

NEJNOVĚJŠÍ TRENDRY V OBLASTI INFRASTRUKTURY VYSOKORYCHLOSTNÍCH TRATÍ

Lukáš Týfa

Abstrakt:

Príspevek je zaměřen na vysokorychlostní tratě (VRT) z pohledu regionu, v němž se o jejich výstavbě teprve uvažuje. Proto je nejprve definován pojem VRT a následně jsou popsány postup, který by měl předcházet realizačnímu projektu takovéto trati, a základní zásady trasování VRT. Myšlenka vybudování VRT je podpořena několika příklady úspěšnosti provozovaných VRT ve světě. Také je v příspěvku uvedeno, jaké jsou negativní vlivy VRT na životní prostředí a jak je lze eliminovat. V závěru článku jsou zmíněny moderní trendy v infrastruktuře VRT a rozdíly proti konvenčním tratím.

1. Charakteristika vysokorychlostních tratí

Tento příspěvek se zabývá vysokorychlostními tratěmi (VRT), a tak je vhodné nejprve toto označení co nejpřesněji popsat, resp. vysvětlit, jak se liší VRT od ostatních železničních tratí.

Drážní systémy je možné členit podle různých hledisek. Z pohledu fyzikálního jevu, který se v daném systému využívá při pohybu drážního vozidla po dopravní cestě, lze zmínit dva, které se dají využít pro dálkovou dopravu. Jedná se o dráhy adhezní a dráhy fungující na principu magnetické levitace (obecně označované jako maglevy). K fungování adhezních drah je nutný kontakt kola a kolejnice a jsou jimi například všechny veřejné železniční tratě v ČR. U maglevů se vozidlo pohybuje bezkontaktně nad svojí dráhou v důsledku magnetické levitace (jde o aplikaci lineárního elektromotoru). V komerčním provozu slouží maglevy zatím pouze k (pří)městské osobní dopravě, ale existují projekty na vybudování tratí i pro dálkovou dopravu. Výhodou maglevů je vysoká provozní rychlost, velké zrychlení i zpomalení (čímž se zkracuje jízdní doba), neexistence mechanického opotřebení jízdní dráhy při pohybu vozidel a hluk pouze aerodynamický; naopak nevýhodou je nekompatibilita s jiným dopravním systémem, takže je velmi obtížná etapovitá výstavba těchto drah a spolupráce s ostatními druhy dopravy.

Z hlediska nejvyšší rychlosti, kterou umožňují železniční tratě vlakům dosáhnout, se jeví jako nejvhodnější jejich rozdělení podle dvou směrnic Evropské unie o interoperabilitě transevropských železničních systémů, z nichž vyplývá rozlišení železničních tratí na konvenční a vysokorychlostní. Vysokorychlostní tratě zahrnují speciálně vybudované VRT pro rychlosti 250 km/h a vyšší, speciálně modernizované tratě pro rychlosti v řádu 200 km/h a speciálně modernizované tratě se zvláštními vlastnostmi danými topografickými, terénními nebo urbanistickými omezeními, jimž musí být rychlost v každém jednotlivém případě přizpůsobena.

Za novou vysokorychlostní železniční trať tedy považujeme takovou adhezní normálněrozchodnou železniční trať (rozchod kolejí 1 435 mm je základní podmínkou pro plynulý přejezd železničního vozidla mezi různými tratěmi), která je určena především pro dálkovou dopravu (délka vlakové linky se pohybuje v řádu stovek kilometrů) a jejíž traťová

rychlost je nejméně 250 km/h; spolu s modernizovanými úseky zpravidla na rychlost 200 km/h pak tyto tratě vytváří vysokorychlostní železniční síť.

2. Základní parametry vysokorychlostních tratí

Pro stanovení základních parametrů VRT je třeba nejprve znát důvod výstavby VRT a poté je nutno určit, jaké vlaky budou VRT využívat. Obecně je možné najít několik argumentů pro výstavbu VRT, které spolu více či méně souvisí (proto většinou nastává několik příčin téměř současně) a kterými mohou být:

- nedostatečná kapacita konvenční železniční sítě (zvláště v okolí velkých aglomerací se silnou příměstskou osobní dopravou)
- nízká rychlost vlaků (dlouhé jízdní doby) po konvenční síti (železniční doprava není atraktivní pro cestující a přepravce, tj. není konkurenceschopná v porovnání se silniční a leteckou dopravou)
- silné přepravní proudy (s potenciálem dalšího růstu) na některých relacích, které se v současnosti uskutečňují jiným druhem / jinými druhy dopravy
- nespolehlivost konvenčních vlaků (nedodržování jízdního řádu kvůli poruchám a mimořádnostem) a nízký komfort pro cestující (opět neatraktivita železniční dopravy a ztráta zákazníků)
- nezávislost na neobnovitelném zdroji energie – ropě (tento důvod začne být aktuální v příštích desetiletích; rozvoji VRT napomohla ropná krize v 2. pol. 20. století)

