

TUNEL KLIMKOVICE, DÁLNIČE D47

THE KLIMKOVICE TUNNEL, D47 HIGHWAY

JIŘÍ PECHMAN

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

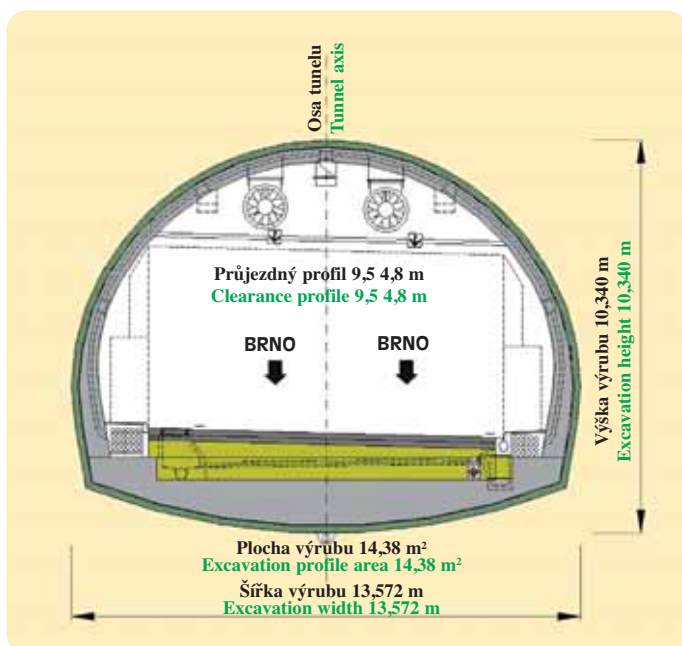
Region	Moravskoslezský kraj
Investor	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Projektant	AMBERG Engineering Brno, a. s.
Zhotovitel	Sdružení 4707 SKANSKA, a. s., METROSTAV a. s., STRABAG, a. s., SUBTERRA, a. s.
Uživatel	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Období výstavby	2004–2008
Objem stavebních prací	
	ražené objekty 217 202 m ³ (vyrubaný prostor)
	hloubené objekty 161 077 m ³ (obestavěný prostor)

ÚVOD

Příspěvek České republiky pro rozvoj vnitrostátní i evropské infrastruktury je realizace dálnice D47 v úseku Lipník nad Bečvou – státní hranice ČR a Polska o celkové délce 80,156 km. Dálnice je poetically nazývána Via Moravica. Vnitrostátní význam spočívá v propojení ostravsko-karvinské aglomerace s Brnem a sítí dálničních a rychlostních komunikací České republiky. V Polsku na dálnici D47 bude navazovat plánovaná dálnice A1 Katowice – Gdaňsk. V budoucnu se stane součástí transevropské magistrály (TEM) propojující skandinávské země s jižní Evropou a s východním Středomořím. Dálnice je navržena jako vysoce kapacitní pro roční průměrnou denní intenzitu až 40 tisíc vozidel. V převážné délce je tvořena směrově rozdělenou čtyřpruhovou komunikací kategorie D28,0/120. Vedení trasy dálnice je výsledkem řady studijních prací. Trasa zohledňuje požadavky ekologie a ochrany přírody v území. Přibližně 5 km před Ostravou se trasa dálnice přibližuje k lázeňskému zařízení „Sanatoria Klimkovice“. Zde v těsném sousedství mezi obcemi Klimkovice a Hýlov proráží protáhlé příčné návrší, po kterém je vedena jediná přístupová komunikace k sanatoriím. Zde je komunikace dálnice vedena v tunelech.

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Konfigurace terénu a vedení trasy předurčují tunely jako nízkonadložní. Maximální mocnost nadloží nad tunely je přibližně 31 m.



