

HOSTIVICKÝ ŽELEZNIČNÍ TUNEL V OBLASTI LETIŠTĚ VÁCLAVA HAVLA PRAHA: TECHNICKÉ A KOORDINAČNÍ VÝZVY PŘI NÁVRHU A PŘÍPRAVĚ STAVBY

J. Vladík & O. Zítko

SAGASTA s.r.o., Praha, Czech Republic

ABSTRAKT: Projekt Hostivického železničního tunelu je klíčovou součástí plánovaného projektu Zaokruhování železničního spojení letiště Praha do trati Praha – Letiště Václava Havla – Kladno. Tunelová stavba o délce 2800 m je situována částečně pod terminály pražského letiště a křížuje vzletovou a přistávací dráhu RWY 12/30, přičemž propojuje podpovrchovou stanicí Praha – Letiště Václava Havla s modernizovanou tratí Praha – Kladno. V době zpracování článku je projekt ve fázi schváleného záměru projektu, zatímco navazující úsek se stanicí letiště je již ve vyšším stupni projektové dokumentace.

Návrh tunelu je výrazně ovlivněn provozem mezinárodního letiště a s tím souvisejícími bezpečnostními, technickými a organizačními omezeními. Konstrukční řešení je netypické zejména z důvodu požadavku na kusou kolej v blízkosti stanice a komplikovaného kolejového uspořádání zaokruhování s jednokolejnou odbočkou směrem na Hostivici. Tunel je proto navržen jako kombinace jedno-, dvou – a tříkolejných úseků s proměnným konstrukčním uspořádáním.

Zásadní výzvou je zajištění bezpečné výstavby pod plně provozovaným letišťem, včetně zachování nepřerušovaného pohybu letadel, dodržení ochranných pásem, omezení technické seismicity, hluku, vibrací a prašnosti. Projekt je dále komplikován nutností koordinace s plánovanou modernizací letištních terminálů v rámci rozvojových projektů Letiště Praha, a.s. a s tlakem na rychlost zpracování projektové dokumentace.

Článek shrnuje hlavní technická, provozní a legislativní omezení návrhu, porovnává variantní řešení trasy a technologie výstavby a hodnotí související rizika. Cílem je ukázat, že systematickou analýzou rizik a úzkou koordinací všech účastníků lze dosáhnout bezpečného a proveditelného řešení i v mimořádně náročných podmínkách mezinárodního letiště.

1. OBECNÉ INFORMACE, ŠIRŠÍ VZTAHY A VAZBY NA OKOLNÍ STAVBY

Hostivický železniční tunel představuje jednu ze tří podzemních staveb tvořících souvislý tunelový komplex zajišťující železniční spojení mezi centrem Prahy (Masarykovým nádražím) a Letišťem Václava Havla Praha. Ve směru od zastávky Praha-Veleslavín tento komplex zahrnuje tunel Aviatická, podzemní železniční stanici Praha – Letiště Václava Havla a navazující Hostivický tunel. Společným cílem celého řešení je vytvoření kapacitního, provozně spolehlivého a plně průjezdného železničního systému obsluhujícího letiště i navazující území. (Železnice na letiště. 2026).

Význam Hostivického tunelu spočívá především v zajištění provozní kapacity a plynulosti dopravy. Tunel umožňuje realizaci zaokruhování trati, díky němuž mohou vlakové soupravy projíždět úsekem od Prahy-Veleslavína přes letištní stanici dále ve směru na Jeneč, případně odbočit směrem na Hostivice. Bez realizace tohoto tunelu by železniční trať v prostoru letiště končila úvratvovou stanicí, což by vedlo k výraznému omezení propustnosti trati a snížení její provozní kapacity.

Z hlediska širších vazeb představuje zásadní koordinační aspekt plánované rozšíření kapacity pražského letiště. Letiště se dlouhodobě přibližuje hranici své provozní kapacity, zejména ve špičkových hodinách, což vyvolává potřebu rozšíření Terminálu 2, úprav odstavných ploch pro letadla a výstavby nové paralelní vzletové a přistávací dráhy. Tyto investiční záměry probíhají souběžně s přípravou železniční infrastruktury a vytvářejí složité koordinační rozhraní mezi dvěma samostatnými investory – Správou železnic a Letišťem Praha, a.s.

Zatímco Správa železnic disponuje rozsáhlými zkušenostmi s návrhem a realizací podzemních staveb, pro investora Letiště Praha, a.s. představují podzemní konstrukce méně obvyklou oblast činnosti. Tato rozdílná institucionální zkušenost se promítá do odlišných požadavků na návrh, harmonogram i provozní omezení jednotlivých staveb. Koordinační náročnost je dále umocněna skutečností, že železniční tunelový komplex a nadzemní letištní stavby jsou prostorově i funkčně úzce provázány a v některých místech se doslova nacházejí ve vzájemné kolizi.

Významným rizikovým faktorem je rovněž časová návaznost jednotlivých investičních akcí. Modernizace letiště je plánována s výhledem dokončení kolem roku 2033 (LETIŠTĚ PRAHA 2026), přičemž realizace podzemních staveb v jeho perimetru je z provozního hlediska podmínkou pro zahájení navazujících nadzemních prací. Z tohoto důvodu musí být alespoň klíčové části tunelového komplexu, včetně předstihových konstrukcí Hostivického tunelu a podzemní stanice, realizovány v dostatečném předstihu.

