

ŽELEZNIČNÍ TUNELY V ČESKÉ REPUBLICĚ

RAILWAY TUNNELS IN THE CZECH REPUBLIC

BOHUSLAV STEČINSKÝ, ČESKÉ DRÁHY, a. s.

ÚVOD

Historie uměle budovaných podzemních prostor na území dnešní České republiky sahá daleko do minulosti, jak to dosvědčují nálezy v podzemí mnoha historických center našich měst. Avšak až počátky parostrojních drah a následný rozvoj železnice vedly k potřebám budování podzemních liniových staveb určených pro dopravu. V současné době, kdy tunelové stavitelství v naší zemi zažívá velký boom jak v oblasti železničních, tak silničních tunelů, nebude snad na závod podívat se zpět na dosavadní vývoj železničního tunelového stavitelství u nás.

CELKOVÝ PŘEHLED

V současné době je v majetku státu 150 železničních tunelů, z nichž ten nejstarší byl uveden do provozu v roce 1845, následně opuštěn, posléze přestavěn a znovu uveden do provozu v třicátých letech 20. století při zdvoukolejnění trati v úseku Česká Třebová - Přerov. Jedná se o tunel Třebovický, který krom časového prvenství má zřejmě i prvenství z hlediska nejhroších přírodních podmínek, které byly v historii budování tunelů na našem území dosud zastíženy.

Nejmłodším provozovaným tunelem v současné době je tunel Vepřek na trati Kralupy nad Vltavou - Vraňany, jenž byl do provozu uveden v roce 2002. Tento tunel si svého postavení benjamínka mezi tunely zřejmě neužije dlouho, neboť další železniční tunely jsou v této době ve výstavbě.

Z celkového počtu 150 železničních tunelů je 88 stavebně jednokolejných a 62 stavebně dvoukolejných. Z uvedeného počtu stavebně dvoukolejných tunelů je jich 30 provozováno v současné době jednokolejně. V naprosté většině případů je tomu z důvodu nedokončení předpokládaných zdvoukolejnění příslušných tratí. Průměrný věk našich tunelů je 61 let a nově budované tunely se postarají o jeho snížení. Přesto je jistě zajímavou informací, že 103 našich železničních tunelů bylo postaveno v 19. století. Z pohledu současných návrhových norem je to věk, kterým je vyčerpána předpokládaná životnost těchto objektů. Pochopitelně velká část těchto objektů by si zasloužila nové investice, přesto lze konstatovat, že mnohé více jak stoleté tunely dále uspokojivě plní svou funkci.

Z hlediska délek patří české železniční tunely spíše k těm kratším. Pouze 21 tunelů přesahuje svou délkou 500 m a náš dosud nejdelší železniční tunel, kterým je tunel Špičák na trati Železná Ruda - Plzeň, měří 1 747,25 m. Naopak nejkratším železničním tunelem je tunel Nelahozevský I, ležící poblíž železniční stanice Kralupy nad Vltavou, jehož délka činí pouze 23,3 m.

Krom 150 tunelů, o nichž zde byla dosud řeč, bylo několik tunelů sneseno a několik opuštěno a prodáno. Nejkurioznějším případem je zřejmě případ tunelu Litoměřického, který byl v nedávné době nabízen k prodeji realitní kanceláří v rámci konkurzního řízení na firmu, v jejímž byl vlastnictví. K dalšímu opuštění tunelu Slavičského mezi Přerovem a Hranicemi na Moravě se váže historka, že tunel byl postaven, protože si panovník na jedné ze svých prvních tratí přál mít i nějaký ten tunel. Historka je to úsměvná, avšak nepravdivá.

Mezi snesené tunely patří tunely Ronovský a Adamovský na trati Brno - Česká Třebová a tunel Choceňský, který patřil spolu s tunelem Třebovickým a Krasíkovským k nejstarším u nás a byl snesen v padesátých letech 20. století.

