

TUNEL LÍBEZNICE – ZMĚNA KONCEPCE NÁVRHU V DŮSLEDKU ÚPRAVY NIVELETY VYSOKORYCHLOSTNÍ TRATI

M. Svoboda

SAGASTA s.r.o., Praha, Česká republika

ABSTRAKT: Projekt tunelu Líbeznice na vysokorychlostní trati RS4 Podřipsko (Praha-Balabenka – Lovosice) představuje významný krok v přípravě nové generace železniční infrastruktury v České republice. Tunel o délce 3 400 m je navrhován pro rychlosti do 250 km/h a je kompletně zpracován v prostředí BIM.

V průběhu projektových prací došlo k zásadní změně koncepce vyvolané požadavkem na minimalizaci zásahů do krajinného rázu a ochranu rekreačně hodnotného území v okolí Líbeznického potoka. Zahloubení nivelety vedlo k přechodu z původně mělce uloženého hloubeného a přesypaného tunelu (dl. 2 910 m) na kombinaci hloubeného tunelu budovaného v otevřené stavební jámě a raženého úseku o celkové délce 3 400 m. Tato úprava si vyžádala změny konstrukčního i technologického řešení, včetně navýšení počtu únikových objektů, úpravy systému odvodnění a optimalizace tvaru ostění.

1. ÚVOD

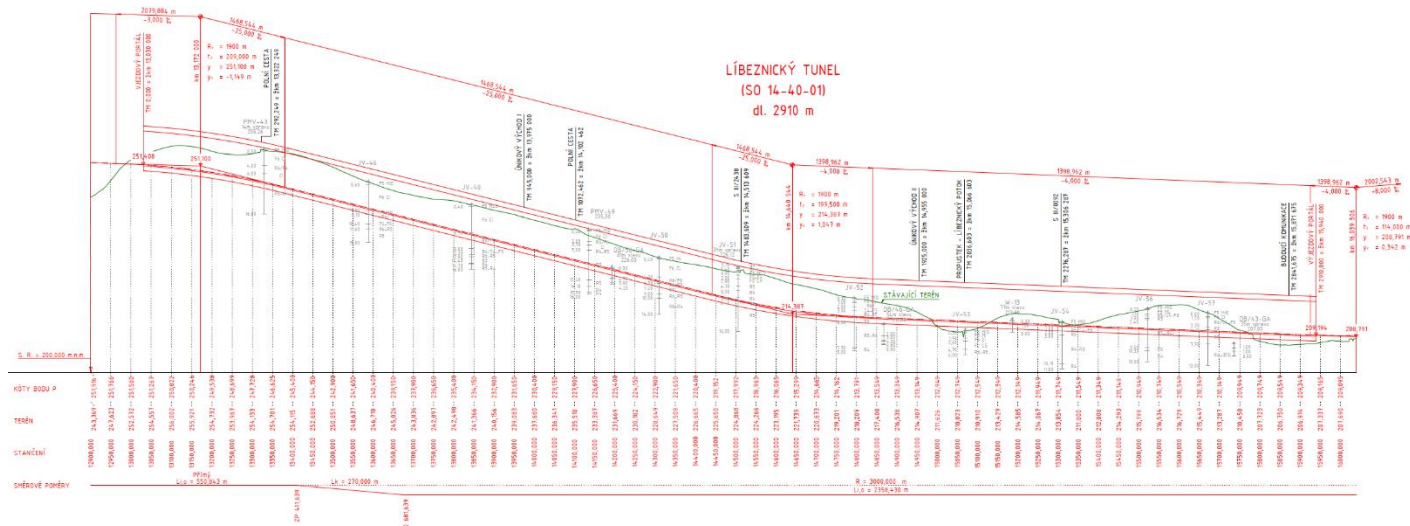
V České republice je plánována výstavba 5 úseků vysokorychlostních tratí (VRT) o celkové délce 768 km, z čehož je 483 km v projektové přípravě (zdroj Správa železnic, vrtky.cz). Společnost Sagasta s.r.o. zpracovává projektovou dokumentaci pro úsek RS1 VRT Moravská brána 0, Odbočka Rokytnice – Prosenice, v jehož trase jsou navrženy dva tunely – Čekyňský (délky 450 m) a Vinarský (délky 800 m). Současně se Sagasta jako subdodavatel společnosti Metroprojekt a.s. podílí na projektování tunelových staveb na úseku RS4 VRT Podřipsko, Praha-Balabenka – sjezd Lovosice. V tomto úseku jsou navrženy tunely Ledčice (délky 1 450 m) a Líbeznice, který s délkou 3 400 m představuje nejdelší tunel z uvedené čtveřice.

