

VÝZNAM ÚROVNĚ ZPRACOVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH STUPŇŮ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE NA VOLBU TECHNOLOGIE VÝSTAVBY TUNELU

Ing. Libor Mařík

ILF Consulting Engineers, spol. s r.o.

Jirsíkova 5, 186 00 Praha 8 – Karlín

tel. 810 15 522

E-mail: marik@praha.ilf.com

1. Úvod

Výstavba tunelů v České republice je spojena s oprávněnou obavou investora o konečnou výši investičních nákladů za provedené dílo. Základní koncepce technického návrhu a způsobu výstavby je zpravidla určována v přípravné fázi projektové dokumentace. Cílem elaborátu je poukázat na konkrétním příkladu dvoukolejného železničního tunelu na význam volby technického řešení tunelu a některá chybná rozhodnutí, která návrh výstavby tunelu ovlivnila.

2. Popis technického řešení

Modernizace traťového úseku Kralupy nad Vltavou – Vraňany je součástí programu výstavby železničních koridorů v České republice. Stávající dvoukolejná trať je vedena na břehu řeky Vltavy a směrové řešení je touto skutečností do značné míry ovlivněno. Snahou projektantů ve všech stupních projektové dokumentace bylo odstranit v zájmovém úseku dva stávající protisměrné oblouky a vložením pouze jediného směrového oblouku dostatečného poloměru zlepšit parametry tratě. Vzhledem k reliéfu terénu vedlo toto řešení k posunu trasy směrem dále od řeky do prostoru, kde terén prudce stoupá až do výšky 30 m nad úroveň stávající tratě. Jediným řešením vzniklé situace byla přeložka původní trasy. Až do tohoto okamžiku se jednalo o standardní úlohu spojenou pouze s vhodným trasováním modernizovaného úseku tratě. Další úlohou bylo rozhodnout o technickém řešení přeložky.

3. Přípravná dokumentace

V úrovni přípravné dokumentace, zpracovávané v roce 1997 firmou SUDOP Brno, byl hlavním úkolem návrh technického řešení přeložky výše popsaného traťového úseku. Podkladem byl předběžný inženýrskogeologický průzkum, v rámci kterého byly provedeny čtyři jádrové vrty do hloubky 31 m až 35 m. Vrty zasahovaly max. 6 m pod počvu navrhovaného tunelu. Průzkum ukázal, že horninový masiv je tvořen vrstvou pokryvů o mocnosti cca 3 m a dále pak mocným komplexem slínovců křídového stáří (spodní turon). Horninový blok slínovců je postižen zvětráváním o různé intenzitě. Při povrchu jsou slínovce silně zvětralé až rozložené a eluvium má charakter jílu a jílovité hlíny konzistence pevné až tvrdé. Dosahuje mocnosti 4,5 m až 13 m. Níže se potom vyskytují slínovce silně zvětralé (tř. R5), mírně zvětralé (R4) a navětralé (R3). Hladina podzemní vody byla zjištěna na bázi realizovaných vrtů, zvodnění masivu bylo nevýrazné. Na základě dostupných informací bylo pro další sledování navrženo 6 variant technického řešení přeložky trati [lit. 1]

1. Otevřený zářez (sklony 1:1 s lavicemi)
2. Skalní zářez (základní sklon 2:1 s ochranným prostorem)
3. Zárubní zdi výšky cca 10 m s bezpečnostním prostorem)
4. Pilotové stěny
5. Ražený tunel
6. Zasypaný tunel

Varianta raženého tunelu byla na doporučení generálního konzultanta investora zamítnuta s konstatováním, že „... ražba ve slínovcích bude velice nákladná (min. 1 milión Kč na 1 bm).“ Na základě tohoto tvrzení byly dále sledovány jen varianty hloubeného tunelu. Principem všech čtyř variant bylo provedení tunelu v otevřené stavební jámě. Tvar svahů stavební jámy byl navržen jednotný ve sklonu 1:1 na celou hloubku jámy. Svahy stavební jámy byly navrženy bez jakékoli ochrany proti erozi vrstev slínovců po dobu výstavby hloubeného tunelu. Rozdílný byl pouze způsob řešení stropní konstrukce (deska nebo klenba) a osová vzdálenost pilot tvořících zajištění boků tunelu. Izolace byla navržena pouze pro stropní konstrukce a prostor pod kolejovým ložem. Boky tunelu tvořené pilotovými stěnami nebyly chráněny proti průsakům vody do prostoru tunelu.