PRVNÍ TUNEL V ČESKÝCH ZEMÍCH

Jak bylo řečeno, největší problémy čekaly tuneláře již při stavbě prvního tunelu v Čechách. Třebovický tunel (viz. obr. 1) byl ražen v modrých jílech se zvodněnými písčitymi čockami a dělníci museli při stavbě zápasit s velkými tlaky jílu a s tekoucími pískami. Ražba narušila celkovou stabilitu území, které se dalo do pohybu, klenba tunelu se na řadě míst propadla, výdřeva byla na mnoha místech rozdrčena. Při ražbě došlo k opakovanému zastížení písčitých zvodnělých vrstev, které způsobilo zavalení podzemních prostorů záplavou písku, bahna a kamenné drtě. Železniční tunel dlouhý 508 m se nakonec podařilo postavit za 23 měsíců. Bohužel problémy způsobené geologií nebyly dokončením tunelu zastaveny. Z tohoto důvodu byla nakonec vybudována v roce 1866 povrchová přeložka úseku trati a tunel opuštěn. Tunel byl budován jako dvoukolejný, a tak když se začaly řešit varianty zdvoukolejnění trati, bylo rozhodnuto vést koleje č. 2 tunelem, jenž měl být zrekonstruován vestavbou dalšího ostění na jednokolejný. Rekonstrukce byla prováděna v letech 1931 - 1932 a budovatelé se při ní opět setkali s obtížemi, které nebylo možné srovnat se stavbou jiných tunelů. Původní tunelová trouba byla prakticky zcela zavalena a při testování různých postupů docházelo k novému zavalování již dosažených prostorů. Nakonec se osvědčilo ražení štoly tlačnou dřevěnou mříží, mezi níž se rozdrčelá zemina tlačila a ručně odebírala. Dosažený postup byl třeba i 33 cm za 24 hodin.

100 LET ROZVOJE TUNELOVÉHO STAVITELSTVÍ

Po prvních vlaštokách v podobě Slavičského, Třebovického, Krasíkovského a Choceňského tunelu pokračovala výstavba železničních tunelů spolu s rozvo-

INTRODUCTION

The history of developing artificial underground spaces in the area of the current Czech Republic reaches far back to the past, as the findings made in the underground of many historical centres of our towns suggest. But it was the introduction of steam engine tracks and the following development of railways what first time induced the need for building underground linear structures for transportation purposes. Nowadays, when tunnel engineering in our country is experiencing great boom both in the region of railway and road tunnels, it will probably be no mistake to look back at the previous development of the tunnelling industry in our country.

OVERALL DESCRIPTION

Currently the state owns 150 rail tunnels. The oldest one, the Třebovice tunnel, was opened in 1845, abandoned subsequently, then reconstructed and brought into service again in the 1930s on the occasion of doubling of the track in the section from Česká Třebová - Přerov. The primacy of this tunnel relates not only to the first position in the line, but also to the natural conditions. These are the worst encountered in the history of building tunnels in our country.

Currently the youngest operating tunnel is the Vepřek tunnel on the rail line from Kralupy nad Vltavou - Vraňany, opened to traffic in 2002. This tunnel is not likely to enjoy its position of the youngest member of the family of tunnels for a long time as other rail tunnels are being constructed.

Out of the total number of 150 rail tunnels, the structure of 88 tunnels has a single-rail design, and 62 tunnels have a double-rail design. Out of the above-mentioned number of tunnels with double-rail design, 30 tunnels are operating as single-track ones. Clear majority of these cases is due to unfinished process of planned doubling of the particular tracks.

The average age of our tunnels is 61 years. The newly built tunnels will reduce it. Despite of this fact, it is certainly an interesting information that 103 rail tunnels were built in the 19th century. With respect to the contemporary design standards, the above age means an end of the expected lifetime of those structures. Of course, majority of those structures would deserve new investments, but it is possible to state that many over-hundred-years-old tunnels perform satisfactorily.

Regarding their lengths, Czech railway tunnels can be rated as rather short ones. Only 21 tunnels exceed a length of 500m, and the Špičák tunnel on the rail line Železná Ruda - Plzeň, our till now the longest rail tunnel, is 1747.25m long only. Conversely, the shortest rail tunnel is the Nelahozevs I tunnel found nearby the Kralupy nad Vltavou railway station. It is 23.3m long.

Apart from the 150 tunnels mentioned above, several tunnels were removed and several tunnels abandoned and sold. Probably the quaintest case is the Litoměřice tunnel, which was recently offered for sale in a real estate office in the framework of bankruptcy proceedings against its owner. Another abandoned tunnel, the Slavič tunnel between Přerov and Hranice na Moravě, is connected with a story that the tunnel was built because the sovereign wished to have at least one tunnel on one of his first railway lines. This history is funny, but it is untrue.