Obr. 1 Vzorový příčný řez raženým tunelem

Fig. 1 Typical cross section through the mined tunnel

BASIC DATA

Region	the Moravian-Silesian Region
Employer	the Directorate of Roads and Motorways of the CR
Designer	AMBERG Engineering Brno a. s.
Contractor	Group of Companies 4707 consisting of SKANSKA a. s., METROSTAV a. s., STRABAG a. s., SUBTERRA a. s.
User	the Directorate of Roads and Motorways of the CR
Construction period	2004 – 2008
Works volumes	mined structures 217,202 m ³ (excavated space)
	cut-and-cover structures 161,077 m ³ (wall-in space)

INTRODUCTION

The Czech Republic's contribution to the development of both the inland transport and European infrastructure is the construction of the 80.156km long section of the D47 highway from Lipník nad Bečvou to the state border between the CR and Poland. The highway is poetically called the Via Moravica. Internally, this highway section is important because it will link the Ostrava-Karviná agglomeration with Brno and the network of highways and expressways in the Czech Republic. The planned A1 highway Katowice-Gdańsk will link to the D47 highway in Poland. In the future it will become part of the Trans-European Artery (TEA) connecting the Scandinavian countries with southern Europe and the eastern Mediterranean. The highway is designed as a high-capacity facility, for an annual average intensity up to 40 thousand vehicles per day. The best part of its length will be a 4-lane dual carriageway, category D28.0/120. The highway alignment is the result of numerous studies. The route allows for environmental and nature protection requirements existing in the given region. Approximately 5km before Ostrava, the highway route runs near a health-resort facility "Sanatoria Klimkovice". In this location, it passes through an oblong transversal hill with the only access road to the Sanatoria running on its surface. The highway route is placed in tunnels there.

TECHNICAL SOLUTION

The terrain configuration and the tunnel alignment predetermine the tunnels to have a low cover. The maximum thickness of the tunnel cover is approximately of 31m. At the pre-portal sections, the highway passes to bridges spanning over adjacent valleys and watercourses.

There are two separate tunnel tubes, approximately parallel, built for the highway. The tunnel tube A for the traffic flow direction toward Ostrava is 1,076.82m long. The tunnel tube B, in the direction toward Brno, is 1,088.09m long. The spatial parameters of both tubes are identical, i.e. the parameters of a C-category uni-directional double-lane tunnel. Structural design of the tubes is also identical. The roadway in the tunnel has a one-way transversal incline; the width between kerbs is of 9.50m. The clearance height above the roadway is of 4.80m. Walkways on either side of the tunnel tubes are minimally 1.10m wide. The horizontal clearance of the tunnel is of 12.204m. The average excavated cross-section (including overbreaks necessary due to the technology) amounts to 120,17m². Emergency laybys 40m long are provided in the middle of each tube length, on the right side (viewed in the direction of traffic). The tunnel cross-section is widened by 2.25m in those locations, giving the roadway width between kerbs of 11.75m. The clearance width of this profile is of 14.454m; the excavated cross-section area (including overbreaks necessary due to the technology) amounts to 156.48m². Smaller part of the tunnels is built using the cut-and-cover method; longer sections are driven through the rock massif. The cut and cover sections of the tunnel A are 165.83m and 46.17m long on the Brno and Ostrava side, respectively. The mined section is 864.82m long. The sections of the tunnel B built using the cut and cover method are 166.40m and 46.40m long on the Brno and



Obr. 2 Portálová část tunelu Klimkovice
Fig. 2 The portal portion of the Klimkovice tunnel

V předportáli tunelů na obou stranách přechází dálnice na mosty přes přílehlá údolí s vodotečemi.

