

TUNEL

ZPRAVODAJ
ČESKOSLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES
PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, PROJEKTOVÁNÍ, REALIZACE)

ITA/AITES



MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECHOSLOVAK TUNNELLING COMMITTEE

* Členské organizace vydavatelského systému zpravodaje „TUNEL“

BANSKE STAVBY
ul. SNP 16
971 71 PRIEVIDZA

DOPRASTAV
Drieňova 27
826 56 BRATISLAVA

**FEDERÁLNÍ VÝBOR
PRO ŽIVOTNÍ
PROSTŘEDÍ**
Slezská 9
120 31 PRAHA 2

IKE
Přemyslovská 41
130 00 PRAHA 3

*
INGSTAV BRNO a. s.
Kopečná 20
657 15 Brno p. p. 115

INTERPROJEKT
Žatecká 2
110 01 PRAHA 1

**INŽENIERSKÉ
STAVBY,
záv. 07**
Priemyselná 5
042 45 KOŠICE

*
METROPROJEKT
Pod Slovany 2077
128 09 PRAHA 2

*
METROSTAV a. s.
Dělnická 12
170 04 PRAHA 7

PRAGIS
Na Vyhlídce
190 00 PRAHA 9

*
PÚDOS PLUS spol. s r. o.
Štefanikova 1
817 58 BRATISLAVA

RUDNÝ PROJEKT
Festivalovo nám. 1
040 01 Košice

*
**SG – GEOTECHNIKA,
a. s.**
Geologická 4
150 00 PRAHA 5

*
SUBTERRA a. s.
Bezová 1658
147 14 PRAHA 4

SUDOP
Olšanská 1a
130 80 PRAHA 3

DIAMO s. p.
471 27 STRÁŽ
POD RALSKEM

**ÚSTAV GEOTECHNIKY
ČSAV**
V Holešovičkách 41
182 09 PRAHA 8

*
VODNÍ STAVBY a. s.
STAVEBNÍ DIVIZE 05
Dobronická 635
148 27 PRAHA 4

*
VOJENSKÉ STAVBY
Revoluční 3
110 15 PRAHA 1

**VÝSTAVBA
KAMENOUHELNÝCH
DOLŮ**
Vašíčkova 3081
272 04 Kladno

VÚIS
Botanická 68a
602 00 BRNO

VÚIS
Lamačská 8
817 14 BRATISLAVA

VVUÚ
Pikartská ul.
716 09 OSTRAVA-
-Radvanice

**ŽELEZNIČNÍ
STAVITELSTVÍ, stř. 04-IS**
Renneská 540
662 85 BRNO

**KLOKNERŮV ÚSTAV
ČVUT**
Šolínova 7
166 08 PRAHA 6

**VUT STAVEBNÍ
FAKULTA**
Veveří 95
662 37 BRNO

**VŠB – Katedra geot.
a podz. stavitelství**
tř. 17. listopadu
708 33 OSTRAVA-Poruba

**STAVEBNÍ FAKULTA
ČVUT**
Vědecko-technologické
centrum
Thákurova 7
166 29 PRAHA 6

*
PÚDIS a. s.
Nad vodovodem 169
100 00 PRAHA 10

GEOTEST
Šmahova 112
659 01 BRNO

**STAVEBNÁ FAKULTA
VŠDS**
Moyzesova 20
010 01 ŽILINA

**STAVEBNÍ FAKULTA
STU**
Radlinského 11
813 68 BRATISLAVA

**DOPRAVNÉ
INŽENÝRSKÁ
ORGANIZACE**
Moravské nám. 9
657 39 BRNO

OKD
akciová společnost
VOKD
ul. Českobratrská 7
701 40 Ostrava 1

Zpravodaj Čs. tunelářského komitétu
ITA/AITES

OBSAH

Úvodník – PhDr. Miroslav Kadlec – vedoucí redaktor . . .	str. 1
Ražení traťového tunelu metra trasy IV.B oddílu 05 Ing. Pavel Polák	str. 3
Těsnost tunelů z montovaného železobetonu Ing. Ladislav Pazdera	str. 6
Ražené garáže Letná – Ing. Miloš Homolka	str. 10
Metro Bratislava – Ing. Ľuboš Čížmár	str. 12
Rekonstrukce přečerpávací vodní elektrárny Štěchovice Ivan Božek	str. 14
Napjatost v horninovém masívu před započítím dobývacích prací – Ing. Jaroslav Vacek, DrSc	str. 16
Stoka F jako součást pražského kanalizačního systému Ing. Pavel Lebr, Ing. Jaroslav Chabr	str. 21
Železniční tunel Krummnuessbaum-Säusenstein (Rakousko) – Ing. Karel Borovský	str. 25
Zpravodajství mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES	str. 28
Zpravodajství Čs. tunelářského komitétu ITA/AITES	str. 30
Ze světa podzemních staveb	str. 31

REDAKČNÍ RADA

Předseda ing. Jaroslav Grán a. s. METROSTAV
Ing. Pavel Mařík – PÚDIS, ing. Ľuboš Čížmár – PÚDOS,
ing. Jaroslav Raclavský – Ingstav Brno, RNDr. Josef Mühldorf –
Stavební geologie a. s., ing. Milan Krejcar – Vojenské
stavby s. p., ing. Miloslav Novotný – Vodní stavby 05,
ing. Miroslav Uhlík – Subterra, ing. Georgij Romancov –
METROPROJEKT, ing. Milan Kabátník, ing. Karel Kaisler,
Petr Podloucký, PhDr. Miroslav Kadlec, ing. Ladislav Pazdera,
ing. Pavel Polák – a. s. METROSTAV

PRO SLUŽEBNÍ POTŘEBU VYDÁVÁ

Čs. tunelářský komitét ITA/AITES prostřednictvím
a. s. METROSTAV

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČSFR
tel. (tuzemsko): 808 275 tel. (pro zahraničí): 809 453
telex: 12 12 21 fax: 876 160, 877 495 redakce: 87 23 499
Ved. redaktor: PhDr. Miroslav Kadlec
Grafická úprava: Petr Míšek
Odborný redaktor: ing. Pavel Mařík a ing. Ladislav Pazdera
Fotografie: Josef Husák
Fotografie na obálce: Petr Podloucký

Sazba, tisk a tiskařské práce:
TURNOVSKÉ TISKÁRNÝ s. p.
511 01 TURNOV, Svobodova 1431

V případě zájmu čtenáře redakce poskytne odborný překlad do
angličtiny.

**Bulletin of the Czechoslovak Tunneling
Committee ITA/AITES**

CONTENTS

Leading article – Miroslav Kadlec – Editor in Chief . . .	page 1
Driving of the running tunnel of the line IV. B, section 05 – Pavel Polák	page 3
Water tightness of tunnels built from assembled reinforced concrete – Ladislav Pazdera	page 6
Driving garages LETNÁ – Miloš Homolka	page 10
Bratislava Subway – Luboš Čižmár	page 12
Reconstruction of the pumped-storage hydro-electric power plant ŠTĚCHOVICE – Ivan Božek	page 14
State of stress in a ground massive before starting of a mining work – Jaroslav Vacek	page 16
The sewer F as a component of Prague sewage system – Pavel Lebr, Jaroslav Chabr	page 21
Railway tunnel Krumnussbaum – Säusenstein (Austria) Karel Borovský	page 25
<hr/>	
News from international tunnelling association ITA/AITES	page 28
News from Czechoslovak Tunnelling Committee ITA/AITES	page 30
From the world of the underground constructions	page 31

EDITORIAL STAFF

Chairman Jaroslav Grán, METROSTAV
Pavel Mařík – PÚDIS, Luboš Čižmár – PÚDOS,
Jaroslav Raclavský – Ingstav Brno, Josef Mühldorf –
Stavební Geologie a. s., ing. Milan Krejcar – Vojenské
stavby s. p., Miroslav Novotný – Vodní stavby 05,
Miroslav Uhlík – Subterra, ing. Georgij Romancov –
METROPROJEKT, Milan Kabátník, Karel Kaisler,
Petr Podloucký, Miroslav Kadlec, Ladislav Pazdera,
Pavel Polák – METROSTAV

**FOR THE SERVICE REQUIREMENTS
PUBLISH**

Czechoslovak Tunnelling Committee Join-Stock Company
METROSTAV

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, CSFR, phone (inland): 808 275
phone (foreign): 809 453 telex: 12 12 21 fax: 876 160, 877 495
Newsroom phone: 87 23 499
Editor in chief: PhDr. Miroslav Kadlec
Graphic: Petr Míšek
Special editor: ing. Pavel Mařík and ing. Ladislav Pazdera
Pictures: Josef Husák
Cover: Petr Podloucký

TYPE, PRESS AND PRINTER'S WORK:
TURNOV PRINTING OFFICE, State Enterprise
511 01 TURNOV, Svobodova 1431

In case of reader's interest newsroom will be able to provide
Bratislava Subway – Lspecial translation to English.



VÁŽENÍ ČTENÁŘI,

tímto číslem končíme první ročník zpravodaje Československého tunelářského komitétu ITA/AITES „TUNEL“. Ročník 1992 byl zaměřen ve svých číslech na všeobecnou informaci o stavu tunelářství v ČSFR a přidržel se v číslech 2, 3 a 4 jednoho z rozdělení podzemních staveb. Základní rozdělení podzemních staveb je dle dispozičního uspořádání, způsobu provádění a účelu použití. Rozdělení podle dispozičního uspořádání dělí podzemní stavby na liniové, plošné a halové, přičemž se u velkých podzemních děl tyto druhy vhodně kombinují.

V letošním ročníku jsme se zaměřili na stavby liniové, a to štoly, tunely malého profilu, tunely středního příčného profilu do 90 m² a tunely velkého profilu nad 90 m² jeho příčného profilu.

Při snaze redakční rady o dosažení vysoké odborné úrovně zpravodaje TUNEL a snaze o zvýšení celkové úrovně československého tunelářství bych rád připomněl některé tunely a jejich doby výstavby od let třicátých, kdy naše tunelářství se řadilo k předním nejen v Evropě, ale i ve světě.

Při stavbě železniční trati Handlová–Horní Štubňa byl vyražen jednokolejný tunel T. G. Masaryka pod vrchem Bral délky 3.011,6 m od 8. 11. 1927, prorážka 7. 3. 1930 a provoz celé trati 30. 12. 1931. Celková doba výstavby tunelu byla 4 roky a jeden měsíc.

Střelenský dvoukolejný železniční tunel na trati Horní Lideč–Púchov 302 m dlouhý byl postaven v termínu od srpna 1935 do listopadu 1936, tj. jeden rok a čtyři měsíce. Jednokolejný tunel pod Sorožkou na trati Turňa nad Bodvou–Rožňava délky 3.080 m se stavěl od října 1951 do prosince 1953 tj. 2 roky a 3 měsíce. V novější době se v Praze stavěl dvoukolejný tunel Holešovické přeložky ČSD pod Bílou skálou délky 334 m od 1. 4. 1967 do 31. 12. 1971, tj. 4 roky a devět měsíců.

Rychlé ražení štol má velký význam nejen ve stavebnictví při stavbě tunelů, ale i v průmyslu báňském. Rychlé ražení štol je od výkonů alespoň 5 m (24 hod. tj. při 20denním pracovním měsíci více než 100 m/měsíc.

Zpravodaj Tunel přinášel i nové poznatky ze světa a tím se snažil obohacovat Vás čtenáře o nejnovější informace z podzemních staveb.

Na závěr letošního ročníku chci poděkovat odborným redaktorům ing. Pavlu Maříkovi, ing. Milanu Kabátníkovi a ing. Ladislavu Pazderovi za výbornou spolupráci při technické redakci a všem členům redakční rady i jednotlivým dopisovatelům za aktivní a tvořivou práci. Poděkování patří rovněž grafikovi Petru Míškovi, fotografu Josefu Husákovi a Turnovským tiskárnám. Všem čtenářům přejeme úspěšné vykročení do roku 1993.

PhDr. Miroslav Kadlec
vedoucí redaktor



metROSTAU

FOUNDED IN 1971 HAS BUILT

- 35,7 km of running tunnels of the Prague Underground
- 19 driven stations
- 22 cut and cover stations
- 2,1 km of a road tunnel
- 21 km of sewage, water supply and other drifts
- water supply project for Prague
- underground reservoirs
- many other industrial and civic buildings

Offers its services in Czechoslovakia and abroad.



metROSTAU
JOINT STOCK COMPANY

DĚLNICKÁ 12, 17 004 PRAGUE 7
CZECHOSLOVAKIA

PHONE: 00422-80 82 75, 80 94 53

TELEX: 12 12 21 FAX: 87 61 60

RAŽENÍ TRAŤOVÉHO TUNELU METRA TRASY IV. B ODDÍLU 05

AUTOR: ing. PAVEL POLÁK, a. s. METROSTAV

DRIVING OF THE RUNNING TUNNEL OF LINE IV. B, SECTION 05

THE ARTICLE DESCRIBES THE PRESENT STATE OF TUNNELLING WORK ON LINE IV. B USING THE NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD (NATM), INCLUDING THE ASSESSMENT OF CONDITIONS, GEOLOGICAL CONDITIONS, PARAMETERS OF THE WORK, THE IMPLEMENTED TECHNOLOGY AND THE EVALUATION ITSELF IN THE NATM; THE OBJECTIVE IS TO INFORM THE READERS IN AN OUTLINE ABOUT SELECTED ASPECTS SOLVED BY THE INTRODUCTION OF THE NATM BY METROSTAV JOINT-STOCK COMPANY.

ÚVOD

V současné době je na levém traťovém tunelu trasy IV. B na prvním úseku oddílu 05 prováděna ražba a prvotní vstrojení podzemního díla novou rakouskou tunelovací metodou. Jedná se o úsek, který je vyprojektován v délce prozatím 347 m i když celková délka levého traťového tunelu mezi stanicemi činí 980 m. Počítá se však s tím, že před vyražením prvního úseku bude podle získaných zkušeností projekt dopracován i na zbývající část. Problematikou projektu se zabýval článek „První projekt traťového tunelu pražského metra raženého novou rakouskou tunelovací metodou“ autorů ing. K. Burzové a ing. L. Maříka ve zpravodaji Tunel č. 2/92. Z hlediska aplikace nové rakouské tunelovací metody (NRTM) provedl Metrostav již v předchozích letech několik pokusů, které byly zaměřeny na prvotní vstrojení výrubu a měření vyvolaných deformací (hygienická buňka stanice Sokolovská – 1989, kalota strahovského tunelu – 1991, obchozí štola stanice ČKD – 1991). Výstavba traťového tunelu však bude prováděna na rozdíl od těchto realizací komplexně včetně mezilehlé izolace a betonáže definitivního monolitického ostění.

PODMÍNKY REALIZACE

Snaha o zavedení NRTM byla urychlena otevřením výzkumného úkolu, jehož hlavním řešitelem a koordinátorem se v roce 1990 stal Metrostav. Cílem tohoto úkolu

nazvaného „Modernizace oboru podzemního stavitelství k dosažení vyspělé světové úrovně“ bylo za finanční účasti Metrostavu, Subtery, Vojenských staveb, Železničního stavitelství a Ministerstva průmyslu zavést úplnou legislativu pro návrh, projektování i reálné provádění nové rakouské tunelovací metody. Dokončení úkolu se předpokládalo v roce 1993. V letošním roce však byl s definitivní platností Ministerstvem financí státní příspěvek zrušen. Byly rovněž zrušeny vzájemné smlouvy mezi organizacemi s tím, že z hlediska provádění dokončí vývoj dílčích aplikací každý dodavatel samostatně. A. s. Metrostav navíc zabezpečí ve spolupráci s významnými tunelářskými specialisty dopracování všech nezbytných směrnic pro návrh, výpočet, projekt, provádění, měření i geologické sledování a vyhodnocování.

ZAHÁJENÍ A POSTUP RAŽBY

Pro zahájení činnosti na realizaci NRTM v levém traťovém tunelu bylo nutné vyrazit montážní komoru pro sestavení portálového razícího komplexu v délce 20 m. S ohledem na délku zařízení (11 m včetně hydraulických rukou a samonavíjecího bubnu) bylo rozhodnuto, že od doby započetí prací dne 18. června 1992 bude na vzdálenost 40 m provedeno tak zvané technologické zajištění razícího komplexu zprvu s omezenými trhacími pracemi, funkčním doladěním zařízení a jeho komplectací. Vzhledem k dodatečným montážním úpravám na komplexu, čtrnáctidenní staveništní dovolené a dalším dovoleným

členů pracovních osádek bude technologické zajištění dokončeno v polovině září.

GEOLOGICKÉ POMĚRY

Projektovaný úsek tunelu je veden v hloubce 25–30 m pod úrovní terénu ve vrstvách zahofánských a bohdaleckých břidlic pražského ordoviku. Tunel leží pod hladinou podzemní vody a podle navětrání horniny či poruchových zón může vykazovat zcela suchý líc výrubu ale i lokální řádově až litrové přítoky podzemní vody. Určení geologických podmínek pro ražbu bylo v tomto případě upřesněno extrapolací geologických poměrů ze sousedního pravého traťového tunelu, který byl prstencovou metodou ražen v předstihu. Podle směru a sklonu vrstev byly v levém tunelu vytypovány úseky se sníženou stabilitou výrubu a zvýšeným přítokem podzemní vody. Převládající část vyprojektovaného úseku byla zařazena do II. technologické třídy s denní až týdenní stabilitou horniny a rozmezím klasifikačních bodů QTS 51 až 64. Zbývající části byly přiřazeny vlastnosti odpovídající III. technologické třídě, která je charakterizována stabilitou horniny od 2 do 24 hodin a body QTS 42 až 51.

PARAMETRY DÍLA

Příčný profil tunelu je přizpůsoben tvaru definitivního ostění, jehož líc bude v horních třech čtvrtinách tvarově dán poloměrem 2600 mm. Spodní část líce ostění je zakřivena o poloměru 4 850 mm. Tloušťka vnitřního betonového ostění tvořeného be-

tonem B 30 bude 300 mm. Proměnná je tloušťka primárního ostění včetně uvážení rozsahu mezaviněného nadvýlomu a předpokládané míry konvergence profilu pro dané geologické podmínky. Plocha teoretického výrubu je pro II. třídu 28,89 m² a pro III. třídu 29,25 m². První úsek je ražen v krátké přímé trase (cca 8 m), v přechodnici (161 m) a v oblouku o poloměru 600 m (178 m). Výškově trasa klesá v celé délce ve sklonu 21,56 %.

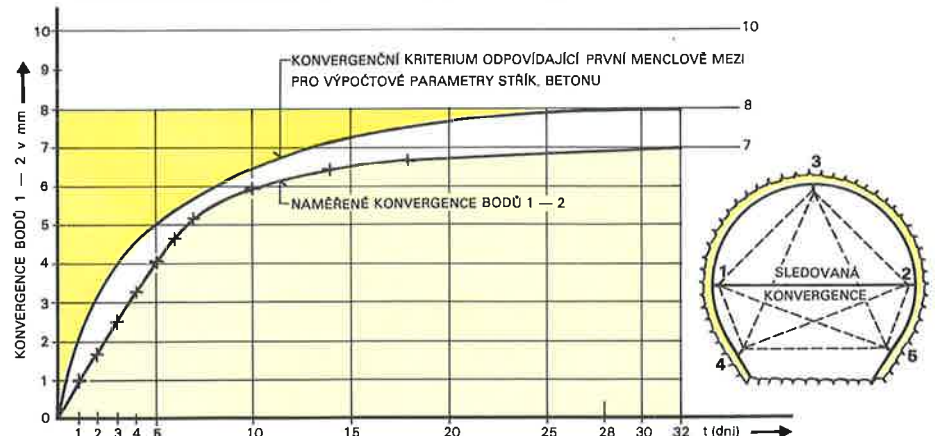
PRIMÁRNÍ ZAJIŠTĚNÍ VÝRUBU

Návrh i skutečná aplikace primárního ostění vychází z kvality horninového prostředí a uvažované technologie provádění. Pro předpokládané geologické podmínky jsou pro aplikaci NRTM graficky a tabulkově zpracovány technologické třídy, které kromě základního popisu geologie určují staticky posouzené zajištění výrubu. Pro technologickou třídu II a III, které charakterizují první ražený úsek je navržena kombinace ocelové kari sítě s krátkými upevňovacími svorníky respektive sítě s příhradovými výztužnými rámy a stříkaným betonem tloušťky 8 respektive 10 cm.

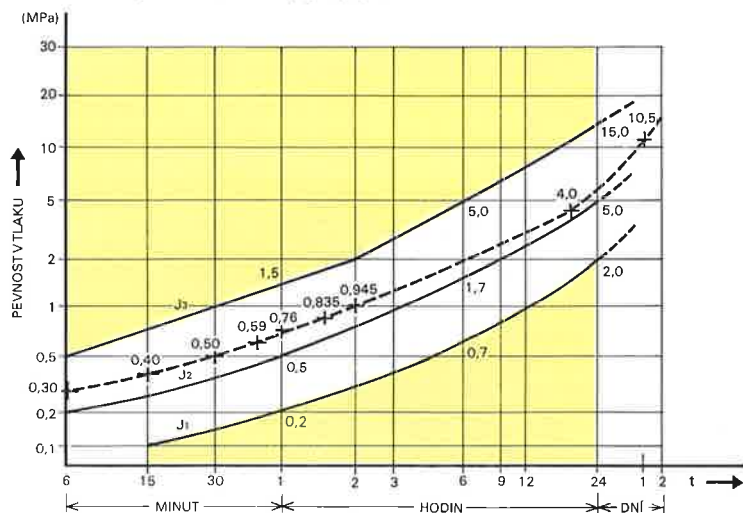
TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ

Technologie výstavby tunelu zahrnuje rozpojování rubaniny s pomocí trhací práce. Počet vrtů je obvyklý pro zahořanské břidlice pražského ordoviku a pohybuje se v rozmezí 70 až 90 vrtů. Délka záběru dle podmínek je od 1 do 2 m. Podle dosavadní ražby byla stanovována délka zabírky většinou 1,5 m. Díky mechanizovanému navrtání bylo dosahováno velmi uspokojivého obrysu výrubů s minimálními nadvýlomy. Naložení rubaniny je v úvodní fázi prováděno kolejovým nakladačem PPN 1S, počítá se však s odzkoušením kolového vzduchového nakladače LB 125. Začátkem září se uvažuje s namontováním vynášecího nakládacího dopravníku, který by měl umožnit plynulé nakládání vlaku sestaveného z důlních vozíků. K tomuto kontinuálnímu systému nakládání je ve skladu strojů k dispozici nakladač Haggloader 8HR2. Zatím jsou vozy nakládány jednotlivě. Pracovní operace osazení sítě, svorníků a eventuálně rámu probíhá ze dvou hydraulicky ovládaných plošin stejně jako následné zastříkání povrchu výrubu betonem. Prozatím ruční aplikace stříkaného betonu budou od září po osazení manipulátoru prováděny strojně. Po úpravě počvy jsou po každém druhém záběru prodlužována kolejová vedení a technologické instalační tahy.

