

TUNELY NA SOKP 513 PROJEKT A REALIZACE VZDUCHOTECHNICKÉHO OBJEKTU NOUZOV

Radan Bohman, Jiří Krajíček, Libor Mařík

1 Úvod

Projektování a realizace tunelů dnes již neznamená jen perfektní zvládnutí geotechnické problematiky nebo technologických postupů výstavby. Nad bezpečností silničních a dálničních tunelů dohlížejí sofistikované řídicí systémy a při návrhu technického řešení je nutno zohlednit nejen bezpečnost provozu či výši investičních nebo provozních nákladů, ale i vliv na životní prostředí. Součástí zadávací dokumentace na výstavbu tunelů silničního okruhu kolem Prahy v úseku stavby 513 byl i požadavek na výstavbu vzduchotechnického objektu Nouzov, který při vysokých dopravních zátěžích zajišťuje, aby koncentrace škodlivin při provozu nepřekračovaly hygienickými předpisy povolené meze. Objekt se skládá z nadzemní části, kde je umístěna strojovna vzduchotechniky, technologické zázemí a výdechový komín, dále vzduchotechnické šachty a podzemního vzduchotechnického rozpletu napojeného na oba hlavní tunely. Příspěvek popisuje proces optimalizace technického řešení podzemní části vzduchotechnického objektu a vlastní realizaci stavební části vzduchotechnické šachty a podzemního rozpletu.

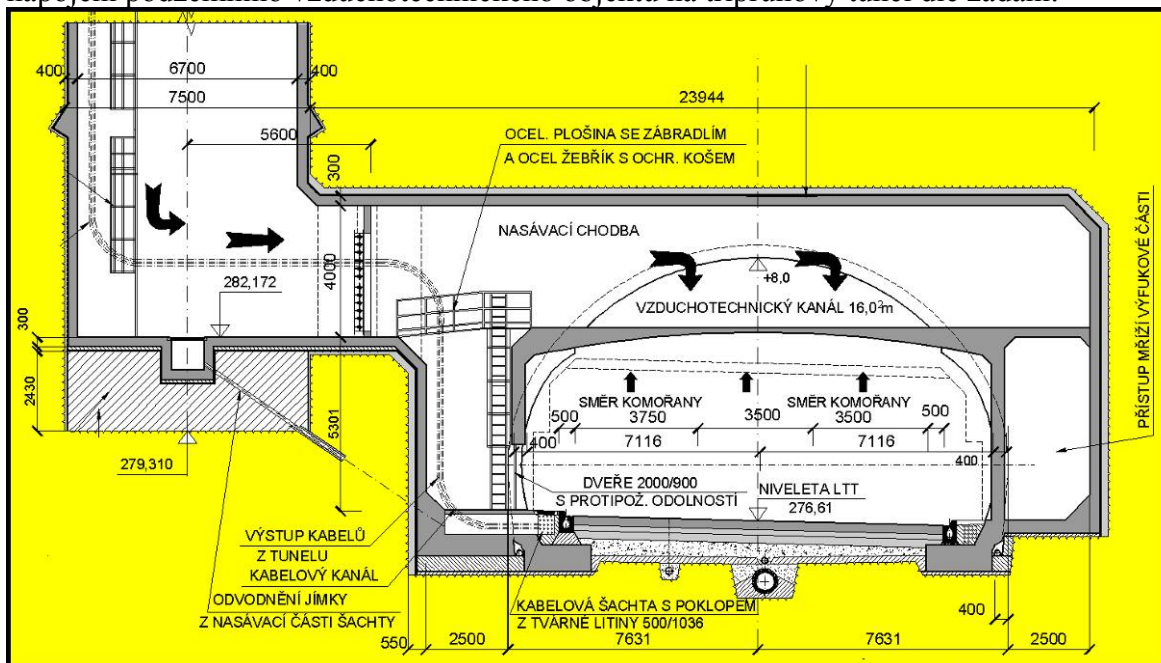
2 Původní návrh dle zadávací dokumentace

Vzduchotechnický objekt je rozdělen na část odsávající znečištěný vzduch z obou tunelových trub do vzduchotechnické šachty a dále přes nadzemní část objektu do výfukového komína. Ve druhé části objektu je do stoupacího třípruhového tunelu dodáván čerstvý vzduch, který po smísení se vzduchem v tunelu snižuje koncentrace škodlivin natolik, aby bylo možné na Cholupickém portále splnit hygienické normy pro vypouštění znečištěného vzduchu z tunelu do ovzduší. Součástí podzemního rozpletu byla kromě poměrně složitěho systému chodeb a kanálů i úprava konstrukce ostění obou tunelů v místě napojení na vzduchotechnický objekt. Profil tunelu byl oproti standardnímu tvaru nadvýšen, na bocích tunelu byly navrženy sestupné šachty se žaluziemi pro odsávání znečištěného vzduchu. Čerstvý vzduch byl přiváděn do prostoru nad mezistropem třípruhového tunelu a vyfukován do tunelu v dostatečné vzdálenosti od nasávacích žaluzií, aby nedocházelo k jeho opětovnému nasávání. Navržené technické řešení nebylo optimální hned z několika důvodů:

- Při ražbě tunelů byly v oblasti rozpletu zastíženy velmi pevné skalní horniny, jejichž rozpojení vyžaduje použití trhacích prací. Při ražbě systému vzduchotechnických štol a šachet za použití trhacích prací by došlo vlivem trhacích prací ke značné degradaci horninového masivu s negativními dopady i do oblasti hlavních tunelů.
- Vzduchotechnický rozplet je složitý nejen na realizaci, ale i z hlediska následné údržby při provozování tunelu. Detaily napojení jednotlivých podzemních prostor jsou velmi náročné na provádění a mohou být při technologické nekázni zdrojem vad. Zejména při netěsnostech hydroizolační fólie je sanace průsaků velmi nákladná a obtížná.

- Technické řešení vyvolávalo nutnost úpravy technologického postupu výstavby hlavních tunelů. Profil tunelu, který přesahoval 100 m² byl v místě rozpletu ještě zvětšen. V obou tunelech byl navržen mezistrop, který vyžaduje při betonáži definitivního ostění použití speciálního bednění. To má dopad jak do doby výstavby, tak do ceny prováděných prací, neboť speciální bednění mezistropu by bylo použito na velmi krátkém úseku tunelu.
- Z hlediska požární bezpečnosti představuje mezistrop kritický prvek, jehož požární odolnost je v porovnání s klenbou ostění obtížné zajistit a při kolapsu konstrukce znamená zřícení mezistropu zneprůchodnění cesty.
- V oblasti mezistropu je zmenšena světlá plocha tunelu o téměř 25%, což při šíření kouře v tunelu při požáru není optimální.

Z výše uvedených důvodů přistoupil projektant realizační dokumentace po dohodě se zástupci zhotovitele i investora k optimalizaci technického řešení. Obrázek ukazuje napojení podzemního vzduchotechnického objektu na třípruhový tunel dle zadání.



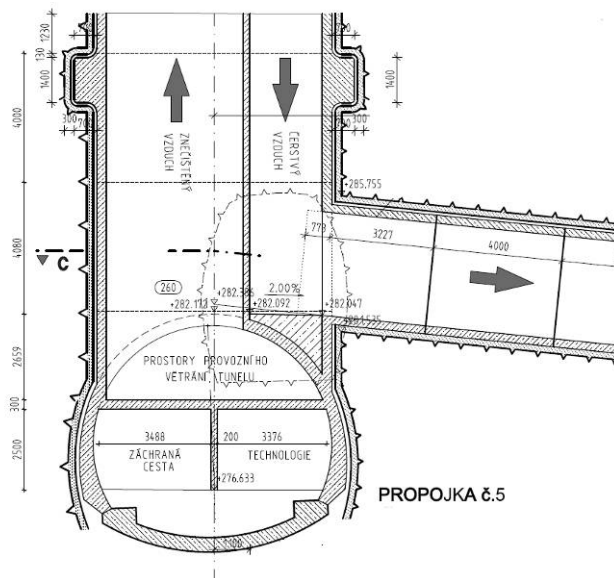
3 Úprava technického řešení při zpracování realizační dokumentace

Při úpravě technického řešení vycházel projektant realizační dokumentace z následujících skutečností:

- úprava technického řešení nesmí být na úkor funkčnosti díla jako celku,
- nesmí dojít k navýšení investičních a provozních nákladů,
- minimální zásah do horninového masivu a zejména horninového pilíře mezi tunely,
- zjednodušení konstrukcí vzduchotechnického rozpletu i hlavních tunelů,
- usnadnění realizace a zkrácení doby výstavby.

Ve spolupráci s projektantem vzduchotechniky tunelu byly nejprve prověřeny nutné plochy nasávacích a výfukových kanálů. Prioritou bylo zejména odstranění atypických konstrukcí v hlavních tunelech, neboť ty představovaly zásadní problém při splnění požadavku investora na zkrácení termínu uvedení stavby do provozu. Konstrukce mezistropů, zajišťujících přívod čerstvého vzduchu do stoupacího třípruhového tunelu byla nahrazena obchozí vzduchotechnickou štolou napojenou přímo na vzduchotechnickou šachtu. Vyústění obchozí štolu do třípruhového tunelu bylo navrženo

v takové vzdálenosti, aby čerstvý vzduch přiváděný štolou nebyl nasáván se znečištěným vzduchem do výfukové části objektu. Do prostoru vzduchotechnického rozpletu byla posunuta tunelová propojka č. 5, standardně navržená pro únik osob v případě nehody v tunelu. Přidáním mezistropu do propojky vznikl nad mezistropem prostor pro odsávání znečištěného vzduchu z obou tunelů – viz obr. vpravo. Prostor pod mezistropem byl využit jednak pro únik osob, jednak pro umístění technologického vybavení tunelu.