The Ronov and Adamov tunnels on the line Brno - Česká Třebová and the Choceň tunnel belong among the removed tunnels. The Choceň tunnel was, together with the Třebovice and Krasíkov tunnels, one of the oldest in our country. It was removed in the 1950s.

THE FIRST TUNNEL CONSTRUCTION IN THE CZECH REPUBLIC

As mentioned above, the most difficult tunnelling problems were encountered as early as at the construction of the first tunnel in Bohemia. The Třebovice tunnel (see Fig. 1) was excavated through blue clay with water bearing sandy lenses. Miners had to cope with high pressures of clays and running sand. The excavation disturbed the overall stability of the area. It started to move, the tunnel vault collapsed at several locations, the timbering was crushed at many places. Sandy water bearing strata were repeatedly encountered in the course of the excavation, causing collapses of the underground openings and filling with flows of sand, silt and stone debris. Eventually the 508m-long tunnel was successfully completed. The construction took 23 months. Unfortunately, the troubles due to the geology did not cease to exist with the completion of the tunnel. For that reason an at grade diversion of this track section was constructed in 1866, and the tunnel was abandoned. The tunnel was built as a double-rail structure. Therefore, when the process of solving variants of doubling the track started, a decision was adopted to place the rail No.2 to the tunnel. The tunnel was to be reconstructed by means of erecting additional lining, thus converting it into a single-rail tunnel. The reconstruction took place in 1931 - 1932, and the tunnellers encountered troubles again, which were incomparable with troubles on other tunnels. The original tunnel tube was virtually completely damaged, and new collapses of already achieved spaces occurred during the testing of various methods. Eventually a method of driving a fore-gallery by means of a wooden grill pressed into the excavation face was successful. Liquid soil passing through the grill was loaded manually. The advance rate achieved amounted even to 33cm per 24 hours.

jem drah po celou dobu druhé poloviny 19. století (97 tunelů) i v první polovině 20. století (do roku 1939 35 tunelů, v období německé okupace 4 tunely). Tunely v tomto období cca 100 let dlouhém byly budovány klasickými metodami, resp. klasickými tunelovacími soustavami s použitím výdřevy a v definitivním stavu převážně se zděným ostěním.

Po druhé světové válce poklesla potřeba výstavby nových tratí a s tím i intenzita tunelářských prací. Mimo poklesávající výstavby nových tunelů bylo nutné provést přestavbu mnohých tunelů z jednokolejných na dvoukolejné nebo provést zvětšení světlého tunelového průřezu z důvodů elektrifikace tratí. Vedle klasických postupů, jak je dokumentuje také obrázek 6, začaly do tunelového stavitelství u nás pronikat první aplikace dnes již standardních technologií.

STŘÍKANÝ BETON

Podle některých zpráv byl v českých zemích použit stříkaný beton poprvé při sanaci cihelné klenby tunelu Krasíkov, která probíhala současně s přestavbou Třebovického tunelu v letech 1931 - 1932.

Jako příklad rozsáhlejšího nasazení vyztuženého stříkaného betonu včetně ztužujících příhradových rámu obdobného tvaru, jaké se dnes běžně používají, lze uvést tunel Sychrovský.

Tento tunel byl budován v druhé polovině 19. století v rámci výstavby trati spojující Pardubice s Libercem. Stavba této 161 km dlouhé trati začala v září 1856 v Pardubicích. Pracovalo na ní téměř 17 000 lidí, kteří ji dokončili za pouhé tři roky. Sychrovský tunel je nejdelším tunelem na této trati a v době výstavby to byl nejdelší tunel v Čechách. Mimo jiné došlo při ražení ke vznícení nahromaděných plynů v tunelu v důsledku nedostatečného větrání a následnému výbuchu, který způsobil četná těžká zranění.

Tunel bylo nutno opakovaně sanovat a největší sanace proběhla v letech 1969 - 1973. U pásů s obezdívkou z pískovcových kvádrů bylo provedeno dodatečně opláštění se dvěma sítěmi a příhradovými rámy (viz. obr. 4). Stejně byly sanovány pásy s obezdívkou žulovou. Pásy s obezdívkou žulovou byly hloubkově přespárovány. V neobezděných částech byla provedena svorníková vyztuž v přístropí a plášť stříkaného betonu tloušťky 20 cm (viz. obr. 3).