V době zpracování článku se jednotlivé části tunelového komplexu nacházely v rozdílných stupních projektové přípravy. Tunel Aviatická a železniční stanice Praha – Letiště Václava Havla byly dořešeny na úrovni dokumentace pro povolení záměru (Novostavba železniční stanice Praha-Letiště Václava Havla. Železnice na letiště. 2026), zatímco Hostivický tunel se nacházel ve fázi schváleného záměru projektu. Tento nesoulad ve stupni rozpracovanosti dále zvyšuje tlak na koordinaci a zkracování projekčních lhůt. S ohledem na složitost vazeb a vysokou míru systémových rizik byla v průběhu přípravy stavby zahájena nová komplexní riziková analýza, která nahlíží na železniční zaokružování jako jeden celek. Cílem tohoto přístupu je identifikace rizik vyplývajících z návazností jednotlivých stavebních objektů, harmonogramů a investorů, která by při izolovaném posuzování jednotlivých úseků mohla zůstat opomenuta. Tento způsob práce odpovídá současným trendům aplikovaným zejména u rozsáhlých infrastrukturních projektů Správy železnic, včetně projektů vysokorychlostních tratí.

1.1 KONKRÉTNĚJŠÍ PŘEDSTAVENÍ HOSTIVICKÉHO TUNELU

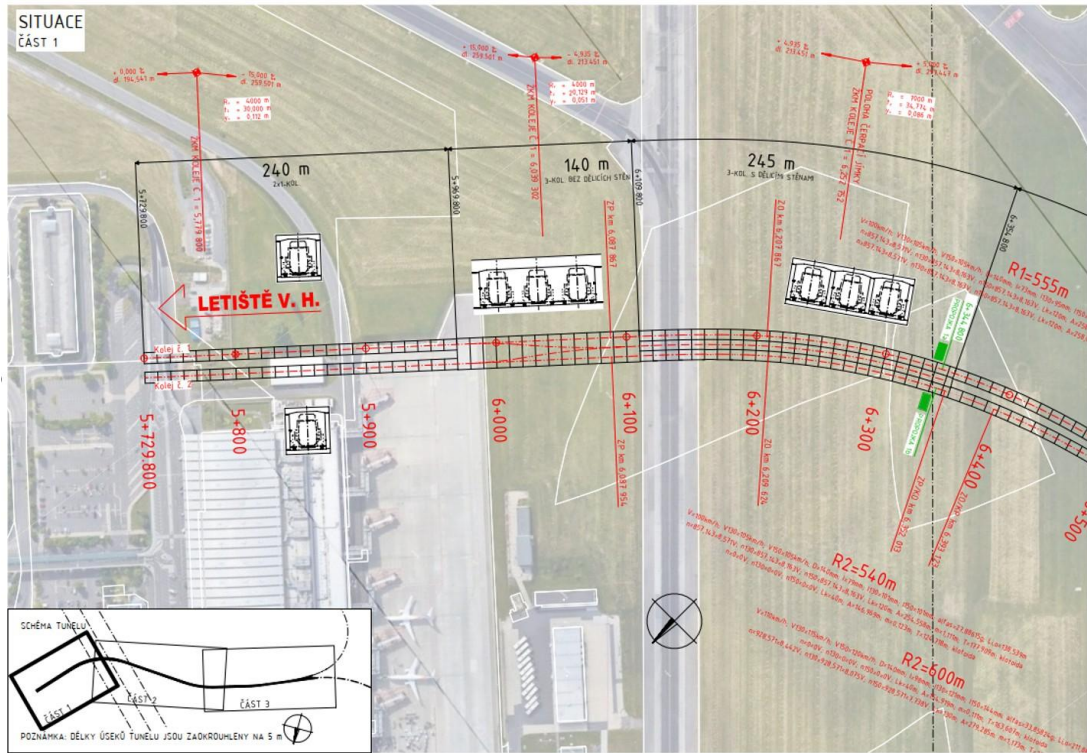
Hostivický tunel tvoří závěrečnou část podzemního železničního komplexu vedeného pod Letištěm Václava Havla Praha. Jedná se o železniční tunel o délce 2,8 km, který navazuje na podzemní železniční stanici Praha – Letiště Václava Havla a je ukončen portály za dálnicí D6. Tunel je navržen jako součást zaokružování trati a umožňuje jak průjezd ve směru na Jeneč, tak odbočení ve směru na Hostivice.

Z konstrukčního hlediska se jedná o mimořádně složitou podzemní stavbu, jejíž uspořádání je výrazně ovlivněno řadou okrajových podmínek ze strany Správy železnic i Letiště Praha, a.s. Tyto požadavky se promítají do velkého počtu příčných řezů a atypických přechodových oblastí, které se podél trasy tunelu střídají v závislosti na dispozičním řešení kolejí a provozních funkcích jednotlivých úseků.

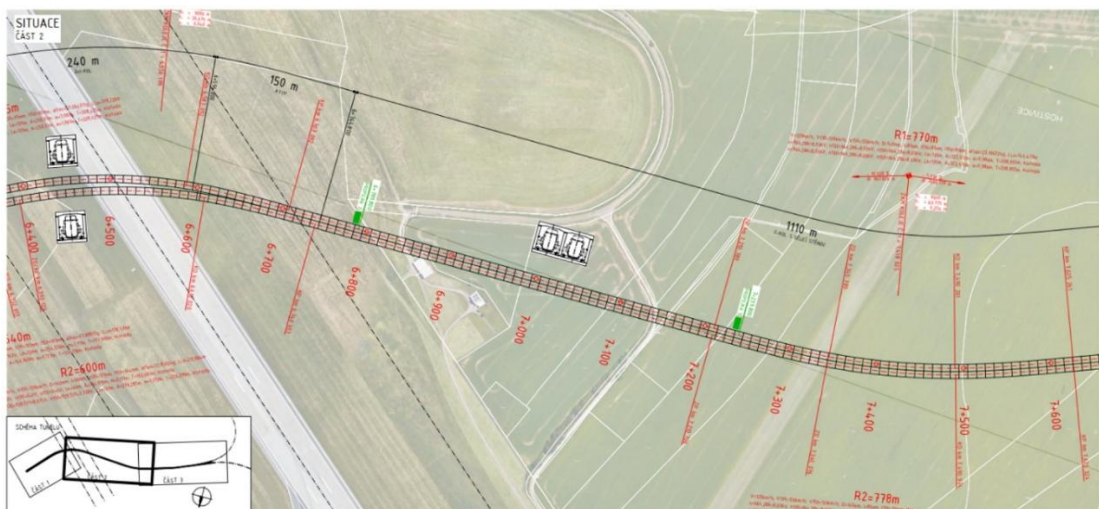
Zásadním požadavkem Správy železnic bylo umístění obratné kusé koleje bezprostředně za stanicí Praha – Letiště Václava Havla. Tento provozní koncept vyžaduje souběžné vedení tří kolejí v jednom profilu, a to bez středních dělicích konstrukcí v oblasti výhybek. Konstrukční řešení tak v tomto úseku předpokládá značné rozpětí tunelového profilu, které klade zvýšené nároky na dimenzování nosných konstrukcí i na návrh technologického postupu výstavby.

