

PROJEKT DVOUKOLEJNÝCH ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ MALÁ HUBA A HNĚVKOVSKÝ I. NA TRAŤOVÉM ÚSEKU ZÁBŘEH – KRASÍKOV

Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s. r. o.

Design of the Malá Huba and Hněvkovský I. double-rail tunnels on the Zábřeh –Krasíkov track section

This paper deals with the technical solution of double-rail tunnels lying on the Zábřeh na Moravě – Krasíkov track section. The solution has been developed at a final design level. The project of this track section upgrading is one of the projects being implemented within the scheme of modernisation of railway corridors. The track alignment passing through tunnels allows the improvement of driving parameters on the given branch line of the Corridor II. The design assumes the excavation of the two tunnels to be carried out by the NATM. The design documents respect the requirements contained in the new standard ČSN 737508 „Rail Tunnels“ and newly revised technical and quality specifications for Czech railway constructions „ČD TKP 20 Tunely“.

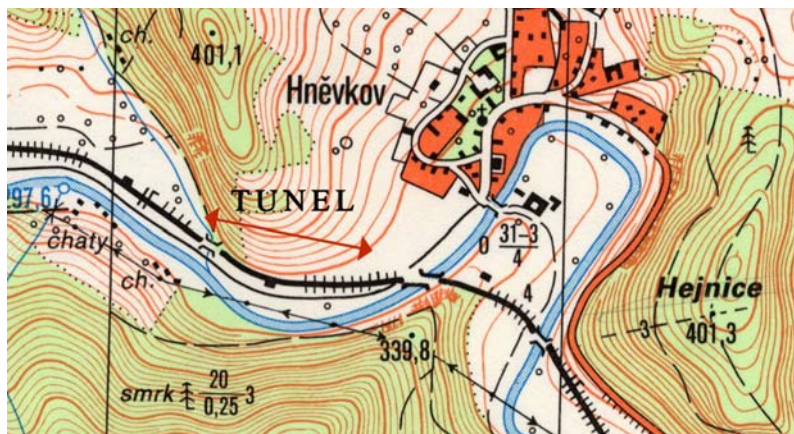
1 ÚVOD

Dvoukolejné železniční tunely Malá Huba a Hněvkovský I. jsou budovány v rámci modernizace traťového úseku Zábřeh na Moravě – Krasíkov, který patří k přípojné větvi II. železničního koridoru. Vedení trasy v tunelech umožňuje zlepšení jízdních parametrů nově navrhované trasy. Projektová dokumentace tunelů ražených NRTM zohledňuje požadavky nové normy ČSN 737508 „Železniční tunely“ i zcela přepracovaných technických kvalitativních podmínek staveb českých drah „ČD TKP 20 Tunely“.

ZÁKLADNÍ PARAMETRY TUNELU		
Popis	Hněvkovský I.	Malá Huba
Délka tunelu	180 m	324 m
Ražená část + želva	132 m	300 m
Hloubená část	36+12 = 48 m	12+12 = 24 m
Podélný sklon	0,24 ‰ - 0,89 ‰	4,221 ‰
Poloměr směrového oblouku	754 m	850 m
Poloměr výškového oblouku	11 000 m	-
Výška nadloží	6 – 12 m	6 – 40 m

2 INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

2.1 Tunel Hněvkovský I.

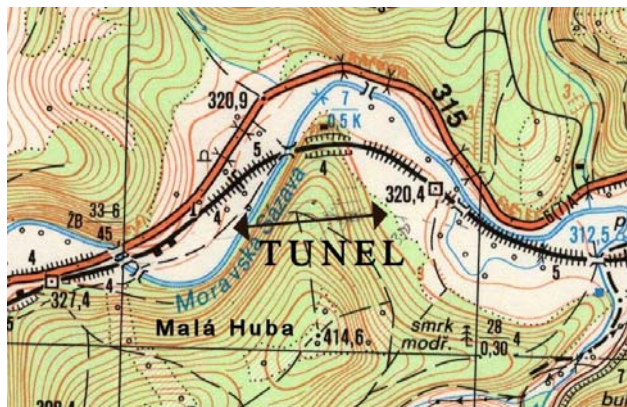


Trasa tunelu podchází jižní výběžek vrchu Plechovec. V trase tunelu kolísá nadmořská výška povrchu terénu od 298 m n. m. do 325 m n.m. Horninový masiv tvoří proterozoické metamorfované horniny zábrěžského krystalinika (kvarcitické ruly, pararuly a fylity). V oblasti ovlivněné ražbou jsou horniny z větší části navětralé, pouze při povrchu a v okolí tektonických linií místy mírně zvětralé. Pukliny

nepravidelně a všesměrně rozpukaného masivu jsou převážně sevřené. Již poměrně mělce pod povrchem jsou pukliny sevřené a prakticky nepropustné. Významnější přítoky do tunelu lze při ražbě očekávat pouze v oblastech rozsáhlejšího tektonického porušení a v příportálových úsecích, kde vydatnost přítoků závisí na množství atmosférických srážek.

