

# Přípravná dokumentace Nemanice I – Ševětín, tunely Hosín a Chotýčany

Ing. Lenka Pikhartová, SUDOP PRAHA a.s.

Ing. Petr Lapiš, IKP Consulting Engineers, s.r.o.

Stavba Modernizace trati Nemanice I – Ševětín leží na transevropské trase E55, která na našem území tvoří součást IV. železničního koridoru Děčín st. hr. – Praha – České Budějovice - Horní Dvořiště st. hranice. Předmětný úsek leží severně od Českých Budějovic. Součástí traťového úseku jsou i tunely Hosín délky 3 120 m a Chotýčany délky 4 810 m. Zpracování přípravné dokumentace provázely doprovodné studie, jejichž předmětem bylo komplexně pojaté variantní technické řešení obou tunelových úseků, přičemž v celkovém posouzení bylo zohledněno i provádění 2 500 m dlouhého náspu tratě mezi oběma tunely. Vzhledem k délce tunelů hrály významnou roli i únikové cesty a požárně bezpečnostní řešení stavby. Příspěvek seznamuje s průběhem projekčních prací a s výsledky technicko-ekonomického porovnání variant.



Obr. 1 Transzitní koridory v ČR s umístěním Hosínského a Chotýčanského tunelu [1], [2]

## Postup projekčních prací – průběh variantního řešení po etapách

Přípravná dokumentace navazuje na studii Modernizace trati Nemanice I – Ševětín, ve variantě C2, zpracovanou fy. IKP CE v 11/2007.

Součástí zadání bylo, pro počáteční fáze projekčních prací, zpracovat několik variantních řešení. Z nich byla posléze v rámci technicko-ekonomického posouzení vybrána jediná varianta pro závěrečné dopracování.

Jako základní byly navrženy dvě varianty:

- dvojice souběžných jednokolejných tunelů,
- dvoukolejné tunely.

Dále se pro porovnávání varianty klasického šterkového lože nebo pevné jízdní dráhy, vliv zvýšení rychlosti ze 160 km/hod. na 200 km/hod. a u jednokolejných tunelů i varianta ražby pomocí TBM či NRTM.

Projekční práce na tunelových objektech probíhaly v následujících fázích:

#### **1. etapa (30. 11. 2009)**

- Probíhala spolupráce se zpracovateli kolejového řešení při návrhu trasování variant v tunelech, zejména směrové a výškové vedení tratí v příportálových úsecích.

#### **2. etapa (31. 3. 2010)**

- Byla navržena koncepce základního technického řešení celé stavby ve variantách, včetně bezpečnostního řešení tunelů.
- Byl předán koncept geologických průzkumů k projednání geotechnickému konzultantovi.
- V této fázi byla odevzdána dokumentace s porovnáním 1-kolejných a 2-kolejných tunelů včetně jejich variant únikových cest pomocí kubatur výrubů.

#### **3. etapa (30. 6. 2010)**

- Byl navržen koncept tunelových staveb (a přístupů k nim) včetně návrhu technicko-bezpečnostní dokumentace, koncepce umístění stavenišť a organizace výstavby.
- Byly odevzdány předběžné zprávy geotechnických průzkumů.
- V této fázi byla odevzdána dokumentace s porovnáním 1-kolejných a 2-kolejných tunelů včetně jejich vybraných variant únikových cest, která byla oceněna pomocí kumulovaných položek.

Tato část dokumentace byla následně podrobena oponentnímu posudku zpracovaného fy. ILF CE s.r.o. Dne 7. 9. 2010 bylo Odbornou komisí zadavatele SŽDC, s.o. Stavební správy Praha na základě technicko-ekonomického posouzení variant stanoveno, že bude následně sledována varianta s nejnižšími stavebními náklady.

#### **4. etapa (30. 11. 2010)**

- V obou případech tunelových staveb byla dále rozpracována varianta dvoukolejného tunelu raženého pomocí NRTM. Železniční spodek v celé trati je navržen pro rychlost 160 km/hod., stavební připravenost v tunelech umožňuje i výhledovou rychlost 200 km/hod. V tunelech je navrženo šterkové lože, přičemž v budoucnu není vyloučeno použití konstrukce pevné jízdní dráhy.
- Byly zpracovány návrhy dokumentace monitoringu tunelů. Jednotlivé stavební objekty byly oceněny.