OBR. 1 PŘÍKLAD PRŮBĚHU KONVERGENCE BODŮ 1 — 2 V ČASE A KONVERGENČNÍ KRITÉRIUM PODLE PROJEKTU MĚŘENÍ PRO TECHNOLOGICKOU TŘÍDU II



MĚŘENÍ NÁRŮSTU PEVNOSTI SB — URYCHLOVAČ TORGANIT RL 02
STAVBA METRA IV.B — 05 — LTT (NRTM) 14. 7. — 16. 7. 1992



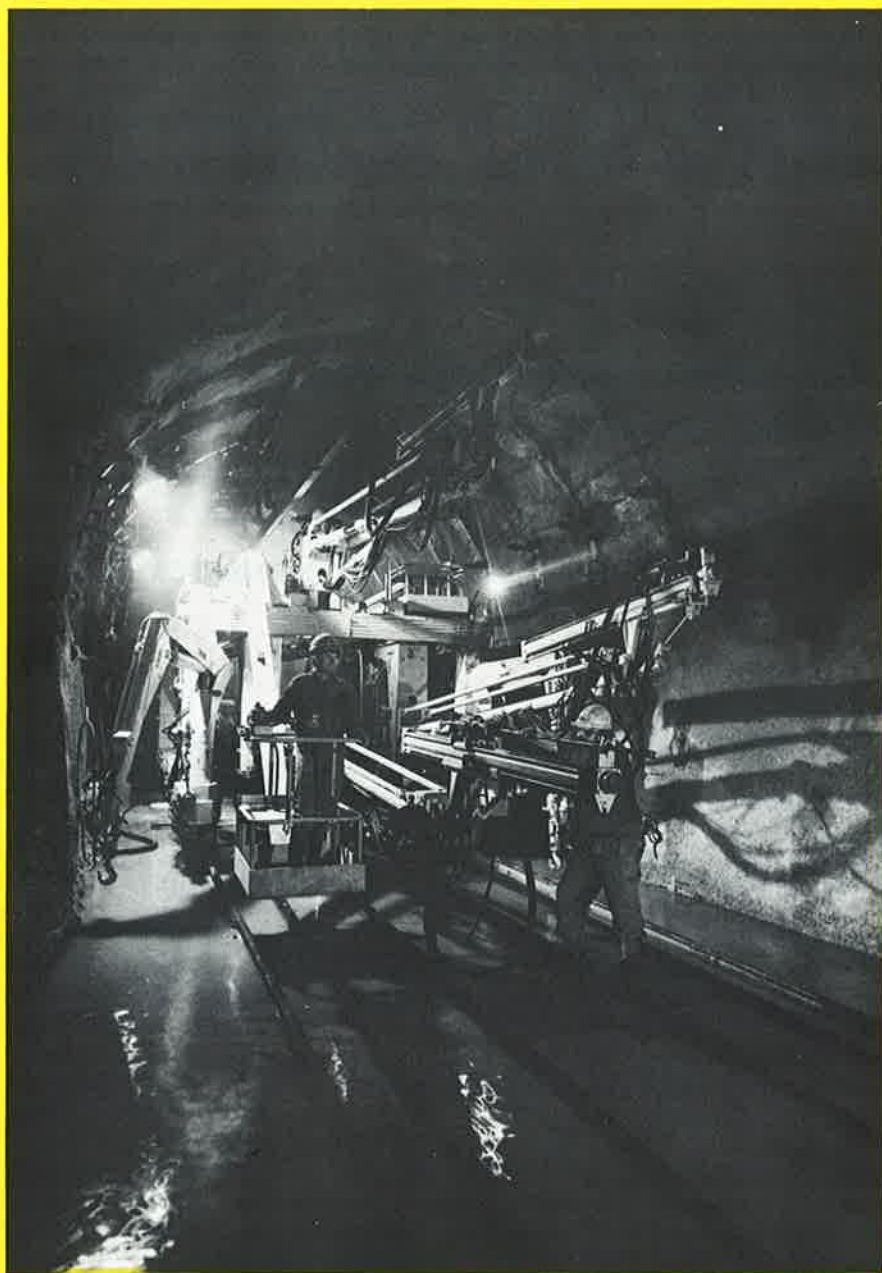
STROJNÍ SESTAVA PRO NRTM

Vedle obvyklých nakládacích mechanismů dominuje na čelbě tunelu razící portálový komplex (RPK 1), který nese na portálovém rámu 3 vrtací jednotky s osazenými vrtacími kladivy VKS 45 V, 2 zmíněné pracovní plošiny na hydraulicky ovládaných ramenech, 2 hydraulické ruce H 3 000 pro manipulaci s břemeny na čelbě, zvedací zařízení vynášecího dopravníku, vlastní hydraulický agregát a samonavíjecí kabelový buben. V nejbližší době bude na něj namontován také manipulátor pro stříkání betonu, takže navrtávání čelby i stříkání betonu budou plně mechanizovány. Sestava

pro stříkaný beton je tvořena stříkacím strojem s vynášecím dopravníkem SSB 45, směšovací čerpadlem a 2 pendlujícími zavážecími vozy na suchou betonovou směs, které jsou ve své spodní části rovněž vybaveny vyprazdňovacími dopravníky pasy.

VYHODNOCOVÁNÍ PŘI NRTM

Zvláštní důraz při ražbě je věnován pečlivému vyhodnocení horninových podmínek na čelbě po každém odstřelu i projevům případných tlaků na deformačně měkké primární ostění výrubu. Jsou proto zavedeny denní prohlídky specializovanými pracovníky technického odboru, kteří v součinnosti s vedením stavby i zástupci



projektanta provádějí revidování technologického postupu pro každý další záběr. Pro objektivizaci sledování deformací nosného systému ostění – hornina je podle projektu měření průběžně prováděno měření konvergencí a geodetická měření v tunelu i na povrchu území. Tyto podklady slouží zpětnovazebně k úpravám způsobu zajištění výrubu a výhledově po statistickém vyhodnocení i k přesnějšímu nadimenzování primárního ostění. Kromě toho budou ve vytypovaných profílech změřeny deformace v okolí výrubu a napětí ve stříkaném betonu i na jeho rozhraní s horninou. Pro případ trvalého růstu deformací v měřených profílech ale i v místech, kde by primární ostění vykazovalo poruchy, jsou stanovena organizační a zajišťovací opatření. Po rozhodnutí odpovědných pracovníků by pravděpodobně bylo ve většině

případů přikročeno k okamžitému přikotvení líce primárního ostění hydraulickými svorníky, které byly v obdobných podmínkách vyzkoušeny a osvědčily se. Zvláštní péče je rovněž upřena na vyšetřování vlastností stříkaného betonu zejména na náběh tuhnutí a pevnosti v čase od šesti minut do dvou dnů po nástřiku. Receptura stříkaného betonu se ustálila na 400 kg cementu PC 400, 1580 kg šterkopísku 04 (Chržín) a poměru 6 % tekutého urychlovače tuhnutí Torganit L-02 k váze cementu a přibližně 170 l vody. Důležitý poměr váhy urychlovače tuhnutí vůči hmotnosti cementu je zaručen použitím směšovacího čerpadla na přívodu vody, které je součástí sestavy na stříkaný beton. Pracovníci technického odboru prováděli zkoušení náběhu tuhnutí i pevnosti betonu s pomocí penetrační jehly a přístroje

Meyco- Kaindl a prokázali, že kvalita používaného stříkaného betonu leží nad křivkou skupiny betonů typu J2 rakouské směrnice pro stříkaný beton. Kvalita i tloušťka nastříkaného betonu ostění bude odzkušována na vývrtech po obvyklé době zrání 28 dní.

ČASOVÝ PRŮBĚH PRACÍ, VÝKONY, NÁKLADY

Průběh pracovních operací je zaznamenáván na listy denních diagramů s přesností na 15 min. Jsou pečlivě evidovány také časové prostoje vzniklé poruchou na zařízení či jinou příčinou. Záznamy zatím vykazují velké výkyvy, které by měly být po definitivním sestavení osádek a zavedení nového organizačního zabezpečení od 1. září minimalizovány. Dosavadní náběhový výkon včetně 14 dnů staveništní dovolené činil 21 m za měsíc červenec a 16,5 m za měsíc srpen (týden dovolené v červenci a srpnu) vyraženého a primárně vystrojeného tunelu. V dalších měsících je plánován výkon na hranici 60 m. Cílovým výkonem je do 6 měsíců překročit 80 m ve II. technologické třídě respektive 70 m ve III. technologické třídě. Tyto střízlivé údaje jsou silně ovlivňovány uvážením vlivu lidského faktoru, který bude třeba trvale zkvalitňovat a vychovávat především ve smyslu vyšší úrovně organizace práce, využití pracovní doby, vyšší zručnosti při obsluze strojů i samostatného vysoce odborného rozhodování a odpovědnosti. Po vyražení 1. úseku NRTM se předpokládá na jeho konci propojení s pravým traťovým tunelem. Tím bude umožněno oddělené zahájení prací na osazování mezilehlé izolace a betonování definitivního ostění. Zabezpečení těchto prací je v současné době připravováno. Podle vyčíslených rozpočtových položek vykazuje 1 m kompletně stavebně vystrojeného tunelu na prvním úseku s NRTM v cenové úrovni roku 1992 5 % úsporu oproti tunelu vyraženém a vystrojeném tradiční prstencovou metodou.

ZÁVĚR

Cílem příspěvku bylo rámcově seznámit čtenáře o vybraných aspektech řešených při zavádění NRTM u a. s. Metrostav. Vzhledem k tomu, že práce na ražbě se k datu sepsání článku ještě nerozběhly v rutinním tempu nebylo možné se více věnovat provozním zkušenostem z jednotlivých pracovních operací. Předpokládáme však, že k problematice NRTM uváděné stavby se ještě vrátíme.

TĚSNOST TUNELŮ Z MONTOVANÉHO ŽELEZOBETONU

AUTOR: Ing. LADISLAV PAZDERA, a. s. METROSTAV

WATER TIGHTNESS OF TUNNELS BUILT FROM ASSEMBLED REINFORCED CONCRETE.

THE ARTICLE DESCRIBES THE IMPORTANCE OF THE WATER TIGHTNESS OF TUNNELS, BUILT FROM ASSEMBLED REINFORCED CONCRETE.

THAT IS INFLUENCED BY A NUMBER OF SUBJECTIVE AND OBJECTIVE FACTORS. THE ARTICLE DEALS WITH A FACTUAL EXPERIENCE FROM THE PRAGUE SUBWAY.

Těsnost tunelů je nejvíce diskutováním a reklamovaným problémem při výstavbě a vlastním provozu. I když přiměřené průsaky nemohou způsobit ohrožení provozu, způsobují určité komplikace, v každém případě zvýšení provozních nákladů na přečerpání prosáklé vody a na těsnící injektáže a některé další druhotné důsledky.

ČINITELÉ OVLIVŇUJÍCÍ PRŮSAKY

Těsnost tunelů z montovaného železobetonu je ovlivněna celou řadou subjektivních i objektivních činitelů.

V další části tohoto článku se pokusíme je vytypovat a posoudit jejich význam. Jde zejména o následující:

- přítomnost a přístupnost podzemní vody k rubu ostění
- typ ostění a tvar ložné spáry
- poloha a kvalita materiálu těsnění ve sparách
- deformace ostění a zejména pak pootočení v ložných sparách
- postup výstavby
- kolísání teploty
- vliv provozu metra
- kvalita skutečného provedení

Vlastní průsak vody, která proniká ostěním přes injektáž je závislý na utěsnění ložných i styčných spar mezi dílci, na vodotěsnosti betonu dílce a kvalitě rubové izolace. Po zkušenostech z výstavby a provozu se jeví jako nejslabší místo průsaků styčné a ložné spáry mezi dílci.

Přístupnost podzemní vody a kapacita jejího přítoku k rubu ostění je závislá na charakteru obklopujícího prostředí, na geologických poruchách, puklinatosti, propustnosti, na hydrostatickém tlaku, na kvalitě a vodotěsnosti výplňové a těsnící injektáže.

Z typu montovaného ostění, které se v současné době na pražském metru používá – litina, traťový a staniční železobeton – je z hlediska těsnosti a průsaku nejnebezpečnější ostění traťových tunelů z montovaného železobetonu. Rozhodující nevýhodou tohoto ostění je malá tuhost a to jak v podélném tak i příčném směru.

Jednotlivé prstence nejsou mezi sebou v podélném směru provázány, takže působí samostatně. V příčném směru jsou jednotlivé dílce mezi sebou kloubově spojeny ve válcových ložných sparách, které po statické stránce působí jako klouby. Tvarová stabilita tohoto ostění je zajišťována injektáží mezi rubem ostění a výrubem. Litinové ostění traťového i staničního tunelu stejně jako železobeton stanic je s plochou ložnou sparou, vzájemným převazováním a šroubovým spojením, výrazně tužší a v ložných sparách nedochází k takovým deformacím a pootočením jako u válcových ložných spar.

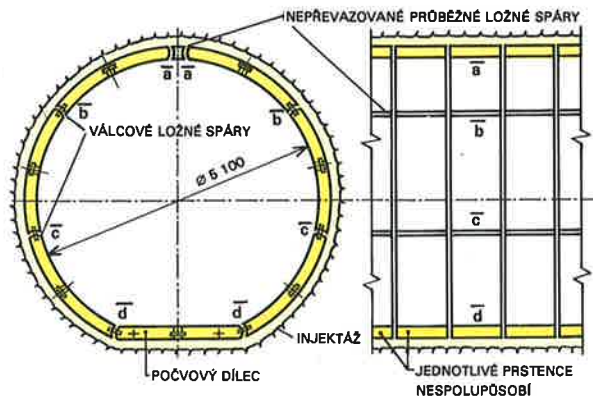
Poloha těsnění v ložné spáře a mechanické vlastnosti materiálu těsnění mají rozhodující význam na konečnou těsnost a velikost průsaku. V současné době se používá jako těsnění rozpínavý cement a nebo nesmršťující se cement. U rozpínavého cementu dojde k rozepnutí o 0,32 % až 1,6 %. Proti odtržení těsnění od těsnící drážky a vytvoření spáry působí také soudržnost těsnění s plochou drážky. U těsnění z nerozpínavého cementu působí proti odtržení pouze soudržnost.

Deformace ostění, pootočení dílců v ložných sparách je výrazně závislá na tvaru této spáry, na mechanických vlastnostech okolního horninového prostředí, reprezentované ve statickém výpočtu koeficientem ložnosti, na změnách zatížení, které proběhnou po provedení těsnění. Jde zejména o nárůst a pokles horninového tlaku, změny hladiny podzemní vody a těsnící injektáž. V další části textu je vliv těchto změn v různých geologických poměrech uveden podrobněji.

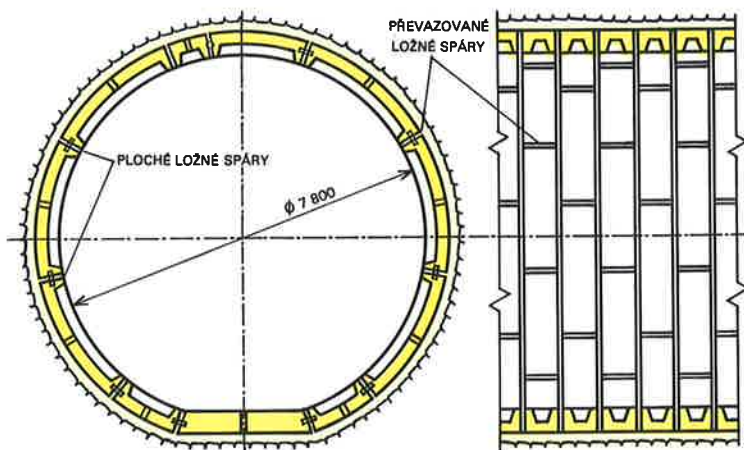
Postup výstavby, pořadí ražby jednotlivých tunelů, termín provedení těsnění, záměrné nebo přirozené snížení hladiny podzemní vody, dodatečně prováděná těsnící injektáž, jsou činnosti, které vyvolávají změny zatížení a při určité intenzitě způsobují deformace a pootočení.

Kolísání teploty, a zejména jejím poklesem, dochází v příportálových úsecích pístovým účinkem a v místech vyústění větrání k dilataci ostění a těsnění, čímž vznikne spára mezi těsněním a těsnící drážkou. Při poklesu teploty pod nulu dojde potom k namrznání prosáklé vody a při zvýšené teplotě pak k trvalým průsakům, jak přes ložné tak i přes styčné spáry. Tyto průsaky se projeví nejenom u traťového železobetonu, ale i u litiny a staničního železobetonu.

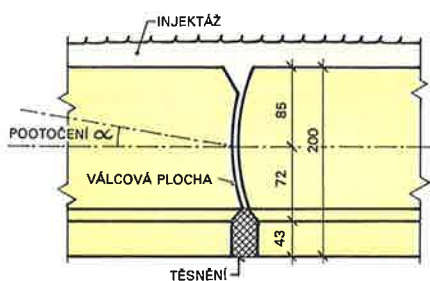
Vliv provozu metra se nejvýrazněji projevuje u ložné spáry mezi počvovým dílcem a dvěma bočními dílci. S ohledem na konstrukci ložné spáry, která je navržena jako tlačena na vnější zatížení vyvolané horninovým tlakem a nebo vodou, při aktivním vnitřním zatížení způsobeném pojezdem vlakových souprav, dochází k tomu, že počvový dílec a těsnění se ve spáře odděluje a vzniká tak spára a možnost průsaků. Toto uspořádání ložné spáry, spo-



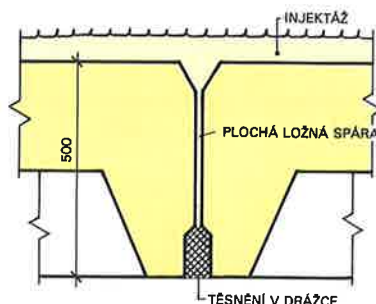
obr. 1 – Příčný a podélný řez traťovým tunelem z montovaného železobetonu



obr. 2 – Příčný a podélný řez staničním tunelem z montovaného železobetonu



obr. 3 – Detail válcové ložné spáry ostění traťového tunelu



obr. 4 – Detail ploché ložné spáry ostění staničního tunelu

lečně s vnitřním působením zatížení má dlouhodobý účinek na stabilitu a soudržnost kolejového betonu na počvovém dílci. Prosáklá voda přes vytvořenou spáru postupně zavodňuje kontakt kolejového betonu a počvového dílce až dojde k jejich oddělení (obr. 6).

Kvalita vlastního provedení je závislá na přístupu a odpovědnosti pracovníků, kteří tyto operace provádějí a na důslednosti kontroly. Lhostejnost, nezáměr, může znehodnotit jakýkoliv dokonalejší návrh a projekt.

VLIV ZMĚNY ZATÍŽENÍ

Pro posouzení vlivu změny zatížení na těsnost byly vytypovány případy, kdy k takové změně může dojít. Pro různé zatěžovací stavy bylo na základě statického výpočtu stanoveno pootočení v ložných spárách \bar{a} , \bar{b} , \bar{c} , \bar{d} .

- nárůst zatížení od horninového tlaku při stejném poměru svislého a vodorovného zatížení (obr. 7),
- nárůst aktivního vodorovného zatížení (obr. 8),
- pokles aktivního vodorovného zatížení (obr. 9),
- nárůst zatížení způsobený vzestupem hladiny podzemní vody až do výšky 2 r nad vrchol tunelu (obr. 10, 11),
- nárůst zatížení způsobený injekcí ve vrcholu tunelu (obr. 12),
- nárůst zatížení způsobený injekcí na počvový díleček (obr. 13).

VLIV PŘEDEPNUTÍ

Úhel, při kterém dojde ke ztrátě předeplnění, je pro rozpínavý cement při $\epsilon = 0,0016$, $l = 18$ mm, $r = 72$ mm, $\text{tg } \alpha = 18 \times 0,0016 \times 72^{-1} = 0,0004 = 1,37$ minuty.

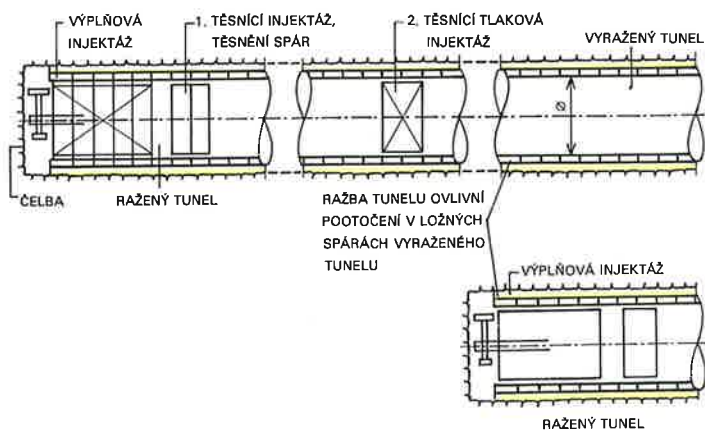
VLIV SOUDRŽNOSTI

Úhel, při kterém dojde ke ztrátě soudržnosti, je při $c = 1$ MPa, $E = 10000$ MPa, $\epsilon = 0,0001$, $l = 18$ mm, $r = 72$ mm, $\text{tg } \beta = 18 \times 0,0001 \times 72^{-1} = 0,0000250 = 5$ vteřin.

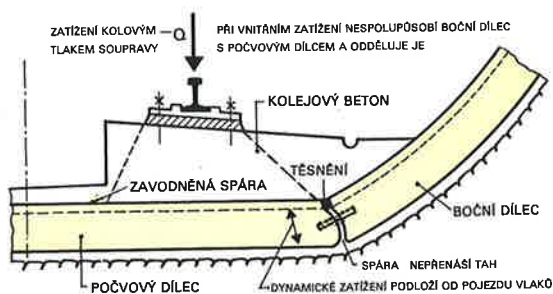
Průběh pootočení v jednotlivých ložných spárách \bar{a} , \bar{b} , \bar{c} , \bar{d} od různého zatížení je uveden na obr. 7 až 13.