2.2 Tunel Malá Huba

Trasa tunelu prochází pod severním skalním výběžkem vrchu Malá Huba (415 m.n.m.). Patu výběžku řeka obtéká ze západu, severu a východu. Údolní niva leží ve výšce 316 m.n.m. Horniny zábřežského krystalinika jsou v lokalitě zastoupeny fylity, svory, metadrobami, metaprachovci a metapelity a mají vyvinutou výraznou foliaci. Směr a sklon foliačních ploch se vlivem provrásnění často mění. Vzdálenost foliačních ploch se pohybuje v rozmezí od 3 do 10 mm.



Horniny jsou nepravidelně a všesměrně rozpukané, pukliny jsou převážně sevřené, často vyplněné oxidy železa. Obecně lze horninový masív v trase tunelu hodnotit podle stupně zvětrání jako navětralý až zdravý a v blízkosti východního portálu navětralý až slabě zvětralý. Směrem k východnímu portálu se v nadloží metamorfovaných hornin zachoval relikv křídových sedimentů v podobě písčitých slínovců, které nezasahují do prostoru budoucí ražby.

3 SMĚROVÉ A VÝŠKOVÉ VEDENÍ TRASY

Oba tunely jsou situovány ve směrových obloucích malých poloměrů. Tunel Hněvkovský I. leží v oblouku o poloměru 754 m, tunel Malá Huba 850 m. Minimalizace plochy příčného řezu tunelu je docílena odsazením osy tunelu od osy kolejí o 160 mm. Geometrické parametry tunelu jsou patrné ze vzorových příčných řezů. Z hlediska sklonových poměrů klesá v tunelu Hněvkovský I. trať ve sklonu 0,24‰ až 0,89‰. Nedostatečný sklon značně komplikuje situaci při odvodnění tunelu a zvyšuje nároky na přesnost provádění tunelových drenáží i čištění drenáží po celou dobu životnosti tunelu. Složitost odvodňovacího systému zvyšuje riziko sedimentace jemných částic v potrubí. V případě tunelu Malá Huba je situace o málo lepší a sklon 4,2‰ se z hlediska odvodnění pohybuje těsně nad požadovaným minimem, které činí v zastížených inženýrskogeologických podmínkách 3‰. Stupeň rozpracování projektové dokumentace v době zahájení prací na stavební části tunelů již neumožňoval provést korekci navrženého směrového a výškového řešení.

4 POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Konstrukce je navržena podle novely normy ČSN 73 7508 Železniční tunely pro sružený tunelový průjezdný průřez na elektrizované trati. Zásadní změnou, ovlivňující i velikost plochy výrubu, je zvětšení pojistného prostoru z původních 150 mm na 300 mm. Návrh příčného řezu vychází z výšky průjezdného průřezu 6 m a vzdálenosti os kolejí 4 m. Minimální rozdíl v převýšení kolejí umožňuje použít pro oba tunely totožný tvar konstrukce. Délka obou tunelů i vzdálenost staveb nabízí při betonáži definitivního ostění možnost použití jediného bednicího vozu. Požadovanou třídu vodotěsnosti podle TKP20 zajišťuje izolační systémem „deštník“ s umístěním mezilehlé izolace pouze v oblasti horní klenby tunelu. Tloušťka primárního ostění se pohybuje v závislosti na technologické třídě výrubu NRTM od 150 mm