Vzhledem k tomu, že šachta ústí přímo do tunelové propojky, navrhl projektant na rozdíl od ostatních propojek v místě průniku šachty v propojce spodní klenbu, která lépe přenáší zatížení do podloží. Dalším opatřením k omezení přenosu zatížení ze vzduchotechnické šachty do ostění propojky představovalo zazubení ostění šachty tvořené vyztuženým límcem výšky 1,4 m situovaným nad zaústěním obchozí štolky do vzduchotechnické šachty. Nový návrh bylo nutné konzultovat se zpracovatelem požárně bezpečnostního řešení stavby, neboť se jednalo o zásadní zásah do původně navrhovaných konstrukcí. Vzhledem k tomu, že celý vzduchotechnický objekt není začleněn do požárního režimu větrání tunelu, jednalo se o posouzení, zda při požáru v jedné tunelové trubě nemůže být ohrožena bezpečnost v druhé tunelové trubě, která v takovém případě slouží jako úniková cesta. Největším problémem představoval certifikát požární odolnosti vzduchotechnických klapek oddělujících vzduchotechnický kanál nad mezistropem tunelové propojky č. 5 od obou tunelů. Pokud by nedošlo prokazatelně k zajištění požadované požární odolnosti klapky, mohlo by dojít k přenesení požáru do druhé tunelové trubky, což je z pohledu požárně bezpečnostního řešení neakceptovatelné. Na toto téma proběhla řada diskusí a jednání. Vzhledem k tomu, že jednání již ohrožovala plynulou realizaci stavby, zhotovitel díla prohlásil, že požadovaný certifikát před uvedením díla do zkušebního provozu doloží.

4 Výhody nově navrženého technického řešení

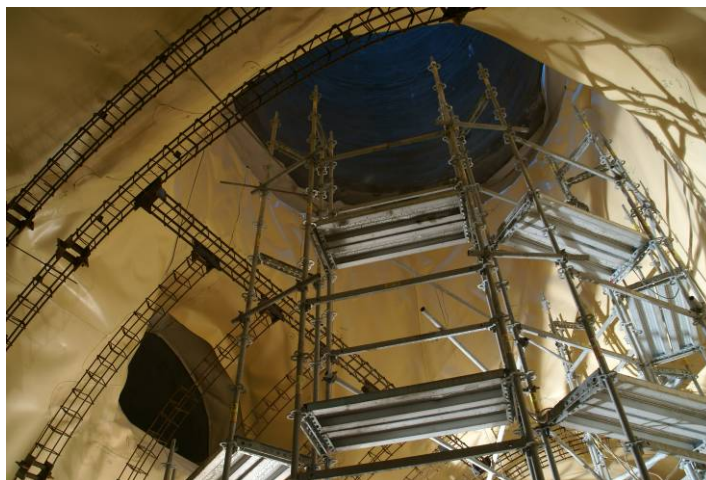
Novým návrhem technického řešení vzduchotechnického rozpletu došlo k výraznému zjednodušení díla. Původní podzemní komplex byl redukován na vzduchotechnickou šachtu a obchozí vzduchotechnickou štolu. Nadzemní část objektu zůstala po stavební stránce bez výraznějších změn. Podzemní objekt byl sdružen s tunelovou propojkou č. 5, čímž došlo k dalšímu snížení pracnosti, i když ostění propojky doznalo změn jednak



vytvořením mezistropu, jednak v oblasti průniku se vzduchotechnickou šachtou. Tvar propojky i dimenze ostění zůstaly zachovány. Zhotovitel tunelů mohl při výstavbě postupovat stejným technologickým postupem, pouze z případě napojení obchozí vzduchotechnické štoly na třípruhový tunel bylo nutné zajistit bednění průniku obou děl. Napojení v místě propojky č.5 bylo standardní jako v případě ostatních průniků tunelů s propojkami.

5 Realizace šachty a podzemního rozpletu

Při provádění geotechnického průzkumu pro tunely byla v kalotě třípruhového tunelu vyražena v celé jeho délce průzkumná štola. V místě vzduchotechnické šachty Nouzov byl proveden vzduchotechnický vrt průměru 800 mm a přístupová štola z průzkumné štoly k jeho patě. Toho bylo využito při výstavbě vzduchotechnického objektu. Jeho realizace díla byla zahájena hloubením šachty o průměru 7,9 m a hloubky 43 m.