Pro provoz na VRT připadá v úvahu buď jeden, nebo více typů vlaků z následujících možností:

- **speciální vysokorychlostní osobní vlakové jednotky** pro dálkovou dopravu s konstrukční rychlostí (300 ÷ 350) km/h
- **dálkové (příp. regionální) osobní vlaky tvořené lokomotivou a osobními vozy** (plus příp. řídicím vozem), které jsou schopny dosáhnout rychlosti (160 ÷ 200) km/h
- **transevropské osobní expresy přepravující zároveň osobní automobily cestujících** (tzv. autovlaky) složené z lokomotivy, lůžkových a lehátkových vozů a speciálních nákladních vozů pro přepravu osobních automobilů, které jsou schopny dosáhnout rychlosti (120 ÷ 160) km/h
- **speciální nákladní vlakové jednotky** pro přepravu pošty (příp. jiných obdobných zásilek) s konstrukční rychlostí (300 ÷ 350) km/h
- **nákladní vlaky** určené zejména pro nedoprovázenou kombinovanou nákladní přepravu, které jsou schopny dosáhnout rychlosti (120 ÷ 160) km/h

Výběr typů vlaků a jejich parametry jsou klíčové pro zhodnocení efektivity vynaložených investičních prostředků i pravidelných provozních nákladů na údržbu a provoz trati s ohledem na využití kapacity VRT – její atraktivitu pro dopravce.

Pro stanovení základních návrhových parametrů VRT je nutné znát alespoň dále uvedené charakteristiky jednotlivých typů vlaků (nikoli pouze jejich hnacích vozidel):

- max. rychlost, kterou je schopen vlak vyvinout
- max. zrychlení pro dosažení max. rychlosti vlaku a zábrzdňá vzdálenost z nejvyšší rychlosti
- max. podélný sklon trati, na němž je vlak schopen udržet svoji nejvyšší rychlost, resp. max. rychlost, kterou je schopen daný typ vlaku udržet na takovém podélném sklonu trati, který je nejvyšší pro nejnvýkonnější předpokládaný vlak

- zařazení vlaku do třídy zatížení (max. hmotnost na nápravu a jednotku délky vozu)
- max. délka vlaku

Pro určení návrhových parametrů trati není rozhodující, jak bude označena konkrétní kategorie vlaku nebo jaká bude přesná trasa železniční linky, ale jaké budou dané skupině vlaků odpovídat vlastnosti. Na základě znalostí popsaných charakteristik typů vlaků a v souladu s technickými normami a právními předpisy je možné stanovit rozhodující parametry pro trasování VRT:

- min. poloměr směrového oblouku
- max. podélný sklon trati
- min. užitečná délka dopravních kolejí v dopravnách na VRT
- min. délka nástupní hrany na nástupištích ve stanicích na VRT

Za nutnou podmínku pro vozidla ve všech typech vlaků se považuje jejich určení pro koleje s normálním rozchodem a dodržení mezních rozměrů obrysu vozidla podle mezinárodních standardů. Vybavení trati pevnými částmi zabezpečovacího systému a elektrické trakce je možné v podstatě přizpůsobit jakékoli trase VRT. Všechny parametry VRT musí být v souladu s technickými specifikacemi interoperability (TSI) pro transevropský vysokorychlostní železniční systém.

Po odborném výběru typů vlaků a stanovení jejich parametrů se může přistoupit k návrhu variant tras VRT. Po jejich vytyčení je nutné provést simulaci jízd všech typů vlaků z hlediska dynamiky jejich jízdy (ovlivněné především podélným sklonem jednotlivých traťových úseků), čímž budou vypočteny jízdní doby vlaku, spotřeba trakční energie a ověřeno dosažení traťové rychlosti.

Čím je rozmanitost vlaků a rozptyl jejich parametrů větší, tím jsou návrhová kritéria VRT přísnější, a vyhledávání optimální trasy se tak stává náročnější a výstavba dražší. Velký rozdíl mezi max. rychlostí nejrychlejšího a nejpomalejšího vlaku se projeví velkým min. poloměrem směrových oblouků a zvýšeným opotřebáváním železničního svršku. Trakční charakteristika vlaku, výrazně ovlivněná jeho hmotností a výkonem hnacích agregátů, se přímo projeví v max. podélném sklonu trati.

Pro smíšený provoz na VRT (osobní i nákladní vlaky) lze přibližně určit min. poloměr směrových oblouků na 7 000 m, pro VRT s provozem pouze speciálních vysokorychlostních jednotek postačí poloměry o velikosti zhruba 4 000 m. Nejmenší přípustné hodnoty poloměru oblouku se ještě snižují při použití pevné jízdní dráhy v konstrukci koleje (viz kap. 6). Největší podélný sklon pro VRT se smíšeným provozem je možné stanovit na 18 ‰. Příkladem VRT určených pouze pro speciální vysokorychlostní jednotky jsou tratě ve Francii, kde jednotky TGV překonávají stoupání o hodnotě až 35 ‰, nebo v Německu mezi Kolínem nad Rýnem a Frankfurtem nad Mohanem, kde jednotky ICE 3 zvládají podélný sklon dokonce až 40 ‰.