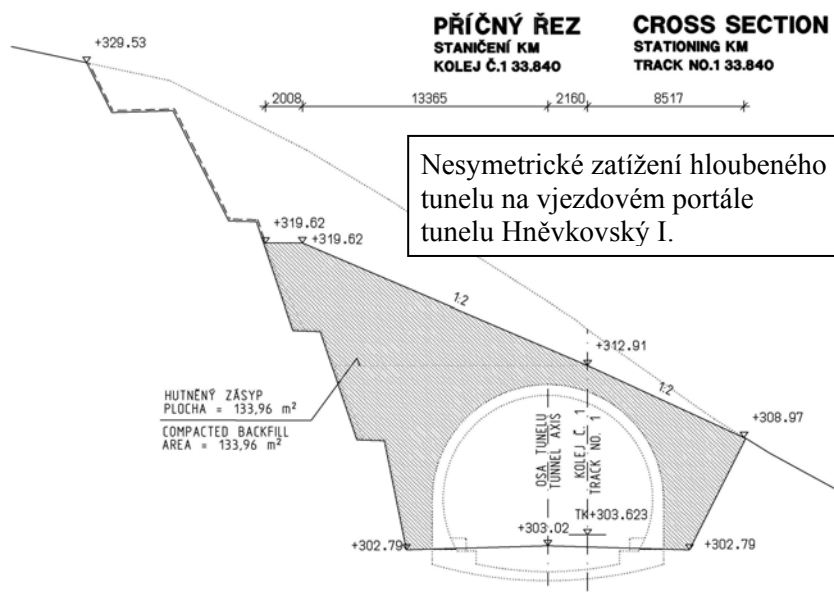
do 250 mm. Sekundární ostění ražených úseků má ve vrcholu klenby tloušťku 350 mm, směrem k opěři se zvětšuje až na 600 mm. Ostění hloubeného tunelu minimální tloušťky 600 mm tvoří železobetonová konstrukce z betonu odolného proti průsakům vody. Betonáž konstrukce definitivního ostění probíhá po blocích délky 12 m. Tunel Hněvkovský I. je navržen v celé délce se spodní klenbou. Stabilitu střední části tunelu Malá Huba, ražené v technologické třídě výrubu III., zajišťuje klenba definitivního ostění založená pouze na patkách. V ostatních částech tunelu je ostění navrženo se spodní klenbou.

K normou požadovaným bezpečnostním prvkům ovlivňujícím konstrukční řešení patří záchranné výklenky umístěné ve vzdálenosti 24 m. V místě výklenků jsou situovány i další prvky vybavení tunelu (kabelové šachty, šachty na čištění drenáže, osvětlení, zásuvky elektrického okruhu, hydranty požárního vodovodu nebo body pro měření účinků bludných proudů).

Podélný sklon tunelu **Hněvkovský I.** neumožňuje odvádění vody k portálu průběžnou podélnou drenáží. Jediné řešení k dosažení minimálního sklonu představuje podélné "zazubení" drenáže. Z omezených prostorových možností za rubem definitivního ostění vychází vzdálenost šachet na čištění drenáže na 24 m. Šachty musí být umístěny jak v každém záchranném výklenku, tak i v prostoru kolejí v ose tunelu. V místě šachet, jejichž počet je oproti standardnímu řešení dvojnásobný, je voda svedena příčnou drenáží do střední tunelové stoky, jejíž sklon nekoresponduje se sklonem tratě a v podélném směru dochází k jejímu zahloubení až na úroveň spodní klenby tunelu. Odvodnění tunelu **Malá Huba** podélnou drenáží umožňuje odvedení vody z bočních drenáží i střední tunelové drenáže v jednotném sklonu k výjezdovému portálu tunelu. Oba systémy nejsou propojeny a střední tunelová drenáž slouží pouze k odvedení vody použité např. při zásahu požárníků v tunelu.