V současné době probíhá připomínkový řízení ze strany objednatele k odevzdané dokumentaci.

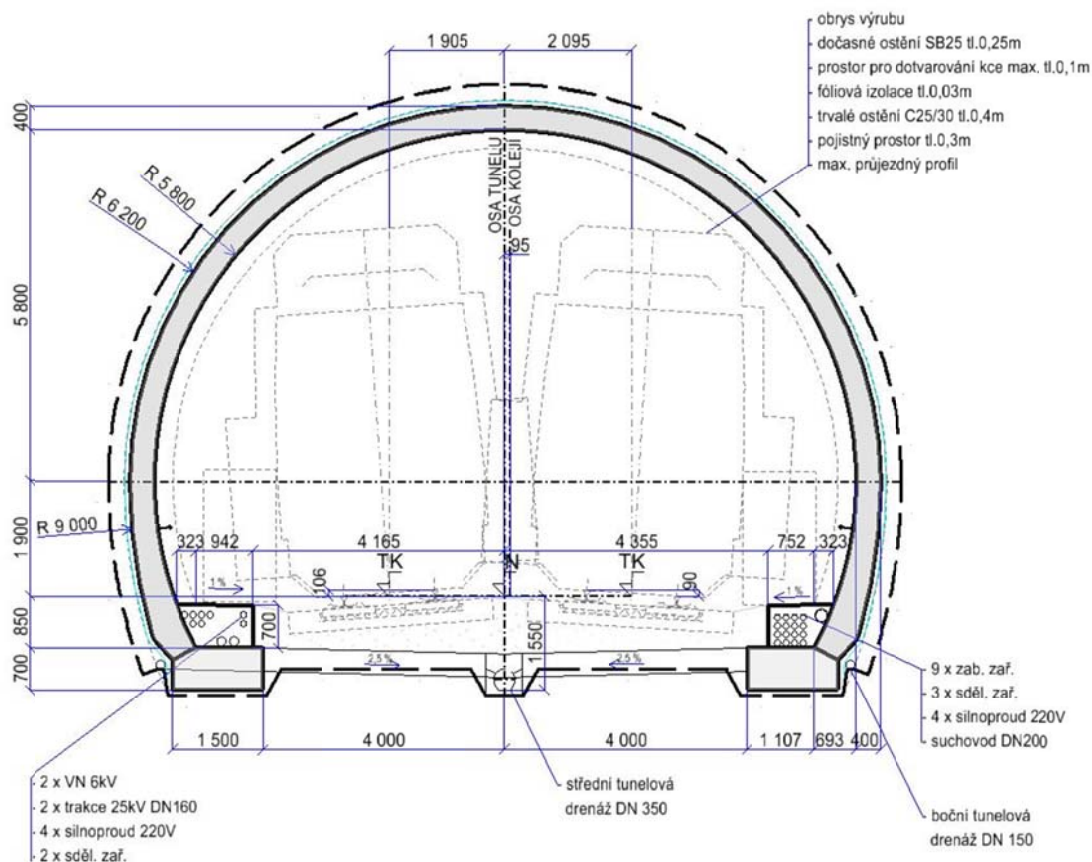
Koncovým smluvním termínem této zakázky je 30. 9. 2011.

#### **Navrhované příčné profily**

Návrh světlého profilu dvoukolejného tunelu je pro oba tunely stejný. Vyšel z nově platného vzorového listu SŽDC Světlý tunelový průřez jednokolejného tunelu (2010) a byl aplikován na 2-kolejný tunel.

Světlý tunelový průřez dvoukolejného tunelu z roku 2004 je upraven v souladu s rozhodnutím komise ze dne 20. prosince 2007 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Bezpečnost v železničních tunelech“ v transevropském konvenčním a vysokorychlostním železničním systému (TSI SRT, 2008/163/ES). Jedná se o úpravu chodníků, zvětšení jejich minimální šířky z původních 500 mm na 750 mm, zmírnění sklonu povrchu z 3 % na 1 % a k snížení výškové polohy vůči TK. Tunelový profil byl

zvětšen z dříve standardního poloměru 5,7 m na 5,8 m. Tím došlo, po předběžném posouzení programem SEALTUN, ke splnění tlakového komfortu pro cestující i při rychlostech míjejících se vlaků 200 km/hod.