Z provedených výpočtů je možno konstatovat následující:

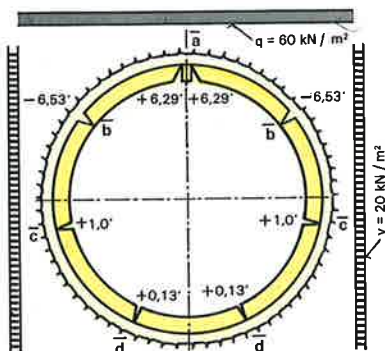
Nárůstem horninového tlaku s převládající svislou složkou dochází k výraznému rozevírání spáry \bar{a} ve vrcholu, k malému



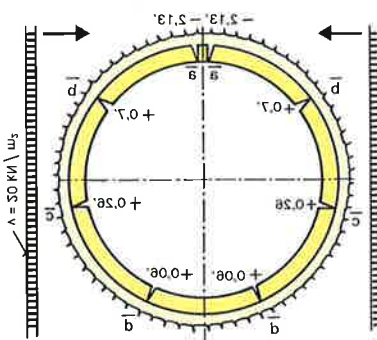
obr. 5 – Situace ražby sousedních tunelů



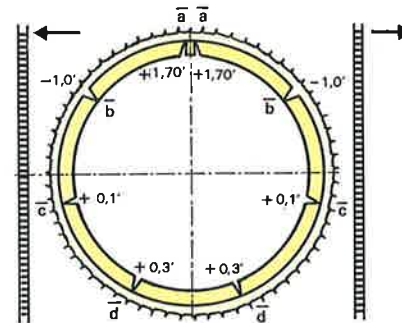
obr. 6 – Uložení kolejového svršku na počvovém dílci



obr. 7 – Pootočení v ložných spárách od zatížení horninovým tlakem



obr. 8 – Pootočení v ložných spárách od nárůstu aktivního vodorovného zatížení



obr. 9 – Pootočení v ložných spárách od poklesu aktivního vodorovného zatížení

rozevření c, d. Vyrovnáváním vodorovného a svislého horninového tlaku dochází ke stlačování spáry a ve vrcholu a nevýraznému rozevírání spár b, c, d. Prováděním injektáže ve vrcholu tunelu dochází k velkému rozevření, i když dočasně, po

skončení injektáže dojde k sevření spáry, ale k oddělení těsnění již nevratně došlo. Při injektáži počvového dílce dojde k rozevření spáry, u ostatních spár dochází ke svírání. Provádíme-li postupně injektáž po celém obvodu, systematicky tím narušíme

spojení těsnění se stěnou těsnící drážky. Touto injektáží sice snížíme přítok vody na rub ostění, ale poškodíme těsnění ve všech ložných spárách.

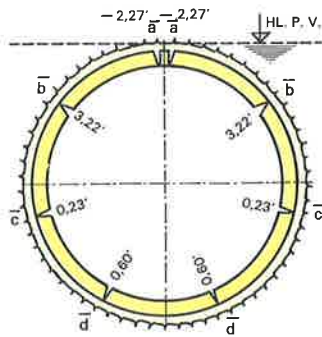
Dojde-li po provedení těsnění ve spárách ke zvednutí hladiny podzemní vody, spára a ve vrcholu je stlačovaná, rozevírání spáry b se zmenšuje.

Geologické poměry výrazně ovlivňují deformace a tím i pootočení jednotlivých dílců. Únosnější hornina nepřipustí takové deformace a pootočení jako u neúnosné. Tato závislost platí pro všechny zatěžovací stavy.

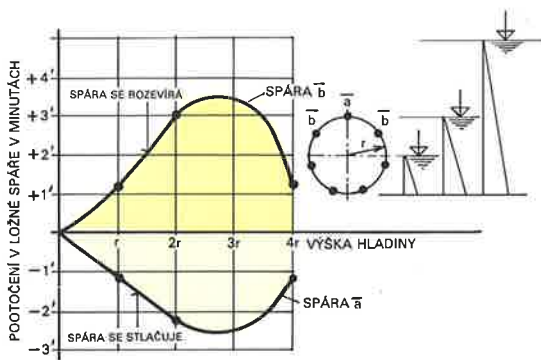
ZÁVĚR

Závěrem je možno konstatovat, že při stávajícím uspořádání ložné spáry a těsnění drážek z rozpínavého a nesmršťujícího se cementu, není možné z objektivních důvodů dosáhnout absolutní těsnosti tunelu. Na ostění působí během výstavby a provozu změny zatížení (horninový tlak, zejména hladiny podzemní vody, vnitřní dynamické zatížení od provozu), které způsobí deformace a pootočení v ložných spárách a oddělení těsnění od plochy těsnící drážky. Současné používané těsnění není schopno zabránit tomu, aby nedošlo k odtržení těsnění od drážky a k vytvoření průsaku přes těsnění.

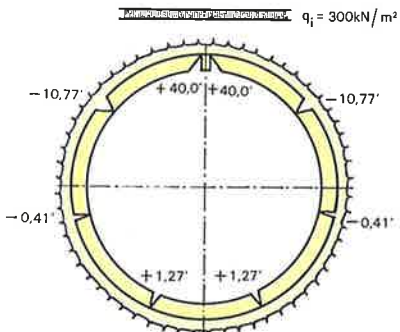
Absolutní suchost tunelu lze zajistit u prefa ostění jiným uspořádáním ložné spáry a zejména pružným materiálem těsnění, který je schopen reagovat na změny ve spáře a nebo realizaci tunelů technologií NRTM.



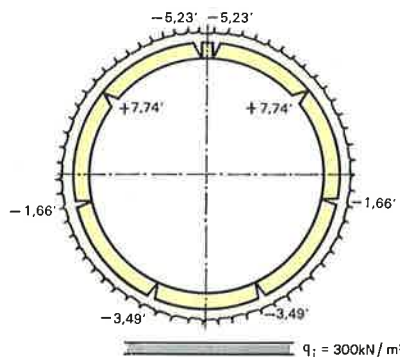
obr. 10 – Pootočení v ložných sparách od zatížení ostění podzemní vodou s úrovní hladiny ve vrcholu tunelu



obr. 11 – Pootočení v ložných sparách \bar{a} , \bar{b} od různé výšky podzemní vody



obr. 12 – Pootočení v ložných sparách od zatížení injektáží v horní části tunelu



obr. 13 – Pootočení v ložných sparách od zatížení injektáží ve spodní části tunelu

DOBRÁ VODA PRO VÁŠ ZDRAVÝ ŽIVOT

DOBRÁ VODA

výjimečně kvalitní přírodní voda
z Novohradských hor

DOBRÁ VODA

čerpaná z hloubky 260 m v jihočeské Chráněné
krajinné oblasti

DOBRÁ VODA

16 000 let civilizací nedotčená, zaručuje nejvyšší
míru čistoty a kvality

DOBRÁ VODA

vhodná k pití, přípravě nápojů a pokrmů
i pro kojence

DOBRÁ VODA

vynikající chuti, která je dána optimálním
poměrem obsahu prvků

DOBRÁ VODA

perlivá, obohacená CO₂ – chutný a osvěžující
nápoj

DOBRÁ VODA

plněna do lahví 1,5 l z hygienicky nejčistšího
a ekologicky nezávadného materiálu PET

rozhodný krok pro zdraví, to je

DOBRÁ VODA

na vašem jídelním stole

Vyrábí a dodává HBSW, spol. s r. o., PRAHA

RAŽENÉ GARÁŽE LETNÁ

AUTOR: Ing. MILOŠ HOMOLKA, a. s. METROSTAV

DRIVING GARAGES LETNÁ.

THE ARTICLE DESCRIBES POSSIBILITIES FOR THE PARKING OF CARS IN PRAGUE AND THE UTILIZATION OF THE LETNÁ AREA FOR CONSTRUCTION OF UNDERGROUND GARAGES CONSTRUCTED THE NATM AND WITH THE PARKING CAPACITY OF 577 CARS AND 16 BUSES.

Neustále rostoucí motorizace vyvolává stále větší poptávku po prostorech, kde by bylo možno tuto masu vozidel odstavit či zaparkovat. V současné situaci však nalézt takovéto plochy na povrchu ve stávající zástavbě města je prakticky vyloučeno. Je možno zřídit parkovací plochy v nově budovaných okrajových částech města a dopravovat cestující do centra pomocí hromadné dopravy, nebo je možno zvážit možnosti výstavby garáží bez nároků na plochu na povrchu – výstavba garáží ražených. Jednou z lokalit, která se svou konfigurací nabízí přímo v centru Prahy je prostor Letná – prostor mezi „METRONOMEM“ a tunelem Letná.

Pro řešení dopravní situace byla použita Dopravní studie Špejchar Letná, Argentinská zpracovaná VPÚ v X. 90. Napojení ražených garáží na komunikaci Středního dopravního okruhu je ve směru do Prahy (od Špejcharu) pomocí odbočné rampy v předportálové části navrhovaného tunelu SDO, kterou se vozidla dostanou před portál tunelu ražených garáží. Zde jsou navrženy jednosměrné kruhové rampy pomocí kterých vozidla zajiždí do jednotlivých pater garáží. Garáže budou využívat autobusy a osobní vozy. Autobusy budou parkovat v nejnižším patře podél vnitřní komunikace. Tato komunikace bude průjezdná, ústí na nábřeží kpt. Jaroše. Další 3 patra garáží jsou neprůjezdná a jsou navrhována pro parkování osobních vozů. Vozidla parkující kolmo ke komunikaci, komunikace je obousměrná. Vozidla z garáží vyjždí pomocí kruhové rampy zpět na SDO, na kterou jsou napojeny sjízdňou rampou ve směru z města (směr Špejchar). Je také možno napojit výjezd vozidel na komunikační systém zde navrhovaných hloubených garáží budovaných v rámci SDO a tím ušetřit stavební náklady na vybudování sjízdňé

rampy. Navrhovaný způsob napojení garáží na SDO vyvolá zvětšení stavební jámy před portálem tunelů.

Variantské napojení garáží na stávající městské komunikace je možné tak, že se zřídí sjezd z třídy M. Horákové ke kruhové rampě v čele ražených garáží, zřídí se dvousměrné kruhové rampy pro dopravu vozidel do jednotlivých garáží a výjezd se opět napojí do třídy M. Horákové. Toto řešení je ovšem nutné zkoordinovat s dispozicí SDO – na jeho řešení je v současné době vypsáno výběrové řízení.

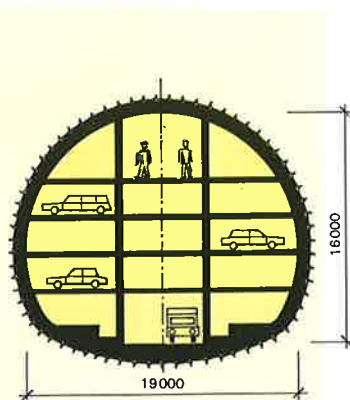
Tunel ražených hromadných garáží je situován zhruba kolmo na Letenský svah, má délku 285 m. Tunel se bude razit v pevných letenských břidlicích, kalota tunelu zasahuje do navětralých vrstev. Nadloží tunelu je cca 12,5 m. Příčný řez tunelu má světlé rozměry cca 19 × 16 m, jde o uzavřený podkovovitý průřez se spodní klenbou. Výstavba bude prováděna NRTM, způsob členění čelby bude následující: jako

první se vyrazí boční štoly buď na plný profil nebo výškově členěné (podle geologických podmínek), v další fázi se vyrazí štola v kalotě, která propojí obě boční štoly a na závěr se vyrazí jádro, které lze podle geologických podmínek členit analogicky jako boční štoly. Výrub bude zajištěn vrstvou stříkaného betonu a systémem kotev. Sekundární ostění z monolitického betonu se provede do posuvného bednění.

Tunel umožňuje zaparkování 567 osobních vozů ve 3 podlažích a 16 autobusů. Počítá se s kolmým stáním pro velké osobní automobily – skupina 1, podskupina 02 dle ČSN 73 60 58. Garáže jsou neprůjezdné, na konci každého patra je ponechán prostor pro otáčení vozidla. Komunikace je tedy obousměrná. Autobusy parkují v nejnižším patře, parkující podélně a garáže jsou v této úrovni průjezdné. Výjezd je na nábřeží kpt. Jaroše.

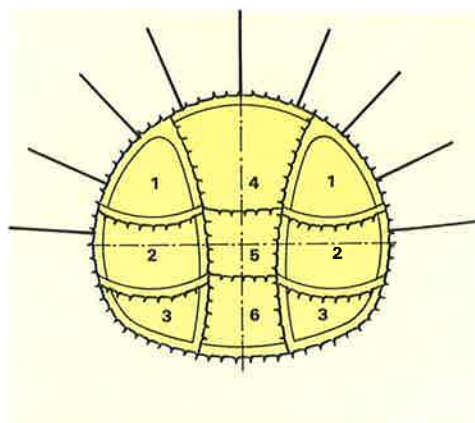
Každé podlaží tvoří samostatný požární

PŘÍČNÝ ŘEZ



F VÝRUBU = 285 m²

TECHNOLOGIE VÝSTAVBY TUNELU



ČLENĚNÍ ČELBY

úsek. Samostatné požární úseky dále pak tvoří chráněné únikové cesty, výtahy a šachty dle ČSN 73 08 02. Maxim. délky nechráněných cest jsou 40 m, chráněné cesty musí ústít na povrch. Proto je navrženo únikové schodiště s výtahy à 80 m – vyústění na povrch bude nutno zakomponovat do stávajícího terénu. Podle situování pak bude nutno upravit přístupové chodby k těmto výstupům.

Podobně je nutno zřídit na povrchu Letenské pláně i vzduchotechnické objekty. Tyto větrací objekty je nutno opět architektonicky zakomponovat do prostoru Letenské pláně.

Cestující, kteří přijedou do garáží buď svými vozidly či autobusy použijí vnitřní výtahy, které propojují všechna patra; jimi budou dopraveni do nejvyššího patra garáží, kde je komunikace pro pěší. Ta je vyústěna portálem do svahu Letné. Zde se pak nabízí možnost v místě vyústění vybudovat vyhlídkovou restauraci s občerstvením.

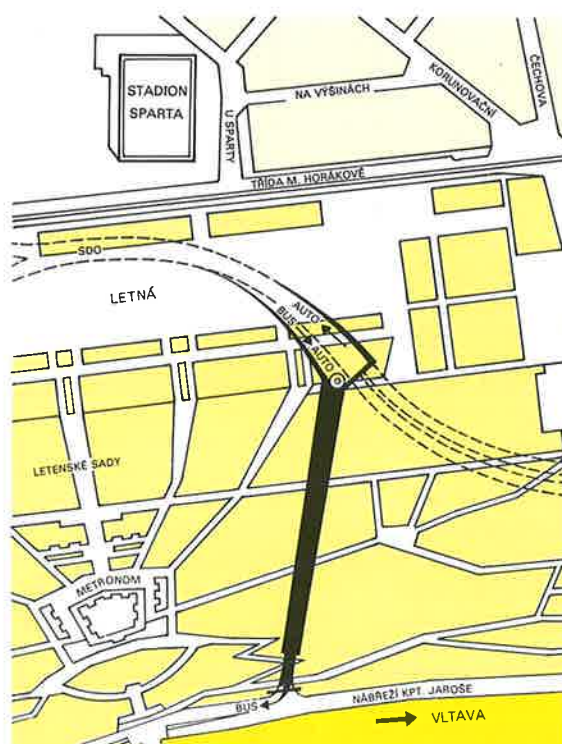
Jinak je možno napojit tuto komunikaci na systém cest pro pěší ve svahu Letné a po schodišti před bývalým pomníkem sejít na Čechův most a přes něj na Staré Město.

V současné době, kdy není rozhodnuto o vedení SDO v úseku Dejvice – Argentinská nelze dispozičně stanovit způsob napojení námi navrhovaných garáží na tento okruh. Jejich výhodou je využití konfigurace terénu, také ekologické výhody nejsou zanedbatelné. Výstavba větší části

objektu probíhá ražením bez narušení okolí hlukem a prachem. Nevýhodou je nutnost vybudování nouzových východů a větracích objektů do stávajícího prostoru Letenské pláně. Garáže zvyšují stávající kapacitu parkoviště o 567 vozů bez nároků na plochu na povrchu.

Řešení pomůže zlepšit problém parkování v OÚ Praha 7. Tento problém, který nabývá vážnosti zvláště dnes, kdy dochází k rychlému růstu motorizace se stává jedním z problémů, který ovlivňuje životní prostředí města a bude nutno mu věnovat patřičnou pozornost.

SITUACE PODZEMNÍCH GARÁŽÍ



DRŽÍME SLOVO

METRO@STAV

náročné stavby požadované na klíč

akciová společnost
 Dělnická 12, Praha 7
 FAX 8723 576
 IČO 014 915

METRO BRATISLAVA

Autor: Ing. ĽUBOŠ ČIŽMÁR, PUDOS PLUS s. s r. o. – BRATISLAVA

BRATISLAVA SUBWAY

THE ARTICLE DESCRIBES THE LATEST DEVELOPMENTS REGARDING STARTING CONSTRUCTION OF A SUBWAY IN BRATISLAVA WITH SUPPORT FROM A FRENCH PARTNER.

Jedným z najzávažnejších problémov, ktoré musí hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava akútne riešiť, je prestavba systému mestskej hromadnej dopravy.

Genéza tohto problému siaha až do rokov sedemdesiatych. Následne takmer 20 rokov potvrdzoval celý rad odborných materiálov a expertíz, že v podmienkach radiálneho pôdorysu mesta, rozloženia zón hromadného bývania, pracovných príležitostí, vybavenosti, služieb a iných aktivít a pri neadaptibilnosti uličnej siete v zaťaženej centrálnej mestskej oblasti, nie je možné docieľiť uspokojenie rastúcich nárokov na mestskú hromadnú dopravu iba rozvojom a modernizáciou električkových, autobusových a trolejbusových liniek. Účinným riešením je doplnenie systému mestskej hromadnej dopravy a nosný systém na báze metra, pričom v počiatočnej etape jeho výstavby je prvoradou úlohou vybudovať výkonné dopravné spojenie medzi mestskou časťou Petržalka so 130 tisíc obyvateľmi na pravom brehu Dunaja a Centrom mesta.

Škála výberu dopravnej technológie bola predurčená vtedajším politickým systémom a tak jediným segregovaným systémom MHD bolo „Ťažké metro“ sovietského typu tak ako tomu bolo aj v Prahe. Chvil'ľu sa koketovalo s možným vývojom maďarsko-nemeckého vozidla, čo však čoskoro stroskotalo. Presadenie systému klasického „ľahkého“ metra bolo po dlhé roky nesmierne problematické. Ako také sa pre mesto typu Bratislavy, s jej urbanistickými a dopravnými danosťami nehodilo, nehovoriac o jeho dávno prežitej progresivite. Navyše komplikovaný legislatívny poriadok vychádzajúci z prebujnej administratívy a množstva „vedľajších“ vplyvov neumožnil exaktné posúdenie potrieb a možností, ale často zavádzajúcim spôsobom odďaloval zásadné rozhodnutie.

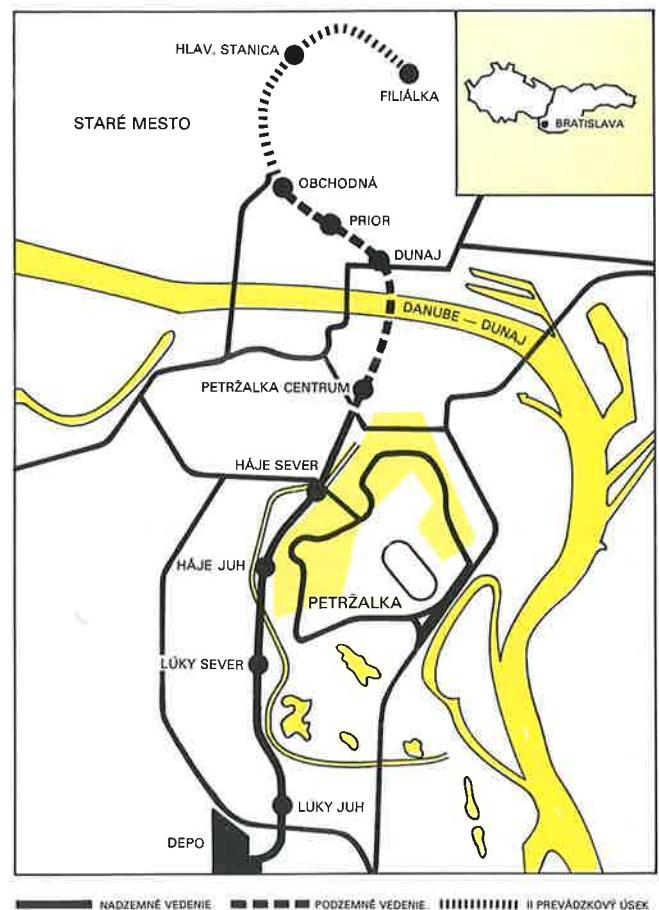
Napriek tomu sa predsa len dospelo v projektovej príprave a legislatíve k dielčím uzáverom problematiky vedenia trasy a tak sa v južnej časti trasy, pri vjazde do budúceho depa aj zrealizovali tunely. Boli budované z povrchu v otvorenom výkope.

Politické zmeny v novembri 1989 postihli túto započatú investíciu pozastavením a intenzívnym hľadaním optimálnejšej vozidlovej technológie. Magistrát hlavného mesta Slovenskej republiky, vedomý si naliehavosti tejto úlohy, vypísal konkurz na komplexné riešenie tohto dopravného problému.

Komplexnosť v tomto prípade myslíme hlavne v súlade dopravného, technického ale aj finančného návrhu, lebo od začiatku aktivity bolo evidentné, že prípravu a realizáciu takejto dopravnej stavby nie je možné v súčasnosti zabezpečiť bez finančnej účasti zahraničného partnera.

Odborná komisia pri Mestskom zastupiteľstve hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy vyhodnotila zo šiestich ponúk ako najvýhodnejšiu ponuku predloženú francúzko-slovenským združením MATRA-TRANSPORT, CAMPENON-BERNARD, HYDROSTAV, BANSKÉ STAVBY, PUDOS-PLUS, HUMA 90, ku ktorým neskôr pristúpil aj DOPRASTAV.

TRASA METRO BRATISLAVA



Tomu však predchádzala chronológia rokovaní a krokov na báze pre nás úplne nových parciálnych záverov, nutných k tak závažnému kroku.

Francúzko-slovenské združenie predložilo nejreálnejšiu finančnú montáž tohoto projektu pri predchádzajúcom výbere optimálneho technicko-dopravného riešenia I. etapy trasy „ľahkého“ metra typu VAL 256. Maximálne budú využité doterajšie poznatky o geologickej stavbe územia, zúžitkujú sa geodetické práce a už realizované stavebné objekty súvisiace s výstavbou metra v pôvodnej koncepcii.

Návrh predpokladá tiež maximálne využitie kapacít tuzemských dodávateľov, najmä pri stavebných prácach. Prevádzka a údržba ľahkého metra typu VAL, ktoré sa vyznačuje výbornou stúpaivosťou, otáčavosťou a automatickou obsluhou, je neporovnateľne

lacnejšia ako iné druhy hromadnej dopravy. Potvrdzujú to skúsenosti z miest, kde systém VAL už realizovali: francúzske Lille, Lyon, Toulouse, Bordeaux, Rennes, Paríž, talianske Torino, americké Chicago a Jacksonville, ale i tchajwanské mesto Tai-pei.

V Bratislave prepraví tento dopravný systém 17 000 cestujúcich za hodinu v každom smere, jazdiť priemernou rýchlosťou 38 km/h. Práce začnú koncom roku 1992. Technológiou VAL sa vo svete previezlo od roku 1983 už 300 miliónov cestujúcich v dokonalých bezpečnostných podmienkach. Bratislava sa tak dostáva do polohy miest budúcnosti.

Prvú etapu výstavby v Bratislave tvorí úsek v dĺžke 7 200 m počnúc depom na juhu Petržalky po dočasnú konečnú stanicu na Obchodnej ulici v blízkosti hotela Forum. Bude mať celkom 8 staníc pod zemou, na estakádach aj na teréne. Výstavba prvej etapy bude trvať podľa predbežných odhadov asi päť a pol roka.

