

Lukáš Týfa¹

Vybrané teoretické aspekty vysokorychlostního železničního systému

Klíčová slova: *vysokorychlostní trať, geometrické parametry koleje, dopravní obsluha území, konvenční železniční systém, vysokorychlostní železniční systém*

Cílem tohoto článku je přispět k probíhající diskuzi o dalším kvalitativním i kvantitativním rozvoji české železnice v podobě tzv. rychlých spojení (RS), jež mají být tvořena novými vysokorychlostními tratěmi (VRT), doplněnými úseky stávajících železničních tratí, které projdou modernizací s parametry, jež budou vyhovující pro výhledovou úroveň železniční dopravy (tedy s cílem mj. dosažení často vyšší traťové rychlosti než 160 km/h), a novými konvenčními tratěmi, které vytvoří chybějící spojnice v české železniční síti. Autor si v tomto dokumentu neklade za cíl řešit cílovou podobu sítě RS, etapizaci jejího budování nebo vedení jednotlivých tras, nýbrž poukazuje na vybrané obecné skutečnosti a zásady vztahující se právě k VRT, jež by neměly při plánování nových tratí opomenuty.

Vysokorychlostní železniční systém

Aby byl rámec článku přesně vymezen, je vhodné nejprve definovat vysokorychlostní železniční systém. K tomu se jako nejlepší jeví využití směrnice EU o interoperabilitě železničního systému [1]. Ta dělí železniční tratě z hlediska nejvyšší rychlosti, kterou umožňují vlakům dosáhnout, na tzv. konvenční a vysokorychlostní. Vysokorychlostní tratě zahrnují speciálně vybudované VRT pro rychlosti zpravidla 250 km/h a vyšší, speciálně modernizované tratě pro rychlosti přibližně 200 km/h a speciálně modernizované tratě na vysoké rychlosti se zvláštními vlastnostmi danými topografickými, terénními nebo urbanistickými omezeními (vč. spojovacích tratí, průjezdů uzlů, napojení terminálů apod.), jimž musí být rychlost v každém jednotlivém případě přizpůsobena [1]. Za novou vysokorychlostní železniční trať je tedy považována taková adhezní železniční trať (obvykle s rozchodem kolejí 1 435 mm), jejíž traťová rychlost na dostatečně dlouhé využitelné vzdálenosti dosahuje nejméně 250 km/h; spolu s modernizovanými úseky zpravidla na rychlost 200 km/h pak tyto tratě vytváří vysokorychlostní železniční síť.

Pro kolejovou dopravu obecně a pro železniční zvláště platí, že všechny její části jsou spolu vzájemně velmi úzce provázány. Pokud se označí železniční doprava jako systém, tak ji lze rozdělit na několik podsystémů se vzájemnými

¹ doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.; nar. 1978, ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů, osobní web: www.fd.cvut.cz/personal/tyfa; vysokoškolský učitel a manažer projektů ústavu; absolvent doktorského studia na téže fakultě v oboru Dopravní systémy a technika a v tomtéž oboru a na téže univerzitě rovněž jmenován docentem; specializace na dopravní obsluhu území, vysokorychlostní železniční dopravu a geometrické parametry železniční koleje.

přesahy, ovlivňujícími se parametry a charakteristikami. Lze tak hovořit o tzv. magickém železničním čtyřúhelníku [2] složeném z následujících vrcholů:

- železniční dopravní cesta (tedy vč. případných pevných trakčních zařízení)
- vozidla, resp. vozový park
- systém zabezpečovacího a sdělovacího zařízení a řízení železničního provozu
- provozní koncepce osobní i nákladní železniční dopravy, vč. sestavy GVD

Aplikaci rozdělení železniční dopravy na jednotlivé podsystémy (byť v trochu odlišném členění) lze nalézt v klíčové směrnici EU o interoperabilitě železničního systému [1], na níž navazují jednotlivé technické specifikace pro interoperabilitu (TSI) a která předpokládá existenci níže uvedených subsystémů železničního systému:

- strukturální oblasti: infrastruktura, energie, řízení a zabezpečení, kolejová vozidla
- funkční oblasti: provoz a řízení dopravy, údržba, využití telematiky v osobní a nákladní dopravě

Komplikovanost systému železniční dopravy (a z toho také plynoucí větší těžkopádnost železniční dopravy v porovnání s ostatními druhy dopravy při reakcích na změny vně i uvnitř systému) je kromě silné propojenosti výše zmíněných subsystémů (bez ohledu na způsob členění) dána také jejich výrazně rozdílnou životností a dobou potřebnou pro uvedení do rutinního provozu od zahájení projektu. Zatímco změnu provozní koncepce lze připravit v řádu dnů a životnost činí obvykle rok (příp. několik let), u železničních vozidel trvá příprava na jejich komerční provoz několik let a životnost dosahuje dvaceti až třiceti let, tak výstavba železniční infrastruktury včetně všech projekčních a administrativních prací trvá u velkých akcí také deset až dvacet let a životnost dosahuje (při kvalitní údržbě) běžně osmdesáti až sta let. U vysokorychlostního železničního systému je – vzhledem k vyšším rychlostem jízdy vlaků proti konvenčním tratím – vazba železničních subsystémů ještě těsnější; navíc, propojení mezi vysokorychlostní a konvenční sítí klade na soulad subsystémů vyšší nároky.