Obr. 2 Vzorový příčný řez tunelu s patkami

Tunelový průjezdný průřez vychází z ustanovení ČSN 73 7508 (kap. 6.3.4.1) při respektování osové vzdálenosti kolejí 4 000 mm, plocha STP je 76,10 m<sup>2</sup>. Definitivní obezdívka dvoukolejného tunelu je kruhového tvaru, s mírným náběhem v dolní části patky klenby, za kterou je umístěna PE trubka odvodňovacích drenáží. Vnitřní poloměr světlého tunelového profilu je 5,8 m, se středem umístěným 1,9 m nad TK. V dokumentaci je předloženo technické řešení 2 typů konstrukce: pro dobré geologické podmínky kruhová klenba založená na patkách a pro špatné podmínky uzavřený profil s protiklenbou. Tloušťky ostění se mění dle geologických podmínek po trase obou tunelů. Plocha výrubů se podle technologických tříd pohybuje od 105 do 120 m<sup>2</sup>.

Odvodnění tunelů za provozu je uvažováno pomocí mezilehlé fóliové izolace a podélných tunelových drenáží (systém deštník). Uprostřed tunelu je umístěna centrální tunelová stoka s profilem DN 350 mm. Voda je odváděna gravitačně ve sklonu trasy tunelu. Pro čištění drenáží jsou navrženy po 60 m šachty. Předpokládáme standardní vybavení tunelů. Kabelovody jsou situovány pod chodníkem po obou stranách tunelu, tunel je vybaven osvětlením a madly. Na portálech jsou osazeny protidotykové zábrany. Nedílnou součástí vybavení je i suchovod, zajišťující v případě požáru dodávku vody pro vedení požárního zásahu. U obou portálů i u všech nadzemních objektů nad záchrannými šachtami budou vytvořeny nástupní plochy IZS o výměře min. 500 m<sup>2</sup> tak, aby na nich bylo možné otáčení vozidel IZS. K nástupním plochám bude zajištěn příjezd vozidel po nově zřízených komunikacích, které budou napojeny na stávající silniční síť.

## Hosínský tunel

Z geologického hlediska prochází trasa převážně krystalickými proterozoickými horninami moldanubika (pararuly až migmatity a ortoruly). Na vjezdu zastihuje druhohorní horniny křídového stáří (písčité hlíny) a na výjezdu terciární uloženiny neogénního stáří (jílovité zeminy, diatomitové sedimenty i polohy mladého uhlí – lignitu). Zvodnělé polohy se očekávají zejména na vjezdu, dále na výjezdu a podél tektonických poruch.

Trasa tunelu Hosín se nachází pod plochou elevací východně až severovýchodně od obcí Hrdějovice a Hosín, v blízkém jihozápadním předpolí letiště Hosín. Nadmořská výška terénu pozvolna stoupá od místa jižního vjezdového portálu z hodnoty cca 400 m n. m. na nejvyšší kótu cca 499 m n. m. a poté se svažuje relativně prudším svahem k místu severního portálu s povrchem terénu na úrovni cca 420 m n. m. (výška nadloží nad TK 14 – 85 – 20 m). Povrch území je porostlý lesy či zemědělsky obhospodařován (pole, louky).

Celková délka dvoukolejného tunelu je 3 120 m. Ražený dvoukolejný tunel je 2 820 m dlouhý, dvojice únikových chodeb včetně 6 propojek má 2 825 m. Hloubený úsek je na jižním portálu 144 m a na severním 156 m dlouhý. Jižní hloubená část bude realizována v otevřené stavební jámě vysvahováním dočasných stěn. Na severním portálu, jsou pro zabezpečení konstrukcí navrženy svislé kotvené podzemní stěny se zpevněním podloží pomocí tryskové injektáže.

Trasa železniční tratě v tomto úseku je vedena ve dvou protisměrných obloucích, levého s poloměrem 2 000 m a dále pravého s poloměrem 2 504 m v koleji č. 1 (převýšení 90 a 106 mm). Trasa ve směru staničení stoupá 1 110 m 4,6 ‰, dále

1 977 m 6,5 ‰ a v poslední části hloubeného tunelu v délce 33 m 10 ‰. Odsazení osy tunelu od osy kolejí je konstantní 95 mm vlevo. Tím je v celé délce tunelu zachován konstantní příčný profil tunelu se šířkami chodníků 940 mm vlevo a 750 mm vpravo. Toto uspořádání umožňuje převedení požadovaného počtu kabelů a potrubí.