Především na území České republiky, které je charakteristické složitou konfigurací terénu, rozptýleným osídlením a jedinečným přírodním a kulturním bohatstvím, hrají i drobné změny mezních hodnot trasovacích parametrů VRT klíčovou roli v investiční náročnosti její výstavby.

3. Trasování vysokorychlostních tratí

Podle důvodů, které vedou k návrhu nové VRT, a typů vlaků, jejichž provoz se po VRT předpokládá, spojuje trasa VRT významné sídelní a průmyslové aglomerace jako zdroje a cíle cest cestujících (příp. zboží), nahrazuje úseky konvenčních tratí s nízkou traťovou rychlostí nebo zvyšuje téměř vyčerpanou kapacitu stávajících tratí. Vedení trasy nové VRT je

limitováno mezními návrhovými parametry a snahou o minimalizaci investiční náročnosti stavby i budoucích provozních nákladů a o co nejkratší trasu. Zároveň je trasování VRT omezeno volným prostorem mezi sídelními útvary, průmyslovými zónami a dopravními stavbami a nutností ochrany kulturního a zejména přírodního bohatství území.

K omezujícím podmínkám naznačeným v předchozím odstavci navíc přistupují problémy s umístěním míst nástupu / výstupu / přestupu cestujících a přejezdu vlaků z vysokorychlostní železniční sítě na konvenční a opačně. Jednou z největších předností osobní železniční dopravy v porovnání s leteckou dopravou je skutečnost, že vlak může dovést cestujícího přímo do centra města, kde je přirozená koncentrace všech služeb, je zde zajištěn přestup na navazující systémy veřejné hromadné dopravy a odkud existuje zhruba rovnoměrná dostupnost všech míst města.

Jednou z variant vztahu trasy VRT a města je tedy zaústění VRT na okraji sídelní aglomerace do konvenční sítě, čímž je možné následně využít stávající železniční tratě k jízdě vlaků na centrální nádraží. Toto řešení má však dvě hlavní úskalí, která se musí pro každý konkrétní případ prověřit. Jde jednak o prodloužení jízdni doby vlaků při jízdě v intravilánu po stávajících kolejích (byť v rámci možností rekonstruovaných) zejména pro cestující, kteří daným městem projíždějí, a jednak o komplikace se saturovanou kapacitou existujících tratí, k níž dochází zejména koncentrací příměstské osobní dopravy. Jako výhodné (ale zároveň také drahé) řešení se nabízí vybudování nové trati segregované od ostatních dopravních systémů skrze centrum města (tj. v odlišné výškové úrovni – nad zemí nebo častěji v podzemí) s vybudováním stanice nebo zastávky co nejbližší středu města nebo významného přestupního dopravního terminálu. Tato možnost se uplatnila například v belgických Antverpách nebo v německém hlavním městě Berlíně.

Jinou možností, jak zajistit vazbu mezi VRT a sídelní oblastí, je vybudování obchvatu VRT kolem aglomerace (plus případně na něm na vhodných místech propojit VRT s konvenční sítí tratí) a na něm vystavět tzv. na zelené louce novou železniční stanici, která bude součástí dopravního terminálu, napojeného na kvalitní síť ostatních druhů veřejné hromadné dopravy a vybaveného rozsáhlým parkovištěm typu P&R. Výhodou této varianty je i přes delší trasu VRT proti předchozí variantě (objezd města místo jeho průjezdu) zpravidla kratší jízdni doba kvůli lepším návrhovým parametrům tratě (vyšší traťová rychlost), nižší investiční náklady (na rozhraní intravilánu a extravilánu lze očekávat menší podíl tunelů a mostních objektů z celkové délky traťového úseku a jejich menší investiční náročnost) a možnost spolupráce s individuální automobilovou dopravou (IAD). Touto cestou se vydala kupříkladu Francie realizací východního obchvatu Paříže (LGV-Interconnectin), objezdem Lyonu se stanicí Lyon-St Exupery (TGV) nebo novou stanicí Avignon TGV.

Při trasování VRT je nutno se zvláštním zřetelem přistupovat k jejímu propojení s tratěmi konvenčními. Tato spojení, zajišťující plynulý přejezd vlakům mezi oběma železničními sítěmi, jsou totiž na jednu stranu výhodná pro obě železniční sítě, ale na druhou stranu mohou být zdrojem komplikací. Přínos spojení obou železničních sítí spočívá v tom, že vzrůstá jízdni rychlost konvenčních vlaků, které využívají VRT pro část své jízdy, a zároveň se tak zvyšuje využití kapacity VRT. Při nevhodném umístění propojení v železniční síti se však tato místa mohou stát potenciálním zdrojem nespolehlivosti provozu. Velké problémy totiž nastávají v případě, kdy vlak, který má přesně stanovený čas vjezdu na VRT, vlivem zpoždění na konvenční síti tento čas nemůže dodržet. Jízda různých druhů vlaků na VRT, které navíc v různých místech na VRT vjíždějí a z ní odjíždějí, klade vysoké nároky na zpracování grafikonu vlakové dopravy (GVD), a proto většinou není v GVD příliš velká vůle pro posun trasy vlaku při operativním řízení provozu. Konstrukce GVD se zjednodušuje při vedení některých typů vlaků jen v určité části dne (např. osobní vlaky převážně v denní době, nákladní v noci).