Náklady na výstavbu predstavujú sumu 3 ml. FFf (15 mld. Kčs). Na zahraničnú časť pripadá 66 % nákladov, ktoré sú zabezpečené dlhodobými úvermi francúzskej vlády a združenia francúzskych bánk CCF-Société General. Splácanie úveru začne po 5 rokoch s dobou splatnosti 13,5 roka. Celkové náklady preto predstavujú sumu 5,005 mld. FFf (25,025 mld. Kčs), na ktorých sa mesto Bratislava podieľa 38,3 % (9,6 mld. Kčs). Mesto predpokladá zabezpečiť tieto prostriedky zhodnotením svojho majetku formou odpredaja alebo prenájmu nehnuteľností, uplatnením nového daňového systému, ktorý bude jedným z významných zdrojov rozpočtu mesta, vydaním mestských obligácií alebo využitím ďalších pôžičiek česko-slovenských a zahraničných bánk.

Metro počas svojej realizácie priamo i nepriamo zamestná približne 4 500 osôb. V konečnom dôsledku, vďaka rozvoju aktivít v Bratislave, pomôže vytvoriť ďalších niekoľko tisíc pracovných príležitostí. Slovenský priemysel a podniky, ktoré sa zúčastnia na realizácii metra VAL v Bratislave, získajú know-how špičkovej technológie, ktorá im pomôže získať výhodné postavenie na treťích trhoch pri exporte. Na dodávke stavebných prác zo Slovenska sa bude podieľať takmer 30 podnikov z okresov Bratislava, Žilina, Prievidza, Košice, Nitra, Martin, Banská Bystrica, Levice. Táto možnosť priaznivo ovplyvní vytváranie pracovných miest, obnovu dynamiky v sektoroch, v ktorých sa v súčasnosti prejavuje stagnácia a hlboký pokles odbytu (elektronika, niektoré odbory strojárstva).

Zainteresované francúzske firmy rozšíria príliv francúzskeho kapitálu do slovenskej ekonomiky aj vo forme výrobných kooperácií a zakladania spoločných podnikov. Predstavitelia francúzskeho združenia a firma France Export Promotion navštívili na Slovensku vyše 200 priemyselných závodov. S niektorými už boli podpísané predbežné dohody na vývoz slovenskej produkcie. Celkový rozsah spolupráce v najbližších 10 rokoch sa uvažuje v hodnote 23 mld. Kčs (letectvo, stroje, informatika, elektronika). Uvedené aktivity budú znamenať v konečnom dôsledku priame aj nepriame zvýšenie príjmov do štátneho rozpočtu a obecných rozpočtov. Realizácia výstavby ľahkého metra VAL v Bratislave predstavuje pre samotné mesto i pre celú slovenskú ekonomiku vzpruhu, ktorú v súčasnosti ani nemožno exaktne kvantifikovať.

Príprava a prijatie tejto investície predstavuje prelom v chápaní uskutočnenia náročnej stavby, v tomto prípade dopravnej. Je koniec s dubiozným plánovacím procesom, „limitmi“ a podobnými dobovými nezmyslami. Technické riešenie problému ostáva primárnym faktorom, ovšem levím podielom na úspechu jeho presadenia sa podieľa rozsiahla skladba finančného skeletu zabezpečenia prostriedkov na výstavbu nezanedbateľné sekundárne vplyvy realizácie diela.

Rozsiahlejší komentár zdanlivo odbočujúci od chcenej technickej povahy príspevku možno v dnešných našich podmienkach nie je na škodu.

Prvá etapa metra v Bratislave, tak ako už bolo spomenuté rieši akútny dopravný problém spojenia mestskej časti Petržalka s cen-

trálnou mestskou oblasťou. Petržalka ako nový urbanizačný celok, žiaľ citelne poznačený bytovým boomom minulých rokov bez patričnej vybavenosti a s mizivými pracovnými príležitosťami, má aspoň tú danosť, že pri jej koncipovaní bolo už počítané s koridorom pre metro (vtedy nazývané rýchlodráha), čo dnes vlastne determinuje smerové vedenie trasy. Po rôznych úvahách, zaoberajúcich sa výškovým vedením sa dospelo k estakádovému variantu. Tento predstavuje optimu medzi dopravne a urbanisticky vyhovujúcu ale neúmerne finančne náročným vedením trasy v podzemí (i keď vo voľnom výkope) a finančne priťažlivým, ale urbanisticky a dopravne nevhodným variantom „pozemným“ vytvárajúcu severojužnú bariéru v urbanizovanom území. Estakádovému vedeniu trasy konvenuje aj koncepcia pešej úrovne v Petržalke, ktorá je zväčša orientovaná cca 3-4 m nad upraveným terénom. Bezkolízne vedenie priečných dopravných ťahov a jasne pre metro „obrátené garde“ výškového usporiadania staníc, čo do peších ťahov sprehľadňuje vzťahy v trase i staniaciach.

Dlho diskutovaný problém prechodu Dunaja v značne komplikovaných hydrogeologických podmienkach sa ustálil z dopravných a urbanistických dôvodov v tunelovej podobe, kde prechodovým elementom je stanica zo strany Petržalky prilahlá k Dunaju.

V centrálnej mestskej oblasti je potom rozptýlený cestujúcich zabezpečený zatiaľ v troch staniaciach hlbených z povrchu a trasou v tuneli.

Obtiažne geologické a hydrogeologické podmienky Bratislavy v inkriminovaných územiach metra nútia používať špičkovú stavebnú a tunelársku techniku čo je ale podobne ako špecifická systém VAL motívom na pokračovanie tohto príspevku v budúcom čísle.

Záverom len zostáva zdôrazniť, že okrem splnenia primárneho cieľa realizácia ľahkého metra v Bratislave nepomôže vytvoreniu komplexného integrovaného systému prímestskej hromadnej dopravy v bratislavskom regióne, zmierni negatívne účinky dopravy na životné prostredie mesta, podporí zhodnocovanie územia sprístupneného metrom a lokalizáciu širokej škály ekonomických a spoločenských aktivít a zapojí česko-slovenské podniky do obchodných činností v súvislosti s prevádzkou metra.

Pohľad z nástupištia do vagonu typu MATRA-VAL přes otevřené nástupištní a vagonové dveře

Pohľad na jízdní dráhu lehkého metra typu MATRA-VAL



Pohľad do nadzemní francouzské stanice s nástupištní stěnou a dveřmi

REKONSTRUKCE PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY ŠTĚCHOVICE

AUTOR: IVAN BOŽEK, VODNÍ STAVBY PRAHA, a. s., STAVEBNÍ DIVIZE 05

RECONSTRUCTION OF THE PUMPED-STORAGE HYDRO-ELECTRIC POWER PLANT ŠTĚCHOVICE.

THE ARTICLE DESCRIBES STARTING RECONSTRUCTION OF THE PUMPED - STORAGE HYDRO-ELECTRIC POWER PLANT WITH THE AIM OF RESTORING AVAILABLE OUTPUT BY REACHING MINIMUM OF 70 PER CENT EFFICIENCY OF THE SMALL PUMPED-STORAGE CYCLE.

Přečerpávací vodní elektrárna Štěchovice byla uvedena do provozu v letech 1947–1948 a je v současné době technicky dožitá a bez celkové rekonstrukce je její provoz v následujících letech nemožný.

PVE není možno trvale zrušit s ohledem na rychlou mobilizaci výkonu zejména k likvidaci následků poruchových výpadků v oblasti Prahy a z důvodů potřeby posílení regulačního výkonu v energetické soustavě.

Účelem navrhované rekonstrukce PVE Štěchovice je obnova pohotového výkonu v odpovídající výši při dosažení min. 70 % účinnosti malého přečerpávacího cyklu. Tohoto požadavku bude dosaženo instalací nového reverzibilního soustrojí s vyšší účinností a omezením hydraulických ztrát v tlakovém přivaděči odstraněním jeho směrových lomů v koncové části. Stávající 2 soustrojí budou nahrazena soustrojím jedním a to reverzní rychloběžnou turbinou FR 180 z ČKD Blansko.

Projektované parametry:

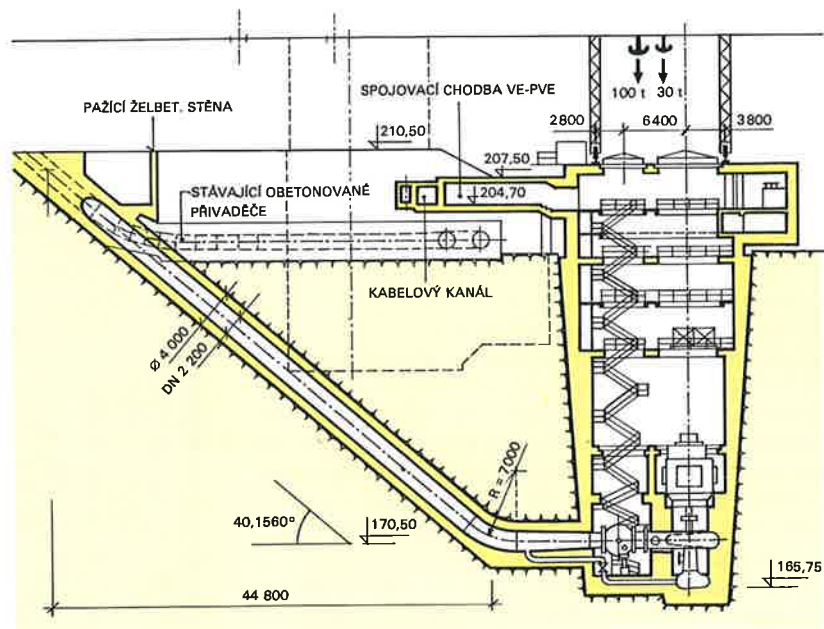
průměr oběžního kola	2200 mm
otáčky	
jmenovité/průběžné turbínový provoz:	600/850 ot./min.
návrhová hltnost	24,0 m ³ /sec.
instalovaný výkon	
max.	45,4 MW
min.	43,1 MW
čerpákový provoz:	
hltnost	20,1–21,3 m ³ /sec.
příkon čerpadla:	48,6–49,4 MW
max. příkon	51,3 MW
průměrná účinnost VE	84,3 %

účinnost malého přečerpávacího cyklu 71,3 %
Při provozu 260 dní v roce bude roční výroba elektřiny 56,73 GWh/rok
roční spotřeba elektřiny na čerpání 78,72 GWh/rok

Protože rekonstrukci PVE nebylo možno navrhnout ve stávajících objektech a to s ohledem na nemožnost úpravy přivaděčů v betonové konstrukci stávající PVE a vzhledem k tomu, že osa oběžního kola

turbíny musí být umístěna 29,0 pod minimální hladinou dolní nádrže, je nový objekt PVE situován mimo objekt původní na prostranství v areálu VE Štěchovice na břehu Vltavy.

Objekt PVE je navržen v cca 44 m hluboké stavební jámě, jejíž horní pažená část rozměrů cca 32 × 32 m hloubky 8 m bude hloubena v údolních sedimentech Vltavy. Pažení na straně západní a severní směrem do nádvoří VE Štěchovice je tvořeno kotvenými podzemními stěnami, na straně



Řez přečerpávací vodní elektrárnou Štěchovice.

jižní a východní larsenovou stěnou beraňnou do násypu, který bude nasypán před náběžní zdí, která bude ve stavební jámě v rozsahu potřebném pro výtokový a nátokový objekt rozebrána.

Dalších 36 m jámy bude hloubeno ve skalním podloží, které je v tomto prostoru tvořeno tmavě modrošedým porfyrickým keratopyrem. Hornina je pevná, slabě alterovaná, částečně rozpukaná. Pukliny jsou vyhojeny žilkami bílého karbonátu a křemene. Pevnost horniny v prostém tlaku je v rozmezí 77,0–194,0 MPa a je hodnocena do úrovně – 23,0 m jako I. stupeň ražnosti, v hloubce 23–44 m jako litá skála. Hladina podzemní vody je v hloubce 7,5 m, což odpovídá hladině vody ve Vltavě.

Na úrovni skalního podloží bude mít jáma rozměry cca 19 × 19 m, na úrovni základové spáry cca 15 × 15 m a je situována přesně v prodloužení osy přiváděcích tlakových potrubí DN 1700 mm. S ohledem na kvalitu horninového masivu budou stěny výrubu stavební jámy provizorně chráněny kotvením týčovými kotvami se sítí a stříkaným betonem. Ze dna šachty bude ražena štola kruhového průřezu průměru 4,0 m nejprve cca 10 m vodorovně a pak dovrchně ve sklonu 40°, délky 60 m, která vyústí ve stavební jámě pro ocelový kalho-

tový kus, kterým se dva stávající přiváděče DN 1700 mm spojí v jeden DN 2200 mm. Také plocha výrubu štoly bude chráněna provizorně kotvami, sítí a stříkaným betonem.

Vzhledem k silným elektromagnetickým polím v okolí stávající VE, blízké rozvodny 110 a 10,5 kV a blízkosti vedení linek VN, bude nutné při veškerých trhacích pracích použít neelektrického roznětu typu NOEL pomocí stlačeného vzduchu.

Svislá doprava v jámě bude zajištěna mostovým jeřábem nosnosti 20 t, který bude pojíždět v horní části jámy na úrovni skalního podloží. Na úroveň skalního podloží bude z úrovně nádvoří zřízen sjezd pro nákladní vozidla. Hornina rozpojená odstřelem bude nakládána bagrem, který bude vždy po odstřelu spuštěn na dno jámy mostovým jeřábem, do van Strager o obsahu 5 m³. Vany s rubaninou budou mostovým jeřábem dopraveny na úroveň skalního podloží a automobily Strager bude hornina dopravována do lomu Zbraslav jako surovina ke zpracování. Celkem bude vytěženo z jámy a štoly cca 13 000 m³ horniny.

Dovrchní ražba štoly bude prováděna pomocí speciální šplhací razicí plošiny GROUNDHOG. Do vyražené štoly bude

osazeno ocelové potrubí přiváděče DN 2200/40 mm, zabetonováno a zainjektováno. Ve stavební jámě bude vybudována železobetonová konstrukce vlastní PVE a vtokového a výtokového objektu.

Stavba Rekonstrukce PVE Štěchovice byla zahájena třemi předstihovými stavbami v listopadu 1991. Náplní první z nich je vybudování nového zařízení na čištění zaolejovaných vod pro celý areál VE, náplní druhé je vybudování čerpací stanice a výtlačného řadu DN 159/4,5 mm k doplňování horní nádrže PVE po dobu stavby a náplní třetí je zabetonování výtoku stávající PVE. První ze staveb již byla dokončena a předána, 2. a 3. se v současné době dokončují.

Vlastní stavba Rekonstrukce PVE bude zahájena v říjnu 1992 a zkušební provoz nové PVE bude zahájen v srpnu 1995.

Dodávku stavební části na základě výběrového řízení zajišťují Vodní stavby a. s. divize 05 Praha, útvar 10. Dodávku technologické části také na základě výběrového řízení zajišťuje konsorcium firem ČKD Blansko A.s., Škoda Plzeň a. s. a Siemens. Investorem stavby jsou Vodní elektrárny Třebovice a projektantem Hydroprojekt Praha.



PÚDIS

DOVOLUJEME SI VÁS SEZNÁMIT S ODBORNÝM ZAMĚŘENÍM NAŠÍ FIRMY A NAVRHNOUT VÁM VZÁJEMNĚ VÝHODNOU OBCHODNÍ A TECHNICKOU SPOLUPRÁCI.

JSME PŘIPRAVENI KONZULTOVAT VAŠE PLÁNY, PROGRAMY ČI PROBLÉMY A PO VZÁJEMNĚ DOHODĚ JE PROFESIONÁLNĚ ZABEZPEČIT.

Nabízíme vám zejména projekty městských dopravních systémů, projekty městských automobilových komunikací, projekty tramvajových a trolejbusových tratí, stanic metra, vozoven, měniren, napájecích kabelových a trolejových sítí, projekty mostů pro automobilovou a tramvajovou dopravu, podchody a lávky pro pěší, projekty dopravních a speciálních tunelů, projekty garáží, podzemních a pozemních objektů, městských zón klidu, podzemních inženýrských sítí. Nabízíme rovněž inženýrsko-geologické, hydrogeologické a geotechnické průzkumy, geologické mapování, průzkumy kvality životního prostředí, včetně návrhů ochranných opatření, stavebně technické průzkumy pro modernizaci bytového fondu, geodetické průzkumy, vytyčování a sledování staveb, digitální technické mapy a programy pro automatizaci projektování.

Výsledky naší práce je možno hodnotit v Československu, ale i v některých zemích Evropy, Asie, Afriky a Ameriky.

Věříme, že ani vás v případě vašeho zájmu neklameme.

Další informace vám poskytneme na dále uvedených adresách:

Vedení firmy PÚDIS Praha

Legerova 69, 112 70 Praha 1, telefon 236 78 96, FAX 236 78 94

Středisko projektování dopravních staveb a inženýrských sítí

Na vodovodem 169, 100 00 Praha 10, telefon 77 52 53

Středisko inženýrsko-geologického průzkumu, geotechnických prací a průzkumu životního prostředí

Novákových 6, 180 00 Praha 8, telefon 82 92 83

Středisko projektování tunelových, podzemních a pozemních staveb

Nad vodovodem 169, 100 00 Praha 10, telefon 77 85 42

Středisko projektování dopravních staveb a inženýrských sítí

Legerova 69, 112 70 Praha 1, telefon 22 62 95

NAPJATOST V HORNINOVÉM MASIVU PŘED ZAPOČETÍM DOBÝVACÍCH PRACÍ

Autor: Ing. Jaroslav Vacek, DrSc., Kloknerův ústav ČVÚT

STATE OF STRESS IN GROUND MASSIVE BEFORE STARTING OF MINING WORK

THE ARTICLE DESCRIBES THE ANALYSIS OF STABILITY AND OTHER
QUALITIES OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS BY CALCULATION OF
STRESS

Při výpočtu stability tunelů a jiných podzemních staveb je jedním ze základních předpokladů pro výpočet napjatost, která byla v místě stavby před započítáním stavebních prací. Neboť napětí i deformace, vznikající v masivu při dobývání, jsou přímo závislá na napětích, působících před dobýváním.

Řešení bylo odvozeno pro homogenní, izotropní, pružný polo-prostor bez inercie, tj. řešení se zabývá masivem bez poruch, bez střídání hornin, bez uvažování plasticity nebo viskozity masivu a neuvažuje se s vlivem času na změnu napjatosti. To znamená, že řeší problém pro jiné prostředí, než je masiv a proto dochází ke zkrasleným výsledkům.

1. KLASICKÉ ŘEŠENÍ NAPJATOSTI PRUŽNÉHO POLOPROSTORU

Rozvoj a úspěchy teorie pružnosti a pevnosti v minulém století způsobil, že se pomocí této teorie začaly řešit statické problémy ve strojírenství, stavebnictví i v hornictví. Napjatost masivu se začala řešit pomocí teorie pružného poloprostoru, zatíženého gravitačními silami. Hlavní napětí mají za tohoto stavu směr

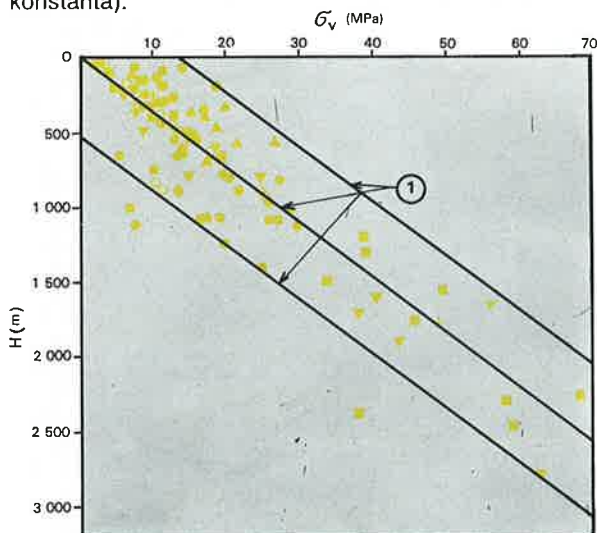
$$\sigma_1 = \sigma_z, \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_x = \sigma_y \quad (\text{obr. č. 1})$$

Pro jejich velikosti pak platí známé vztahy

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \sigma_1$$

(H je hloubka pod povrchem, γ je objemová tíha a ν Poissonova konstanta).



obr. 2 Závislost σ_v a H dle Browna a Hoeka

- Austrálie
 - ▲ Kanada
 - ▼ USA
 - Jižní Afrika
 - Skandinávie
 - * ostatní oblasti
- 1 $\sigma_v = 0,027 H \pm 14$ [MPa]

2. IN SITU NAMĚŘENÁ NAPJATOST

Zavedme $\sigma_n = \gamma \cdot H$

4

a) **Kompilace Browna a Hoeka** (Brown a Hoek, 1978)

Analýzou měření na 120 lokalitách (49 australských, 13 kanadských, 17 z USA, 16 skandinávských, 17 z JAR, 8 ostatních) dospěli autoři k závěru, že

85 × bylo zjištěno, že $\sigma_H > 1,1 \sigma_v$ (70 %) 1

20 × bylo zjištěno, že $0,9 \sigma_v < \sigma_H < 1,1 \sigma_v$ (17 %) 2

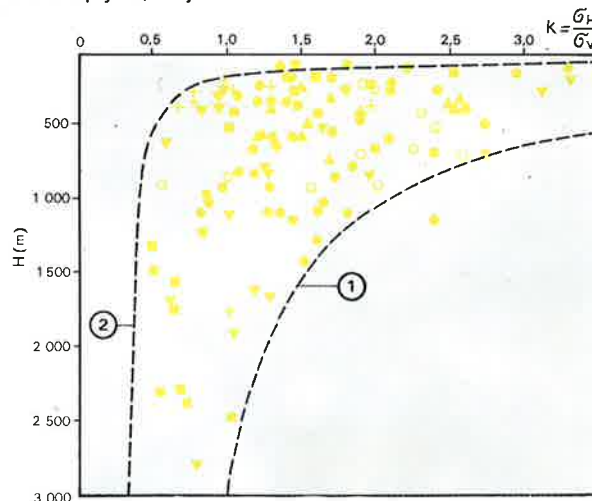
15 × bylo zjištěno, že $\sigma_H < 0,9 \sigma_v$ (13 %) 3

Pro σ_v autoři odvodili vztah

$$\sigma_v = 0,027 H, \text{ tzv. } \sigma_v = \sigma_n \text{ je-li } \gamma = 27 \text{ kNm}^{-3}$$