VARIANTY ŘEŠENÉ V PŘÍPRAVNÉ DOKUMENTACI:

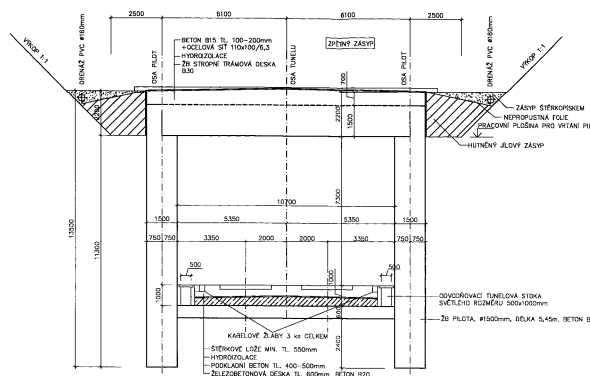
I.A. – stropní konstrukce je tvořena deskou (trámový strop), boky tunelu tvoří pilotová podzemní stěna s osovou vzdáleností pilot 1,5 m (na sraz).

I.B. – stropní konstrukce je tvořena deskou (trámový strop), boky tunelu tvoří pilotová podzemní stěna s osovou vzdáleností pilot 2,5 m. Prostor mezi pilotami je vyplněn stříkaným betonem se sítí a kotvami.

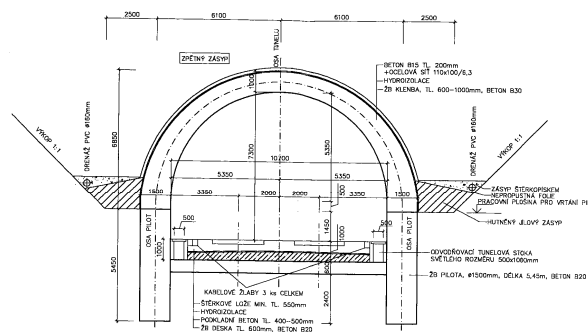
II.A. – stropní konstrukce je tvořena klenbou budovanou z monolitického betonu na skruži, boky tunelu tvoří pilotová podzemní stěna s osovou vzdáleností pilot 1,5 m (na sraz).

II.B. – stropní konstrukce je tvořena klenbou budovanou z monolitického betonu na skruži, boky tunelu tvoří pilotová podzemní stěna s osovou vzdáleností pilot 2,5 m . Prostor mezi pilotami je vyplněn stříkaným betonem se sítí a kotvami.

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ 1:100
VARIANTA I-DESKA
ÚSEK b



VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ 1:100
VARIANTA II-KLENBA
ÚSEK b



Obr. 1 Původní řešení hloubeného tunelu navrhované v přípravné dokumentaci

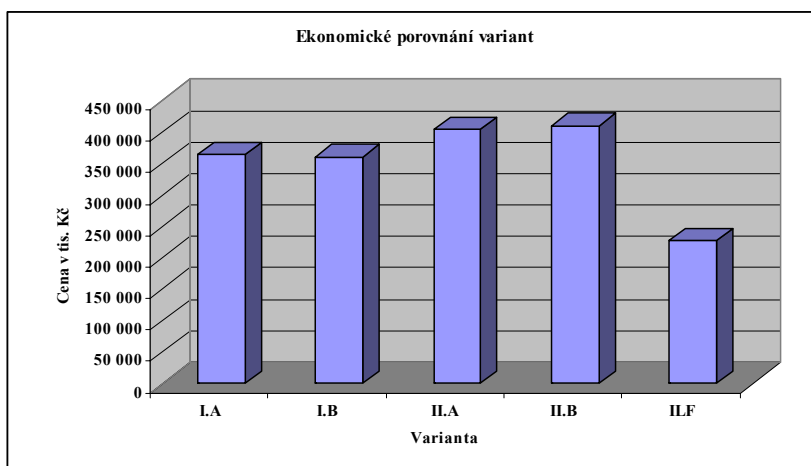
U navrhovaných řešení hloubeného tunelu dosahovala výška nadloží až 20 m. Objem zemních prací činil až 330 000 m³ v případě výkopů a 240 000 m³ v případě zpětného zásypu. Celkem navrhované řešení představovalo přemístění 570 000 m³ zemin a hornin. V rámci přípravné dokumentace byly jednotlivé varianty rozpracovány se stejnou podrobností a na základě výkazu výměr byl proveden finanční propočít s těmito výsledky:

Varianta	Cena v tis. Kč
I.A (trámový strop – piloty na sraz)	210 134
I.B (trámový strop – piloty a stříkaný beton)	211 591
II.A (klenba – piloty na sraz)	239 294
II.B (klenby – piloty a stříkaný beton)	233 157