Stříkaného betonu, resp. torkrétu pak bylo opakovaně využíváno při sanacích tunelů především v období sedmdesátých let a na počátku let osmdesátých minulého století. Tyto aplikace však nelze považovat jednoznačně za zdařilé. Naopak v mnoha případech jsou dodatečné vrstvy stříkaného betonu, aplikované na původní zděná ostění, zdrojem závad a problémů pro dnešní správce. V některých případech pak lze hovořit o přímém ohrožení bezpečnosti dopravy odlupujícími se deskami stříkaného betonu, v případě, že by tyto nebyly správcem včas odstraněny.

DRÁTKOBETON

Nelze opomenout ani první aplikace drátkobetonu na tunelových ostěních u nás. Po experimentálních ověřeních byl v roce 1990 umožněn přechod na provozní ověřování na tunelu Skochovickém. Práce probíhaly v rámci dlouhodobého úkolu technického rozvoje, veškeré výsledky byly podrobeny oponentnímu posouzení ze strany ČVUT Praha, VŠB Ostrava a Slovenské akademie věd. Na závěr byly zpracovány Prozatímní pokyny pro stříkané betonové směsi vyztužené rozptýlenými ocelovými vlákny pro umělé stavby železničního spodku. K dalšímu použití a rozšíření však již nedošlo vzhledem k celkovým změnám v oblasti našeho stavitelství.

100 YEARS OF TUNNEL ENGINEERING DEVELOPMENT

After the first tunnels, i.e. the Slavič, Třebovice, Krasíkov and Choceň tunnels, the development of railway tunnels continued along with the development of railway lines for the entire second half of the 19th century (97 tunnels), and in the first half of the 20th century (35 tunnels till 1939, 4 tunnels during the German occupation). During this 100 years long period, tunnels were built by conventional methods, or utilising conventional tunnelling systems using timbering and mostly masonry for the final lining.

After the World War II, the need for the construction of new rail lines dropped. The intensity of tunnelling work decreased similarly. New tunnelling projects were rare, but many tunnels had to be reconstructed from single-rail to double-rail solutions, or the cross-sections had to be enlarged to allow electrification of tracks. Alongside with the conventional methods (as also documented by Fig. 6), first applications of today already standard techniques started to be introduced into the tunnel construction industry in our country.

SPRAYED CONCRETE

According to some news, the first application of sprayed concrete in our country took place at the refurbishment to the brick vault of the Krasíkov tunnel, which was carried out together with the reconstruction of the Třebovice tunnel in the years 1931 - 1932.

As an example of a more extensive application of reinforced shotcrete and lattice girders of a shape similar to the shape used commonly today, we can mention the Sychrov tunnel.

This tunnel was built in the second half of the 19th century within the framework of a construction of a rail line connecting Pardubice with Liberec. The construction of this 161km-long line started in Pardubice in September 1856. Nearly 17,000 people worked on it. The project was completed within three years only. The Sychrov tunnel is the longest tunnel on this line, and it was the longest tunnel in Bohemia in the time of the construction. Among other events, we can mention ignition of methane gas accumulated in the tunnel, followed by an explosion causing numerous serious injuries.

The tunnel had to be rehabilitated several times. The largest rehabilitation took place in the years 1969 - 1973. Tunnel sections lined in sandstone blocks were provided with additional lining with two layers of mesh and lattice girders (see Fig. 4). Similar method was used for the rehabilitation to brick lined sections. Deep re-pointing was carried out in sections with granite lining. Rockbolt support of the top heading and a 20cm thick shotcrete lining were provided in unlined sections (see Fig. 3).

Sprayed concrete, or gunite, was repeatedly used then in rehabilitation to tunnels, above all in the seventies and at the beginning of the eighties of the last century. Those applications, however, cannot be considered as fully successful. Just the opposite, layers of sprayed concrete applied additionally to original masonry lining became a source of defects and problems for today's operators. In some cases we can speak about a direct danger to the traffic safety due to peeling off slabs of shotcrete if the owner has not removed them in time.