Z obr. 2 plyne, že je-li

5



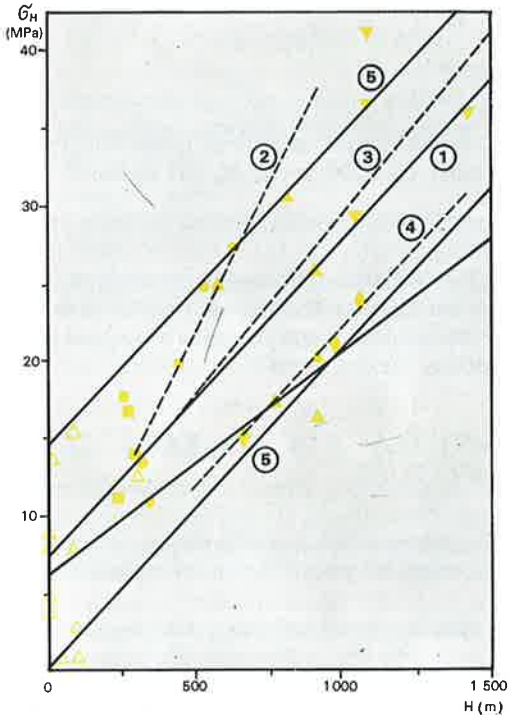
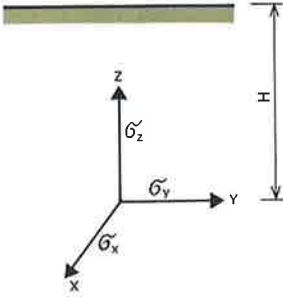
obr. 3 Závislost σ_H a σ_v dle Browna a Hoeka

- Austrálie
- ▲ Kanada
- ▼ USA
- Jižní Afrika
- Skandinávie
- * ostatní oblasti

$$\textcircled{1} k = \frac{1500}{H} + 0,5$$

$$\textcircled{2} k = \frac{100}{H} + 0,3$$

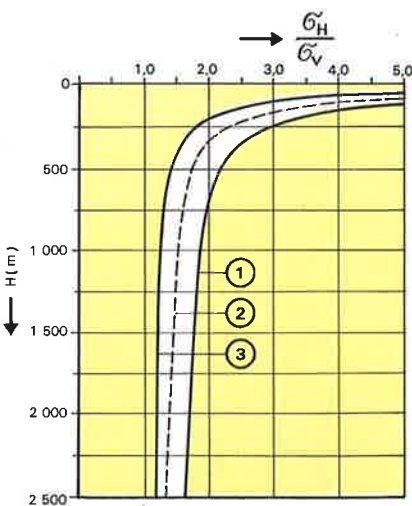
obr. 1 Orientace os x, y, z



obr. 4 Závislost σ_v a H dle Worotnického a Denhama

- ▲ New Broken Hill
- Cobar
- ▼ North Broken Hill
- ◆ Mt Isa
- Warrego
- △ ostatní

obr. 7 Poměr $\sigma_H - \sigma_v$ dle Hergeta

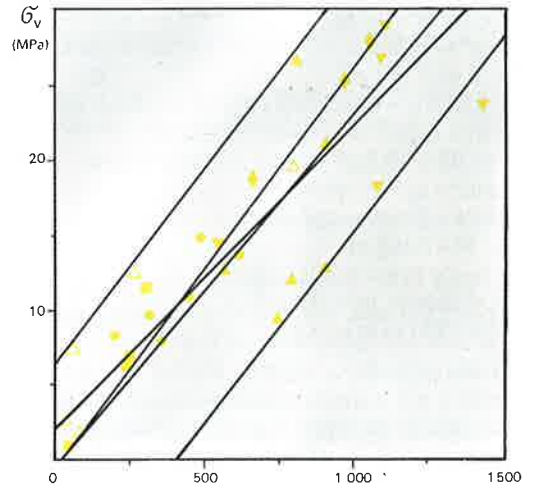


$$\textcircled{1} \frac{H_{\max}}{\sigma_v} = \frac{357}{H} + 1,46 \text{ [MPa]}$$

$$\frac{\sigma_{H\text{prům.}}}{\sigma_v} = \frac{267}{H} + 1,25 \text{ [MPa]}$$

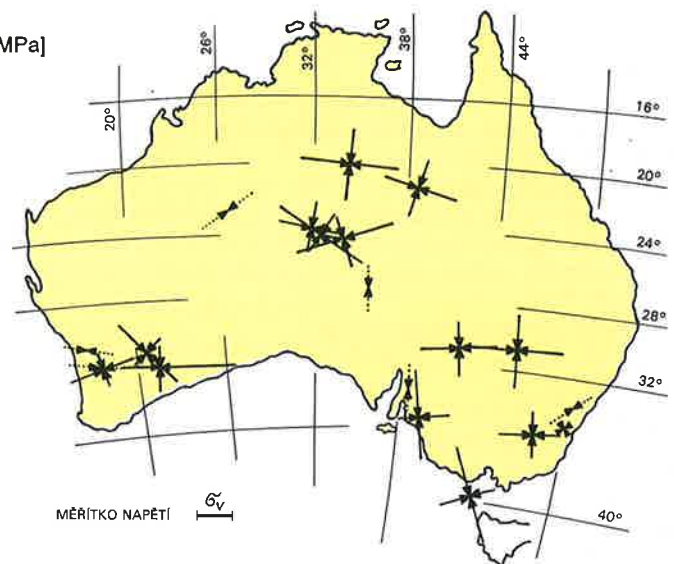
$$\frac{\sigma_{H\text{min}}}{\sigma_v} = \frac{167}{H} + 1,10 \text{ [MPa]}$$

- ① celkový průměr $\sigma_H^1 = 7,7 + 0,021 H$ [MPa]
- ② Cobar
- ③ Broken Hill
- ④ Mt Isa
- ⑤ $\sigma_H = \sigma_H^1 + 7,5$ [MPa]



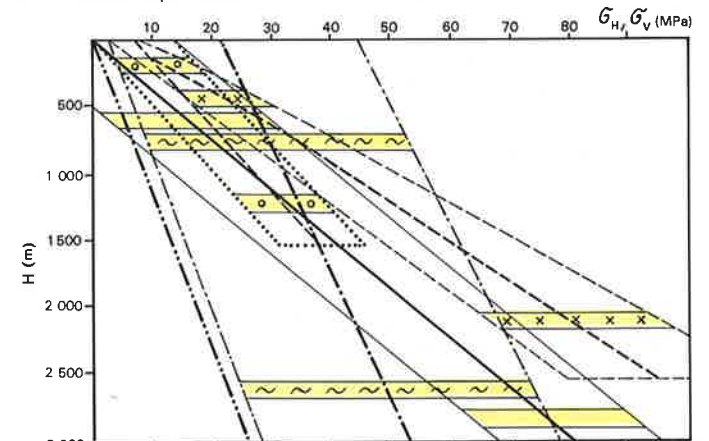
obr. 5 Závislost σ_H a H dle Worotnického a Denhama

- ▲ New Broken Hill
- Cobar
- ▼ North Broken Hill
- ◆ Mt Isa
- Warrego
- △ ostatní



obr. 6 Směry hlavních vodorovných napětí dle Worotnického a Denhama

- ← hlavní napětí změřena
- ←..... hlavní napětí stanovena ze seismických projevů



obr. 8 Přehled některých výsledků

- $\sigma_v = \sigma_n = 0,027 H - 14$
- - - $\sigma_H = 0,33 \sigma_n$
- σ_H dle Browna
- σ_H dle Hergeta
- σ_H dle Worotnického
- oblast, ve které leží naměřené σ_v dle Browna [MPa]
- ~ ~ ~ oblast, ve které leží naměřené σ_H dle Browna [MPa]
- o o oblast, ve které leží naměřené σ_H dle Hergeta [MPa]
- x x oblast, ve které leží naměřené σ_H dle Worotnického [MPa]

OBŘ. 8

$$\sigma_v = 0,027 H \pm 14 \text{ MPa}$$

jsou jen 3 měření z uváděných 120 mimo tento rámeček.

Z obr. 3 platí pro σ_H

$$2,7 + 0,008 H < \delta_H < 40,5 + 0,014 H \text{ (mimo jen jedno měření)}$$

Přepíšme nerovnost pro σ_H na rovnici

$$\delta_H = 23,85 \pm 16,65 + (0,011 \pm 0,003)H \text{ MPa}$$

Položením $\sigma_v = \sigma_H$ plyne

$$0,027 H = 23,85 + 0,011 H$$

$$H = 1490 \text{ m}$$

Tedy podle Browna a Hoeka je

pro $H < 1500 \text{ m}$ průměrné $\sigma_H > \sigma_v$

pro $H = 1500 \text{ m}$ je $\sigma_v > \sigma_H$

pro $H = 3000 \text{ m}$ je $\sigma_H \approx 0,7 \delta_v$

Obrázek 2 a 3 doslova obletěl svět a přední autoři, zabývající se geotechnikou, jej ihned zařadili do svých učebnic (Goodmann, 1980, Jaeger, Cook, 1979)

b) Worotnického kompilace (Worotnický, Denham 1976)

Worotnický sebral celkem 56 měření, provedených v Austrálii.

Z uvedených hodnot plyne:

- | | | |
|--|--------|----|
| 44x bylo $\sigma_H > 1,1 \sigma_v$ | (79 %) | |
| 4x bylo $0,9 \sigma_v < \sigma_H < 1,1 \sigma_v$ | (7 %) | 10 |
| 8x bylo $\sigma_H < 0,9 \sigma_v$ | (14 %) | |

Na obr. 4 jsou získané σ_v . Napětí dobře odpovídá σ_n , je-li γ masivu 26 kNm^{-3} a chybou + 6 – 10 MPa. Horizontální napětí (obr. 5) je vyjádřeno rovnicí

$$\sigma_H = 7,7 + 0,21 H \pm 8 \text{ MPa} \quad 11$$

3 měření jsou mimo tento rozsah. I z těchto měření plyne, že průměrné $\delta_H > \delta_v$ pro hloubky do 1500 m.

V horizontálním směru převládá napětí ve směru východ-západ (V-Z) – obr. 6.

Jejich poměr je pro průměrné čáry pro

$$H = 0 \text{ m}, \frac{\sigma_v - z}{\sigma_s - j} = 1,28 \quad 12$$

$$H = 1000 \text{ m}, \frac{\sigma_v - z}{\sigma_s - j} = 1,59 \quad 13$$

c) Kanagawova měření (Kanagawa 1986)

Metodou overcoring měřil Kanagawa původní napětí v masivu v Japonsku. Z 23 případů naměřil, že

- | | | |
|--|--------|----|
| v 18 případech je max $\sigma_H > \sigma_v$ | (78 %) | |
| v 1 případě je max $\sigma_H > 0,9 \sigma_v$ | (4 %) | 14 |
| 4x je max $\sigma_H = 0,86 - 0,89 \sigma_v$ | (16 %) | |

6 d) Hergetova kompilace (Herget 1987)

Analýzou více než 50 měření se zabýval Herget. Měření se prováděla v Kanadě. Pro velikosti napětí σ_v a σ_H udává vztah

$$0,026 H < \sigma_v < 0,0324 H \text{ MPa}$$

$$\sigma_H = 9,86 + 0,0371 H \text{ MPa pro } H = 0 - 900 \text{ m} \quad 15$$

8 $\sigma_H = 33,41 + 0,0111 H \text{ MPa pro } H = 900 - 2200 \text{ m}$

σ_H je průměrné vodorovné napětí. Označíme-li ve vodorovné rovině větší hlavní napětí max σ_H a menší min σ_H , platí, viz též obr. č. 7.

$$\max \frac{\sigma_H}{\sigma_v} = \frac{357}{H} + 1,46$$

$$\frac{\sigma_H}{\sigma_v} = \frac{267}{H} + 1,25 \quad 16$$

$$\min \frac{\sigma_H}{\sigma_v} = \frac{167}{H} + 1,10$$

Z rovnic 16 vidíme, že dle Hergeta ani menší hlavní horizontální napětí není pro hloubky do 2500 m menší, než působící svislé napětí.

h) Shrnutí

Lze tedy shrnout, že autoři většinou naměřili, že svislé napětí se zhruba rovnají tíže nadloží σ_n . Vodorovná napětí však jsou mnohem vyšší, než předpokládá teorie pružnosti a většinou bývají vyšší, než σ_n – viz obr. 8.

3. VODOROVNÝ TLAK A IN SITU NAMĚŘENÉ ZATÍŽENÍ VÝZTUŽE

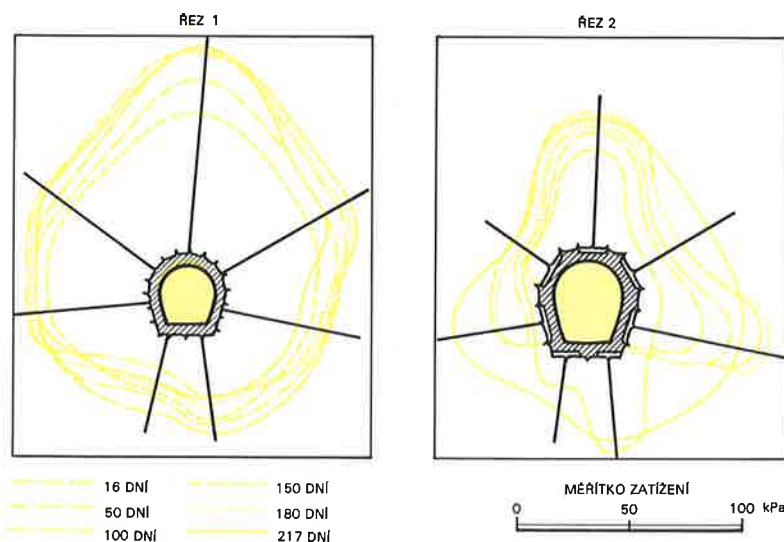
Napjatost v masivu přímo ovlivňuje zatížení výztuže. Proto pro studium původní napjatosti lze použít i výsledky měření zatížení výztuže.

Protože zatížení výztuže se měří obvykle v jinak neporušeném masivu a používá se zcela jiných postupů i aparatur, než při přímém měření napjatosti, může se v případě shodných výsledků a přímým měřením původní napjatosti značně zvýšit váha zjištěných zákonitostí.

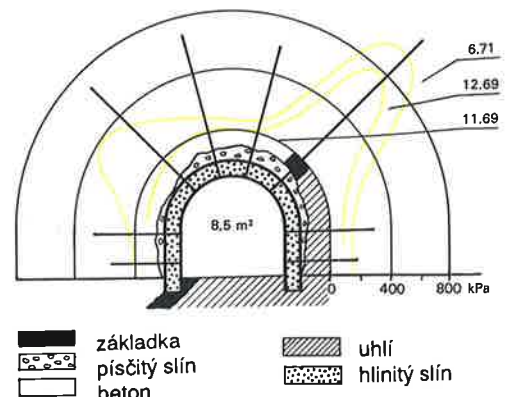
Z tabulky 1 a obr. 1 – 10 v lit (Vacek, 1979):

- Ve všech případech se projevila viskozita masivu postupným nárůstem zatížení v čase.
- Všude tam, kde byl průřez výztuže uzavřený (kruhový, s protiklenbou, ale i s patkami v počvě, byl průřez zatížen všemi směry. Abel naměřil vodorovný tlak 5x meší, 2x větší a 4x

obr. 9 Časový průběh zatížení výztuže v tunelu v Bělehradě



obr. 10 Šachta Iljič, chodba s vodorovnou vrstvou uhlí, zatížení výztuže



prakticky stejný, jako svislý. Markovič (též obr. 9) naměřil vodorovné napětí asi 60 % svislého. Radosavljejičovi vyšlo maximální zatížení $1 \times$ ve směru svislém, $1 \times 45^\circ$ odkloněné od svislé osy. Basinskij naměřil v homogenním masivu zatížení prakticky rovnoměrné po celém obvodu výztuže – též obr. 12. V případě přítomnosti méně pevné vrstvy (uhlí) bylo maximální zatížení výztuže vždy v místě méně pevné vrstvy, bez ohledu na její směr – též obr. 11 a 10.

Celkem bylo v lit. Vacek (1979) z 22 sebraných měření zjištěno, že svislé napětí je větší, než vodorovné v 9 případech, v 7 případech převažuje vodorovné, $6 \times$ jsou napětí celkem shodná.

4. TEORETICKÉ ZDŮVODNĚNÍ

Nesouhlas naměřených výsledků s teoretickými předpoklady si žádá zdůvodnění. Starších vysvětlení je více. Uvedu je v krátkém přehledu.

a) Denudační teorie

Tato poměrně stará teorie předpokládá, že měřené místo, které je nyní v hloubce např. 1000 m, bylo v minulosti v hloubce 3000 m. Tehdy tam vznikl vodorovný tlak, odpovídající hloubce 3000 m. Po denudaci 2000 m se místo dostalo do hloubky pouze 1000 m, svislý tlak poklesl, ale vodorovný zůstal nezměněn. Tato teorie se však hodí pouze pro některé oblasti a nevysvětluje, proč tlak stoupá s hloubkou rychleji, než rychlostí $\frac{\gamma}{1-\gamma} \cdot \sigma_n$

viz např. obr 3 a 5

b) Teorie viskozního masivu (Heimova teorie)

Tato rovněž starší teorie předpokládá, že masiv je pro geologicky dlouhé doby (milióny let) mnohem viskoznější, než odpovídá laboratorně naměřeným hodnotám. V důsledku toho dochází k postupnému narůstání bočního tlaku, až dosáhne hodnoty, blízké se svislému napětí. Tuto teorii částečně potvrzuje to, že i při relativně kratších dobách (několik let) dochází ke stejnému zatížení výztuže ve svislém i vodorovném směru. Touto teorií nelze vysvětlit měření, kde $\sigma_H > \sigma_v$.

c) Teorie vlivu struktury masivu

Přestavme si klín horniny podle obr. 13. Zanedbáme-li tření mezi klínem horniny a masivem (nebo budeme-li předpokládat, že při dostatečně dlouhé době bude úhel vnitřního tření φ materiálu, vyplňujícího mezeru mezi klínem horniny a masivem, vlivem viskozity, $\varphi = 0$ zjistíme, že vodorovný tlak na masiv je v místě spáry $\frac{1,865}{0,5} = 3,93 \times$ větší, než svislý. Toto je sice ideální případ, ovšem každá soustava trhlin (viz např. obr. 14) se bude chovat částečně jako klín a bude přispívat ke zvýšení vodorovného tlaku. Zejména např. u strmých žil, často vyplněných měkkými horninami, jaké se

často vyskytují na rudných a uranových dolech, mohou tyto žily spolu s dalšími tektonickými systémy vytvářet klíny, které mohou značně přispět ke zvýšení vodorovného tlaku. Některé pokusy, které prováděl Málek z ÚGG ČSAV na strukturních fotoelastických modelech toto prokázaly, při zatěžování shora vznikl boční tlak větší, než svislý.

d) Tvar terénu

Např. v hlubokých údolích je vodorovný tlak ovlivněn masami hornin po stranách.

e) Mc Cutchenova teorie (Mc Cutchen, 1982)

Mc Cutchen vychází z toho, že země není pružný poloprostor, ale pružná koule. Proto zkoumaný element nemá tvar hranolu, ale čtyřmi rovinami omezené kulové výseče. Jednotlivé elementy působí jako klíny, takže v nich vzniká mnohem větší vodorovné napětí. Vhodnou volbou výpočetních konstant dochází k horizontálnímu napětí, které do jisté míry odpovídá hodnotám, která naměřili Brown a Hoek.

Popsané teorie vysvětlující vyšší horizontální napětí, než udává teorie pružného poloprostoru, nevystihují v plné míře celosvětovou platnost výsledků měření. Neboť denudační teorie stejně jako tvar terénu a vliv struktury masivu mají jen lokální platnost, Heimova teorie nemůže vysvětlit to, že horizontální napětí přesahují svislé a Mc Cutchenova teorie je spíše teoretickou hříčkou.

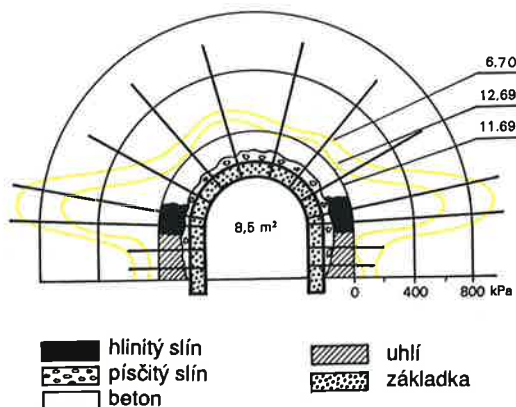
V úvahu je nutno vzít ještě další známá fakta. Tak např. je známo, že Skandinávie se za posledních několik tisíciletí zvedla o několik metrů, naopak Holandsko za stejné období o několik metrů pokleslo. Nedávno bylo naměřeno, že Karpaty rostou. Z toho plyne, že zeměkoule není dosud v klidu. To ostatně potvrzují i zeměměřeni. Proto se domnívám, že příčinou zvýšených horizontálních napětí jsou především nově vznikající tektonické síly, výjimečně i reliktní síly.

TEORIE NOVĚ VZNIKAJÍCÍCH TEKTONICKÝCH SIL

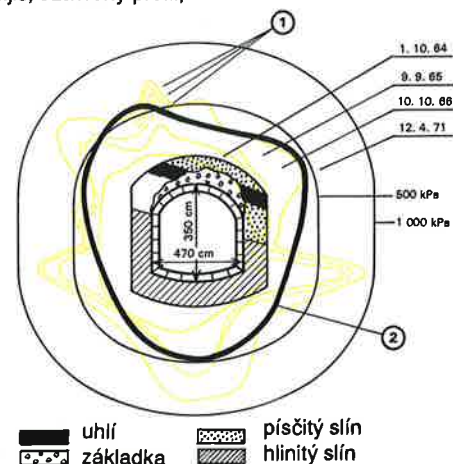
Zemská kůra je tvořena řadou ker tloušťky 25–80 km, které plavou na viskoplastickém podkladu. Představíme-li si zeměkouli o průměru 1,3 m, budou tyto kry mocné 2,5–8 mm. Všechno ostatní je vazké. Vlivem rozdílných teplot a hustoty dochází pod zemskými krami k proudění, které strhává jednotlivé kry a natlačuje je na sebe. V důsledku toho musí vznikat v krách horizontální tlakové síly, a tak to bylo i naměřeno.