Další klíčovou okrajovou podmínkou je požadavek letiště na úzkou koordinaci provozního požadavku na možnost pohybu letadel mezi jeho severní a jižní částí. Směrové vedení tunelu kříží dvě zásadní provozní plochy letiště – pojezdovou dráhu TWY L v blízkosti Terminálu 2 a vzletovou a přistávací dráhu RWY 12/30. Požadavek letiště stanovuje, že po celou dobu výstavby musí zůstat alespoň jedna z těchto komunikací provozuschopná a v jejím ochranném pásmu nesmí probíhat žádná stavební činnost, včetně zřízení stavebních jam, zařízení stavenišť nebo přístupových komunikací.

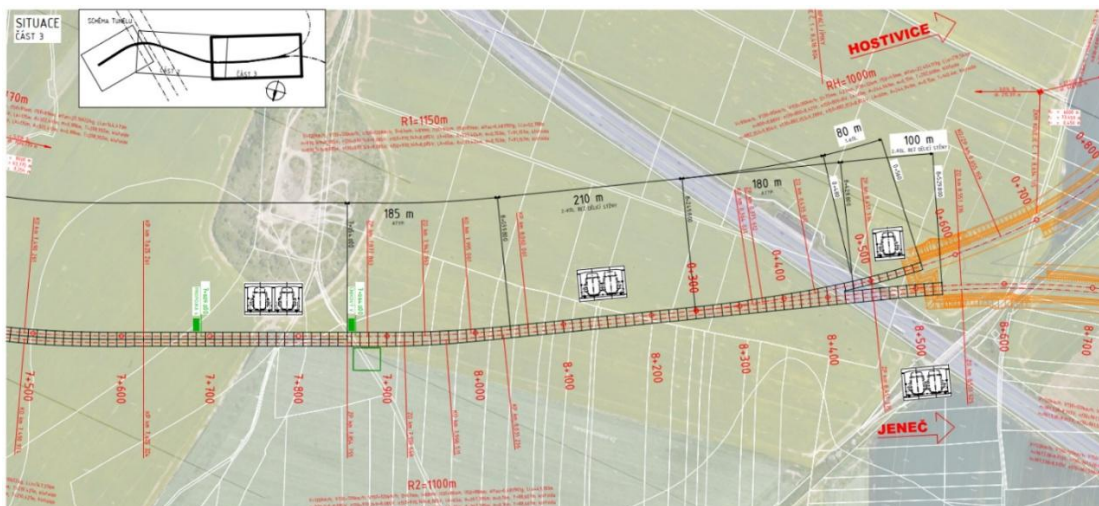
Uvedené provozní omezení se zásadním způsobem promítá do návrhu etapizace výstavby. Tunel je v podélném směru rozdělen na několik technologicky a konstrukčně odlišných úseků, které musí být realizovány v přesně definované časové a prostorové posloupnosti. Etapizace se přitom netýká pouze samotné realizace, ale i návrhu hydroizolace, ochrany konstrukce před účinky bludných proudů a řešení přechodů mezi jednotlivými konstrukčními typy.



Obrázek 1a Situace Hostivického tunelu 1. část pod pojezdovou dráhou



Obrázek 1b Situace Hostivického tunelu 2. část s podchodem RWY 12/30



Obrázek 1c Situace Hostivického tunelu 3. část s podchodem dálnice D6

V podélném směru lze tunel rozdělit do pěti základních konstrukčních typů v závislosti na počtu kolejí a přítomnosti dělicích stěn: jednokolejný tunel, dvoukolejný tunel bez střední dělicí stěny, dvoukolejný tunel se střední stěnou, trojkolejný tunel bez dělicích stěn a trojkolejný tunel s dělicími stěnami. Mezi těmito typy se nacházejí atypické přechodové oblasti zajišťující plynulou změnu geometrie a dispozičního uspořádání.

Podrobný popis jednotlivých úseků, jejich staničení a délky je uveden v tabulce 1. Z hlediska rizik představují nejcitlivější místa právě přechodové oblasti mezi jednotlivými konstrukčními typy, kde se kumulují požadavky na statiku, technologii výstavby, hydroizolaci i budoucí provozní spolehlivost tunelu.

Tabulka 1 Rozdělení Hostivického tunelu do konstrukčních typů

Staničení		Typ tunelu	Délka úseku
Od [km]	Do [km]		[m]
5,729 800	5,969 800	Dva samostatné jednokolejné tunely	240,000
5,969 800	6,109 800	Trojkolejný tunel bez dělicích stěn	140,000
6,109 800	6,354 800	Trojkolejný s dělicími stěnami	245,000
6,354 800	6,594 800	Dva samostatné jednokolejné tunely	240,000
6,594 800	6,744 800	Dvoukolejný tunel atyp	150,000
6,744 800	7,854 800	Dvoukolejný tunel se střední stěnou	1110,000
7,854 800	8,039 800	Dvoukolejný tunel atyp	185,000
8,039 800	8,249 800	Dvoukolejný tunel bez dělicí stěny	210,000
8,249 800	8,429 800	Dvoukolejný tunel bez dělicí stěny atyp	180,000
8,429 800	8,529 800	Dvoukolejný tunel bez dělicí stěny	100,000
0,480 000	0,560 000	Jednokolejný tunel	80,000

1.1.1 Typy a rozdělení rizik Hostivického tunelu

Rizika spojená s návrhem a realizací Hostivického tunelu nelze, obdobně jako u většiny rozsáhlých podzemních staveb, chápat jako vzájemně izolované. Jednotlivé rizikové faktory jsou navzájem provázány a často se kumulují v místech styku konstrukčních, provozních a organizačních požadavků. Tato provázanost je v případě Hostivického tunelu dále zesílena umístěním stavby v aktivním perimetru mezinárodního letiště a zapojením více investorů s rozdílnými prioritami.