Vazba mezi GVD a trasou VRT (požadavky GVD na jízdní doby a na propustnost trati) vyvolává aktuální problém, kterým je snaha o důsledné podřizování parametrů VRT tzv. systémovým jízdním dobám integrálního taktového grafikonu (ITG) v dálkové železniční dopravě. Tento požadavek v některých relacích vede k tomu, že v těchto úsecích není cílem dosažení technicky nejnižších jízdních dob vysokorychlostních vlaků, a tak se může na první pohled zdát, že pro zapojení do sítě VRT bude dostačující modernizace stávající trati. Takovéto počínání však obsahuje dále zmíněná úskalí:

- VRT jsou tratěmi primárně určenými pro vysokorychlostní vlaky, které vytváří vlastní evropský linkový systém, a tudíž musí být primárně sledovány přestupní vazby mezi vlaky tohoto typu. Samozřejmě je žádoucí vytváření taktu jednotlivých vysokorychlostních linek, protože tím se jejich atraktivita pro cestující zvyšuje.
- Vysokorychlostní vlaky mají být konkurencí silničním vozidlům jedoucím po dálnici a zároveň letadlům – obě skupiny dopravních prostředků se snaží co nejvíce zkrátit své jízdní i cestovní doby.
- Stavba jakékoli nové dopravní infrastruktury je záležitostí několika let, spotřebují se na ni vysoké finanční prostředky, vytvoří se citelný zásah do krajiny a její životnost se předpokládá nejméně sto let. Proto je nutné vždy vytvářet určitou rezervu v parametrech novostaveb tratí s pohledem do budoucnosti, protože vozový park se vyvíjí rychleji než konstrukce tratí a organizace provozu se může měnit ještě dynamičtěji.

Na závěr této kapitoly je uveden obecný postup návrhu VRT: Po technickém projektu trati, stanovení jízdních dob všech typů vlaků a konstrukci několika variant GVD je nutné zpracovat prognózu přepravních proudů. Tou se potvrdí dostatečné využití kapacity trati a následně se provede ekonomické zhodnocení celé stavby. Do finančního posouzení stavby by se měly zahrnout i celospolečenské přínosy a negativa, tj. zejména zlepšení dopravní obsluhy území, zvýšení bezpečnosti v dopravě, zvětšení nezávislosti dopravy na ropě, přesun části přepravních proudů z jiných dopravních systémů více zatěžujících životní prostředí; emise hluku a vibrací, znehodnocení krajiny (estetické, fragmentace území).

4. Úspěchy VRT v osobní železniční přepravě

Jako jistý důkaz úspěšnosti přepravy osob ve vysokorychlostních vlacích, které se v zahraničí pohybují po již provozovaných VRT, jsou dvě předložené tabulky. Tab. 1 i tab. 2 [1] ukazují na změnu poměru přepravených cestujících mezi jednotlivými druhy dopravy (tzv. modal-split) vždy před a po zavedení vysokorychlostních vlaků v relacích Paříž – Brusel (vlaky Thalys) a Paříž – Lyon (vlaky TGV). Nárůst podílů železniční dopravy ukazuje na značný potenciál vysokorychlostní osobní železniční dopravy.

druh dopravy	podíl na přepravních výkonech	
	před	po
IAD	63 %	43 %
autobusová	8 %	5 %
letecká	5 %	4 %
železniční	24 %	48 %

tab. 1 – Modal-split v relaci Paříž – Brusel před a po zavedení vlaků Thalys

druh dopravy	podíl na přepravních výkonech	
	před	po
IAD	61 %	50 %
letecká	17 %	10 %
železniční	22 %	40 %

tab. 2 – Modal-split v relaci Paříž – Lyon před a po zavedení vlaků TGV

V roce 2001 otevřená francouzská vysokorychlostní trať TGV Méditerranée postupně během prvních dvou let svého provozu převzala 60 % cestujících letecké a konvenční

relace	bez	s
Berlín – Mnichov	12 %	41 %
Madrid – Lisabon	6 %	48 %
Madrid – Barcelona	12 %	49 %
Stockholm – Malmö	25 %	51 %
Paříž – Miláno	18 %	54 %
Londýn – Brusel	48 %	65 %

tab. 3 – Prognózovaný podíl železniční osobní dopravy na přepravních objemech ve vybraných relacích v roce 2020 bez a s rozšířenou sítí VRT podle představ EU

železniční dopravy mezi Paříží a Marseille, což je opět důkazem úspěšnosti vysokorychlostního železničního systému.