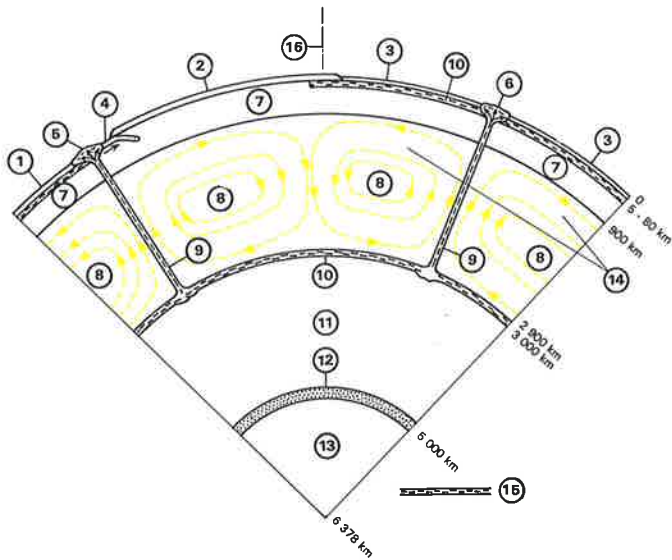
Že se kry opravdu pohybují, potvrzují měření. Např. družicové měření z let 1982–1987 ukázalo, že se Japonsko za posledních 5 let přiblížilo k Asii o 19 cm a potvrdilo, že se přibližuje k Austrálii. Dávno se ví, že Amerika se pohybuje vůči Evropě na západ, a na „Přídí“ kontinentu se vytvořily vysoké hory a jsou zde častá ze-

obr. 11 Šachta Iljič, chodba se šikmou vrstvou uhlí zatížení výztuže



obr. 12 Šachta Iljič, uzavřený profil, zatížení výztuže





obr. 15 Nástin možného geodynamického modelu Země dle Nedomy (upraven)

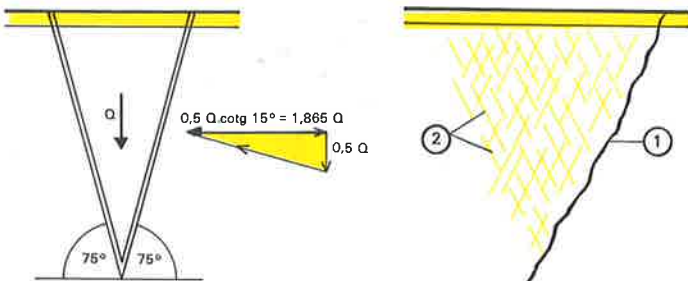
1. Pacifická litosférická deska, $\gamma = 1-3,4 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{26} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
2. Severoamerická litosférická deska, $\gamma = 1,2-3,4 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{22}-10^{23} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
Je tvořena jednotlivými zemskými krami.
3. Atlantická litosférická deska, $\gamma = 1-3,4 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{26} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
4. Juan de Fuca litosférická deska
5. Riftová zóna Juan de Fuca
6. Atlantická riftová zóna
7. Stenosféra (vnější plášť) $\gamma = 3,4-3,8 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{24} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
8. Mezosféra (vnitřní plášť) $\gamma = 4,6-5,7 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{15}-10^{16} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
9. Kanál, obsahující materiál s vyšší teplotou a nižší viskozitou.
10. Vrstva s lehkými materiály mezi pláštěm a jádrem, $\gamma = 3-3,4 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{21} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
11. Vnější jádro. Termo-magneto-hydrodynamická turbulence, asi $20 \text{ km} \cdot \text{rok}^{-1}$, $\gamma = 9,8-11,5 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^9-10^{10} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
12. Vrstva mezi vnějším a vnitřním jádrem, $\gamma = 12-12,5 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{11} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
13. Vnitřní jádro, $\gamma = 13-14 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, $\eta = 10^{15} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
14. Termální proudění asi $20 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$
15. Viskózní materiál
16. Zemská osa rotace

měření. Zhruba se dá říci, že napětí v zemské kře roste od jejího počátku směrem proudění a největší je na styku s další krou. Na styku ker dochází k nerovnoměrnému rozdělení napětí, které často způsobuje zemětřesení, dochází k subdukcí nebo obdukcí ker atd.

Na obr. 6 je vidět, že je možno v celých kontinentech pozorovat působení přibližně stejných horizontálních napětí, které je možno nejnáze vysvětlit tím, že je stlačována celá zemská kra. (Napětí ve směru SJ jsou asi 70 % směru VZ). Jeden z možných modelů proudění v Zemi je na obr. 15.

ZÁVĚR

Z řady měření napjatosti hornicky neporušeného masivu, prováděného řadou výzkumníků především v zahraničí, ale i u nás, a konfrontací s výsledky měření výztuže plyne:



OB. 13

OB. 14

obr. 13 Vliv struktury masivu na velikost vodorovného napětí
obr. 14 Vliv struktury masivu na velikost vodorovného napětí
1 – žíla 2 – trhliny

1. Svislý horninový tlak dobře odpovídá tíze nadloží.
2. Horizontální tlak byl zhruba v 70 % měření zjištěn větší, než σ_n , v 15 % stejný jako σ_n a v 15 % menší než σ_n . Měření v roce 1987 však ukazují, že i menší hlavní napětí v horizontální rovině je prakticky vždy větší, než svislé, a to i pro hloubky okolo 2500 m, kde se však již poměr σ_H / σ_v blíží 1, Herget.
3. Vysvětlení, proč je $\sigma_H > \sigma_n$ ve většině měření (cca 85 % a snad i více) je třeba hledat především v působících tektonických silách v masivu, především nově vznikajících. Lokálně se může uplatnit i jeho strukturní porušenost a v jeho viskozní vlastnosti (buď přímo horniny masivu mají vazké vlastnosti nebo výplně poruch). Někdy též v konfiguraci terénu nebo jeho minulosti (denudaci).
4. Naměřené hodnoty kolísají v dosti širokém rozmezí. Např. dle Browna σ_v v rozmezí $\pm 14 \text{ MPa}$, σ_H v rozmezí $\pm (24 + 0,003H) \text{ MPa}$, dle Worotnického σ_v v rozmezí $(+7 - 10) \text{ MPa}$, σ_H v rozmezí $\pm 8 \text{ MPa}$. Tyto meze, které jsou maximálními naměřenými odchylkami od teoretické hodnoty, jsou dány jednak kolísáním napětí, ale i chybami měření.
5. Proto je důležité, potřebujeme-li znát napjatost masivu, např. při výpočtu výztuže, původní napjatost zrněřit. Neprovede-li se to, je možno na základě předloženého materiálu za skutečnosti bližší považovat litostatickou napjatost ($\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \sigma_n$) než napjatost pružného poloprostoru ($\sigma_x = \sigma_y \frac{v}{1-v} \sigma_n$, $\sigma_z = \sigma_n$) nebo vodorovné napětí ještě trochu zvýšit, zejména pro hloubky do 250 m, kde horizontální napětí převyšuje svislé několika-násobně, viz obr. 3.
6. Na povrchu často bývají málo pevné horniny (zeminy), které nejsou schopny vysoké horizontální napětí přenášet. To se proto objeví až v takové hloubce, kde jsou horniny dostatečně pevné.

POUŽITÁ LITERATURA

- BROWN, E. T. – HOEK, E. (1978): Trends in Relationship between Measured in Situ Stresses and Depth. – Int. J. Rock. Mech. Min. Sci. č. 4, s. 211
- GOODMAN, R. E. (1980): Introduction to Rock Mechanics. 1. vyd. – John Wiley a Sons, New York
- HERGET, G. (1987): Stress Assumptions for Underground Excavations in the Canadian Shield. – Int. J. Rock. Mech. Min. Sci. 1, s. 95
- JAEGER, J. C. – COOK, N. G. W. (1971): Fundamentals of Rock Mechanics, 3rd edition, Chapman and Hall, London
- KANAGAWA, T. aj. (1986): In situ Stress Measurement in the Japanese Island. – Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 1, s. 29
- Mc CUTCHEN, W. R. (1982): Some Elements of a Theory for in Situ Stress. – Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 4, s. 201
- NEDOMA, J. (1984): On the Global Geodynamic Model of the Earth. – Gerlands Beitr. Geophysik, Leipzig, 93/4, 1984, s. 241
- VACEK, J. (1979): In situ naměřená zatížení výztuže. Rudy č. 1, s. 12-18
- VACEK, J. (1990): Podobnost v hornické geotechnice. Rudy 36, No 8, pp. 189-199
- VACEK, J. (1990): Rock Massif Reaction to underground mining, 2nd European speciality conference NUMEG, Santander, Balkema, pp. 651-663
- VACEK, J. (1991): Similarity in Geotechnics and Calibration of Models from equivalent Materials, 32nd Symposium on Rock Mechanics, "Rock Mechanics as a Multidisciplinary Science", Oklahoma, Balkema, pp. 745-754
- WOROTNICKY, G. – DENHAM, D. (1976): The State of Stresse in Upper Part of the Earth Crust in Australia According to Measurements in Mines and Tunnels and from Seismic Observations. Advances in stress measurement, p. 71-82

STOKA F JAKO SOUČÁST PRAŽSKÉHO KANALIZAČNÍHO SYSTÉMU

AUTOŘI: Ing. PAVEL LEBR, Ing. JAROSLAV CHABR
VODNÍ STAVBY PRAHA, STAVEBNÍ DIVIZE 05

THE SEWER F AS A COMPONENT OF THE PRAGUE SEWAGE SYSTEM

THE ARTICLE DEALS WITH CONSTRUCTION OF THE SEWER F
IN PRAGUE-TROJA WHICH WILL BECOME ONE
OF THE CONNECTIONS

BETWEEN THE EXISTING SEWAGE SYSTEM AND THE FUTURE CONDUIT OF
SEWAGE WATER IN THE NEW SEWAGE DISPOSAL PLANT, WHICH WILL
BE BUILT OUT SIDE OF PRAGUE AREA.

1. ÚVOD

Stoka F, která se buduje v Praze-Troji, má být jednou ze spojek mezi současným kanalizačním systémem a budoucím přivaděčem odpadních vod do Nové čistírny odpadních vod (NČOV), s jejíž výstavbou se počítá mimo území města.

Přehodnocování koncepce umístění nové čistírny odpadních vod a zejména odklady doby její výstavby vedly k určitým změnám funkce stoky F v kanalizačním systému, s nimiž původní projekt nepočítal.

Během přehodnocování funkce stoky F se také vyvíjely názory na některé aspekty jejího konstrukčního řešení a způsob výstavby. Změny konstrukčního řešení však neměly přímou souvislost se změnami projektového řešení a vedením trasy.

2. ZMĚNY V KONCEPCI PROVOZU STOKY F

Výstavba stoky F byla zahájena v rámci t.zv. první stavby Nové čistírny odpadních vod.

Podle původního záměru měla první stavbu dále tvořit mohutná čtyřramenná shybka 4 × DN 2000 mm, která převede splaškové vody z ÚČOV na Císařském ostrově na pravý břeh Vltavy a napojení pravobřežních sběračů na první budovanou část přivaděče do NČOV v Hostině. Stoka F představovala jednu z těchto pravobřežních stokových přípojek.

V roce 1990 byla příprava NČOV zastavena a tím hrozilo zastavení i první stavby včetně stoky F. Nakonec se však podařilo najít cestu jak stavbu dokončit, zachovat její původní účel a zároveň provést takové úpravy, které umožní účelné využití první stavby včetně stoky F do doby, než bude zprovozněna NČOV.

Podle poslední platné projektové dokumentace bude nově budovaná stoka F spolu se stávající stokou E přivádět odpadní vody do nové shybky a do ÚČOV na Císařském ostrově. Shybka bude tedy

zprovozněna pro opačný směr toku odpadních vod než se původně počítalo. Trasa stoky F se musela poněkud změnit. Bude ale vybudována tak, že její napojení na budoucí přivaděč do NČOV bude stavebně připraveno a změna její funkce na původně předpokládanou bude provozně jednoduchá. Přejít na odvedení odpadních vod do NČOV již nezasáhne stavebními pracemi areál ZOO a eventuelní dopad na životní prostředí bude minimální. Do té doby bude stoka F odlehčovat současnou trasu stoky E.

3. CHARAKTERISTIKA STOKY F

Stoka F je v převážné délce své trasy budována v ražené štolě. Ražená část začíná objektem rozdělovací komory, kterým se v budoucnu napojí na stoku E. Přibližně uprostřed její délky je v současné době těžní věž. V tomto místě kříží mimoúrovňově trasu bohnického sběrače, který se zde na stoku F napojí dvěma spadišti a spojnou komorou. Štola končí portálem na území pražské zoologické zahrady v místě bývalého pavilonu šelem. Stoka bude pokračovat novou shybku pod tokem Vltavy do intenzifikované ÚČOV.

Stoka F je vedena ve velké hloubce pod povrchem, takže křížení se všemi inženýrskými sítěmi je bezkolizní. Konstrukčně je řešena jako monolitická betonová konstrukce kruhového průřezu s vnitřním lícem obloženým keramickými tvárnici. Sklon stoky ve směru ke shybce je zpočátku 1‰ a za spadištěm, tj. po napojení bohnického sběrače, se zvětšuje na 4,45‰.

4. INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z velkého množství archivních sond a doplňujících průzkumných vrtů vyplynulo, že ražená štola prochází převážně zdravými nebo

mírně navětralými algonkickými břidlicemi. Tuto prognózu ražba v zásadě potvrdila. U těžní šachty se nachází poruchové pásmo styku algonkia a ordoviku. Na povrchu se projevuje depresí, kterou je vedena ulice Pod Hrachovkou.

Poněkud obtížnější geotechnické podmínky pro ražbu jsou pod Trojskou ulicí, tj. na počátku trasy v blízkosti rozdělovací komory. V tomto úseku prochází štola vrstvou kamenito-hlinité sutě s úlomky břidlic a pokračuje ve slabě zvětralých algonkických břidlicích až do zdravého podloží.

Celkově je možno konstatovat, že v převážné dálce trasy štoly je možné vystačit s poměrně lehkým dočasným zajištěním díla. Od počátku však bylo zřejmé, že razicí práce ovlivní hladiny spodních vod v dotčeném území. Byla proto zpracována pasportizace studní a bylo zajištěno průběžné sledování jejich hladin.

5. KONSTRUKCE STOKY

Stoka má kruhový příčný průřez DN 2400 mm, obezděný keramickými tvárnici CS 5-24 z Keramických závodů Poštorná. Keramické tvárnice jsou propojeny ocelovou výztuží a dutiny tvárnice vyplněny cementovou maltou.

Dodavatel stavby a generální projektant Hydroprojekt Praha navrhovali alternativní řešení, které mělo zajistit zrychlení výstavby a zároveň vodotěsnost stoky: polyetylenové trouby zatažené do zajištěného výrubu, na místě vzájemně svažené a dodatečně aktivované vybetonováním mezilehlého prostoru.

Jiná verze počítala s využitím důkladně opevněné plochy výrubu. Betonové dno s kynetou by bylo obloženo kameninou a beton kaloty by byl chráněn polyetylenovým obložením zakotveným trny do betonu definitivní obezdívky. Uvažovalo se i o celoplošném obložení betonového opevnění plochy výrubu kameninou.

Budoucí provozovatel stoky však žádné variantní řešení nepřijal. Jako hlavní důvody odmítnutí uváděl dodržení jednotného charakteru stok pro usnadnění provozní údržby a ověřenou životnost kameniny.

Přijatý charakteristický řez stokou je na obr.

6. VÝVOJ NÁZORŮ NA VÝSTAVBU ŠTOLY

Ražba se provádí klasickým způsobem s použitím trhavin. Původní projekt počítal s vystrojováním raženého profilu poddajnou ocelovou důlní výztuží K 21, horní díl velikosti 00-0-6, boční 00-0-12 prodloužený. Maximální šířka profilu 4,2 m, výška 3,5 m, teoretická plocha výrubu 12,92 m². Pro zajištění výrubu mezi rámy důlní výztuže byly předepsány železobetonové pažnice, pro předrážení v zeminách a v podzemních objektech (spojná a rozdělovací komora a pod.) pažnice Union. Základní vzdálenost rámu z ocelové důlní výztuže byla stanovena na 1 m.

Prostor mezi pažnicemi a výrubem měl být zaplněn zamaltováním a dodatečnou injektáží. Ve dně štoly byla předepsána drenáž \varnothing 160 mm obsypaná štěrkopískem.

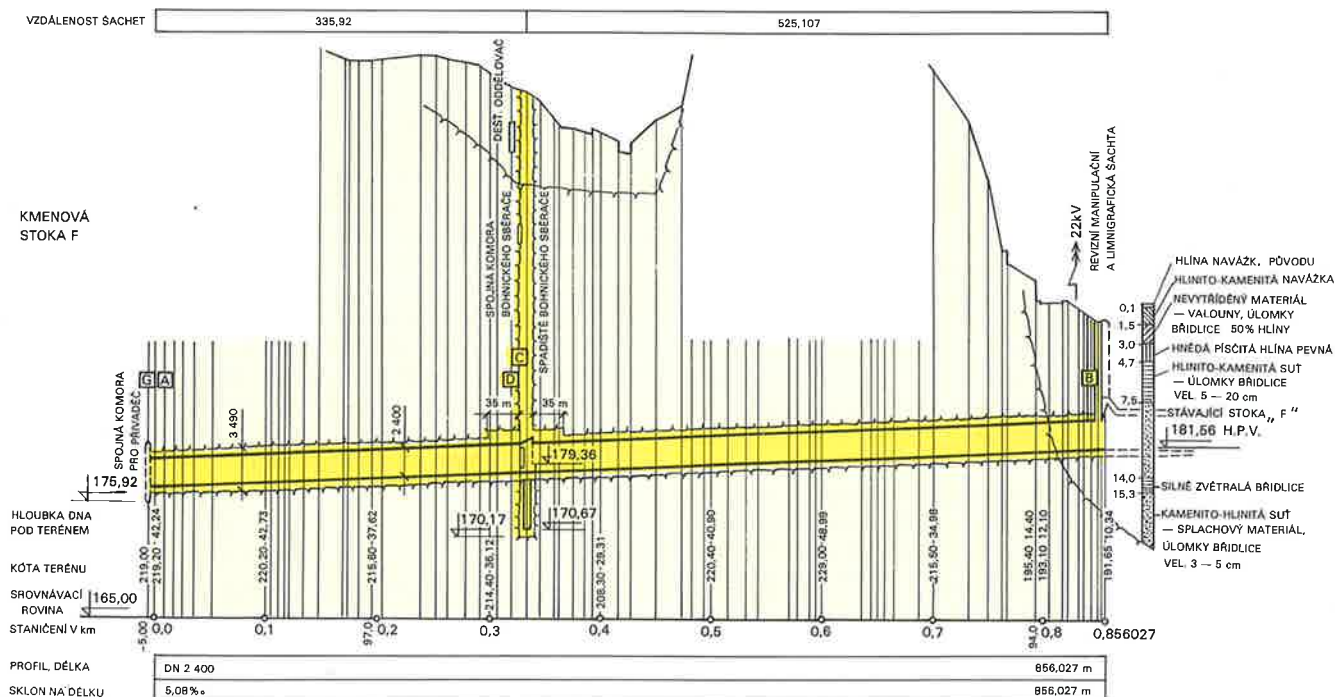
Až po zahájení ražby uplatnily orgány místní správy požadavek, aby vlivem ražeb nedošlo k trvalé změně hydrologického režimu v okolí stoky drenážním efektem stavby. V této souvislosti je nutno připomenout, že injektáže pro utěsnění prostoru mezi výrubem a pažnicemi nejsou již svou podstatou zcela spolehlivé.

Dodavatel stavby proto navrhl výstavbu štoly Novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Podchycení a dočasné vystrojení výrubu stříkaným betonem a svorníky dávalo předpoklad, že prostor mezi horou a konstrukcí vlastní štoly bude dostatečně kompaktní. Pro použití stříkaného betonu svědčila i skutečnost, že s jeho pomocí je možné již při výstavbě dočasného vystrojení sanovat povrch výrubu a tím omezit přítoky vody do prostoru štoly. Generální projektant nemohl v té době z kapacitních důvodů přepracovat projektovou dokumentaci. Vodní stavby proto požádaly stavební fakultu ČVUT v Praze o zpracování studie, která by zformulovala nový způsob výstavby štoly v daných geotechnických podmínkách.

Studie přehodnotila především profil štoly ve vztahu ke konstrukci a rozměrům stoky. Návrh ČVUT zpočátku uvažoval se zmenšením průřezu, ale podrobnější rozbor ukázal, že s ohledem na provoz během výstavby není tato možnost reálná. Dále byl stanoven typ svorníků a jejich aplikace, základní tloušťka ostění ze stříkaného betonu, systém kontrolních konvergenčních měření a nový způsob výstavby byl doložen statickým výpočtem.

Nejdůležitějším přínosem nového způsobu výstavby bylo zkvalit-

SHYBKA POD VLTAVOU — PODÉLNÝ PROFIL



nění podzemního díla a v neposlední řadě také orientace dodavatele stavby na progresivnější technologii výstavby. Nezanedbatelné jsou i úspory oceli.

Konstrukce vlastní stoky zůstala bez jakýchkoliv změn.

7. STOKA MUSÍ BÝT VODOTĚSNÁ

Spolu s vývojem názorů na výstavbu štoly byla přehodnocována otázka vodotěsnosti stoky. Budoucí provozovatel Pražská kanalizace a vodní toky připouští tak malé průsaky, že to znamená postavit stoku prakticky vodotěsnou.

Konstrukce stoky z keramických tvárníc a s tím související postup výstavby ale tak vysokou míru vodotěsnosti prakticky nemůže zajistit. Po důkladném rozboru dodavatel stavby konstatoval, že tak dokonalé utěsnění je možné dosáhnout jen úplnou ochranou sběrače hydroizolací.

V konkurzním řízení byla vybrána folie a technologie firmy SIKA. Přímým dodavatelem hydroizolace bude firma Izolace Jindřichův Hradec, která zastupuje firmu SIKA a je z jejího pověření také nositelem příslušného know-how.

Stříkaný beton dočasného vystrojení štoly je pro vybranou hydroizolaci vhodným podkladem. Jak konstatovali technici dodavatele, je i kvalita dosud realizovaných povrchů dočasného vystrojení zcela vyhovující a nevyžaduje další úpravy.

Umístění hydroizolace je zřejmé z obr. Prostor mezi tělesem stoky a hydroizolací bude zaplněn stříkaným betonem.

8. VÝSTAVBA ŠTOLY PRO STOKU

V počátečních fázích výstavby štoly postupovala ražba podle původního technologického postupu, tj. záběr 1 m a dočasné vystrojení na důlní rámovou ocelovou výztuž.

Přestože již bylo zřejmé, že přejdeme na Novou rakouskou tunelovací metodu, nemohli jsme opustit původní způsob dočasného vystrojování, protože ještě nebyla pro tuto technologii zpracována statika. Dále bylo nutné, v souvislosti s uvažovaným přechodem

na NRTM, posoudit délku pracovního záběru, protože z ekonomických a výrobních důvodů bylo žádoucí pracovat minimálně s dvoumetrovými postupy.

Na formulaci nové technologie výstavby se podíleli Hydroprojekt jako generální projektant, dodavatel stavby a především prof. ing. Jiří Barták, DrSc z katedry geotechniky stavební fakulty ČVUT v Praze. Současně byl vypracován nový projekt trhačích prací, který byl důsledně orientován na hladký výlom. Dočasné vystrojení tvoří stříkaný beton jmenovité tloušťky 50 mm, ocelová síť s oky 100 × 100 mm kotvená svorníky do horninového masivu a další vrstva stříkaného betonu tl. 100 mm.

Pro optimalizaci dočasného vystrojení a kontrolu stability jsou v obezdívce ze stříkaného betonu zabudovány olejové snímače napětí a pod povrchem vnitřní obezdívky strunové tenzometry.

Během výstavby došlo i k určitým změnám v technologii stříkaného betonu. Na základě kontrolních zkoušek jsme přešli na jiný druh kameniva, které lépe vyhovovalo optimální křivce zrnitosti. Dále byl zaveden nový urychlovač tuhnutí betonu URL 2 místo problematického vodního skla.