STEEL FIBRE REINFORCED CONCRETE

We cannot leave out the first application of steel fibre reinforced concrete for tunnel lining in our country. Transition to operational testing on the Stochovice tunnel was approved in 1990, after experimental testing. The work was performed within the framework of a long-term task of technical development. All results were subjected to opposition assessing by the Czech Technical University in Prague, the Mining University in Ostrava, and the Slovakian Academy of Sciences. The process was concluded by the elaboration of Provisional Specifi-



Obr. 1 Portál Třebovického tunelu
Fig. 1 The Třebovice tunnel portal



Obr. 2 Zaledování Ještědského tunelu
Fig. 2 The Ještěd tunnel filled with ice



Obr. 3 Použití stříkaného betonu na Sychrovském tunelu
Fig. 3 Shotcrete application at the Sychrov tunnel

VODA - STÁLÝ PROBLÉM

Největším nepřítelem tunelového ostění je bezesporu působení vody. Spolu s dalšími vlivy způsobujícími korozi materiálu je ohrožením nutných parametrů ostění s dopadem do jeho životnosti. Nad to je působení vody v zimním období zdrojem ohrožení dráhy a drážní dopravy vlivem zaledování. Důkazem toho, že tunel se může změnit v ledovou jeskyni, je fotografie z obrázku 2.

Je zřejmě omíláním staré pravdy, že lépe než s vodou bojovat, je pomoci jí nalézt správnou cestu, která nebude ohrožovat tunelovou troubu. Lze uvést příklad Nelahozeveských tunelů, kde tato strategie vedla jednoznačně k úspěchu, který již můžeme označit za dlouhodobý. Také sanace tunelu Svojšínského, která začala v roce 2002 a dosud probíhá v několika etapách, je potvrzením tohoto názoru. Dříve, než začaly jakékoliv práce na ostění, byla provedena obnova odvodnění, kterou se docílilo odvedení vody mimo tunel a vyschnutí prostoru kolejového lože v takovém rozsahu, který správce u tohoto objektu nepamatuje.

Při výstavbě nových tunelů máme dnes k dispozici moderní materiály o velmi dobrých vlastnostech, a tak se někdy uchylujeme k nejjednoduššímu řešení postavit vodě do cesty hráz. Toto řešení však zdaleka nemusí být nejučinnější a ani nejekonomičtější. Úspěšné aplikace „spolupráce“ s vodou na některých starých neizolovaných tunelech tak mohou být zdrojem poučení i pro výstavbu nových tunelů.

TUNEL JAKO TOVÁRNA

Z historie našich železničních tunelů máme i případy, kdy tunely ne vždy sloužily jenom dopravě. Jedním z příkladů zcela jiného využití tunelu, než bylo původně zamýšleno, je případ tunelů Loučského, Lubenského a Níhovského v úseku Tišnov - Níhov trati Havlíčkův Brod (v té době Německý Brod) - Brno. Výstavba trati samotné byla vyvolána potřebou nových komunikačních tras mnichovskou dohodou okleštěné republiky. Stavba rychlíkové trati byla zahájena v prosinci 1938. V roce 1939 začala i ražba tunelů. Stavba trati pokračovala



Obr. 4 Sychrovský tunel
Fig. 4 The Sychrov tunnel

for steel fibre reinforced shotcrete used for artificial components of substructure of the track. Other application and spreading of this method did not take place due to general changes in the field of our construction engineering.

WATER - PERMANENT TROUBLE

Undisputedly the most serious enemy of tunnel liners is ground water. Its effect, together with other effects causing material corrosion, poses a threat to parameters of tunnel lining, with an impact to the longevity. On top of that, water in a winter season may endanger the track and railway traffic due to icing. A proof of the fact that a tunnel may turn to an ice cave is shown in Fig. 2.

Obviously we will repeat a well known fact if we say that it is better to help water to find a proper way where it will not endanger the tunnel tube than to fight it. The Nelahozeves tunnel tubes can be used as an example of a construction where this strategy led to an unambiguous success, which can be considered as a long-term one. Also the rehabilitation to the Svojšín tunnel, which started in 2002 and has been continuing in several phases till now, confirms this opinion. The tunnel drainage system was restored first, before any other work on the lining. Water was evacuated beyond the tunnel successfully and the track-bed space dried out in an extent never seen by the tunnel operator before.