Tab. 3 zobrazuje předpokládané podíly železniční dopravy na přepravě osob ve vybraných evropských relacích v roce 2020 v případě, že bude / nebude rozšířena síť VRT podle předpokladů Evropské unie. [1]

Na konci roku 2006 dosáhla ve státech Evropské unie délka tratí s traťovou rychlostí 250 km/h a výše (VRT) hodnoty 4 845 km a do konce letošního roku by mělo přibýt ještě dalších téměř 800 km takovýchto tratí. V roce 2004 činil celkový přepravní výkon v osobní vysokorychlostní železniční dopravě na území EU 76,3 mld. oskm, což bylo 21,7 % výkonu celé osobní železniční dopravy. [2]

Jak se podařilo díky VRT zkrátit cestovní doby vlaků, dokládají následující dva příklady: Vlaky nadnárodní společnosti Thalys, které zajišťují rychlé železniční spojení v západní Evropě, dokázaly od poloviny roku 1996 překonávat trasu mezi Paříží a Bruslem za 2 h 03 min a po zprovoznění dalších vysokorychlostních úseků od konce roku následujícího pak zkrátily cestovní dobu na této relaci na 1 h 25 min. Dne 4. 9. 2007 bylo dosaženo zatím rekordní krátké jízdní doby 2 h 03 min mezi stanicemi Paris Nord a London St. Pancras vlakovou jednotkou Eurostar krátce před zahájením komerčního provozu po novém vysokorychlostním úseku ve Velké Británii [3].

5. Vysokorychlostní tratě a životní prostředí

Vysokorychlostní železniční doprava (obdobně jako konvenční železniční doprava a ostatní druhy dopravy) přispívá provozem vlaků i pouhou existencí VRT coby liniové stavby ke zhoršení životního prostředí. V případě elektrické trakce na VRT jsou v podstatě jedinými negativními environmentálními vlivy vysokorychlostní železniční dopravy emise hluku a vibrací a fragmentace prostoru dopravní infrastrukturou. Optimální opatření pro minimalizaci těchto nežádoucích účinků VRT jsou navržena v rámci posuzování vlivů stavby na životní prostředí (proces EIA).

Fragmentace území

Fragmentace území liniovými stavbami je chápána jako rozdělení přírodních ploch na menší oblasti, které jsou více či méně izolované. Důsledkem fragmentace jsou následující nepříznivé ekologické efekty, působící mnohdy současně:

- estetické znehodnocení krajiny
- bariérový efekt:
 - zamezení volného pohybu lidí a přerušení migračních tras pro živočichy
 - genetická degradace živočichů (oddělení populací živočichů po několik generací)
 - ztráta tzv. vnitřních ploch (každé stanoviště živočichů má určité ochranné pásmo od svého okolí, které vznikne při rozdělení stanoviště liniovou stavbou po obou jejích stranách, a tak se sníží výměra stanoviště pro vlastní život živočichů)
- zabor půdy (ztráta přírodních lokalit)
- degradace biotopů (šíření invazních druhů, které se snadno adaptují na změněné prostředí a stanoviště a které následně i vytlačují druhy původní)

- kolize vozidel s živočichy – v důsledku oplocení VRT je téměř vyloučena
- rušení a znečištění okolí liniové stavby provozem na ní

Největší možnosti k eliminaci negativních důsledků fragmentace území výstavbou VRT se nabízejí již při návrhu trasy VRT, která by se měla vyhýbat chráněným přírodním lokalitám a co nejméně křížit biokoridory. Výškové řešení trasy VRT má výrazný vliv na estetické vnímání stavby v krajině a na řešení křížení s případnými biokoridory. Vliv fragmentace území se také může snížit zřízením umělých valů podél VRT, případně vedením trati v mělkém hloubeném tunelu místo zářezu nebo dokonce kompletním zakrytím trati (vytvoření tunelu).

Minimalizovat fragmentaci území dopravními stavby lze jejich sdružováním (souběžným vedením) do tzv. dopravních koridorů. Šířka pásu liniových staveb je pak sice větší, ale zejména ztráta tzv. vnitřních ploch živých organismů se sníží a zároveň se zmenší náklady na řešení křížení s biokoridory. Nejčastěji se tak děje právě přimykáním VRT k již existujícím dálnicím (např. v úseku Meer – Antverpy v Belgii nebo Kolín n. R. – Frankfurt n. M. v Německu).