Pro účely přehledné analýzy jsou rizika projektu rozdělena do několika základních kategorií, které reflektují jak fázi projektové přípravy, tak vlastní návrh konstrukce, způsob realizace a budoucí provoz.

První skupinu tvoří projektová a koncepční rizika. Do této kategorie patří rizika vyplývající ze samotného zadání stavby, jejího členění na jednotlivé úseky a zvoleného způsobu řízení projektové přípravy. Hostivický tunel je součástí širšího zaokruhování železniční trati, které bylo od počátku rozděleno do několika samostatně řešených staveb. Toto členění sice umožňuje etapizaci projekčních prací a financování, současně však zvyšuje nároky na koordinaci a vytváří riziko nekonzistentních návrhových přístupů v navazujících úsecích. Specifickým problémem je také dosavadní pojetí rizikových analýz, které byly zpracovávány převážně po jednotlivých stavbách, nikoliv na úrovni celého tunelového komplexu.

Na projektová rizika bezprostředně navazují koordinační rizika. Ta jsou spojena zejména s vazbami na okolní stavby, s rozdílným stupněm projektové dokumentace jednotlivých částí a s přítomností více investorů. V případě železničního zaokruhování pod letištěm byly jednotlivé úseky zpracovávány různými projekčními týmy, což vedlo k absenci jednoznačně definovaného hlavního koordinátora s přehledem nad celým územím. V raných fázích přípravy Hostivického tunelu navíc nebyl stanoven požadavek na zpracování dokumentace v režimu BIM, což dále zvýšilo riziko vzniku kolizí a nesouladů v navazujících stupních projektové dokumentace.

Třetí skupinu představují technická a konstrukční rizika, která se vztahují přímo k návrhu nosné konstrukce tunelu. Hostivický tunel se vyznačuje značnou variabilitou příčných řezů a přítomností

atypických konstrukčních řešení, zejména v oblasti obratné koleje, kde světlé rozpětí profilu přesahuje 22 m. Takto rozsáhlé konstrukce kladou vysoké nároky na dimenzování z hlediska mezních stavů únosnosti i použitelnosti. Významná rizika jsou spojena rovněž s volbou koncepce hydroizolace, ochranou konstrukce proti účinkům bludných proudů a s řešením přechodů mezi jednotlivými konstrukčními typy.

Součástí technických rizik jsou rovněž geotechnická a realizační rizika. Ta vyplývají z nejistot geologického prostředí a z omezení daných polohou stavby v areálu letiště. Přestože geotechnická rizika jsou nedílnou součástí každé podzemní stavby, v tomto případě jsou umocněna požadavky na minimalizaci deformací povrchu a na omezení stavební činnosti v ochranných pásmech letištních pohybových ploch. Realizační rizika jsou úzce svázána s volbou technologie výstavby, s nutností předstihových opatření a s omezeným prostorem pro zařízení staveniště.

Poslední kategorií jsou provozní a časová rizika. Tato skupina zahrnuje zejména požadavky společnosti Letiště Praha, a.s na zachování provozu alespoň jedné provozní plochy mezi severní a jižní částí areálu, minimalizaci doby výstavby v perimetru letiště a dodržení velmi přísných limitů deformací obnovené vzletové a přistávací dráhy. Zásadním rizikovým faktorem je rovněž kolize harmonogramů obou investorů. Zatímco modernizace letiště má pevně stanovený časový rámeček, projektová příprava Hostivického tunelu v době zpracování článku zaostávala za ostatními částmi tunelového komplexu, což vytváří výrazný časový tlak na další stupně projekčních prací i na samotnou realizaci.

1.2 HLAVNÍ KOORDINAČNÍ VÝZVY

1.2.1 Vazby na okolní stavby

Vzhledem k rozsahu tunelového komplexu a jeho umístění přímo v areálu Letiště Václava Havla Praha představuje koordinace s okolními stavbami jedno z klíčových rizik celého projektu. Jedná se nejen o koordinaci jednotlivých stavebních objektů v rámci železniční infrastruktury, ale především o koordinaci se souběžně připravovanými a realizovanými stavbami Letiště Praha, a.s., které mají vlastní provozní, bezpečnostní a časové požadavky.

Zásadním koordináčním tématem jsou kolize mezi navrhovanými konstrukcemi a technologiemi. Řízení kolizí představuje významný rizikový faktor zejména v situaci, kdy projektová dokumentace není zpracovávána v plnohodnotném režimu BIM. V případě Hostivického tunelu nebyl v rané fázi projektové přípravy, s ohledem na nízký stupeň dokumentace, tento požadavek stanoven. Absence centrálního koordináčního modelu a jednoznačně určené odpovědnosti hlavního koordinátora tak zvyšovala riziko vzniku jak přímých kolizí stavebních prvků, tak kolizí vyplývajících z nedodržení normových odstupů, provozních prostorů a stavebních tolerancí (hard a soft kolize).

Koordináční problémy se neomezují pouze na nosné konstrukce. V rámci tunelového komplexu je nezbytné sjednotit i koncepci vnitřního vybavení tunelů a technologických systémů, které zajišťují bezpečný a spolehlivý provoz. Jedná se zejména o typ železničního svršku, systém odvodnění, vedení kabelových tras, umístění požárního suchovodu, osvětlení tunelu, značení únikových cest a související bezpečnostní prvky. Obtížnost této koordinace je umocněna skutečností, že jednotlivé části komplexu se nacházely v rozdílných stupních projektové dokumentace, což vedlo k rozdílné míře rozpracovanosti a detailu návrhu.