Předkládaný příspěvek je věnován tunelu Líbeznice, jehož návrh prošel v průběhu projektové přípravy zásadními koncepčními změnami. Projekt je zpracován metodou BIM.

2. VÝVOJ NÁVRHU A ZMĚNA TRASOVÁNÍ

Projekt tunelu Líbeznice byl v průběhu přípravy opakovaně upravován v návaznosti na změny trasování železniční trati. Nejvýznamnější změnou bylo zahloubení nivelety trati, jehož cílem bylo zachování rekreačně cenného území v okolí Líbeznického potoka. Tato úprava vyvolala řetězec dalších změn, zahrnujících prodloužení tunelu, změnu způsobu výstavby, navýšení počtu únikových objektů i úpravu tvaru konstrukce ostění.

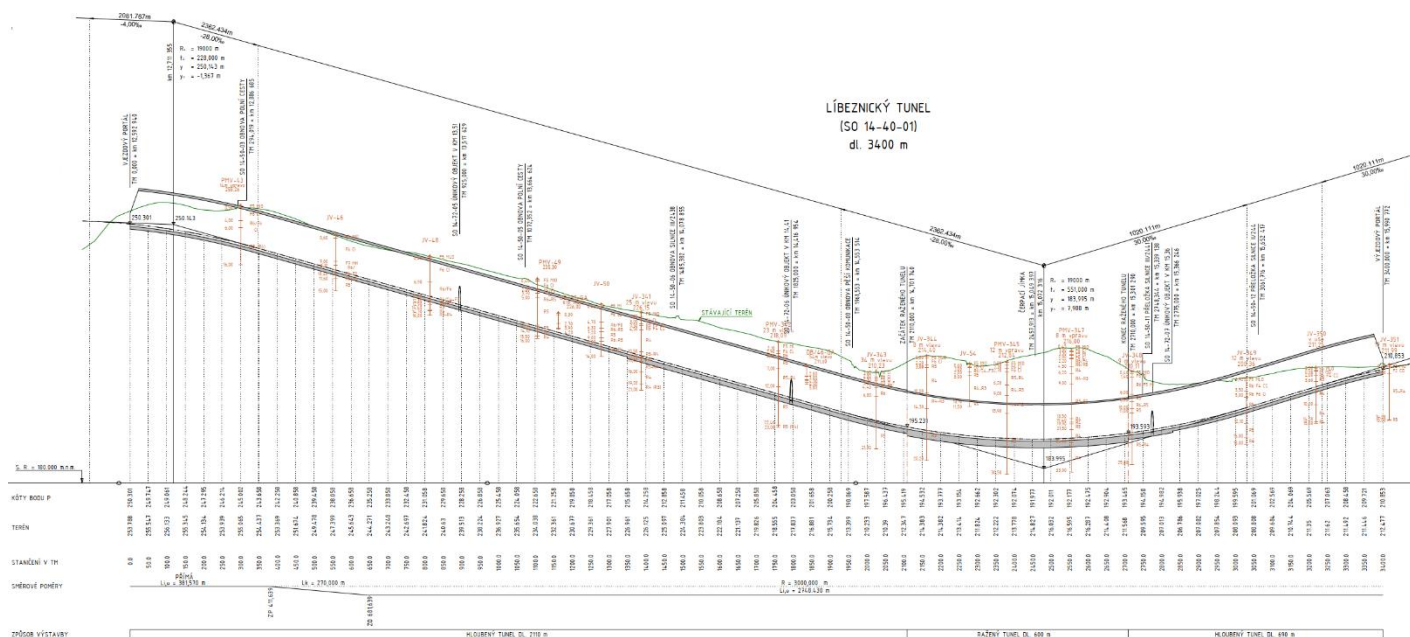
Původní návrh uvažoval tunel v celé délce jako hloubený, dvoukolejný, s rámovou železobetonovou konstrukcí velmi mělce založenou. Konstrukce ostění v celé délce vystupovala nad úroveň stávajícího terénu a na krátkém úseku byl tunel dokonce veden po náspu s propustkem pro Líbeznický potok. Maximální hloubka stavební jámy činila 9,0 m a celková délka tunelu byla 2 910 m. Ostění bylo v celé délce přesypáno vrstvou o minimální mocnosti 1,0 m. S ohledem na délku a dispoziční řešení byly navrženy dva únikové objekty. Směrové vedení tunelu bylo převážně v oblouku o poloměru 3 000 m, přičemž pouze úvodní úsek délky přibližně 381 m byl veden v přímé, následované přechodnicí délky 270 m. Výškové vedení trasy bylo po celé délce klesající ve směru staničení, což bylo výhodné z hlediska odvodnění.