Aby nebyly existencí VRT přerušeny biokoridory sloužící pro migraci živočichů, navrhuje se při jejich křížení s liniovou stavbou buď specializované stavby, nebo se upraví stavby sloužící k jinému účelu tak, aby plnily funkci cesty pro živočichy. Parametry migračního objektu (zejm. tvar a rozměry, oddělení flórou od trati) určí ekologové podle druhů živočichů, které by tuto stavbu měly využívat. Migrační objekty z pohledu ekologických potřeb se dělí podle následujícího schématu v tab. 4:

migrační objekt pro faunu	podchod	železniční most	speciální
			víceúčelový
			velký (bez speciálních úprav)
	propustek	speciální	
		víceúčelový	
	nadchod	most	speciální (tzv. ekodukt)
			víceúčelový
železniční tunel		speciální (tzv. ekodukt)	
		běžný (bez speciálních úprav)	

tab. 4 – Rozdělení migračních objektů pro faunu z pohledu ekologických potřeb

Hluk a vibrace

Hluk a vibrace patří mezi nejvýznamnější negativní vlivy železničního provozu. Hlukem se označuje každý nežádoucí zvuk. Železniční doprava je obecně považována z hlediska emisí hluku za šetrnější k okolnímu životnímu prostředí než doprava silniční, která je naopak méně rušivá než doprava letecká. Vyplývá to z charakteru, frekvenčního rozsahu a hladiny intenzity hlukových emisí. Například zatímco hladina akustických emisí z provozu automobilů na dálnici se v čase téměř nemění, hladina akustického tlaku ze železniční dopravy se skládá z jednotlivých průjezdů vlaků, mezi nimiž klesá hladina hluku na úroveň pozadí. Nárůst ekvivalentní hladiny intenzity hluku z dopravy silniční proti železniční a obdobně i letecké dopravy proti silniční činí přibližně 5 dB(A).

Podle příčin vzniku hluku ho lze rozdělit na hluk z trakce, hluk valení a aerodynamický hluk. Při rychlostech do 60 km/h je většinou dominantní hluk trakčních motorů a pomocných pohonů (vozidla elektrické trakce vyvozují menší intenzitu hluku než vozidla s dieselovým motorem). V pásmu rychlosti jízdy vlaku zhruba (60 ÷ 200) km/h je obvykle dominantní hluk z valení kol železničních vozidel po kolejnicích, jehož intenzita se odvíjí od drsnosti povrchu jízdnicích ploch kol a kolejnic a od způsobu spojení kolejnicových

pásů (kolej buď stykovaná, nebo bezstyková). Při rychlostech nad 200 km/h začíná převažovat hluk aerodynamický vzniklý třením jednotlivých vnějších částí vozidel vlaku o vzduch; významným zdrojem hluku je v tomto případě sběrač elektrického proudu z trolejového vedení. Na hladinu intenzity hluku mají vliv především míra aerodynamického tvaru čela vlaku, zakrytí podvozků a kapotování přechodů mezi vozy ve vlaku.

Opatření, která eliminují emise hluku z železniční dopravy, je možné rozdělit na aktivní, která zabraňují vzniku hluku nebo alespoň snižují vznikající emise, a na pasivní, která omezují vliv již vzniklého hluku na okolní životní prostředí. Hlavními aktivními prostředky k eliminaci hluku na vozidlech je udržování hladké jízdní plochy na kolech a správný tvar a opláštění vozidel. Hlavním aktivním opatřením na infrastruktuře VRT (kromě samozřejmě bezstykové koleje a pružného upevnění kolejnic k podporám) je zamezení vlnovitosti temene kolejnicového pásu kvalitní údržbou železničního svršku a zejména broušením kolejnic.

Mezi pasivní opatřeními, která se mohou provést v konstrukci železniční koleje, náleží vkládání antivibračních rohoží do zemního tělesa železničního spodku, umístění pryžových materiálů pod ložnou plochu pražců, případně pokládání protihlukových desek na vrchní část železničního svršku mezi kolejnice. Mezi pasivní opatření lze také započítat vhodné trasování železniční trati, především návrh její nivelety, neboť vedením trati v zářezu vytváří souběžné svahy přirozenou bariéru pro šíření hluku do okolí trati. Nejdražšími nástroji pro omezení šíření hluku z trati jsou protihlukové stěny, protihlukové valy či dokonce záměrné vedení trati v tunelu. Vedlejším pozitivní efektem protihlukových stěn je bránění vstupu osob a zvířete na železniční trať, mnohdy však výrazně kazí estetický vzhled. Především v případě plánu na budování velmi drahých protihlukových stěn podél tratí je nutno prokázat, že je opravdu nezbytné snížit hlučnost z železniční dopravy v bezprostřední blízkosti trati, tedy že jsou vyčerpány jiné varianty a že předpokládaný hluk bez takovéto stavby bude skutečně škodlivý.

6. Moderní trendy v infrastruktuře vysokorychlostních tratí

V porovnání s konvenčními tratěmi jsou nositeli nejmodernějších prvků v konstrukci koleje převážně právě VRT. Tento fakt je dán tím, že na novostavbu tratí nového systému, od něhož se očekává absolutní spolehlivost a bezpečnost a služby na nejvyšší možné úrovni (traťová rychlost, propustnost), jsou kladeny vysoké nároky.