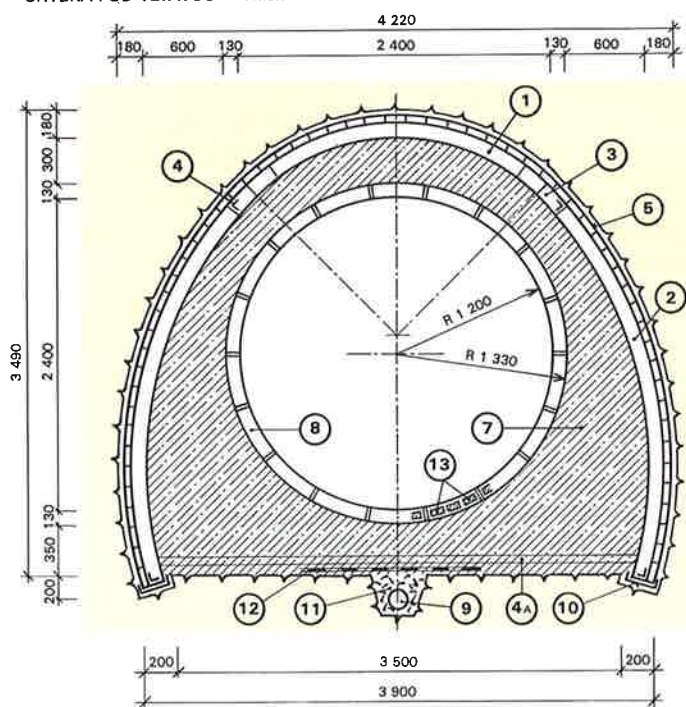
Použitý tuzemský stroj SSB 030 na stříkání betonu tzv. suchou cestou se plně osvědčil. Výkonem, spolehlivostí a hmotností se vyrovná dříve používaným strojům BHSE. Výhodou je nasávání suché betonové směsi z důlních vozů, podstatně nižší pořizovací náklady a levnější náhradní díly. To je také jednoznačná odpověď na otázku, zda dovážet nebo nedovážet tyto stroje ze zahraničí jako v minulosti.

Slabším místem výstavby je těžní věž PŠ 2673. Při dvou obsluhovaných čelbách je nutné pečlivě synchronizovat práce tak, aby nedocházelo k časovému souběhu těžení rubaniny. Kapacita těžní věže byla také jedním z důvodů pro přesun stříkaného betonu do třetí (noční) směny.

9. ZÁVĚRY Z VÝSTAVBY ŠTOLY

Budování stoky F jsme zahajovali v jiných ekonomických podmínkách než jaké platí v současnosti. Tato změna vedla i k novému pohledu na technologii výstavby a vlastnosti podzemního díla.

SHYBKÁ POD VLTAVOU — PŘÍČNÝ REZ STOKOU „F“



F = 12,92 m ²	
ST — 0,000 — 0,29252	} VZDÁLENOST RÁMŮ 1 m
ST — 0,36932 — 0,68815	
ST — 0,6938 — 0,76204	
CELKEM: 679,59 m	
ST — 0,76768 — 0,84213	} VZDÁLENOST RÁMŮ 0,5 m
CELKEM: 74,44 m	

- 1 — HORNÍ OBLOUK
- 2 — BOČNÍ OBLOUK PRODLOUŽENÝ
- 3 — TÁMENOVÝ SPOJ
- 4 — PODÉLNÉ ROZEPŘENÍ RÁMŮ
- 4 A — PŘÍČNÉ ROZEPŘENÍ RÁMŮ
- 5 — PAŽENÍ PŘÍLOŽNÉ
- 7 — VODOSTAVEBNÍ BETON
- 8 — KERAMICKÝ OBLKAD
- 9 — DRENÁŽ
- 10 — SVAŘOVANÁ SÍŤ
- 11 — ŠTĚRKOPÍSKOVÝ OBSYP
- 12 — IZOLACE PROTI VODĚ
- 13 — VLOŽKY DO DUTINY TVÁRNIC Ø 8



ŽELEZNIČNÍ TUNEL KRUMMNUSBAUM-SÄUSENSTEIN (RAKOUSKO)

AUTOR: Ing. KAREL BOROVSÝ a. s. METROSTAV – TECHNICKÝ ODBOR

**RAILWAY TUNNEL KRUMMNUSBAUM – SÄUSENSTEIN / AUSTRIA
THE ARTICLE DESCRIBES CONSTRUCTION OF THE
WEST-EUROPEAN RAILWAY NETWORK IN THE TERRITORY
OF LOWER – AUSTRIA, NAMELY THE RAILWAY TUNNEL
THAT REPRESENTS AN IMPORTANT STEP INTO THE 21ST CENTURY INTO
THE 21ST CENTURY OF THE AUSTRIAN RAILWAYS .**

Spolková republika Německo přikročila k rozsáhlému programu výstavby vysokorychlostních tratí, které budou napojeny na západoevropskou železniční síť. Rovněž náš jižní soused Rakousko má v plánu dobudovat železniční síť pro vysoké rychlosti, která bude integrální součástí výše zmíněné soustavy tratí. Vedení nových tras v hustě zastavěných územích přináší četné potíže z hlediska prostoru, ochrany území, ochrany obyvatel a další. Součástí tras je řada tunelových staveb. O jedné, budované v současné době na trati Vídeň – Linec přináší několik informací následující článek.

KOLEJE DO BUDOUCNOSTI – OBJEZD KRUMMNUSBAUM – SÄUSENSTEIN ZÁPADNÍ DRÁHA BUDE EVROPSKÁ DRÁHA – EUROPABAHN

Objezd Krummnussbaum – Säusenstein je prvním velkorysým projektem rakouské Západní dráhy a směřuje přímo k cíli. Od října 1990 je v srdci Dolního Rakouska realizován projekt, který představuje důležitý krok rakouských drah do 21. století – odjezd K–S. Tento střízlivý příklad je první v řadě, stavějící se před velké stavební předsevzetí, které vytvoří ze Západní dráhy mezi St. Pölten a Attnang – Puchheim moderní vysokorychlostní dráhu evropského standardu.

Zásady evropského standardu říkají:

- zkrácené, na služby se orientující cestovní časy
- automatické vlakové systémy
- přehledné jízdní řády
- pohodlné přestupy mezi základní a regionální železniční sítí
- další nabídky ve službách, které činí cestování po železnici zdravým.

TUNEL KRUMMNUSBAUM – SÄUSENSTEIN (viz situace)

Slavnostní zarážka a křest tunelu podle jména tunelové kmotry Herlinde se konala 24. září 1991.

Stavba byla zahájena 15. října 1991, přičemž povrchové stavební objekty a přípravné práce byly zahájeny před tímto termínem. Podle harmonogramu následovalo zahájení ražby jak ze západního, tak z východního portálu. Ražba probíhá v horninách, jejichž kvalita odpovídá výsledkům geologického průzkumu, takže se

doposud průběh stavby odvíjí cenově a termínově podle původních předpokladů.

Prorážka kaloty se uskutečnila 19. 3. 1992 ve staničení železničního km KM 99 + 444,80 (TM – OST 2104,80, TM – WEST 2 530,20), průměrný denní výkon obnášel v každém pracovním dnu 12,88 m postupu, maximální měsíční výkon byl dosažen v únoru 1992 492 m, tj. 16,90 m za den. Současně s ražbou kaloty byla odtěžována lávka a spodní klenba tunelového průřezu. K 14. květnu bylo nutno ještě dotěžit 1 500 m jádra. S betonáží vnitřního ostění bylo započato 25. dubna 1992.

Na západním portálu je vytěžený materiál z tunelu upravován a bude zužitkován jako kamenivo do betonové směsi pro desku dna (protiklenbu), opěry a vlastní klenbu tunelu.

Při ražbě z východní strany byl vytěžený materiál doposud používán pro kamenitý násep železniční vlečky a pro zhotovení protihlukového valu. Od začátku září 1991 je dostavěna železniční vlečka do prostoru východního portálu, takže značná část dopravy materiálu je prováděna po kolejích. Dostavba podchodu Neudastrasse byla stanovena ve stavebně-dopravních pracích jako speciální činnost na konec září 1991. Stavba nadjezdového mostu zemské silnice L-5320 u západního portálu byla z 99 % dokončena. Hrubé stavební práce budou dokončeny dle plánu v dubnu 1993.

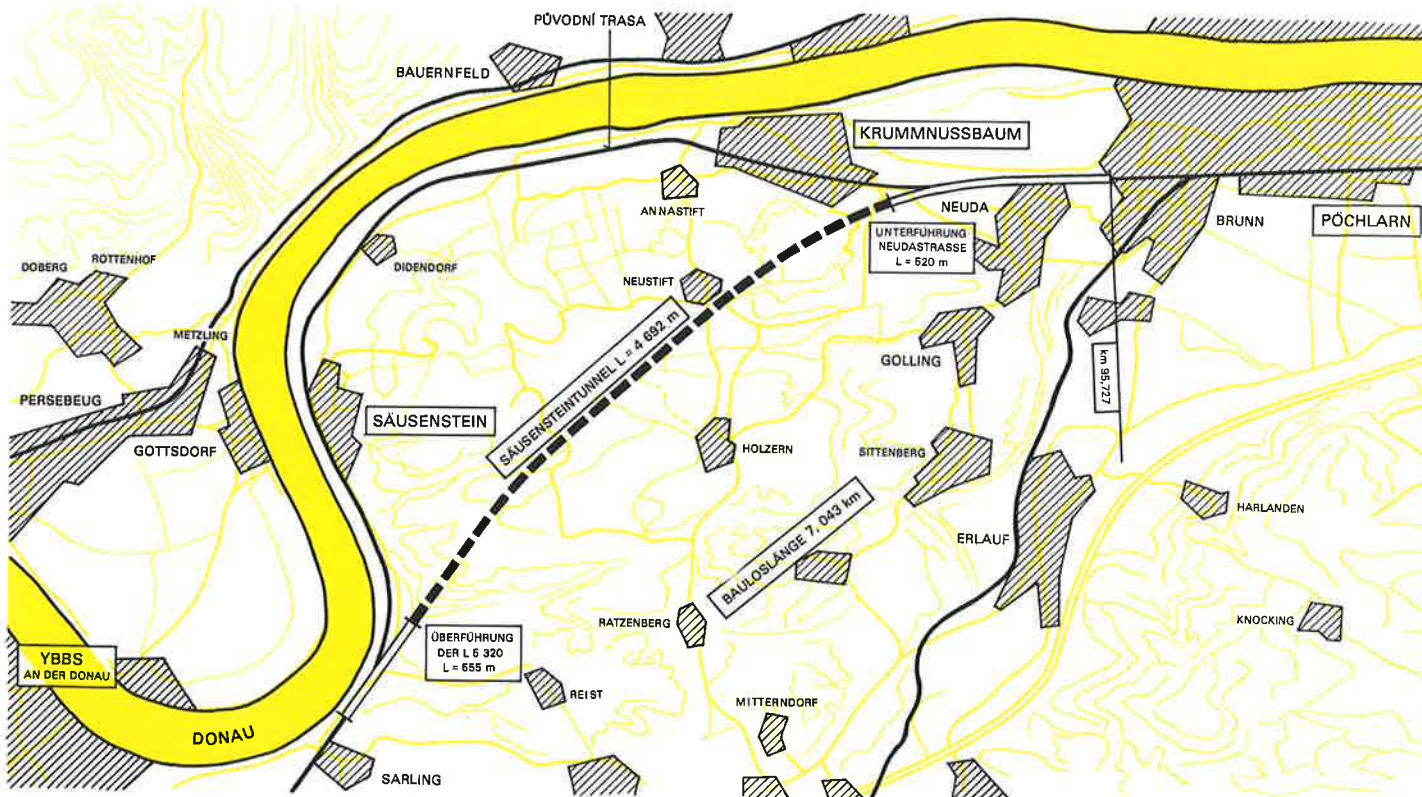
Závěrem následuje položení kolejí na zpevněný jízdní spodek jakož i montáž provozních zařízení.

Uvedení do provozu se předpokládá na **začátek roku 1994.**

PROJEKT V ČÍSLECH

Celková délka nové trasy, která je kratší o 2,305 km stávající je	7 043 m
Délka Säusensteintunelu	4 692 m
Min. R zatáček	3 500 m
Příčný profil tunelu	120 m ²
Max. stoupání	0,5 %
Provozní rychlost	200 km/h
Vlastní náklady	cca 950 mil. Sch.
Zahájení stavby	15. 10. 1990
Konec hrubých stav. prací	duben 1993
Uvedení do provozu	zač. 1994
Počet zaměstnanců	prům. 160

SITUACE TUNELU – DIE NEUE STRECKE



GEOLOGICKÝ PŘEHLED

Velká část raženého tunelu je vedena v granulitech českého masivu (na rakouském území se sklonem na jih od Dunaje). Granulit je většinou světlá, jemně zrnitá, jasně břidličnatá hornina. Složena je převážně z křemene a živce. Krystalické horniny českého masivu byly na konci geologického období terciéru postiženy hlubokým zvětráváním, při kterém byly přeměněny z části na kaolinit – kaolinizace (důležitá součást hlíny a jílu).

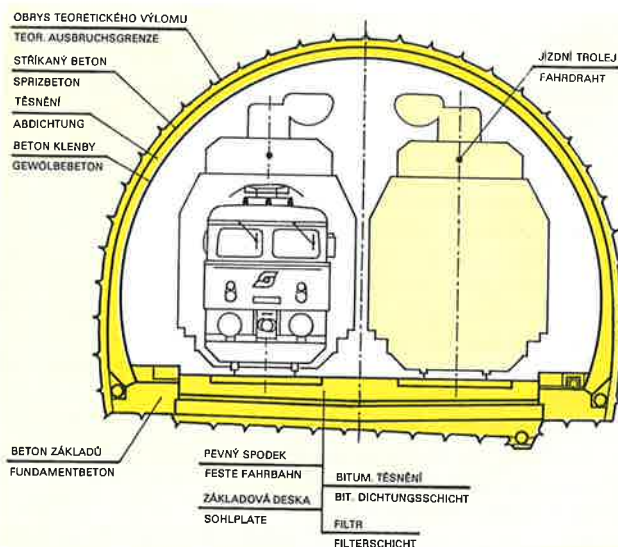
Tunel prochází 3 geologickými formacemi:

- úsek nadložních sedimentů u východního portálu t.zv. Rath-Senke (Rathská deprese)
- úsek ve zvětralém krystaliniku
- úsek ve zdravém krystaliniku

JAK SE STAVÍ?

V portálových předcích tunelového pásma bylo kvůli nestabilním podmínkám (zeminy, zvodnělé horniny, podzemní i povrchová voda) stavěno pod t.zv. ochrannou střechou – přitom byly vybudovány nosné betonové konstrukce (stropy) a teprve pod nimi byly raženy tunelové trouby.

V oblasti t.zv. Rath-Senke, kde nadloží má jen 4 m mocnost a je silně zvětralé, je pro zajištění vlastní ražby nasazeno tzv. vysokotlaké zamní maltování (HDBV nebo HDI) horizontálními pilotami, dlouhými 15 m, průměru 60 až 70 cm. V pevných horninách byl tunel ražen NÖTM – Novou rakouskou tunelovací metodou s konvenčními trhacími pracemi. Vylomený prostor byl zajištěn stav. ocelovým pletivem, kotvami a stříkaným betonem. Definitivní vztuž sestává z 25 až 30 cm tl. betonové vnitřní obezdívky.

SITUACE TUNELU PŘÍČNÝ PROFIL F = 120 m²

CO ŘÍKAJÍ MÍSTNÍ OBYVATELÉ

Stavba není žádný „lázeňský park“, již zcela nikoliv, když to říká stavbyvedoucí Herbert Renner o největším stavebním projektu od doby legendární dunajské elektrárny Ybbs-Persenbeug. Mezi vedením stavby a místními obyvateli je nastolen dobrý vztah spolupráce, který spočívá především v informovanosti a řešení vzájemných střetů.

ZPRAVODAJSTVÍ MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE ITA/AITES



INFORMACE O ČINNOSTI ČESKOSLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

Od posledního zasedání Čs. komitétu, které se konalo v dubnu v Bratislavě s péčí Doprastavu Bratislava se uskutečnily některé odborné akce:

1. Ve dnech 2. a 3. září 1992 se konala v Praze konference „NUMEG“ o numerických metodách v geotechnice, která byla vedena pracovníky Ústavu geotechniky ČSAV a při jejíž přípravě se aktivně zúčastnili členové tunelářského komitétu. Konference byla navštívena řadou zahraničních odborníků a znovu prokázala značnou úroveň československých odborníků z této oblasti.
2. Ve dnech 23. až 25. září 1992 se konala vědecká konference stavební fakulty Technické univerzity v Košicích, která ve své odborné sekci „dopravní stavby“ a „geotechnika“ se rovněž zabývala tunelovými stavbami. Význam této konference spočívá zejména v tom, že i na východním Slovensku vstoupili odborníci v podzemních stavbách do odborného jednání a s propagací podzemních staveb vůbec.
3. Ve dnech 20. až 22. září 1992 byli na návštěvě v Československu členové Norského tunelářského komitétu, kteří se setkali jednak s některými členy Československého komitétu a uspořádali seminář o stavbách v Norsku, zejména o silničních tunelech a velkých kavernách, pro zájemce v Praze. Norský komitét se rovněž zúčastnil jednání v Bratislavě a Košicích. Celá návštěva byla připravena členy Československého tunelářského komitétu a jeho sekretariátem.

Mimo odborné akce se sešlo předsednictvo komitétu dne 10. září 1992 v Bratislavě, kde projednalo zejména dva důležité body:

1. Další postup tunelářského komitétu v případě nového uspořádání Československé federace. Závěry ze zasedání předsednictva budou projednány na zasedání celého komitétu, které se konalo koncem října 1992 v Košicích na pozvání Rudného projektu Košice.
2. Druhým bodem jednání předsednictva byla činnost pracovních skupin a zastoupení Československa v těchto pracovních skupinách.

Sekretariát Československého tunelářského komitétu byl rovněž informován o členství ve výkonném výboru, ve kterém došlo k tomu, že německá strana uvolnila jedno křeslo ve prospěch československého zástupce. Tento návrh bude ovšem projednán na výkonném výboru a jeho výsledky budou sděleny Československému komitétu později.

Sekretariát komitétu rovněž rozeslal mezi všechny členy komitétu oficiální časopis ITA/AITES a rovněž zpravodaj Československého komitétu TUNEL, až po číslo 3. Rozeslání žurnálu, zejména zahraničního, umožňuje získání větších informací pro všechny členy komitétu.

Sekretariát rovněž připravil říjnové zasedání komitétu v Košicích ve spolupráci s místopředsedou ing. Tóthem z Rudného projektu Košice.

Ing. Jaroslav Grán
a. s. METROSTAV

JAPONCI NA STUDIJNÍ CESTĚ V PRAZE

Společnost Teito Rapid Transit Authority z Tokia je organizací, která se zabývá budováním nových linek rychlého městského dopravního systému. Výstavbou japonské podzemní dráhy nové generace. Tato společnost zorganizovala v srpnu návštěvu Evropy. Její zásluhou sem přiletělo 53 zástupců významných japonských stavebních firem i výrobců techniky. Těch kteří mají velmi blízko k oboru podzemního stavitelství. Zejména tokijského metra. Cílem cesty byla tři evropská města, v tomto pořadí: Moskva, Praha a Řím.

Ve středu 26. srpna vyrazila na „turné po pražském metru“ od hotelu Intercontinental 53 členná skupina Japonců. Byla doprovázena československými tlumočníky „japonštináři“, ale i průvodci z Metrostavu. O bezpečné seznámení s metrem se staral ing. Vladimír Lánský s ing. Josefem Tomkou. Času bylo málo, ale zvědavost i neúnavnost japonských odborníků byla až fenomenální. Nedokázala ji zlomit ani téměř chorobná odanost ke tmavým oblekům s těsnou kravatou, které nesundali v den kdy bylo snad ještě větší vedro než prorokoval stoletý český kalendář. Ani představa, že s nimi projdou pražským podzemím.

I zdánlivě bezvýznamné části metra se snažili vtěsnat do hledáček svých kamer, navíc jedním okem přilepení na mapě Prahy a s jedním uchem ucpaným sluchátkem – napojeným na odborný výklad. S miniaturní krátkovlnnou vysílačkou byl se všemi spojen Dr. Zdeněk Hrdlička (nejen tlumočník, ale i znalec Japonska – kromě svého zájmu o tuto zemi zde 11 let pracoval).

Útočištěm se stalo „béčko“, trasa metra, kterou si sami Japonci vybrali, zejména přestupní stanice Můstek. Na konečné přišla na řadu výstavba stanice Butovická. Se zajímavým pohledem na ocelové mostní přemostění. Stavbu budoují pracovníci z divize 3. Průvodcem Japonců se stal ing. Josef Daniel. Zasedací místnost na stavbě dočasně změnila svou podobu: na konferenční sál, který snese i improvizovanou tiskovku. Chyběl tu jenom „air-condition“, z kapes Japonců putovaly ven malované papírové vějíře. Personál cestovní kanceláře včetně Sauri, hubené japonské průvodkyně, zůstal na chodbě. Ale v místnosti zněla japonština jak ve filmu. Na její rytmus si naše ucho již zvyklo, překlad však potřeboval odborníka. A bylo co tlumočit. Od dotazů na hloubku stanic, nové technologie, plán další výstavby metra,



řešení ventilace podzemí až po sociální problémy ve městě, které má na svědomí hluk, či omezení provozu dopravy v blízkosti staveniště.

Naopak o názor na pražské metro pro naše noviny jsme požádali ředitele konstrukční kanceláře výstavby nové trasy tokijského metra pana Takeshi Sukegawa.

„Z prohlídky podzemní dráhy mám dobrý dojem. Řešení stanic i kultura cestování, kdy často eskalátory směřují až na povrch, signalizují, že jeho tvůrci dobře věděli co obyvatelstvo potřebuje. Výhrady bychom mohli mít ke hlučnosti souprav metra i k jejich vzhledu. Na náš vkus poněkud zastaralé! Na druhé straně – prostory metra a zejména vagóny metra jsou velmi čisté. Musím přiznat, že víc než v Tokiu.“

Jaký je váš názor na novou rakouskou tunelovací metodu?

„Tuto otázku mohu z našeho hlediska těžko posoudit. Tokijské podzemí je velice měkké, v našich podmínkách se metoda nedá použít. V Tokiu používáme razicí štít s přetlakem vzduchu na čelbě.“

Pane Sukegawa dovolte ještě otázku na závěr. Co vás v Praze nejvíce překvapilo? Z té dobré, ale i špatné stránky?

„My jsme do Prahy přiletěli teprve včera, neměli jsme tedy šanci vidět to ... řekněme, špatné. Navíc zdůrazňuji, že jsme přiletěli z Moskvy!“

Prezident společnosti pro vývoj metra v Tokiu ing. Dr. Takeshi Watanabe poděkoval pracovníkům Metrostavu za přívětivé přijetí a čas věnovaný tak početné skupině návštěvníků. I za profesionální výklad a poskytnuté informace o pražském metru, které mohou být i pro Japonce inspirací.