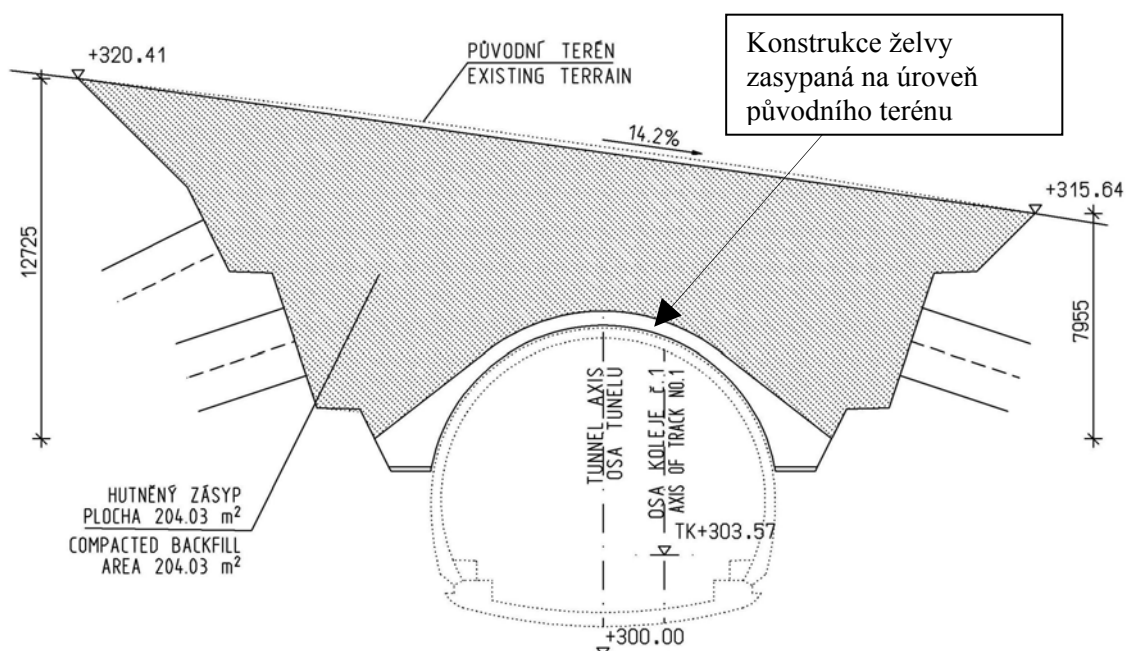
4.1 HLOUBENÉ ÚSEKY TUNELŮ

Oba tunely vcházejí do hory pod ostrým úhlem. U šikmého vedení trasy vzniká v případě hloubených úseků problém nesymetrického zatížení ostění, které nepříznivě ovlivňuje průběhy statických veličin, zvyšuje nároky na dimenze ostění a tím i celkovou cenu díla. Z uvedených důvodů bylo v průběhu projektu snahou zpracovatelů minimalizovat délku hloubených úseků a nalézt takové řešení, které by v maximální možné míře využilo nosné funkce horninového masivu. Na vjezdovém portálu tunelu Hněvkovský I. dosahuje délka hloubené části 36 m, na ostatních třech portálech je rozsah hloubených částí omezen pouze na portálové pásy délky 12 m. Výstavba vjezdového portálu tunelu Malá Huba je ztížena skutečností, že konstrukce portálového pásu přímo navazuje na nově budovaný most přes řeku Moravskou Sázavu. Přístup k portálu i vzájemná koordinace obou staveb bude klást zvýšené nároky na plán organizace výstavby i vlastní provádění.



4.2 ÚSEKY RAŽENÉ POD OCHRANOU KLENBY

Metoda „želva“, navržená na výjezdových portálech obou tunelů, umožňuje snížit hloubku stavební jámy na úroveň kaloty tunelu. Až do úrovně vrcholu klenby budoucího tunelu probíhá odtěžování stavební jámy bez omezení a zvláštních opatření. Sklony jámy jsou navrženy v souladu s geotechnickými parametry zemin, resp. hornin v dané lokalitě. Pod úrovní vrcholu klenby začíná odtěžování se současnou úpravou výkopu do tvaru klenby tunelu. Hornina tvoří přirozené bednění klenby. Před zahájením ražby je konstrukce „želvy“ zasypana a povrch území je možno upravit do definitivní podoby. Ražba probíhá následně pod ochranou klenby. Metoda umožňuje použití stejných technologických postupů a zařízení jako v raženém tunelu, včetně tak nákladného zařízení, jakým je bednicí vůz.



4.3 ÚSEKY TUNELŮ RAŽENÉ NRTM

Na základě výsledků inženýrskogeologického průzkumu byly ražené úseky rozčleněny do technologických tříd výrubu NRTM. Každá technologická třída výrubu přesně definuje způsob členění výrubu, délku záběru a způsob zajištění stability výrubu během ražby. Délka úseku se stejnou technologickou třídou i jeho poloha závisí zejména na kvalitě horninového prostředí, výšce nadloží a vzdálenosti od portálu. Dobrá kvalita horninového prostředí umožňuje s výhodou použít hydraulicky upínatelné svorníky (HUS). Pouze v oblasti portálu v technologické třídě výrubu V. probíhá stabilizace výrubu kotvami SN délky 4 m osazovanými do vrtů s cementovou zálivkou. Ražba probíhá u obou tunelů od výjezdového portálu s tím, že na vjezdovém portále je proveden zárodek kaloty a dále v kalotě vyraženo cca 10 m tunelu, aby prorážka probíhala v hoře. Upřesnění technologického postupu provádí přímo na stavbě odpovědní zástupci stran zúčastněných na výstavbě. Změny technologického postupu a prvků zajištění výrubu a mají zásadní vliv na ekonomický výsledek celé stavby tunelu.