Pevná jízdní dráha

Žhavou novinkou, která se objevila v oblasti železniční infrastruktury s nástupem VRT, je změna zažité konstrukce železničního svršku se šterkovým ložem na tzv. pevnou jízdní dráhu (PJD). Zhutněný šterk nahrazuje v této konstrukci cementobeton nebo asfaltobeton doplněný většinou smíšenou podkladní vrstvou. Konstrukcí PJD existuje ve světě spousta typů, z nichž některé mají za sebou již mnoho let rutinního provozu a jiné se teprve testují. Z důvodu rozsahu příspěvku a jeho zaměření budou proto dále shrnuty pouze výhody a nevýhody PJD v porovnání s klasickou konstrukcí koleje (se šterkovým ložem):

Mezi hlavní výhody pevné jízdní dráhy patří:

- mnohem menší nároky na údržbu (nízké náklady na údržbu, nenarušování provozu výlukami), která sleduje především správnou geometrickou polohu koleje
- dlouhá životnost (desítky let)
- nízká konstrukční výška (výhoda především v tunelech – menší výrub)
- nízká hmotnost konstrukce (snížení zatížení železničního spodku)
- vysoká příčná stabilita (možné zvýšení převýšení v obloucích až o 25 %, což se může projevit menším poloměrem oblouků při nezměněné traťové rychlosti)

- velmi vhodná úniková cesta pro cestující v případě mimořádné události (důležité zejména pro tunely)
- použití brzd na principu vířivých proudů bez omezení (výhodné zvláště při vysokých podélných sklonech trati a před stanicemi)
- nižší emise vibrací (vyšší tuhost konstrukce)
 - Naopak k podstatným nevýhodám pevné jízdní dráhy náleží:
- vysoké investiční náklady
- vysoké nároky na přesnost a kvalitu vybudování (nelze opravovat)
- dodatečně lze korigovat geometrickou polohu koleje jen v omezené míře (zpravidla do 25 mm ve svislém směru a do 5 mm v příčném směru)
- náchylnost na stabilitu železničního spodku (nutno vyloučit po celou dobu životnosti sedání, což je na zemním tělese obtížně splnitelné, a tak se PJD nejčastěji používá na mostech a v tunelech)
- vysoké emise hluku (konstrukci PJD je nutné výrazně doplnit prvky protihlukové ochrany)
- v případě mimořádné události s následkem vykolejení, při němž dojde k porušení konstrukce, se musí provést rozsáhlá a nákladná oprava

Výhybkové konstrukce

Další částí koleje na VRT, která prodělává nejvíce inovací, jsou výhybkové konstrukce. Je to dáno především provozními požadavky na vyšší rychlost jízdy vlaků do odbočky a na co nejplynulejší jízdu v přímém i odbočném směru (bez přerušení pojižděné plochy kolejnic). Důsledkem vyšších rychlostí, které umožňuje výhybka do odbočky, jsou větší poloměry oblouků v odbočné větvi, a tak jsou delší i jazyky a zvětšuje se současně stavební délka výhybky. To vede také k většímu počtu přestavníků a závěrů se spojovacími tyčemi.

U výhybek umožňujících průjezd do odbočky nízkou rychlostí se jejich odbočná větev navrhuje ve tvaru pouze kružnice, a tak v bodě jejího začátku a konce dochází k náhlé změně křivosti, tedy i skokovitému nárůstu / snížení příčného zrychlení působícího na jedoucí vlak. To má negativní vliv na komfort jízdy i namáhání všech částí konstrukce výhybky. Tyto nežádoucí jevy se u štíhlých výhybek eliminují vkládáním přechodnice (nejčastěji tvaru klotoidy) do odbočné větve výhybky.

Další možností zlepšení komfortu jízdy vlaků přes výhybku je konstrukce pohyblivého hrotu srdcovky (PHS), která odstraní přerušení pojižděné plochy jednoho kolejnicového pásu při jízdě přes výhybku. Zároveň tak odpadá v takovéto výhybce potřeba přídržnic. Dokonalého kontaktu kola a kolejnice se ve výhybce dosahuje také zachováním příčného úklonu kolejnic vůči pražci stejně, jako je tomu v běžné koleji. To se provádí opracováním hlavy kolejnice tak, aby její tvar odpovídal jejímu uložení v úklonu a přitom kolejnice zůstala k výhybkové pražci uchycena vodorovně.

Zvláštnosti vysokorychlostních tratí proti tratím konvenčním

Na VRT dochází kolem vlaků projíždějících vysokou rychlostí k výrazným tlakovým změnám vzduchu. Aby se snížil odpor vzduchu působící na vozidla při jejich míjení na souběžných kolejích, navrhuje se větší osová vzdálenost kolejí v širé trati (nejméně 4,2 m, ale např. v Německu 4,7 m), u tunelů se to projeví ve tvaru a větším průřezu tunelových trub a ve stanicích v rozmístění nástupišť. Podle zásad TSI se musí zabránit cestujícím na nástupišti v přístupu do blízkosti koleje, po níž bude projíždět vlak rychlostí 250 km/h a vyšší (někteří

správci infrastruktury tuto hranici snižují na 200 km/h). Je sice teoreticky možné, aby se na takovémto nástupišti navrhly zábrany, které by se odstranily při zastavení vlaku pro nástup a výstup cestujících (obdobně jako je tomu např. v metru bez strojvedoucích), ale prakticky se tento požadavek řeší zatím tak, že se ve stanicích navrhuje nástupiště jen u předjízdových kolejí, po nichž je dovolen průjezd vlaku rychlostí nižší.