Obrázek 1: Podélný řez – původního řešení

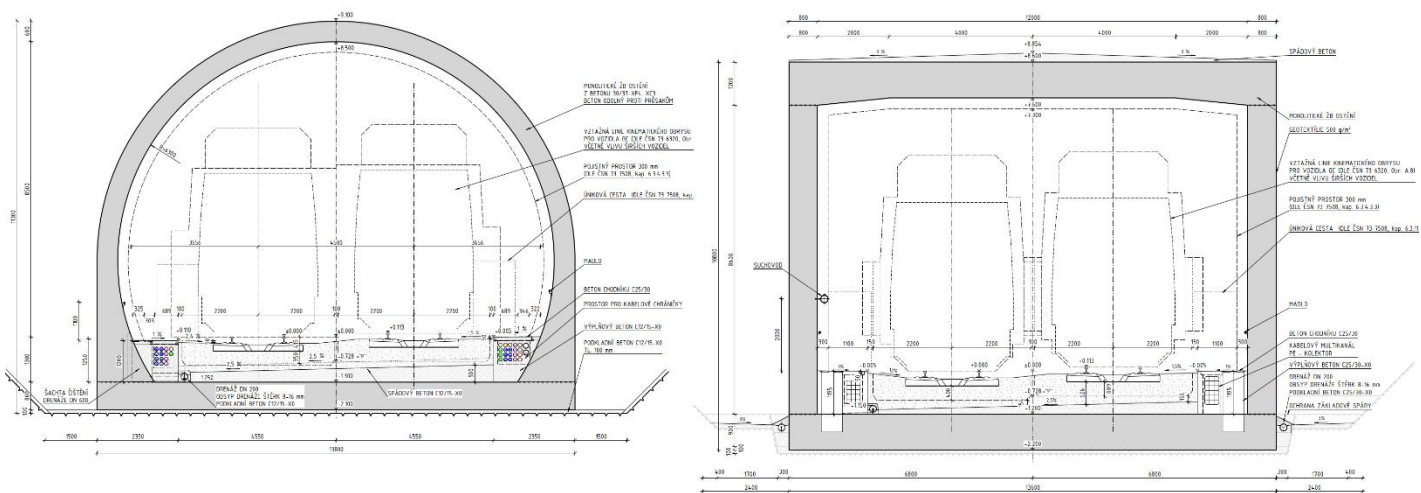
3. NOVÉ ŘEŠENÍ PO ZAHLOUBENÍ NIVELETY

Po posunutí nivelety v kritickém místě přibližně o 15 m níže došlo k zásadní změně koncepce stavby. Tunnel byl prodloužen o 490 m na celkovou délku 3 400 m, z čehož vyplynul požadavek na přidání třetího únikového objektu. V nejnižším místě nové nivelety a s nejvyšším nadložím nad tunelem je navržen úsek ražený pomocí nové rakouské tunelovací metody (NRTM) v délce přibližně 600 m.



