in Deutschland (něm./angl.)
- Sborník příspěvků z mezinárodního tunelářského kongresu „UNDERGROUND CONSTRUCTION IN MODERN INFRASTRUCTURE“, STOCKHOLM 7.–9. 6. 1998

Sekretariát ČTuK

Fotbalový turnaj tunelářů

Třetí červnový čtvrtek, tj. 18. 6. 1998, se konal v Roztokách u Prahy již tradiční turnaj v malé kopané za velkého zájmu celé tunelářské rodiny a jejich příznivců. Organizátorem jubilejního 5. ročníku byla opět firma POHL.

Turnaje se zúčastnilo 6 mužstev:

PRE a.s. Praha
METROSTAV a.s., divize 5 Praha
SUBTERRA a.s., divize 01 Praha
Ko-Ka s.r.o.
Revírní báňská záchranná stanice Kladno-Rakolupy
POHL a.s. Roztoky

Vítěz turnaje získal putovní cenu věnovanou Revírní báňskou záchrannou stanicí Kladno – štit s historickou maskou důlního záchránáře a neputovní cenu – pečené sele.

Ceny získalo po skvělém výkonu mužstvo PRE a.s., divize 01 Praha (na obrázku).

Nálada byla skvělá, i když počasí příliš nepřálo. Takže na shledanou za rok, na 6. ročníku turnaje.

Ing. Milan Štochel





METROPROJEKT Praha

akciová společnost

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

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

NEJEN PRAŽSKÉ METRO REPREZENTUJE NAŠI PRÁCI

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



ZAKLÁDÁNÍ GROUP

- ZALOŽENÍ VŠECH TYPŮ STAVEB, VÝSTAVBA PODZEMNÍCH GARÁŽÍ
- PODZEMNÍ STĚNY – KONSTRUKČNÍ, PAŽICÍ, TĚSNICÍ, PREFABRIKOVANÉ PILOTOVÉ, ZÁPOROVÉ, MIKROZÁPOROVÉ A ŠTĚTOVÉ STĚNY
- PILOTY – VRTANÉ, BERANĚNÉ, PREFABRIKOVANÉ – MIKROPILOTY
- ZEMNÍ A SKALNÍ KOTVY, TRYSKOVÁ INJEKTÁŽ R1, R2, R3
- INJEKTÁŽ – SKALNÍCH HORNIN, NESOUDRŽNÝCH HORNIN, SANAČNÍ INJEKTÁŽE
- SPECIÁLNÍ PRÁCE PŘI REKONSTRUKCÍCH
- INJEKTÁŽE PRŮSAKŮ VODY STAVEBNÍMI KONSTRUKCEMI
- EKOLOGICKÉ SANACE, DEKONTAMINACE ZEMIN
- SKLÁDKY ODPADŮ A TOXICKÝCH LÁTEK
- OCHRANA PODZEMNÍCH A POVRCHOVÝCH VOD
- DEMOLICE, ZEMNÍ PRÁCE, PAŽENÍ JAM
- BERANĚNÍ, MONTÁŽE, STAVEBNÍ A ZEMNÍ PRÁCE NA VODNÍCH TOCÍCH
- PROJEKTY A REALIZACE STAVEB

ZAKLÁDÁNÍ GROUP a.s., ROHANSKÝ OSTROV, 186 00 PRAHA 8, ČR

Tel.: 420 / 2 / 231 56 49, 231 62 40 Fax: 420 / 2 / 231 06 25 E-mail: zgroup@mbox.vol.

AD SERVIS TERRABOR

PRAHA

Guided Boring System

Řízené mikrotunelování

PROVÁDÍME BEZVÝKOPOVÝMI TECHNOLOGIEMI ROZVODY INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ
LEVNĚ A RYCHLE

PE Ø 50 – 225 mm	soupravou TERRABOR	na vzdálenost do 80 m
OCEL Ø 100 – 600 mm	soupravou GIGANT	na vzdálenost do 40 m
OCEL Ø 600 – 1600 mm	soupravou AMERICAN	na vzdálenost do 120 m

ŠETŘÍME ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ PŘI VÝSTAVBĚ PLYNOVODŮ, VODOVODŮ,
KANALIZACE A PŘI ROZVODECH SLABOPROUDÝCH I SILNOPROUDÝCH KABELŮ

KONZULTACE – PROJEKTY – PROVÁDĚNÍ



ZAVOLEJTE – PŘIJEDEME

BĚLOHORSKÁ 157/188
CS 169 00 PRAHA 6
tel.: 042/2/2051 3684
fax: 042/2/352 000

PROVÁDÍ A ZAJIŠŤUJE:

- zpevňující a těsnící injektáže
- návrhy technických řešení a projekty injektážových prací
- technologický dozor při injektážových pracích
- speciální technologie v inženýrském stavitelství
- kotvení, svorníkování, mikropiloty



CarboGrouting
akciová společnost

OBLAST POUŽITÍ:

- povrchové i podzemní stavitelství
- vodohospodářské a energetické stavby
- důlní stavby, hornictví

Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice
Tel.: 069/6258 433, 6258 434
Tel./Fax: 069/612 36 23

OKD, DPB PASKOV, a.s.

739 21 Paskov, okres Frýdek-Místek

Z NABÍDKY ODBORNÝCH PRACÍ A SLUŽEB AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI:

- Geologicko-průzkumné vrty (včetně karotážních měření a komplexního zhodnocení vzorků)
- Velkopřůměrové vrty pro větrání, transport i spojení (pro doly, tunely, městské kolektory)
- Důlní vrty pro geomechaniku, odvodňování, degazaci a zabezpečování podzemních děl
- Vrty z povrchu pro inženýrskou geologii, hydrologii a ekologii
- Podvrtávání vodotečí, dopravních komunikací a staveb
- Izolační, těsnící a zpevňující injektážní práce, mikropiloty
- Hydrogeologický a geofyzikální průzkum včetně georadaru
- Laboratorní analýzy hornin, zemin a odpadů (specializované laboratoře se státní akreditací)

TELEFON:

069/6111546, 611722

0658/671281, 612111



FAX:

0658/671576

0658/671588



Akciová společnost METROSTAV je víc než stavba metra. Představuje českou, dynamickou stavební společnost s proslulou tradicí, spolehlivou přítomností a jasnou budoucností. Stavby pro obchod, průmysl a dopravu, inženýrské a vodohospodářské stavby, rekonstrukce objektů, občanské a podzemní stavby. Realizace investičních záměrů v požadovaném termínu na klíč – to je kompletní program firmy Metrostav.

METROSTAV

divize 5

S NÁMI BUDETE NEJLEPŠÍ

Kontaktní adresa: Akciová společnost Metrostav, divize 5
Legerova 57, 120 00 Praha 2, Česká republika
tel.: +420 2/9260 4101, +420 2/2499 8731, fax: +420 2/2499 8760
email: d5@metrostav.cz



DOPRASTAV, a. s.

● **TRADÍCIA** ● **KVALITA** ● **PROFESIONALITA**



VSTUPUJEME DO
TUNELOVEJ VÝSTAVBY
POUŽITÍM RAZIACICH
STROJOV TBM

- **DIAĽNICE**
- **MOSTY**
- **CESTY**
- **ŽELEZNICE**
- **TUNELY**



Drieňová 27, 826 56 Bratislava, tel.: 07/5701 111, fax: 07/233 342