Specifickým koordináčním problémem je vztah mezi Hostivickým tunelem a podzemní železniční stanicí Praha – Letiště Václava Havla. Zatímco stanice byla v době zpracování článku dořešena na úrovni dokumentace pro povolení záměru, Hostivický tunel se nacházel ve fázi schváleného záměru projektu. Tento nesoulad vedl k rozdílným v návrhových předpokladech, zejména v oblasti vnitřního vybavení a technologií, a zvyšuje riziko nutnosti dodatečných úprav v navazujících stupních dokumentace.

Významnou roli v rámci koordinace hraje rovněž sjednocení přístupu k ochraně nosných konstrukcí. Investor by měl k tunelovému komplexu přistupovat jako k funkčnímu celku a stanovit jednotné požadavky na hydroizolaci, ochranu proti bludným proudům a životnost konstrukcí. Nejednotný přístup k těmto otázkám zvyšuje riziko problematických přechodů mezi jednotlivými stavebními objekty a může vést k návrhu detailů, které jsou sice technicky možné, avšak obtížně realizovatelné nebo provozně nespolehlivé.

V případě Hostivického tunelu bylo zvoleno řešení založené na použití vodonepropustného betonu. Toto rozhodnutí vycházelo jednak z požadavků na etapizaci výstavby, jednak z konstrukční koncepce hloubených úseků tunelu s plochými stropními deskami. Zvolený přístup umožňuje snížit riziko poškození hydroizolace při dočasném zásyvu a následném odkrytí konstrukce a současně zjednodušuje řešení přechodů mezi jednotlivými etapami výstavby. Z hlediska koordinace však klade zvýšené nároky na kvalitu návrhu, provádění i kontrolu konstrukčních detailů.

1.2.2 Podchod pod pojezdovou dráhou TWY L a RWY 12/30

Podchod železniční trati pod pojezdovou dráhou a vzletovou a přistávací dráhou 12/30 představuje z hlediska návrhu i realizace nejkritičtější část Hostivického tunelu. Jedná se o úsek, kde se kumulují technická, provozní a organizační rizika a kde jsou zároveň kladeny mimořádně přísné požadavky ze strany provozovatele letiště. Tyto požadavky významně omezují volbu technologie i způsob provádění stavby.

Základním limitujícím faktorem je nutnost zachování provozuschopnosti letištní infrastruktury. Požadavky na nulovou technickou seizmicitu, minimální prašnost a extrémně nízké přípustné deformace povrchu vzletové a přistávací dráhy výrazně převyšují běžné standardy u liniových podzemních staveb. Přestože lze pomocí vhodné volby technologie, organizačních opatření a monitoringu negativní vlivy omezit, nelze je zcela eliminovat. Již samotná staveništní doprava představuje zdroj vibrací a zatížení, které je z hlediska deklarovaných limitů obtížně slučitelné s běžnou stavební praxí.

Dalším zásadním omezením je existence ochranných pásem provozních ploch letiště, v nichž je stavební činnost za provozu výrazně regulována nebo zcela vyloučena. Tato skutečnost komplikuje nejen vlastní provádění stavebních prací, ale i jejich etapizaci a časové sladění s ostatními letištními projekty. Riziko kolize harmonogramů je v tomto úseku výrazně vyšší než v ostatních částech tunelu a má přímý dopad na celkovou dobu výstavby. (Letecký předpis Letiště L14. 2025).

Z geotechnického hlediska se jedná o úsek s malou mocností nadloží a proměnlivým horninovým prostředím. Jedná se o kombinaci zemin a navážek na vrstvě pevnějších hornin (typu R4 – R3) v úrovni nivelety. V této situaci je řízení deformací klíčovým návrhovým kritériem, které zásadně ovlivňuje volbu technologie, dimenzování konstrukcí i rozsah předstihových opatření.

Významným rizikem je rovněž nutnost koordinace stavebních postupů s bezpečnostními předpisy letiště. Jakékoliv neplánované odchylky v průběhu výstavby mohou vést k omezení nebo přerušení provozu, což má nejen technické, ale i ekonomické a reputační dopady. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby návrh technologie a harmonogram výstavby vycházely z realistického posouzení rizik a nebyly založeny na hraničních předpokladech splnění provozních limitů.

Podchod pod RWY 12/30 tak nelze vnímat jako izolovaný stavební objekt, ale jako součást komplexního systému, v němž se technické řešení podzemní stavby musí podřídit prioritám letištního provozu. Tento fakt zásadně ovlivňuje posuzování jednotlivých technologických variant a je jedním z hlavních důvodů, proč žádná z nich nebyla vyhodnocena jako jednoznačně bezriziková.

1.2.3 Doba výstavby

Doba výstavby tunelu v perimetru Letiště Václava Havla Praha představovala jedno z klíčových hodnoticích kritérií při posuzování jednotlivých technologických variant. Časový aspekt byl zásadní nejen z hlediska minimalizace omezení letištního provozu, ale také jako podklad pro rozhodování investora o volbě konstrukčního a technologického řešení v podmínkách souběžné modernizace letištní infrastruktury.

Pro hloubenou variantu byla doba výstavby stanovena na základě podrobnější analýzy stavebních postupů, která výrazně přesahovala obvyklý rozsah dokumentace ve fázi záměru projektu. Byl zpracován základní soupis prací zahrnující jednotlivé fáze výstavby stavební jámy, zajištění svahů, realizaci nosné konstrukce tunelu a následný zásyv. Pro stanovení objemů zemních prací a konstrukcí byl vytvořen jednoduchý prostorový model, který sloužil jako podklad pro časové odhady.