Obrázek 2: Podélný řez - nového řešení

Změna koncepce výstavby vedla i k úpravě konstrukčního řešení. Původní rámová konstrukce hloubeného tunelu byla nahrazena klenbovou konstrukcí na základové desce v hloubené části a uzavřenou klenbovou konstrukcí se spodní klenbou v ražené části. Niveleta kolejí je nově vedena v údolnicovém oblouku s nejnižším bodem přibližně ve třech čtvrtinách délky tunelu. Ražený úsek je navržen s uzavřenou tlakovou izolací bez bočních drenáží.



Obrázek 3: Vlevo- Vzorový příčný řez - nové řešení, vpravo - vzorový příčný řez - původní řešení

4. ODVODNĚNÍ A HYDROIZOLACE

Odvodnění kolejového lože je zajištěno vnitřní drenáží vedenou podél levého chodníku (ve směru staničení). Drenáž je přes čisticí šachty v únikovém chodníku svedena do retenční nádrže umístěné v nejnižším místě tunelu. Retenční nádrž je vybavena čerpadly, která umožňují v případě potřeby čerpání vody na povrch. Pro mimořádné události je navržena bezodtoká prefabrikovaná jímka umístěná pod plochou integrovaného záchranného systému u třetího únikového objektu. Kontaminovaná voda bude z této jímky odvážena k ekologické likvidaci. V běžném provozním režimu bude odváděna pouze zkondenzovaná voda, která nepředstavuje riziko pro životní prostředí a může být vypouštěna do okolní krajiny.

V hloubených částech tunelu je s ohledem na riziko poškození izolace při zásypech a na značnou tloušťku ostění (600 mm ve vrcholu klenby) použito ostění z vodonepropustného betonu. V ražené části je navržena klasická foliová hydroizolace s pojistným systémem.

5. HLOUBENÉ ČÁSTI TUNELU

Inženýrskogeologický průzkum prokázal složitou geologickou stavbu území. Při hloubení stavební jámy budou zastiženy zejména spraše a šterky, ve větších hloubkách pak slínovce, pískovce a prachovce různého stupně zvětrání.

Stavební jáma hloubené části, s hloubkou v rozmezí 6 až 21 m, je vzhledem k umístění v extravilánu navržena jako svahovaná. Sklony svahů se liší podle zastižených geologických poměrů, sklon 3:1 je navržen v horninách proterozoika (prachovce a břidlice různého stupně zvětrání), sklon 1:1 v horninách křídly (slínovce) a sklon 1:2 v kvartérních pokryvách tvořených sprašemi jílovitého charakteru. Strmější svahy budou stabilizovány hřebíkováním a zajištěny vrstvou stříkaného betonu, zatímco kvartérní vrstvy budou chráněny protierozními rohožemi. Celkový objem výkopových prací, včetně stavebních jam únikových objektů, činí přibližně 1,1 mil. m³, z čehož bude asi 750 tis. m³ využito pro zpětné zásypy.

Konstrukce hloubeného tunelu je navržena s klenbou tloušťky 600 mm a základovou deskou tloušťky 900 mm, resp. 1 200 mm v závislosti na výšce nadloží a geotechnických podmínkách v základové spáře. Ostění je navrženo z betonu C30/37 odolného proti průsakům. Délka bloku betonáže činí 10 m. Portálové části jsou ukončeny zešíkmeným portálovým blokem s parapetním límcem a žlabem za vnější hranou ostění.