Pro dálnici jsou vybudovány dva samostatné, přibližně souběžné tunelové trubky. Tunel A, v dopravním směru do Ostravy, má délku 1 076,82 m. Tunel B, v dopravním směru k Brnu, má délku 1 088,09 m. Oba tunely mají stejné prostorové parametry jedno-směrného dvoupruhového tunelu kategorie T9,5 a stejné konstrukční uspořádání. Dopravní pás v tunelu má jednostranný příčný sklon a šířku mezi obrubníky 9,50 m. Výška průjezdného průřezu nad vozovkou je 4,80 m. Oboustranné chodníky mají šířku minimálně 1,10 m. Tunel má světlová šířku 12,204 m a jeho průměrná výrubová plocha (včetně započítání technologicky nutného nadvýlomu) je 120,17 m². V polovinách tunelových dělek je ve směru jízdy situován pravostranný nouzový záliv o délce 40,00 m. Tunelový profil je zde rozšířen o 2,25 m na šířku vozovky mezi obrubníky 11,75 m. Světlová šířka tohoto profilu je 14,454 m a výrubová plocha (včetně technologicky nutného nadvýlomu) je 156,48 m². Tunely jsou z menší části stavěny jako hloubené v otevřených stavebních jámách s následným přesypáním, v delších částech jako ražené ve skalním masivu. Tunel A je hloubený v délce 165,83 m na brněnské straně a 46,17 m na ostravské straně; ražený úsek má délku 864,82 m. Tunel B je hloubený v délce 166,40 m na brněnské straně a 46,40 m na ostravské straně; ražený úsek má délku 875,28 m. V ražených úsecích jsou konstrukce ostění tunelů dvouplášťové, s uzavřenou mezilehlou hydroizolací. Primární ostění je realizováno ze stříkaného betonu jakosti C20/25, vyztuženého sítěmi a svařovanými příhradovými oblouky z betonářské oceli. Má konstrukční tloušťku minimálně 240 cm. Pro zvýšení stability výrubu v daném geologickém prostředí je primární ostění doplněno horninovými svorníky. Sekundární ostění je železobetonové, z betonu C30/37, o minimální tloušťce 350 mm (v záklenku), s masivní protiklenbou o maximální tloušťce 1204 mm. Sekundární ostění je děleno dle betonáže na dílčí tunelové pásy o dilatační délce 12,00 m. Mezilehlá hydroizolace je tlaková z plastové folie bez rubových drenáží. V hloubených úsecích jsou železobetonové konstrukce tunelových kleneb rovněž rozděleny na tunelové pásy o dilatačních délkách 12,0 m. Klenby jsou v patách uloženy na podélné základové pásy s kloubovým spojením v místě dilatačních spár kleneb. Hydroizolace hloubených konstrukcí je deštníková z plastové svařované folie, s ochrannou vrstvou a s rubovými patními drenážemi.

TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ

Technologické vybavení, řízení dopravy a bezpečnost provozu v tunelech je realizováno dle nejmodernějších evropských standardů. Větrání je podélné, uměle zajištěno reverzními proudovými ventilátory. Pro případ havárie a požáru je každá tunelová roura opatřena šesti nikami se skříněmi SOS a požárními hydranty. Oba tunely jsou opatřeny únikovými cestami vzájemným propojením pěti tunelovými spojkami. Pro případ požáru byla odolnost betonu ostění zvýšena přísadou rozptýlených polypropylenových vláken, navíc zvýšení odolnosti proti chloridům bylo u nejvíce exponovaných

Ostrava side, respectively; the mined section is 864.82m long. A two-pass lining with closed intermediate waterproofing design is used in the mined sections. The primary lining is from C20/25 sprayed concrete reinforced with mesh and lattice girders welded from rebars. The minimum thickness of the primary lining is of 240mm. Rock bolts are added to the primary lining to enhance stability of the excavation in the given geological environment. The secondary lining is from C30/37 reinforced concrete. It is minimally 350mm thick (in the crown of the arch), with a massive invert with a maximum thickness of 1204mm. The secondary lining is divided according to the casting procedures into 12m long expansion blocks. The vaults are supported with longitudinal foundation strips, with articulated joints at the expansion joints of the vaults. The waterproofing system of the cut and cover structures is of the umbrella type, consisting of plastics welded membrane with a protective layer, and outer toe drains.

TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Technological equipment and systems of traffic control and operational safety in the tunnels are designed in compliance with state-of-the-art European standards. The transversal ventilation system is artificially provided by reversible jet fans. As a fire protection measure, fire resistance of the concrete lining was increased by adding polypropylene fibres to the mix. In addition, chloride resistance was enhanced in the most exposed sections by means of concrete aeration. Part of the tunnels are relatively small service structures on the surface, i.e. an automatic sub-switchboard of the control system, and HV and LV distribution substation with a transformer station. The spaces in front of both portals allow the traffic to be switched to bi-directional operation in each tunnel tube in the case of planned repairs and maintenance or an accident in the tunnel.

GEOLOGY

The open cuts for the cut-and-cover sections, and above all the excavation of both tunnels, were carried out in a variable geological environment of rock and semi-rock flysch-type series of measures with various degree of weathering, i.e. sedimentary rock where the most frequent petrographic type are pelitic sediments – claystone and siltstone, mostly thinly laminated. In some layers they are massive, locally even with spherical separation. Frequent are also series of measures consisting of sandstones and greywacke. Proportions of individual rock types are locally variable. Fissure water was encountered locally in mined tunnel sections. Its circulation is connected with water supply from superficial deposits.

CONSTRUCTION PROCEDURE

The tunnels were driven using an observational method based on the principle of the New Austrian Tunnelling Method. A horizontal division of the face was used. The tunnel excavation technology was accommodated to the properties of the geological environment. The cross-section



Obr. 3 Čelba kaloty tunelu Klimkovice
Fig. 3 The Klimkovice tunnel – the top heading face



Obr. 4 Prorážka klimkovického tunelu
Fig. 4 Klimkovic tunnel breakthrough

úseků řešeno provzdušněním betonů. Součástí tunelu jsou relativně velmi malé servisní povrchové objekty – automatická podústředna řídicího systému a rozvodna VN a NN s trafostanicí. Rozvodna je propojena podzemním kolektorem a svislou kolektorovou šachtou s vnitřními prostorami tunelu. Prostory před oběma portály umožňují nouzově převést dopravu na obousměrný provoz v každé tunelové rouře v případě plánovaných oprav a údržby nebo havárie v tunelu.