Na základě vypočtených kubatur a po konzultaci s odborníky z realizačních firem byly stanoveny reálné výkony jednotlivých činností. Tyto údaje byly následně ověřeny u více subjektů s cílem snížit nejistotu odhadu. Výsledkem byl zjednodušený harmonogram, který umožnil kvalifikované posouzení časových

nároků výstavby v kritickém úseku pod letištěm. Pro další zkrácení celkové doby výstavby byla uvažována paralelní realizace vybraných konstrukčních etap, zejména souběžné zahájení betonáží ve dvou pracovních místech.

Celková doba výstavby hloubené varianty v perimetru letiště byla na základě této analýzy stanovena na přibližně 2 roky a 4 měsíce, přičemž do tohoto období byly zahrnuty i technologické přestávky vyplývající z požadavků na zrání betonu a možnosti betonáže v zimním období.

U ostatních posuzovaných variant byla doba výstavby stanovena odborným odhadem vycházejícím z objemových parametrů jednotlivých konstrukcí a z obvyklých výkonů příslušných technologií. Hlavní důraz byl kladen na porovnání časových nároků v nejcitlivějším úseku pod RWY 12/30, nikoliv na detailní harmonogram celé stavby. Tento přístup odpovídal úrovni projektové přípravy i charakteru rozhodování v dané fázi projektu.

Při finálním hodnocení variant nebyla doba výstavby posuzována izolovaně, ale v kombinaci s dalšími kritérii, zejména mírou technických rizik, ekonomickou náročností a zkušenostmi s aplikací jednotlivých technologií v obdobných podmínkách. Časový aspekt tak představoval důležitý, nikoliv však rozhodující parametr při volbě doporučeného řešení.

2. VARIANTNÍ ŘEŠENÍ STAVBY POD RWY 12/30 A JEJICH RIZIKA

Výběr technologie výstavby Hostivického tunelu v prostoru Letiště Václava Havla Praha je výrazně limitován provozními a bezpečnostními požadavky letiště. Mezi hlavní omezení patří nutnost minimalizace technické seizmicity, omezení prašnosti, dodržení přísných limitů deformace vzletové a přistávací dráhy 12/30 a vyloučení stavebních činností v ochranných pásmech provozních ploch letiště při jejich provozu. Tyto podmínky představují rámec rizik společný pro všechny varianty a ovlivňují nejen realizovatelnost, ale i bezpečnost a stabilitu provozu letiště během výstavby.

Důležitým faktorem je rovněž kontrola deformací povrchu, které přímo ovlivňují návrh konstrukce, volbu stavební technologie, rozsah předstihových opatření a monitoring průběhu výstavby. Jakékoli překročení povolených limitů by mohlo vést k omezení provozu nebo jeho dočasnému přerušování, což je v kontextu letištního provozu nepřijatelné.

2.1 HLOUBENÝ TUNEL S PŘEDSTIHOU KONSTRUKCÍ

Hloubená technologie představuje konvenční a dlouhodobě ověřené řešení podzemních staveb s malým nadložím, typicky v rozmezí přibližně 1,0 až 10,0 m. V rámci projektu Hostivického tunelu byla tato technologie posuzována jako referenční varianta pro podchod pod pojezdovou dráhou a vzletovou a přistávací dráhou 12/30. Konstrukčně se jedná o monolitickou železobetonovou rámovou konstrukci realizovanou v otevřené stavební jámě se zajištěním svahů, případně pažení, a následným zpětným zásypem.

Z hlediska rizik je hloubená varianta nejvýrazněji zatížena vazbou na provoz letiště. Realizace otevřené stavební jámy v ochranných pásmech provozních ploch letiště je v přímém rozporu s požadavkem na zachování kontinuálního provozu alespoň jedné komunikace mezi severní a jižní částí letiště. Z tohoto důvodu je nutné uvažovat etapizaci výstavby, kdy jednotlivé části tunelové konstrukce budou zahajovány v rozdílných časových úsecích. I při aplikaci etapizace a realizaci předstihových konstrukcí však přetrvává významné riziko kolize s provozním harmonogramem letiště a s dalšími souběžně probíhajícími stavebními akcemi v jeho perimetru.

Dalším zásadním rizikem hloubené varianty je splnění mimořádně přísných požadavků na deformace povrchu vzletové a přistávací dráhy. Limitní hodnota maximální výškové odchylky 3,0 mm na délce 3,0 m (Letecký předpis Letiště L14. 2025) klade extrémní nároky na návrh zajištění stavební jámy, dimenzování nosné konstrukce, volbu zásypových materiálů i technologii jejich ukládání a hutnění. Jakékoliv podcenění těchto faktorů může vést k nepřijatelným deformacím povrchu a v krajním případě k omezení nebo přerušování letištního provozu. Jedním z možných opatření ke snížení rizika sedání je volba vhodného zásypového materiálu, případně lokální použití betonu jako zásypu v bezprostředním okolí konstrukce, který by požadavky na sedání splnil s vysokou mírou jistoty.

Specifickým rizikem hloubené varianty je rovněž samotná etapizace výstavby. Předpoklad realizace části konstrukce v předstihu, jejího dočasného zásypu a následného opětovného odkrytí klade zvýšené nároky na návrh hydroizolačního systému a na ochranu konstrukce proti mechanickému poškození a degradaci během dočasného provozního zatížení. Tyto aspekty zvyšují technickou i organizační náročnost realizace. Z tohoto důvodu byl jako vhodná varianta hydroizolace zvolen vodonepropustný beton těsněný vnitřními těsnícími pásy.

Celkově lze hloubenou variantu hodnotit jako technicky proveditelnou a z hlediska konstrukčního návrhu dobře zvládnutelnou, avšak vysoce rizikovou z pohledu koordinace výstavby, časových nároků a provozních omezení letiště. Její uplatnění je proto podmíněno velmi úzkou spoluprací s provozovatelem letiště a striktním dodržením harmonogramu a monitoringu během celé doby realizace.