Petr Podloucký
a. s. METROSTAV

Japonská delegace v pražském metru

BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE POŽADAVEK DOBY
BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE PŘEDPOKLAD ÚSPĚCHU

PROTO JE ROZUMNÉ ČÍST



VYDÁVÁ HOSPODÁŘSKÉ VEDENÍ A.S. METROSTAV

Redakce čtrnáctideníku Metrostav
Dělnická 12, 170 04 Praha 7
telefon 87 23 499, fax 87 74 95

ZPRAVODAJSTVÍ TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES



5. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE „CONFERENCE ON UNDERGROUND SPACE AND EARTH SHELTERED STRUCTURES“ – DELFTSKÁ UNIVERSITA, NIZOZEMÍ

Využití podzemí jako další prostorové úrovně pro život člověka se dostává víc a víc do popředí zájmu odborníků-futuristů, zabývajících se perspektivou dalšího života lidstva na naší planetě. Důvody jsou zřejmé – populační exploze, hlavně velkých měst rozvojového světa, vzrůstající nároky měst civilizovaného světa, zrychlený životní rytmus, krize z nadbytkem, ale také v neposlední řadě ekologické důvody odrážející původní krajinný reliéf a flóru.

Hlavní roli v nových perspektivních technických projektech podzemních staveb hrají stavební projektanti, architekti a specialisté technických zařízení, ale vzhledem k hlubším a citlivým aspektům vyplývajících ze života a činnosti člověka se otázkami spojenými s rozvojem podzemí jako dimenze života zabývají i psychologové, lékaři, právníci, politici, zahradní architekti či ekologové.

Právě takovým širším pohledem na využití podzemních prostor se zabývala 5. mezinárodní konference, konaná ve dnech 2.–5. srpna 1992 v historickém městě Delft.

V krásném prostředí universitního města, které se může pochlubit hlavně bohatými historickými památkami z období 10. až 17. století představovanými mohutnými gotickými kostely, měšťanskými domy, starobytlou sítí kanálů, ale i Vermeerovými obrazy a známou delftskou keramikou, se sešlo na 200 odborníků z 24 zemí světa, z nichž největší podíl byl – kromě hostitelů – z Japonska a Číny. Naše republika měla zastoupení šesti odborníky ze stavebních firem Vodní stavby a Metrostav a projektanty z Techniky Bratislava a Košice.

Témata hlavních referátů i práce sekcí zahrnovala rozsáhlou problematiku jako územní plánování, právní apolitické aspekty, projektování, podmínky a možnosti vlastního využití, stavební

konstrukce, udržování a samozřejmě ekonomiku výstavby i provozu.

Ze stovky zajímavých referátů bych rád vyzdvihl informace o projektech rozsáhlých podzemních obchodních center v Japonsku, projektu skalního Guggenheimova muzea v Salzburku, konstrukci podzemního autobusového nádraží v Amsterdamu nebo návrhu na provádění největšího světového urychlovače v Texasu. Vedle těchto pro nás v současné době nedostupitelných projektů bylo hodně referátů věnováno i projektům či technologiím, které lze okamžitě aplikovat u naší současné výstavby podzemních garáží, vestibulů metra, podchodů, dopravních tunelů či kolektorů sítí. Také další poznatky ze zkoumaného vlivu podzemních prostor na fyziologický a psychický život člověka, z vývoje nových materiálů nebo stanovování ekonomické efektivnosti či návratnosti investic mají pro naše začínající odvětví, využívání podzemí jako prostorové dimenze, ohromný význam.

Také v příštím roce bude v Nizozemí významná konference. Tunelářská asociace ITA-AITES připravila na 19.–22. 4. do Amsterdamu konferenci zaměřenou na výběr a volbu tunelovacích metod. Program témat a referátů slibuje, že to bude setkání světové tunelářské elity, s možností výměny zkušeností z významných tunelových staveb současné doby nebo projektů nejbližších let.

Ing. Petr Vožarik
a. s. METROSTAV

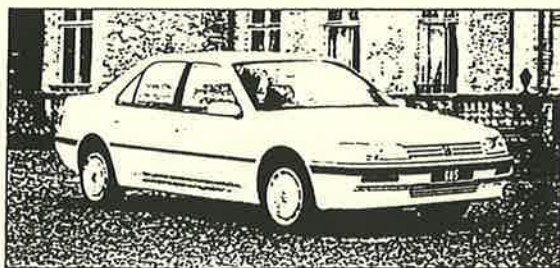
NABÍZÍME

PRONÁJEM VOZŮ S ŘIDIČI

pro přepravu osob a nákladů
do 750 kg v tuzemsku i zahraničí
vozidly

FORD TRANSIT
(řidič + 8 osob)

PEUGEOT 605
(řidič + 4 osoby)



ZA VÝHODNÉ CENY

METROSTAV

osobní doprava
Dělnická 12, 170 04 Praha 7
Tel.: 87 23 308 (24 hodin)
Fax : 80 99 06

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB



PODLE TÝDENÍKU NEWSWEEK THE TOTTERING TOWER (KYMÁCEJÍCÍ SE VĚŽ – VĚŽ HROZÍCÍ PÁDEM)

Luciano Pierini je jeden z hrstky lidí, kteří ještě dovolovali vystoupat na naklánějící se věž v Pize. Ale ani Pierini, který střežil věž 24 let se už nepotěší návštěvou 819 let starého architektonického zázraku, který je uzavřen pro veřejnost od roku 1990. „To zlomí některá srdce“ říká. „Předtím byla plná života. Teď bych se nedivil, kdyby spadla z osamělosti.“

Nestalo by se tak, kdyby moderní technika věděla jak na to. Věž, která je odkloněna od kolmice téměř 5 m, hrozila po staletí pádem, ale hádanka, jak zastavit její pomalý pohyb nabyla nové naléhavosti zvláště poté, co 900 let stará věž v Pavii spadla a zabila 4 lidi. Počátkem tohoto měsíce dělníci ukončili utahování „opasku“ z 18 ocelových lan kolem spodního ochozu, jehož stěny jsou v nebezpečí zhroutení z napětí, vznikajícího z výchylky. Mezinárodní komise expertů pro geologii a architekturu se sešla v Římě, aby zabezpečila projekt a dále umístila 600 tun olova jako protiváhu na severní stranu základu, a tím vyvážíla její jižní nachýlení. Práce začnou tento podzim. Právě se dělají studie na trvalé měření.

Fakt, že se věž naklání a ještě nespadá, překvapoval inženýry a architektury už když se věž začala v roce 1173 stavět. „Jestliže věž ještě stojí je to proto, že byly vytvořeny nám neznámé rovnováhy“ řekl novinářům nedávno prof. Giovanni Urbino, bývalý vedoucí Ústředního ústavu pro rekonstrukce. Někteří kritici obhajují striktní politiku: „ruce pryč“ od ní. Naposledy se komise odvážila „dotknout“ se věže sdělením, že injektování podloží v roce 1934 zvětšilo průměrnou odchylku, která původně byla 1,2 mm/rok.

Hlavní problémy s věží jsou: vzrůstající napětí ve stěnách spodních galerií a kolísající hladina spodní vody. Geologické podloží Pisy je vytvořeno pískem, bahnem a jílem s neobyčejně vysokou hladinou spodní vody. Čerpání podzemní vody během posledních desítek let ještě horšilo vychýlení. Komise doporučila, aby studně v okruhu půl kilometru od věže nebyly používány.

Byla navržena také méně pravděpodobná, ale dramatičtější alternativa: přechodné snesení zvonice, jejíž váha odpovídá téměř polovině ze 14 062 tun váhy věže. Zatímco umělci historikové a prodávací suvenýrů se otřásají hrůzou při pomyslení, že by se změnil vzhled věže, jiní usilují o prodloužení jejího života. Ale léčba

může být horší než choroba. Je mnoho známých věží, ale jen jedna z nich se naklání. Kontroverzní umělecký historik Vittorio Sgarbi to snad nejlépe řekl v týdeníku Europeo: „Lepší by bylo ji vidět spadnout a vzpomínat jak se nakláněla než uvidět, jak ji omylem narovnali.“

Ing. J. Ratajová
a. s. METROSTAV

KONCEPT PROJEKTU ŽELEZNIČNÍHO TUNELU POD BERINGOVOU ÚŽINOU

G. KOUMAL, J. G. S. HYND
TUSCON, ARIZONA, USA

PŘEDNESENO NA KONFERENCI
V ACAPULCU, MEXICO, KVĚTEN 1992

1. ÚVOD

Beringova úžina je jediné místo na planetě, kde je možné propojit dopravní systémy mezi kontinenty, mezi západní a východní, ale také severní a jižní polokoulí, pokud by nedošlo k realizaci Gibraltarského tunelu.

Myšlenka železničního tunelu pod Beringovou úžinou není nová. První návrh je z roku 1905. V současné době se ale stává opět aktuální. Vzdálenost ze středu Sibiře (obrovského zdroje přírodního bohatství) přes Beringovu úžinu do průmyslového středu USA je stejně velká jako ze Sibiře na pobřeží Atlantského oceánu v Evropě. Projekt by umožnil průmyslový růst oblastí Sibiře a Aljašky a zajistil by další rozvoj průmyslu Severní Ameriky. Zároveň by byla dána možnost pro konverzi výroby mocného vojensko-průmyslového komplexu SNS.

2. VÝSTAVBA ŽELEZNICE

Je zamýšlena jako vysokorychlostní železnice s přiměřeně upravenou konvenční tratí. Výstavba bude rozdělena na dvě fáze:

- I. Existující železniční systém Severní Ameriky a Asie bude propejen pomocí tunelu pod Beringovou úžinou
- II. Bude postavena železnice spojující průmyslové a dopravní středisko Jakutsk na řece Leně s existující železnicí na východ od Uralu. Tato železnice otevře Sibiř pro využití nerostů a průmysl kolem 65° severní šířky.

Celková délka propojení železniční tratě – zamýšlená dle bodu I. – je 4 997 mil. Vede z Dease Lake (Britská Kolumbie) přes Jakutsk do města Kulman, které leží na již existující Bajkalsko-amurské magistrále.

3. KONCEPCE VÝSTAVBY TUNELU

Předpokládá se, že v počáteční fázi výstavby bude vyrazen jižní železniční tunel o průměru 9,0 metru a servisní (obslužný) tunel o průměru 6,0 metru. Celková délka hlavního železničního tunelu pod mořem bude 98,43 km (včetně dvou ostrovů uprostřed). Ražba se předpokládá pomocí TBM a pásové technologie. Vertikální konstrukce (šachty) budou vzestupně vrtány. Hloubka moře je zde poměrně nízká – 52 m. Geologické podmínky jsou dobré. V projektované trase se nachází žula velmi dobré kvality.

3.1. SERVISNÍ TUNEL – obr. 1

Bude ražen dovrchně ve sklonu 5 % z obou stran směrem ke středu. To umožní gravitační odvodnění nejen při ražbě servisního tunelu, ale i hlavního tunelu ve fázi ražby i pozdějšího provozu.

Nebude vybaven kolejovou tratí. Kromě dopravy materiálu bude sloužit jako cesta pro odtěžení hlavního tunelu pomocí pásové dopravy a pro ventilaci.

Každých 400 metrů bude servisní tunel propojen vrtem s hlavním tunelem za účelem odvodnění. S povrchem bude servisní tunel spojen úpadnicemi na obou kontinentech i na obou ostrovech.

Na kontinentech budou umístěny čerpací stanice, na ostrovech ventilační šachty. Tunelové propojení hlavního a servisního tunelu bude každých 2 000 metrů.

3.2. HLAVNÍ TUNEL – obr. 2

Hlavní rozměry a konstrukce jsou patrné z obrázku. Odvodnění bude provedeno sklonem 5 ‰ mezi vrty do servisního tunelu. Při výstupu na povrch budou úpadnicové sklony 1 ‰.

3.3. POSTUP RAŽBY

Před zahájením ražby hlavního tunelu bude zcela dokončen servisní tunel, ražený ze čtyř čeleb. Za razičnými stroji budou pásové dopravníky a na kontinentech a ostrovech uprostřed trasy bude materiál vytěžen na povrch. Podle předpokladu bude hornina

znovu použita jako štěrk do betonu, pro vytvoření hráze mezi oběma ostrovy uprostřed Beringovy úžiny a pro jiné stavební konstrukce.

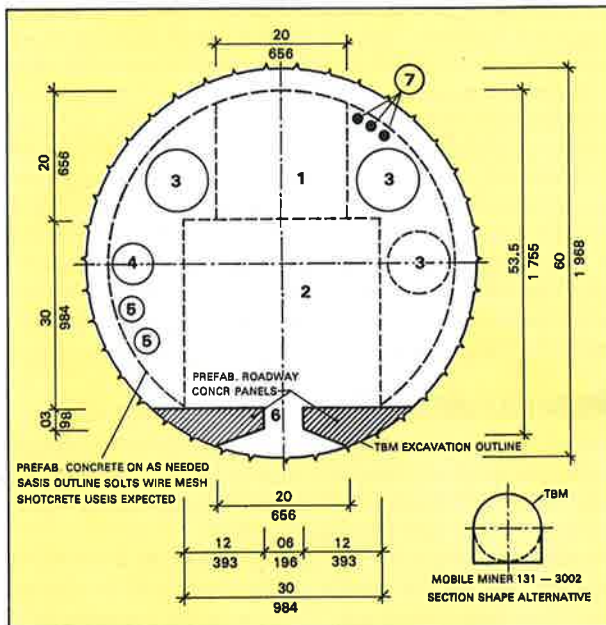
Pásové dopravníky zůstanou instalovány pro odtěžení horniny z hlavního tunelu. Ten bude ražen ze dvou čeleb z kontinentů směrem ke středu trasy (k ostrovům).

ZÁVĚR

I když samotný tunel vzbudí jistě nejvíce pozornosti díky svým parametrům, klíčový význam má projekt celé železnice jako takové. Přístup k ohromným zdrojům přírodního bohatství Aljašky, Kanady a Sibiře dá podnět k rozvoji průmyslu a zemědělství v těchto oblastech. Železnice je nevhodnější také z ekonomického hlediska pro přepravu zboží na velké vzdálenosti a neovlivňuje škodlivě životní prostředí. Bude také zajišťovat nejkratší možné spojení po zemi mezi Asií, Evropou, Severní a jižní Amerikou.

Na začátku tohoto století byl záměr postavit tunel pod Beringovou úžinou. Bylo by vhodné, aby v závěru století byly učiněny kroky k jeho realizaci.

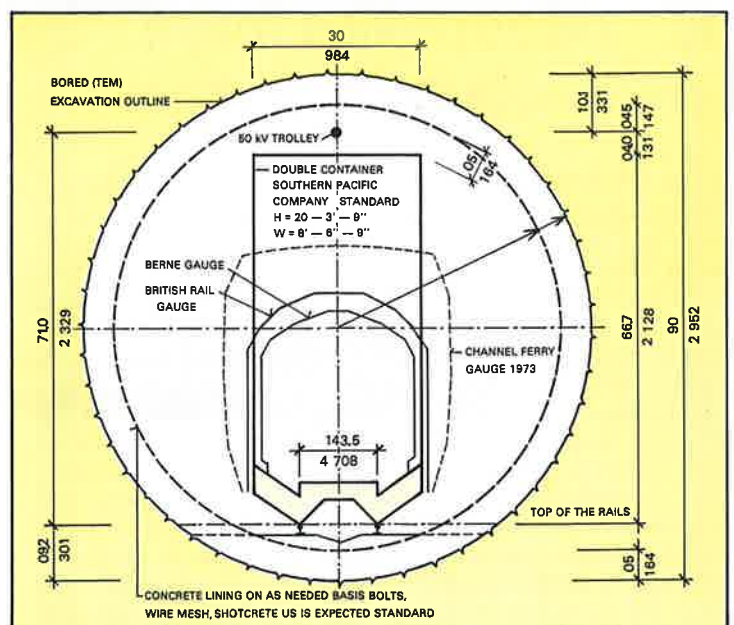
BERING STRAIT TUNNEL AND RAIL ROAD PROJECT
SERVICE TUNNEL CONCEPT FOR PILOT EXCAVATION PHASE TBM UTILIZATION EXPECTED



- 1 — SPACE FOR SUSPEND BELT CONVEYOR
- 2 — VEHICULAR TRANSPORT SPACE
- 3 — VENT TUBES — EXCAVATION PHASE ONLY
- 4 — COMPRESSED AIR SUPPLY
- 5 — WATER SUPPLY
- 6 — WATER DRAINAGE
- 7 — ELECTRIC POWER — LIGHTING CABLES

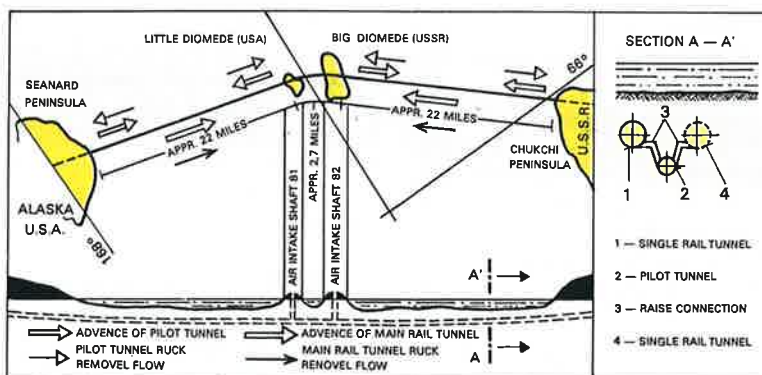
OBR. 1

BERING STRAIT TUNNEL AND RAIL ROAD PROJECT
CONCEPT OF THE MAIN LINE RAILROAD TUNNEL



OBR. 2

BERING STRAIT TUNNEL PROJECT
ONE CONTINUOUS TUNNEL CONCEPT ALTERNATIVE



STAVEBNÍ GEOLOGIE



GEOTECHNIKA a. s.

V oboru inženýrské geologie a geotechniky je největší odbornou firmou s nejdelší tradicí v ČSFR

NABÍZÍME VÁM:

veškerou posudkovou a konzultační činnost v oblasti zakládání staveb, rekonstrukcí stavebních objektů a geologie životního prostředí

Jame připraveni pro Vás provést:

průzkum základové půdy pro občanskou i průmyslovou výstavbu
průzkum pro složitě komunálních odpadů, popílku, strusky a toxických průmyslových odpadů
průzkum pro vodohospodářské stavby všeho druhu
průzkum pro územní plány, rozšiřování a rekonstrukce měst a obcí, určování geofaktorů a sestavování inženýrsko-geologických map
průzkum pro podzemní stavby — tunely, štoly, podzemní sklady a zásobníky
průzkum pro navrhování jam a zářezů, jejich zabezpečení a odvodnění
řešení stability skalních stěn a svahů přirozených i umělých
řešení stability zemních svahů a svážných území
řešení dynamické stability proti seismickým účinkům přírodním i technickým včetně porušení staveb vlivem trhacích prací
zajištění všech potřebných zkoušek v terénu i v laboratořích, včetně monitoringu
veškeré potřebné výpočty s použitím zjištěných a ověřených hodnot
projekční práce základových konstrukcí, podzemních stěn, pilotových základů a projekty sanací sesuvů všeho druhu
průzkum radonových emanací

NAŠÍM CÍLEM JE HÁJIT VAŠE EKONOMICKÉ ZÁJMY POMOCÍ KOMPLEXNOSTI A VYSOKÉ ODBORNOSTI NAŠICH PRACÍ

NAŠI SPECIALISTÉ VÁM POMOHOU NALÉZT RELATIVNĚ NEJVHODNĚJŠÍ ŘEŠENÍ VAŠICH PROBLÉMŮ

VYZVĚTE NÁS K NÁVŠTĚVĚ, PRO VÁS ZCELA NEZÁVAZNĚ

Informace:

Stavební geologie Geotechnika a. s.
Geologická 4
152 00 Praha 5

Telefon: 590 688, 590 709
Telefax: 590 689, 590 710

Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.
ředitel

Ceny pozemků v centrech evropských měst neustále stoupají. Stejně tak tomu je a bude zejména v Praze, Plzni, Brně a Bratislavě.

V případě, že jste majiteli obdobných realit příslušného rozsahu, je čas kvalifikovaně posoudit jejich možné zhodnocení. Například výstavbou objektů umístěných do podzemí pro tolik potřebné sklady, garáže, výrobní nebo obchodní prostory, výstavní a společenská centra, speciální provozy a podobně.

Na základě seriózní dohody Vám zpracujeme projektovou studii dalšího možného využití Vašeho pozemku, zajistíme její projednání s kompetentními orgány města, případně podnítíme ke spolupráci další investory. Dohodnutý objekt postavíme tzv. na klíč, v dohodnutém termínu.

Těšíme se na setkání s Vámi.

METROSTAV

**FIRMA, SE KTEROU STOJÍ ZA TO KONZULTOVAT
VAŠE INVESTIČNÍ ZÁMĚRY**

170 00 Praha 7, Dělnická 12

FAX 87 53 87

telex 12 12 21

telefon / tuzemsko 80 82 75

telefon / zahraničí 80 94 53

PUDOS PLUS spol. s r.o.



urobí pre Vás

INVESTORSKO - INŽINIERSKU ČINNOSŤ

investorská, kompletačná a koordinačná činnosť
poradenská, konzultačná a expertízna činnosť
pomoc pri spracovaní koncepcií

PROJEKTOVÚ A PREDPROJEKTOVÚ DOKUMENTÁCIU

výhľadové a rozvojové štúdie v oblasti dopravy, dopravný urbanizmus
architektonické a objemové štúdie dopravných a občianskych stavieb
predinvestičné špeciálne štúdie a ponukové projekty
predprojektové, projektové a realizačné dokumentácie so zameraním na dopravné, občianske a ekologické stavby,
rekonštrukcie, modernizácie, inžinierske siete a energetické zariadenia
komplexné ekologické štúdie a projekty

GEODETICKÉ PRÁCE

zameranie a vyhotovenie základnej mapy územia
zameranie a vyhotovenie polohopisných a výškopisných plánov 1:200 - 1:500
zameranie, vyhotovenie a digitalizácia dokumentácie skutočného vykonania stavby, inž. sietí
zameranie priečných a pozdĺžnych profilov
vytyčenie priestorovej polohy stavebných objektov
vybudovanie vytyčovacej siete
vyhotovenie geodetických podkladov pri rekonštrukcii objektov
digitalizácia mapových podkladov do súborov dwg v AutoCAD
vytváranie pasportov inž. sietí a ich priebežné aktualizovanie

PONÚKAME

stavebný a technický dozor
návrhy a vyhotovenie propagačných materiálov, cenníkov

telefonujte, píšete, faxujte

PUDOS PLUS, Štefánikova 1, 817 58 Bratislava

telefón: 07/334 576

fax: 07/333 929



DOBRÁ VODA

DOBRÁ VODA PRO VÁŠ ZDRAVÝ ŽIVOT

PRO ŽIVOT V DOBRÉ KONDICI

Každému je jasné, v jakém prostředí žijeme. Zdravé jídlo a pití se už musí vybírat!

Vyberte si k pití originál – DOBRŮU VODU! Je zaručeně přírodní a zdravá.

16 000 let byla před civilizací skryta ve skále Novohradských hor. Kvalitu neztrácí ani v čerstvě uvařené kávě! Dobrá voda chutná každý den!

Naberte sílu a svěžest v DOBRÉ VODĚ! Pijte ji s láskou. Vychutnejte život bez léků, prostě v nejlepší kondici!