Vzhledem k požadavkům na bezpečnost provozu na VRT a vysokou traťovou rychlost se všechna křížení s dopravními cestami řeší zásadně mimoúrovňově (slabě využívané komunikace se mohou zrušit) a kvůli zabránění vstupu nepovolaných osob a zvířat na trať je nezbytné ji oplotit v celé délce.

7. Závěr

S rozvojem techniky, obchodu a cestovního ruchu ve 2. pol. 20. století došlo ve většině států světa k rychle se zvyšující poptávce po přepravě a zároveň ke stupňování požadavků cestujících a přepravců na spolehlivost dopravy. Uvedeným požadavkům se velmi pružně přizpůsobila doprava letecká a automobilová. Rovněž železniční doprava musela začít svým zákazníkům nabízet vyšší cestovní rychlost, spolehlivost, dostatečnou nabídku spojů, komfort a komplexní servis služeb. Při tomto znovuzkřížení železniční dopravy se následně mimo jiné narazilo na nedostatečnou kapacitu některých úseků železničních tratí, jejich nevhodné trasování a nevyhovující technické parametry. A tak byla postupně v mnoha státech světa zahájena radikální modernizace významných železničních tahů a výstavba nových vysokorychlostních železničních tratí.

Také v České republice (resp. dříve v Československu) se již několikrát vážně uvažovalo o výstavbě VRT. Zatím byla dána přednost modernizaci a optimalizaci stávajících tratí, která je zcela jistě potřebná a kterou se dohání dříve zanedbaná údržba, morální zaostávání železniční infrastruktury za technickými novinkami své doby a za požadavky zákazníků. Ale modernizace v současném pojetí nemůže dlouhodobě a ve větším měřítku uspokojit potřeby obyvatel a návštěvníků ČR v Evropě bez státních hranic ani konkurovat ostatním druhům dopravy, které výrazně více škodí životnímu prostředí. Zároveň je nutné podotknout, že modernizace konvenčních tratí není v rozporu s výstavbou nových VRT, právě naopak – vhodně se doplňují. Budoucnost totiž tkví ve dvou železničních sítích s odlišným posláním, ale vzájemně úzce spolupracujících.

Česká republika zaujímá strategickou polohu uprostřed Evropy, což ji předurčuje k tomu, aby byla také centrem dění a křižovatkou významných cest. Pokud však rychle nezareaguje na probíhající změny v železniční dopravě v okolních státech (především v Německu a Rakousku), které mimo jiné výrazně zvyšují kvalitativní i kapacitní úroveň své železniční infrastruktury, zůstane přírodní potenciál výhodné polohy nevyužit, což se projeví v klesající úrovni celého hospodářství.

Na úplný závěr je vhodné upozornit na realitu v ČR: V oblasti silniční infrastruktury se velká část investičních prostředků vynakládá na výstavbu nových komunikací (zejm. dálnic). Naopak v železniční dopravě se tak stalo naposledy (mimo investice vyvolané jinou činností) při výstavbě trati Brno – Havlíčkův Brod, dokončené krátce po druhé světové válce, jinak šlo vždy nejvýše o přeložky stávajících traťových úseků.

8. Literatura

- [1] SEIDENGLANZ, Daniel. *Železnice v Evropě a evropská dopravní politika*. Masarykova univerzita Brno, Ekonomicko-správní fakulta. 1. vydání, Brno 2006, 82 s. ISBN 80-210-4221-4.
- [2] Statistická ročenka EU 2006 – Doprava a energetika

- [3] *Rekordní jízda mezi Paříží a Londýnem*. Železniční magazín. 2007, č. 9, s. 6.
- [4] *Thalys* [online]. 2007 [cit. 2007-10-22]. Dostupný z WWW: <www.thalys.com>.
- [5] HLAVÁČEK, Jan. *Železniční hluk z pohledu interoperability*. Nová železniční technika. 2007, č. 3, s. 8-14.
- [6] TÝFA, Lukáš. *Dopravní obsluha území : doktorská disertace*. Praha : ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2006. 10+102 stran, 22 příloh.
- [7] Rozhodnutí Komise EU č. 2002/732/ES o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Infrastruktura“ transevropského vysokorychlostního železničního systému podle čl. 6 odst. 1 směrnice Rady EU č. 96/48/ES.

9. Internetový odkaz

Internetové stránky v rámci ČVUT v Praze Fakulty dopravní, které se věnují vysokorychlostním tratím:

<http://vrt.fd.cvut.cz>