2.2 RAŽENÝ TUNEL METODOU NRTM

Ražená varianta založená na principech Nové rakouské tunelovací metody (NRTM) byla v rámci projektu Hostivického tunelu posuzována jako alternativní řešení umožňující omezení zásahů do povrchu letiště a potenciální zkrácení doby výstavby v jeho perimetru. Metoda je založena na observačním přístupu, který využívá spolupůsobení horninového masivu a primárního ostění, přičemž návrh a technologický postup jsou průběžně optimalizovány na základě výsledků geotechnického monitoringu.

Zásadním rizikovým faktorem této varianty je velmi malá mocnost nadloží, která se v nejpříznivějších profilech přibližuje výšce zhruba jednoho profilu tunelu. Za těchto podmínek je schopnost kontrolovat deformace nadloží výrazně omezena a v krajním případě nelze vyloučit ani lokální ztrátu stability výrubu. Geologické prostředí je navíc značně heterogenní – kvalitnější horniny tříd R4 až R3 se vyskytují převážně v úrovni základové spáry, zatímco v oblasti horní části profilu se nacházejí písčité zeminy a antropogenní navážky, které jsou z hlediska stability a deformací výrazně méně příznivé.

Hlavním rizikem varianty NRTM je schopnost dlouhodobě garantovat mimořádně přísné limity deformací povrchu, zejména v oblasti vzletové a přistávací dráhy 12/30. I přes možnost aplikace rozsáhlých předstihových opatření, jako jsou mikropilotové deštníky, předstihové injektáže nebo lokální zpeňování horninového masivu, zůstává dosažení požadovaných hodnot deformací zatíženo značnou nejistotou. Krajním stabilizačním opatřením by bylo vytvoření masivního bloku tryskové injektáže nebo realizace kompenzačních injektáží, tyto postupy jsou však časově i finančně velmi náročné a jejich uplatnění by mělo zásadní negativní dopad na harmonogram i rozpočet stavby.

Rizikovitost metody je dále umocněna velkým rozpětím tunelu v oblasti obratné koleje v kombinaci s omezenou mocností nadloží. Za těchto podmínek se jako technicky nejrobustnější jeví hloubená varianta nebo ražená trojlodní varianta. V navazujících stupních projektové dokumentace by proto bylo nezbytné optimalizovat geometrickou polohu koleje (GPK) tak, aby vyhovovala směrovým i výškovým požadavkům zvolené technologie a minimalizovala geotechnická rizika.

Významným aspektem je rovněž vysoká realizační náročnost ražby pod provozovaným mezinárodním letištěm. Ta vyžaduje nepřetržité geotechnické monitorování, okamžitou interpretaci naměřených dat a schopnost rychlé reakce na jakékoliv odchylky od předpokladů návrhu. V daném kontextu může i relativně malá anomálie vést k omezení nebo přerušení letištního provozu, s přímými dopady na ekonomiku stavby a v krajním případě i na bezpečnost cestujících.

Další specifická rizika jsou spojena s přechodovými oblastmi mezi raženými a hloubenými úseky tunelu. Tyto úseky představují konstrukčně i technologicky citlivá místa, kde se kumulují nároky na statické působení, hydroizolaci a provozní bezpečnost. Varianta NRTM tak nabízí potenciální výhody z hlediska omezení povrchových zásahů, avšak za cenu zvýšené technické, časové a provozní nejistoty v geologicky i provozně mimořádně nepříznivých podmínkách.

2.3 RAŽBA POMOCÍ TBM

Ražba pomocí tunelovacího stroje (TBM) představuje technologicky nejvyspělejší variantu posuzovanou pro podchod Hostivického tunelu pod vzletovou a přistávací dráhou 12/30. Její hlavní předností je kontinuální a vysoce řízený postup ražby s minimálním narušením nadloží, který teoreticky umožňuje zachování provozu na provozních plochách letiště po celou dobu výstavby a výrazně omezuje přímé zásahy do povrchových konstrukcí.

Z hlediska rizik je však aplikace technologie TBM v daném úseku zatížena významnými koncepčními omezeními. Nasazení tunelovacího stroje vyžaduje splnění minimálních požadavků na směrové i výškové vedení trasy, které současná geometrie Hostivického tunelu nesplňuje. TBM je obecně vhodná pro dlouhé, relativně homogenní úseky v dostatečné hloubce pod povrchem, kde lze zajistit stabilní geologické podmínky bez výrazných změn. V posuzovaném úseku se však jedná o prostředí s výraznou vertikální heterogenitou, kdy se v dolní části profilu nacházejí pevnější horniny než v jeho horní části. Tento stav vytváří riziko časté rektifikace stroje a zhoršení kontroly nad výškovým vedením ražby.

Použití TBM s čelbou paženou pažící suspenzí by sice mohlo přispět k omezení deformací povrchu, avšak v kombinaci s velmi malou mocností nadloží by vzniklo nové riziko protržení nadloží nebo úniku pažící suspenze směrem k povrchu. Takový scénář je v prostředí aktivního letiště z hlediska bezpečnosti i provozu nepřijatelný a vyžadoval by rozsáhlá preventivní a monitorovací opatření.

Dalším zásadním rizikem je nutnost změny konstrukční koncepce tunelu. Technologie TBM je standardně spojena s kruhovým profilem a prefabrikovaným segmentovým ostěním, což je v přímém rozporu s rámovou konstrukcí hloubených úseků Hostivického tunelu a její ochranou. Přejechy mezi těmito konstrukčními systémy představují vysoce atypická a riziková místa, vyžadující složitá předstihová stabilizační opatření a individuální technická řešení. Současně kruhový profil neumožňuje efektivně řešit prostorové uspořádání střední obratné koleje, pro kterou by musela být navržena odlišná technologie ražby.