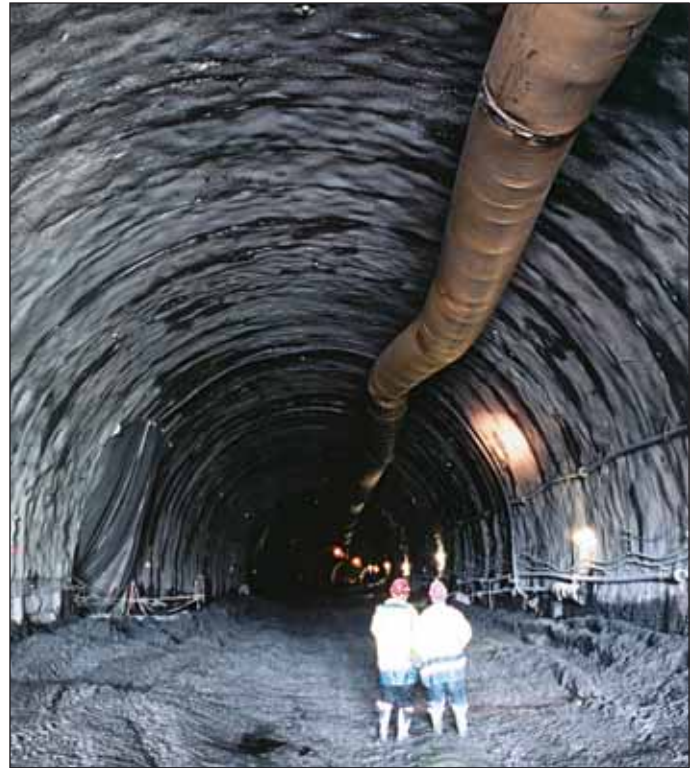
GEOLOGIE

Stavební jámy hloubených úseků a především ražby obou tunelů byly realizovány v proměnlivém geologickém prostředí ve skalních až poloskalních horninách flyšových souvrství, s různým stupněm navětrání. Jsou to sedimentární horniny, kde nejčastějším petrografickým typem jsou peltické sedimenty – jílovce a prachovce, převážně tenké destičkovitě vrstevnaté. V některých polohách jsou masivní, místy i se sférickou odlučností. Častá jsou rovněž souvrství budovaná pískovci a drobami. Zastoupení jednotlivých typů hornin je lokálně variabilní. V ražených tunelových úsecích se místy vyskytovala puklinová podzemní voda. Její cirkulace je vázána na dotaci z pokryvných vrstev.

POSTUP VÝSTAVBY

Ražba tunelů probíhala s uplatněním observační metody na principu Nové rakouské tunelovací metody. Pro tunelový výrub bylo použito horizontální členění. Technologie ražby tunelů byla přizpůsobena vlastnostem horninového prostředí. V předstihu ražená kalota měla plochu přibližně 65 m². Za ní s potřebným technologickým odstupem následovala dobírka dolní lávky – jádra. Po prorážce tunelů bylo provedeno začistění a zajištění tunelové počvy. Primární ostění bylo realizováno technologií mokrého stříkaného betonu. Původní prognóza inženýrskogeologického průzkumu o výskytu poruchových pásem s velmi nepříznivými geotechnickými parametry se nenaplnila. Stabilita horniny byla příznivá. Rozpojování horniny bylo prováděno trhavinami. Dočistění výrubů se realizovalo mechanicky tunelbagry. Vliv seismiky od trhacích prací podléhal přísné kontrole obyvatel budov v blízkém okolí tunelu. Omezení účinků seismiky ovlivnilo denní postupy ražby kaloty, které v průměru činily asi 3,50 m. Průměrné konvergence výrubových profilů byly 5 až 15 mm, maximálně 25 mm. Největší poklesy na povrchu byly 5 až 32 mm. V místech největšího nadloží se poklesová kotlina v podstatě nevytvořila. Jediným negativním účinkem ražby tunelů je výrazné snížení hladiny podzemní vody v okolí tunelu. Uplatněné technické opatření s tlakovou uzavřenou hydroizolací v ražených tunelových úsecích má za cíl vrátit hladinu podzemní vody do původního stavu.

ING. JIŘÍ PECHMAN, AMBERG ENGINEERING BRNO, a. s.,
e-mail: jpechman@amberg.cz



Obr. 5 Primární ostění tunelu u brněnského portálu
Fig. 5 Primary lining near the Brno portal



Obr. 6 Střední část východní tunelové trouby
Fig. 6 Central part of eastern tunnel tube

of the top heading, which was driven in advance, was approximately 65m². The bench excavation followed at a technologically necessary distance. Once the tunnels broke through, the invert excavation and support were completed. The primary lining was executed using sprayed concrete technology. The occurrence of weakness zones with very unfavourable geotechnical parameters originally predicted by the engineering geological investigation did not materialise. The rock mass stability was favourable. It allowed blasting. Mechanical tunnel excavators were used for trimming the perimeter of the tunnel profile. The impact of blasting vibration on buildings in close vicinity was under stringent control by the residents. The restriction on the blasting vibration affected the top heading advance rates, which amounted to 3.50m per day on average. Average convergences of the excavated profiles varied from 5 to 15mm, maximally 25mm. The largest surface settlement values amounted to 5 to 32mm. The settlement trough virtually did not develop in the deepest cover locations. The only negative effect of the tunnel excavation is a significant lowering of the groundwater table along the tunnel. The purpose of a technical measure consisting of a closed pressure-resisting waterproofing system is to restore the water table level to the original condition.

ING. JIŘÍ PECHMAN, AMBERG ENGINEERING BRNO, a. s.,
e-mail: jpechman@amberg.cz