Šachta byla prováděna z povrchu se zajištěním stability výrubu primárním ostěním ze stříkaného betonu tl. 200 mm se sítěmi KARI a výztužnými ocelovými rámy. Horninový masiv byl po obvodě prokottven krátkými kotvami délky 2 m. Stávající vzduchotechnický vrt byl využit pro shazování rubaniny na dno vrtu a její odvážení třípruhovým tunelem. Po vyražení tunelové propojky č. 5 a vyhloubení šachty až na úroveň dna propojky mohla začít instalace mezilehlé fóliové izolace tl. 2,5 mm se signální vrstvou a betonáž definitivního ostění propojky. V místě průniku propojky a šachty bylo použito speciálního bednění. Provádění průniku bylo náročné jak z hlediska izolačských prací, tak vlastní betonáže. Pohled do vzduchotechnické šachty s průnikem obchozí štoly ukazuje obrázek nahoře. Pracovní spáry byly umístěny nad strop propojky a cca 1 m za krčkem obchozí vzduchotechnické štoly. Po vybetonování průniku již probíhala betonáž ostění šachty po blocích délky 4 m a tloušťce ostění 300 mm do posuvného bednění posunovaného pomocí jeřábu umístěného nad ohlubi šachty. Výztuž definitivního ostění byla upravena tak, aby na vylamovací trny mohla být stykována výztuž dělicí stěny, která byla betonována s odstupem za betonáží ostění šachty. Standardní výztuž definitivního ostění tvořily sítě KARI kladené na oba povrchy ostění, pouze v místě průniků šachty s propojkou a obchozí štolou byla použita prutová výztuž. Dělicí stěna rozděluje profil šachty na část přivádějící čerstvý vzduch do tunelů a na část odvádějící znečištěný vzduch z tunelů. Stejným způsobem byla stykována výztuž dodatečně betonovaného mezistropu a ostění v tunelové propojce č. 5. Z hlediska výroby byla náročným úkolem i příprava bednění obchozí vzduchotechnické štoly. Trasa podkovovitého profilu štoly ležela ve směrovém i výškovém oblouku, což kladlo při výrobě i montáži bednění zvýšené nároky na provádění.

6 Závěr

Proces schvalování změny během výstavby v úrovni realizační dokumentace je zdlouhavý a náročný na čas i argumentaci při projednávání se všemi účastníky výstavby. Po dosažení cíle a úspěšné realizaci je možno konstatovat, že výsledek stojí za vynaloženou námahu a navržené technické řešení je ku prospěchu investora i zhotovitele.

Investorem stavby SOKP 513 je ŘSD ČR, autorský dozor provádí firma Pragoprojekt, vzduchotechnický objekt Nouzov pro firmu SKANSKA BS subdodávkou realizuje firma Subterra, realizační dokumentaci stavební části tunelových objektů zpracovává firma IKP Consulting Engineers. Konzultace při návrhu úprav technického řešení poskytl zpracovatel realizační dokumentace vzduchotechniky firma SATRA. Autorem požárně bezpečnostního řešení stavby je VŠB TU Ostrava, fakulta bezpečnostního inženýrství.

Díky pozitivnímu přístupu zástupců investora, autorského dozoru, zhotovitele a v neposlední řadě projektanta vzduchotechniky bylo možné provést optimalizaci vzduchotechnického uzlu, která umožnila zvýšit bezpečnost provádění, snížila investiční náklady, minimalizovala riziko vzniku vad během výstavby a zkrátila dobu výstavby objektu. Pozitivní dopad navržených úprav je zřejmý porovnáním původního a realizovaného technického řešení.

Literatura

- [1] Zadávací dokumentace stavby Silniční okruh kolem Prahy (SOKP), stavba 513 Vestec – Lahovice
- [2] Změna DSP 06/2007 Pragoprojekt
- [3] Realizační dokumentace SO 609 Výdechový a nasávací objekt Nouzov, IKP Consulting Engineers, s. r. o.

Ing. Radan Bohman

✉ Subterra, a. s. – Divize 1
Elišky Přemyslovny 380
156 00 Praha 5 – Zbraslav
☎ 602 645 612
📠 283 850 995
😊 rbohman@subterra.cz
URL www.subterra.cz

Jiří Krajíček

✉ Subterra, a. s. – Divize 1
Elišky Přemyslovny 380
156 00 Praha 5 - Zbraslav
☎ 602 209 577
📠 257 923 311
😊 jkrajicek@subterra.cz
URL www.subterra.cz

Ing. Libor Mařík

✉ IKP Consulting Engineers, s. r. o.
Jirsíkova 5
186 00 Praha 8 - Karlín
☎ 605 707 767
📠 255 733 605
😊 libor.marik@ikpce.com
URL www.ikpce.com