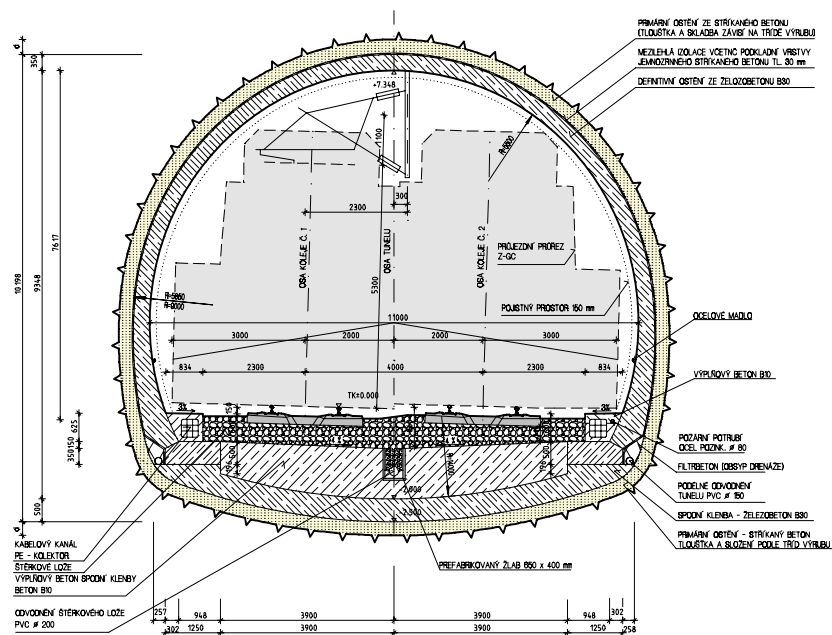
Pro další stupeň projektové dokumentace nebylo provedeno vyhodnocení variant. Zpracovatel pouze doporučil „... provést podrobnou etapu průzkumných prací se zkouškami in situ ve slínovcích“. Výsledky zkoušek měly být podkladem podrobného statického výpočtu MKP, který by upřesnil dimenzování konstrukcí hloubeného tunelu. Schválená přípravná dokumentace byla podkladem pro zadání projektu stavby.

4. Projekt stavby

V rámci soutěže na výběr zpracovatele projektu stavby uvedla firma ILF Consulting Engineers v nabídkové dokumentaci jako alternativu k hloubené variantě tunelu i variantu tunelu raženého novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Součástí bylo podrobné ekonomické porovnání variant zpracovaných v přípravné dokumentaci a nově navrhované varianty ražené NRTM. Porovnání bylo provedeno stanovením jednotkových cen pro jednotlivé položky propočtu. Podrobný popis porovnání variant je mimo rámec tohoto elaborátu a je uveden v lit. [3]. Při hodnocení variant hloubených tunelů nebyly započteny položky, které by v případě realizace bylo nutné zahrnout (ochrana svahů stavební jámy, úprava jejího tvaru, úprava tvaru klenby, která geometricky neodpovídala požadavkům průjezdného průřezu a pod.). Ocenění jednotkových položek bylo provedeno podle platných ceníků. Hlavním zdrojem disproporcí byly jednotkové ceny výkopů a zásypů, které v případě hloubených variant výrazně ovlivňují celkovou cenu díla a které byly v případě přípravné dokumentace podhodnoceny. Výsledky porovnání jsou uvedeny v grafu.



Po předání ekonomického posouzení variant byla investorem pro dokumentaci projektu stavby doporučena ražená varianta. Podrobný geotechnický průzkum (viz lit. [4]) provedený v rámci projektu stavby potvrdil správnost návrhu ražené varianty a byl podkladem pro detailní návrh technického řešení (viz lit. [6]). Byla provedena úprava směrového řešení (oddálení nově navrhované trasy od stávající tratě), jejímž cílem bylo jednak omezení výluk po dobu výstavby, jednak zlepšení podmínek pro ražbu tunelu. Trasa tunelu byla rozdělena na dva hloubené portálové úseky délky 60 m (tunel je budován v otevřené stavební jámě) a část raženou NRTM délky 280 m. Ostění tunelu je dvouplášťové s mezilehlou izolací. Zajištění výrubu před betonáží definitivního ostění definují technologické třídy výrubu IV. až VI. Podrobný popis technického řešení viz lit. [6]



Obr. 2 Vzorový příčný řez tunelem raženým NRTM

5. Realizační dokumentace a zahájení stavby

V současné době zpracovává firma ILF Consulting Engineers dílčí realizační projekty stavby tunelu. Ke dni vypracování tohoto elaborátu byla provedena provizorní přístupová komunikace k děčínskému portálu tunelu, vyhloubena a zajištěna stavební jáma a dne 18.1.2001 byla zahájena ražba kaloty tunelu. Geotechnická dokumentace prováděná při hloubení stavební jámy děčínskému portálu plně potvrdila představy o skladbě a chování horninového masivu získané v rámci podrobného geotechnického průzkumu (lit. [4]). Hloubka stavební jámy dosahuje v oblasti raženého portálu 20 m, délka je cca 60 m. Svahy jsou zajištěny stříkaným betonem se sítí a kotvami SN. Potvrzení předpokladů IG průzkumu při hloubení jámy je dobrým signálem pro vlastní ražbu tunelu.