4.3.1 Tunel Hněvkovský I.

Ražba tunelu probíhá v celé délce s nízkým nadložím jehož výška se pohybuje od 6 do 12 m. Tomu odpovídá zvolený technologický postup výstavby a způsob zajištění stability výrubu. Pro předpokládané geotechnické podmínky byly stanoveny 2 technologické třídy výrubu NRTM (TV-IV. a TV-V.). Zpočátku práce postupují pod ochranou klenby (želvy).

5 ZÁVĚR

Při trasování nových tratí by bylo vhodné přistupovat k návrhu trasy s vědomím, že tunely jsou stavby velmi nákladné a mají svá specifika. Při rozhodování o umístění tunelu zpravidla hraje zásadní roli cena, která odpovídá délce tunelu. Je však otázkou, zda nejkratší tunel představuje z hlediska dlouhodobé perspektivy vždy tu neoptimálnější variantu. V komplikované finanční situaci vede snaha o minimalizaci výkupu pozemků a zkrácení tunelové části stavby často k "uvěznění" kolejového řešení do tunelu ve směrovém oblouku malého poloměru. V konečném důsledku tato "úspora" znamená degradaci tratě na několik generací a prakticky vylučuje možnost vylepšení parametrů trati v budoucnosti.

Nová rakouská tunelovací metoda se již pomalu začíná v případě železničních tunelů v síti Českých drah zabydlovat. Po úspěšné realizaci tunelu Vepřek (projekt ILF Consulting Engineers, realizace Metrostav) slavnostně uvedeném do provozu 27.5.2002, následovaly projekty tunelů Krasíkovský I. a II. (Metroprojekt Praha) a Nového spojení (SUDOP Praha). Pokud pomineme Nový třebovický tunel (ILF Consulting Engineers), navržený jako ražený pod ochranou stropní desky a podzemních stěn, a jednokolejný tunel Březenský, kde v současné době probíhá ražba metodou obvodového vrubu (projekt SUDOP Praha, realizace Metrostav), budou nebo již jsou ostatní železniční tunely raženy pomocí NRTM. Tato skutečnost ukazuje, že NRTM je moderní metodou použitelnou v širokém spektru horninových prostředí, která umožňuje dosažení příznivých ekonomických výsledků.

ZÁKLADNÍ INFORMACE O TECHNOLOGICKÝCH TŘÍDÁCH VÝRUBU NRTM				
Popis	TV III.	TV IV.	TV V.	
Výrub kaloty	57,978 m ²	58,937 m ²	59,903 m ²	
Výrub jádra	35,379 m ²	35,598 m ²	35,917 m ²	
Výrub počvy	7,717 m ²	19,005 m ²	20,817 m ²	
Primární ostění	150 mm	200 mm	250 mm	
Délka záběru	2,0 m	1,4 m	1,0 m	
Kotvy	HUS, L = 3 m	HUS, L = 4 m	SN, L = 4 m	
Výztuž primárního ostění	1 x síť, rámy v kalotě h = 100 mm	2 x síť, rámy h = 120 mm	2 x síť, rámy h = 150 mm	
Deformace	≤ 30 mm	≤ 40 mm	≤ 50 mm	
ZASTOUPENÍ TŘÍD VÝRUBU V TUNELECH				
Třída výrubu	V.	IV.	III.	Želva
Malá Huba	64 [m]	44 [m]	168 [m]	24 [m]
Hněvkovský I.	60 [m]	36 [m]	-	36 [m]

Literatura

- [1]. ILF Consulting Engineers, 04/2002, projekt stavby ČD-DDC, Optimalizace traťového úseku Zábřeh – Krasíkov, SO 42-37-01 Tunel Hněvkovský I.
- [2]. ILF Consulting Engineers, 04/2002, projekt stavby ČD-DDC, Optimalizace traťového úseku Zábřeh – Krasíkov, SO 44-37-01 Tunel Malá Huba
- [3]. L. Mařík, ILF Consulting Engineers, 2001, Technické a kvalitativní podmínky staveb Českých drah, kapitola 20 Tunely, třetí - aktualizované vydání, změna č. 2
- [4]. ČSN 737508 Železniční tunely