Prověřovanými podvariantami úniku osob z tunelu zasaženého požárem nebo nehodou byly:

- souběžná záchranná štola spojená s tunelem krátkými spojovacími chodbami (vyústění u portálů),
- dvojice kratších souběžných záchranných štol s různými možnostmi přístupů (vstup od portálu, přístup boční štolou, přístup svislou šachtou a jejich vzájemné kombinace),

Spojovací chodby těchto štol byly uvažovány ve vzdálenostech do 500 m dle TSI, tj. v těchto případech celkem 6 chodeb po cca 450 m.

- záchranné cesty vedoucí na povrch území pomocí 3 vertikálních šachet (hloubek 29 a 2x80 m), tj. samostatných nouzových východů vedených ze shromažďovacích prostor napojených přímo na tunel.

Tato varianta byla vyhodnocená jako nevýhodná kvůli provoznímu hledisku, i když z hlediska ekonomického vyšla její realizace o něco levněji než předchozí možnosti. Toto řešení výrazně prodražuje údržba všech technologií (kontroly a revize evakuačních výtahů a technologie svislých šachet a jejich případné opravy, zajištění příjezdu v zimních měsících). Dochází k záborům dalších ploch u výstupu z každé šachty (přístupová komunikace, nástupní a záchranná plocha, pozemní objekt). Zabezpečení svislé evakuace při sebezáchraně cestujících a po schodišti je výrazně náročnější než v cca. vodorovných štolách.

Byla vybrána varianta záchranné cesty realizované pomocí dvojice paralelních únikových štol (severovýchodní a jihovýchodní).

Osa souběžné záchranné chodby je vzdálena od osy tunelu min. 25 m, aby došlo k vytvoření přirozeného horninového pilíře mezi oběma podzemními díly i v případě poruchových pásem. Záchranná chodba je rozdělena na 2 části, s délkami 1 344 m na jihu a 1 352 m na severu, které jsou spojeny s tunelem vždy 3 propojkami. Vzdálenost mezi 3. a 4. propojkou, které nejsou propojeny únikovou chodbou, je 453,5 m.

Podélné sklony chodby korespondují s podélným sklonem tunelu. Příčný průřez souběžné záchranné chodby umožňuje průjezd záchranného vozidla – sanitky (světlá šířka/výška je 2,25/2,25 m). Světlý tunelový průřez chodby je 7,5 m<sup>2</sup>. Teoretický výrub záchranné chodby je cca 13,5 m<sup>2</sup>. V polovině délky propojek jsou křížové rozrážky pro technologické místnosti. U 2. a 5. propojky jsou umístěny místnosti trafostanic. Veškeré profily, mimo trafostanice, s rozšířeným profilem 25 m<sup>2</sup>, jsou identických rozměrů.

Při předpokladu ražeb štol v předstihu před ražbou velkého profilu tunelu budou moci být využity jako geologické průzkumné štolky a jižní část i jako odvodňovací štola.

### **Chotýčanský tunel**

Trasa tunelu prochází metamorfovanými horninami moldanubika (jemnozrnnými až středně zrnitými pararulami místy lokálně zbřidličnatělé), hlubinnými vyvrělými horninami ševětínského granodioritu a při výjezdovém portálu mohou být v hloubené části tunelu zastíženy i svrchnokřídové (silně zvodnělé jílovitopísčité a písčitojílovité) sedimenty a horniny klikovského souvrství. V oblasti vjezdového portálu je možno očekávat sedimenty/poloskalní horniny mydlovarského souvrství (max. 3,0 m mocné písčité jíly až slabě stmelené písčité jílovce až jílovité pískovce).

Tunel Chotýčany se nachází pod plochým pánevním reliéfem s nevýraznými elevacemi východně od obce Dobřejovice. Prochází severně nad obcí Chotýčany a končí jihovýchodně od obce Vitín. Výška nadloží nad TK se pohybuje od 15 do 77 m. Povrch území je v současnosti zemědělsky využíván a na části území jsou lesní porosty a louky.