6. RAŽENÁ ČÁST TUNELU

Ražená část tunelu o délce 600 m je situována v úseku, kde je výška nadloží u portálů minimálně 7,5 m, přičemž maximální výška nadloží dosahuje přibližně 14,7 m. Jsou navrženy čtyři technologické třídy

výrubu: TTV 4, TTV 5a, TTV 5b a TTV 5c. Těžší třídy výrubu jsou předpokládány v blízkosti portálů, zatímco TTV 4 je uvažována v převážné části raženého úseku v délce 420 m. Plocha příčného řezu raženého tunelu činí 145 m².

V TTV 4 je čelba rozdělena horizontálně na kalotu, jádro a dno, přičemž tunel je v celé délce navržen se spodní klenbou. V TTV 5a a TTV 5b je čelba rovněž horizontálně členěna, doplněna o čelní klín a aktivní podepření čelby pomocí podložek dotahovaných na IBO kotvách v čelbě. V nejtěžší třídě TTV 5c je kalota rozdělena vertikálně na dvě části. Tloušťka primárního ostění činí 250 mm v TTV 4 a 300 mm v třídách TTV 5a až TTV 5c.

Sekundární ostění ražené části je navrženo s horní klenbou tloušťky 350 mm ve vrcholu, s poloměrem 6 300 mm. Spodní klenba má proměnnou tloušťku, přičemž její maximální hodnota dosahuje 1 200 mm uprostřed profilu. Délka betonážního bloku sekundárního ostění je 10 m.

7. AERODYNAMIKA, BEZPEČNOST A TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ

Návrh příčného řezu tunelu je významně ovlivněn aerodynamickými požadavky, neboť návrhová rychlost vlaků v tunelu činí 250 km/h. Je nutné zajistit dostatečný průřez pro omezení pístového efektu, zachování tlakového komfortu cestujících a minimalizaci rizika vzniku sonického třesku na portálech. Vzhledem ke koncepci vysokorychlostních tratí nejsou v tunelu zřizovány výklenky obvyklé u konvenčních železničních tunelů, s výjimkou prostoru pro retenční jímku.

Návrh byl komplikován i skutečností, že platnost české normy ČSN 73 7508 Železniční tunely je omezena na rychlosti do 160 km/h, a proto bylo nutné řadu otázek řešit ve spolupráci s profesními garanty Stavební správy vysokorychlostních tratí.

Z hlediska požární bezpečnosti je tunel vybaven třemi únikovými objekty rovnoměrně rozmístěnými po jeho délce. Každý objekt tvoří úniková chodba s místností pro sdělovací zařízení a schodišťová šachta ústící na terén. Hloubka únikových objektů se pohybuje v rozmezí 13,5 až 18,5 m. Únikové chodby mají klenbovou konstrukci z vodonepropustného betonu. Na povrchu jsou u výstupů z objektů vymezeny evakuační plochy s přístupem po nově navržených komunikacích. U všech únikových objektů i na obou portálech tunelu jsou umístěny technologické objekty sloužící pro rozvody VN i NN, řídicí systém tunelu atd.

Portálové části tunelu jsou situovány nad úroveň stávajícího terénu a chráněny zásypovým tělesem s minimální výškou 1,5 m nad vrcholem klenby.

8. ZÁVĚR

Tunel Líbeznice představuje názorný příklad toho, jak zásah do výškového vedení trasy může zásadním způsobem ovlivnit charakter celé stavby. Úprava nivelety s cílem ochrany krajinných hodnot vedla ke komplexní změně koncepce tunelu, zahrnující prodloužení, změnu technologie výstavby i konstrukčního řešení. Po dokončení se tunel Líbeznice zařadí mezi první podzemní stavby v České republice, u nichž budou systematicky uplatněny principy návrhu pro provoz rychlostí přesahujících 200 km/h.

Ing. Martin Svoboda

SAGASTA s.r.o.

Martin.Svoboda@sagasta.cz