Nowadays, modern materials having very good properties are available for construction of new tunnels. They allow us to take recourse to the simplest solution of fighting water, i.e. to place a dam to the water path. This solution, however, is not necessarily the most efficient or the most economic. Therefore the successful applications of "collaboration" with water on particular old tunnels having no waterproofing can be a source of knowledge even for construction of new tunnels.

TUNNEL AS A FACTORY

We can also find examples in the history of our railway tunnels where tunnels were utilised not only for transportation purposes. One of the examples of totally different utilisation of a tunnel than originally planned are the Loučky, Lubné and Níhov tunnels found in the section Tišnov - Níhov of the rail line



Obr. 5 Tunel Blanenský IV po odstranění závalu
Fig. 5 The Blansko IV tunnel after the collapse removal

i po obsazení zbytku Československa, avšak s vleklými obtížemi. Tunely byly dokončeny v roce 1942, avšak výstavba okolních úseků trati postupovala velmi pomalu, až byla v roce 1943 úplně zastavena. V březnu 1944 však okolí tunelů znovu ožilo a do tunelů mezi Tišnovem a Nihovem byla přestěhována továrna na výrobu letadel, přesněji stíhaček Bf 109 (Messerschmitt).

HAVÁRIE

Tunelářské práce se v minulosti neobešly bez havárií, ať již menšího rozsahu, až po ty tragické se ztrátami na životech. Především v prvním období největšího rozvoje tunelového stavitelství nelze hovořit o příliš velkém důrazu na bezpečnost při provádění. Málokdy však vyšetřování smrtelných úrazů vedlo k závěru, že by bezpečnostní předpisy byly porušeny. Tak v roce 1844 je dokumentováno šest smrtelných úrazů na stavbě trati Brno - Česká Třebová při práci v tunelech, kamenolomech a skalních zářezích. Pouze jeden z těchto případů skončil pohánáním k zodpovědnosti nadřízených, kteří byli potrestáni pokutou 10 zlatých. Bohužel v takovýchto informacích by bylo možné pokračovat.

Ani druhá polovina 20. století, kdy tunelářská činnost spočívala spíše v přestavbách než ve výstavbě nových tunelů, se neobešla bez problémů. Závaž, který zkomplikoval další postup prací, je dokumentován na tunelu Blanenském IV. Při provádění pasů č. 11 a 12, v délce 8,2 m, došlo dne 10. 9. 1968 k závalu celého profilu tunelu zvětralým kamenem, z důvodu uvolnění velkých bloků rozpukané skály v klenbě (viz. obr. 7). Odstranění závalu bylo prováděno pomocí ocelových I nosičů vtažených do líce klenby, na kterých byla klenba vybetonována. Pak byly prováděny pilířky pro podchycení klenby. Prostor nad klenbou byl z části vyplněn škvárou, zbytek pak sesutou horninou. Po zajištění závalu a jeho odstranění probíhaly další práce za jednokolejného provozu (viz. obr. 5).

PRSTENCOVÁ METODA

Na konci osmdesátých a začátku devadesátých let minulého století byly uvedeny do provozu tři železniční tunely, které byly budovány tehdy populární prstencovou metodou. Jedná se o dostavbu třetího Vinohradského tunelu a Blanenský tunel 8/2.

Tyto objekty bezesporu patří k zajímavým tunelářským dílům, i když do určité míry poznamenaným politickou situací v zemi. Snad i trochu úsměvně může dnes působit věta z dobové brožurky k slavnostnímu otevření III. Vinohradského tunelu, které proběhlo 22. 9. 1989. V části zajímavosti při výstavbě se hned v první větě s hrдостí oznamuje, že dostavba III. Vinohradského tunelu byla provedena bez nároku na dovoz z kapitalistických států. Zřejmě šlo o jedno z posledních oznámení tohoto typu, v dalších podobných brožurkách se pak spíše inzeruje použití nejmodernější techniky na nových stavbách.