Dvoukolejný Chotýčanský tunel má celkovou délku 4 810 m. Na jižním portále je 60 m tunelu prováděno v otevřené svahované stavební jámě, na severním portále dosahuje podobným způsobem hloubený úsek délky 144 m. Dalších cca 130 m zabírá oblast tunelu v místě mimoúrovňového křížení se silnicí I/3 (budoucí dálnicí D3) a dále 12 m s trasou rovnoběžná železobetonová portálová křídla. Tyto úseky jsou rovněž zahrnuty do délky tunelu a byly posuzovány z hlediska délky záchranných cest. Celková délka hloubených tunelů činí 346 m. Ražená část tunelové trouby je dlouhá 4 464 m.

Trasa tunelu je v koleji č. 1 navržena ze dvou po sobě jdoucích pravosměrných oblouků o poloměrech 4 004 m (délka 1 450 m) a 16 004 m (délka 1 283 m), které spojuje přechodnice. Na ně navazuje přes přechodnici levosměrný oblouk o poloměru 4 000 m délky 812 m. V oblasti severního portálu tunelu přechází trasa přes přechodnici do dalšího levosměrného oblouku o poloměru 16 000 m délky 669 m. Výškově je trasa tunelu navržena v jednotném sklonu 7,611 ‰. Niveleta trasy stoupá od jižního portálu k severnímu. Převýšení kolejí je max. 40 mm. Odsazení osy koleje od osy tunelu není vzhledem k maximální hodnotě převýšení kolejí potřeba.

Variantně byly i u tohoto tunelu posuzovány únikové východy, neboť při délce tunelu téměř 5 km se nelze vyhnout výstavbě únikových šachet a štol, a ty mají nemalý vliv na celkovou cenu díla. Posuzovány byly následující varianty únikových cest:

- dvě paralelně ražené záchranné štolky se zaústěním propojek z dvoukolejného tunelu (UA),
- záchranné šachty s vyústěním na povrch území s napojením na krátké záchranné štolky (UB),

- paralelně ražená záchranná štola s vyústěním u portálu v místě vysokého nadloží a záchranné šachty v místě nižšího nadloží (UC).

Jako nejméně náročné z hlediska objemu výrubu se jeví varianty úniku UB a UC. Dále byl pro tyto dvě varianty proveden předběžný finanční propočet štol a šachet, ze kterého vzešel jako nejúspornější únik UB - samostatné záchranné šachty ústící na povrch území a to i přesto, že v případě hloubky šachet větší než 30 m budou muset být vybaveny dle PBR požárními výtahy.

Situování nouzových východů je navrženo v souladu s TSI SRT čl. 4.2.2.6.3 a jejich vzájemná vzdálenost nepřekračuje 1000 m, aby byla úniková vzdálenost menší než 500 m. Nouzové východy slouží k bezproblémové evakuaci před možným nebezpečím vzniklým v tunelu. V celé trase tunelu jsou navrženy celkem 4 nouzové východy, osa nouzového východu č. 1 je vzdálena 966 m od jižního portálu dvoukolejného tunelu, osy zbývajících nouzových východů (východy č. 2 až 4, číslováno od jižního portálu) jsou umístěny vždy po 960 m. Všechny záchranné šachty vedoucí na povrch jsou vybaveny nadzemním objektem, ve kterém jsou umístěny technologické místnosti vzduchotechniky, příp. strojovny výtahů.

### **Doba výstavby**

Pro délku výstavby je rozhodující doba realizace delšího Chotýčanského tunelu (3 roky). Ražba se předpokládá od obou portálů. Dalším z rozhodujících objektů stavby je až 10 m vysoký a cca 2,5 km dlouhý násyp mezi severním portálem tunelu Hosín a jižním portálem tunelu Chotýčany. Má celkový objem je cca 640 tis. m<sup>3</sup> a na jeho výstavbu se použije více než polovina výrubů z obou tunelů. Toto řešení výrazně sníží četnost průjezdu nákladních vozidel obcemi.

### **Závěr**

Návrh technického řešení dvoukolejných tunelů a jejich únikových cest vychází z konfigurace terénu, respektuje především geologické podmínky a dobu předpokládané výstavby. Bere v úvahu možnosti zásahu záchranných jednotek a činností provozovatele železniční přepravy v případě ohrožení cestujících nehodou nebo požárem včetně možností záchrany samotnými cestujícími. Vybrané varianty jsou nejen ekonomicky nejvýhodnější, ale i ekologicky nej přijatelnější.

### **Zdroje:**

[1] [www.szdc.cz](http://www.szdc.cz)

[2] [www.4-koridor.cz](http://www.4-koridor.cz)