Významná jsou rovněž ekonomická a organizační rizika. Vzhledem k relativně krátké délce posuzovaného úseku (zhruba 700 m) je nasazení TBM spojeno s vysokými náklady na mobilizaci a demobilizaci stroje, které nelze efektivně rozložit do délky ražby. Tyto náklady výrazně zhoršují ekonomickou bilanci varianty a zvyšují citlivost projektu na případná zdržení či technické komplikace. Varianta TBM tak sice nabízí minimalizaci zásahů do provozu letiště, avšak za cenu zásadních změn projektové koncepce, zvýšených nároků na koordinaci a vysokých finančních rizik.

2.4 RAŽBA POD ZASTROPENÍM

Vedle čistě technologických variant byly v rámci posuzování realizace Hostivického tunelu v perimetru letiště analyzovány také kombinované varianty, které propojují hloubenou technologii s raženými úseky prováděnými metodou ražby pod zastropením. Cílem tohoto přístupu bylo nalezení kompromisního řešení mezi dobou výstavby, omezeními letištního provozu a mírou technických a koordinačních rizik.

Princip varianty spočívá v dočasném přerušení provozu RWY 12/30, vybudování nosné stropní konstrukce pod její konstrukcí, následném obnovení provozu a realizaci vlastního tunelu ražbou pod ochranným stropem. Tímto postupem by bylo možné významně omezit zásahy do povrchových konstrukcí v pozdější fázi a tím snížit riziko nejistoty přerušení provozu.

Hlavním rizikem této varianty zůstávají deformace konstrukce dráhy, a to jak v průběhu zhotovování stropní konstrukce, tak při následné ražbě pod ní. Realizace stropu vyžaduje zřízení svislých nosných konstrukcí, typicky v podobě podzemních stěn nebo pilotových stěn, které musí bezpečně přenášet zatížení od letištních komunikací. Tyto technologie jsou spojeny s nasazením těžké mechanizace, jako jsou vrtné soupravy, drapáky nebo hydrofrézy, jejichž provoz v bezprostřední blízkosti aktivních provozních ploch letiště i je z hlediska bezpečnosti i organizace stavby problematický.

Dalším významným rizikem je časová náročnost realizace nosných konstrukcí a stropu. Vzhledem k přísným provozním omezením letiště a nutnosti etapizace prací nelze tyto technologie provádět s vysokou produktivitou. Výsledné odhady ukázaly, že celková doba výstavby v perimetru letiště by u této varianty byla delší než u čistě hloubeného řešení, čímž se částečně ztrácí jeden z hlavních předpokládaných přínosů kombinované varianty.

Varianta ražby pod zastropením tak představuje technicky proveditelné, avšak organizačně a časově náročné řešení, které sice nabízí určité snížení rizik v samotné fázi ražby, avšak za cenu zvýšených nároků na koordinaci, mechanizaci a delší dobu výstavby v nejcitlivější části projektu.

3. ZÁVĚR

Analýza technologických variant podchodu Hostivického tunelu pod vzletovou a přistávací dráhou 12/30 prokázala, že žádná z posuzovaných technologií nepředstavuje jednoznačně optimální řešení bez přítomnosti významných technických, provozních či koordinačních rizik. Hloubená varianta je z hlediska konstrukčního návrhu realizovatelná a opřená o ověřené postupy, avšak je výrazně zatížena vazbami na provoz letiště a extrémně přísnými požadavky na omezení deformací povrchových konstrukcí. Ražené varianty, ať již založené na principech NRTM nebo využívající tunelovací stroj (TBM), umožňují potenciální omezení zásahů do povrchu, současně však přinášejí zvýšenou míru technické nejistoty, vysoké nároky na monitoring a řízení rizik a v některých případech i významná ekonomická a koncepční omezení.

Zásadním kritériem pro volbu finální technologie se proto nestává pouze samotná technická proveditelnost jednotlivých variant, ale zejména schopnost identifikovaná rizika řídit, minimalizovat a koordinovat v širším kontextu souběžné modernizace letištní infrastruktury a navazujících stavebních akcí. Výsledky provedené analýzy potvrzují nutnost komplexního a integrovaného přístupu k návrhu, silné role investora v oblasti koordinace a včasného zapracování rizikového řízení již v raných fázích projektové přípravy. Právě tyto aspekty budou rozhodující pro dosažení technicky bezpečného, provozně přijatelného a realizovatelného řešení podchodu Hostivického tunelu pod RWY 12/30.

4. PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval spoluautorovi a hlavnímu inženýrovi projektu „Zaokruhování železničního spojení letiště Praha do trati Praha – Letiště Václava Havla – Kladno“ Ing. Ondřeji Zítkovi za jeho cenné rady a pomoc s přípravou příspěvku. Zároveň děkuji všem kolegům, kteří se na projektu Hostivického tunelu podíleli, zejména Ing. Liboru Maříkovi a Ing. Jiřímu Hořejšímu.

LITERATURA

LETIŠTĚ PRAHA. Rozšíření terminálových kapacit. Online. Lepší letiště. C2026. Dostupné z: <https://vaselepsiletiste.cz/plan-rozvoje>. [cit. 2026-01-20].

MINISTERSTVO DOPRAVY [MD]. L14, Letecký předpis Letiště L14. 25. 12. 2025. 2025. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/index.htm> [cit. 2026-01-26].

SPRÁVA ŽELEZNIC. Úseky. Online. Železnice na letiště. C2026. Dostupné z: <https://zeleznice-naletiste.cz/web/zleznice-naletiste/useky>. [cit. 2026-01-20].

SPRÁVA ŽELEZNIC. Novostavba železniční stanice Praha-Letiště Václava Havla. Online. Železnice na letiště. C2026. Dostupné z: <https://zeleznice-naletiste.cz/novostavba-zeleznicni-stanice-praha-letiste-vaclava-havla>. [cit. 2026-01-20].

Ing. Jakub Vladík

SAGASTA s.r.o., Praha, Czech Republic

jakub.vladik@sagasta.cz

Ing. Ondřej Zítka

SAGASTA s.r.o., Praha, Czech Republic

Ondrej.Zitko@sagasta.cz