Obr. 3 Geologické poměry portálového svahu potvrdily předpoklady IG průzkumu



Obr. 4 Stavební jáma děčínského portálu



Obr. 5 Zahájení ražby

6. Pravděpodobné příčiny vzniklé situace

- Hlavním kritériem při výběrových řízeních bývá nabídková cena projektu. Z porovnání cen za projektovou dokumentaci a za realizaci projektovaného objektu je zřejmé, že úspory vzniklé „cenově výhodnou nabídkou“ projektové dokumentace jsou mnohonásobně převýšeny ztrátami způsobenými při realizaci díla podle chybného, nebo nedostatečně zpracovaného projektu. Příčinou je buď nízká odborná úroveň projekční kanceláře, nebo nedostatek času (peněz) na kvalitní provedení projektu.
- V době zpracování nižších stupňů projektové dokumentace, kdy není zcela jasné, zda projektované dílo bude kdy realizováno a kdo bude zpracovatelem dalších stupňů dokumentace, není projektant motivován k vytvoření kvalitního projektu.
- V případě tunelů ražených NRTM tvoří nedílnou součást konstrukce tunelu horninové prostředí. Jak ukazuje výše popsany příklad, v případě podzemních staveb se o způsobu technologie výstavby rozhoduje v přípravných stupních projektové dokumentace. Aby bylo možné správně navrhnout technologii výstavby tunelu, je třeba na příslušné úrovni znát i „stavební materiál“ horninového prostředí. Volba technologie výstavby tunelu musí být provedena na základě kvalitního IG průzkumu, jehož výsledky musí odpovídat účelu, pro který je prováděn.
- Pokud zadavatel neprovádí důslednou kontrolu kvality projektu, a nevyvozuje z chybně zpracované dokumentace patřičné důsledky, je stávající stav v prostředí tržního hospodářství celkem pochopitelný. „Proč dělat kvalitní (pracný, tj drahý) projekt, když lze za stejnou cenu prodat nekvalitní?“

7. Závěr

Na příkladu dvoukolejného železničního tunelu, který je sledován od fáze přípravné dokumentace stavby až po realizaci, jsou dokladovány problémové mezníky jednotlivých fází přípravy. Zásadní chybou bylo ničím nepodložené tvrzení o ceně raženého tunelu. U tak finančně i technicky náročných staveb, jakými tunely bezesporu jsou, je třeba v přípravných fázích projektu věnovat patřičnou pozornost správnému návrhu technologie výstavby tunelu a podrobnému ekonomickému posouzení jednotlivých variant. Základním problémem je nedostatečný důraz kladený na počáteční stupně projektové dokumentace a malé nároky na jejich kvalitu a odbornou úroveň.

Výše popsáný příklad byl vybrán proto, že se jedná o tunel, který je v současné době ve výstavbě. Zdaleka se však nejedná o případ ojedinělý a něčím výjimečný.

Řešením současné situace je jedině odpovědný přístup k zadanému úkolu ze strany zpracovatele projektu a důsledná kontrola kvality navrženého technického řešení i úrovně zpracování projektu ze strany odběratele.

Literatura a podklady:

1. ČD-DDC, Modernizace trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany, SO 30-20-01 Tunel v km 445,975 – 446,375. Přípravná dokumentace - část D.2. (SUDOP Brno a.s. 12/1997)
2. ČD-DDC, Modernizace trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany. Zadávací dokumentace projektu stavby
3. ČD-DDC, Modernizace trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany, SO 30-20-01 Tunel v km 445,975 – 446,375. Ekonomické posouzení variant (ILF Consulting Engineers spol. s r.o. 06/1999)
4. ČD-DDC, Modernizace trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany, Podrobný geotechnický průzkum SO 30-20-01 Ražený tunel (ILF Consulting Engineers spol. s r.o. 07/1999)
5. ČD-DDC, Modernizace trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany, SO 30-20-01 Tunel v km 446,030 – 446,420. Projekt stavby (ILF Consulting Engineers spol. s r.o. 06/2000)
6. Mařík L. Projekt prvního železničního tunelu v síti českých drah raženého novou rakouskou tunelovací metodou (časopis Tunel 4/2000, str. 23 – 31)