NÁSTUP NOVÉ RAKOUSKÉ TUNELOVACÍ METODY

Období dokončování Vinohradského a Blanenského tunelu bylo již obdobím prvních konkrétnějších úvah o použití NRTM v České republice. Zkušenosti z železničních tunelů především v oblasti stříkaného betonu jistě nebyly k zahzení, avšak rozjezd NRTM u nás byl nastartován především na silničních tunelech a tunelech metra. Na první železniční tunel budovaný NRTM jsme si tak museli ještě chvíli počkat.

ZÁVĚR

Ve svém zkratkovitém a trochu nesoustavném přehledu o železničních tunelech v České republice jsem se tak dostal až do současnosti. O tom, že současnost železničních tunelů je bohatá, jistě svědčí i články uveřejňované v tomto časopise. Dle různých studií a plánů je možné konstatovat, že budoucnost si s ní nikterak nezadá.



Obr. 6 Přestavba tunelu klasickým způsobem
Fig. 6 A tunnel reconstruction using a conventional method

from Havlíčkův Brod (then Německý Brod) - Brno. The construction of the line proper was necessary to satisfy the needs for new road and railway routes in the republic diminished as a result of the Munich Dictat. The construction of the high-speed railway started in December 1938. The tunnel construction started in 1939. The construction of the rail line continued even after the occupation of what remained from Czechoslovakia, but it suffered from chronic difficulties. The tunnels were completed in 1942, but the work on the adjacent track sections advanced very slowly till 1943 when it was completely terminated. In March 1944 the area of the tunnels revived. A factory manufacturing airplanes, more specifically fighters Bf 109 (Messerschmitt), was moved to the tunnels between Tišnov and Nihov.

COLLAPSES

In the past, tunnelling work did not avoid collapses, from minor ones to tragic events with casualties. Above all the initial period of the most extensive development of tunnel engineering was characterised by placing not too high stress on the tunnelling safety. Safety infringement was determined in few cases only by investigators of casualties. In 1844 there are six fatal injuries recorded at the work on tunnels, quarries and rock cuts for the Brno - Česká Třebová rail line project. One of those cases only ended by punishing supervisors. They paid a fine of 10 florins. Unfortunately, we could continue providing such information.

Not even the second half of the 20th century, when the tunnelling activities were reduced rather to reconstruction instead of building new tunnels, avoided problems.

A collapse, which complicated further progress of the refurbishment work, is documented on the Blansko IV tunnel. The collapse caused by loosening of big blocks of rock at the vault, filling the entire tunnel profile with stone debris, occurred in the course of execution of rounds No. 11 and 12, at a length of 8.2m, on 10 September 1968 (see Fig. 7). The collapse was remedied by means of steel H-sections installed along the vault surface, used as a support for the vault casting. Subsequently the vault supporting pillars were executed. The space above the vault was backfilled partially by cinder, remaining part with the rock debris. When the collapse had been secured and remedied, the remaining work was carried out under the conditions of the single-line working (see Fig. 5).

RING METHOD

Three rail tunnels (the extension of the Vinohrady tunnel and the Blansko 8/2 tunnel) were opened at the end of the 1980s and at the beginning of the 1990s. They were built by means of the ring method, which was popular at that time. The above-mentioned structures belong undisputedly among interesting tunnelling works, despite the fact that they were partially affected by the political situation in the country. The following sentence contained in a brochure issued on the occasion of the Vinohrady III tunnel inauguration (22 September 1989) may sound funny today. The sentence informs proudly that "the extension of the Vinohrady tunnel was carried out without any requirements for imports from capitalist countries". This was probably one of last statements of this kind. Following brochures rather stress the application of the state-of-the-art equipment on new projects.

INTRODUCTION OF THE NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD

The period of finishing the Vinohrady and Blansko tunnels was already the period of initial, more concrete considerations regarding the application of the NATM in the Czech Republic. Certainly the experience gained from railway tunnels, primarily in the field of shotcrete, was applicable, but the first application of the NATM in our country took place on road tunnels and the Metro tubes. The first NATM railway tunnel had to be waited for for some time.

CONCLUSION

My abbreviated and slightly systemless survey of railway tunnels in the Czech Republic has brought us to the present. Articles published in this magazine can also prove the fact that the present of railway tunnels is rosy. It is possible to state on the basis of various studies and projections that the future takes rank with it.



Obr. 7 Zával na tunelu Blanenském IV
Fig. 7 The Blansko IV tunnel collapse