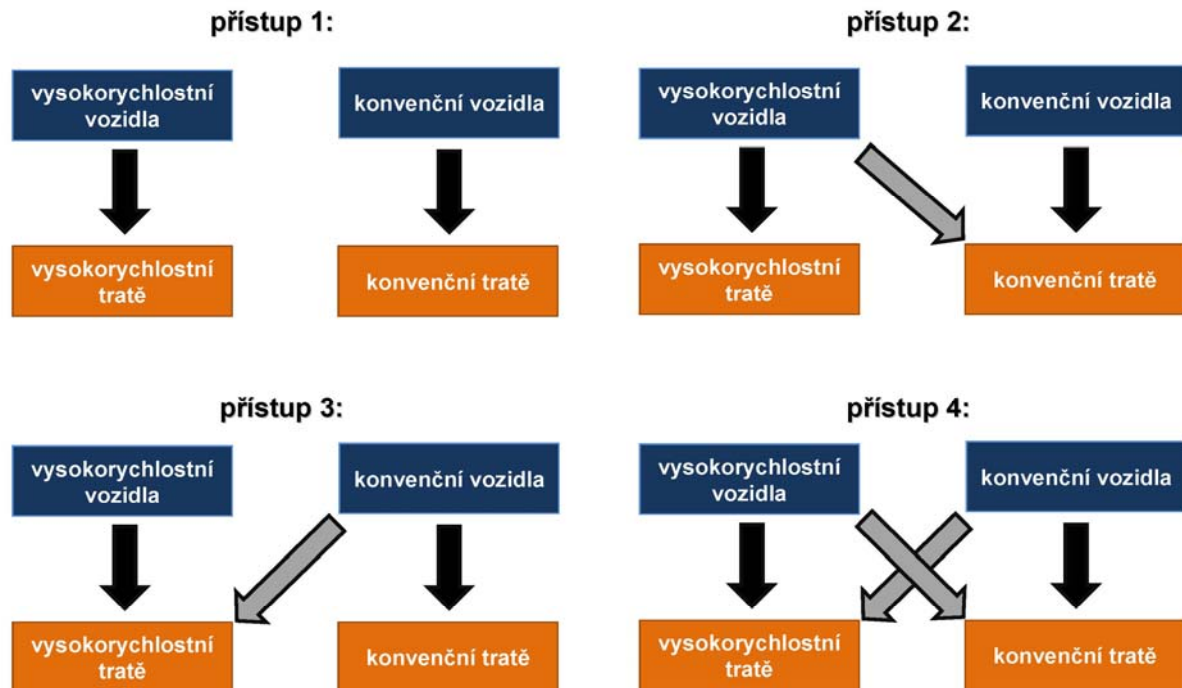
Vztah mezi železničními systémy konvenčním a vysokorychlostním

Typologie vztahu mezi železničními systémy konvenčním a vysokorychlostním

Podle míry nezávislosti nebo naopak provázanosti konvenčního železničního systému a vysokorychlostního železničního systému na daném území lze rozlišit následující čtyři základní přístupy [3] – viz obr. 1:

1) Zcela segregované železniční systémy

Sítě vysokorychlostních tratí a konvenčních tratí jsou v tomto případě zcela oddělené a na sobě nezávislé. Z toho také plyne, že konvenční vlaky se pohybují výhradně po konvenční síti a vlaky vysokorychlostní po vysokorychlostní síti. Výhodou tohoto řešení je možnost přizpůsobení návrhových parametrů vysokorychlostních tratí vlakům, které jsou navrženy pouze pro tyto tratě a naopak. To znamená obvykle zmenšení poloměrů směrových oblouků, zvýšení podélných sklonů a zmenšení osové vzdálenosti traťových kolejí v porovnání s tratěmi se současným provozem konvenčních a vysokorychlostních vlaků, což mnohdy vede ke snížení investičních nákladů. Nevýhodou tohoto přístupu je nevyužití synergického efektu z propojení obou železničních sítí, tedy vyloučení vedení trasy vlaku současně po obou sítích, a nutnost dostatečně silných dopravních (jako



Zdroj: autor

Obr. 1 – Typologie vztahu mezi konvenčními a vysokorychlostními vozidly a infrastrukturou

důsledek přepravních) proudů na obou sítích tak, aby se vyplatila jejich samostatná existence. Příkladem tohoto přístupu jsou japonské železnice, na nichž je jeho hlavním důvodem odlišný rozchod kolejí na obou sítích.

2) Vysokorychlostní vlaky přejíždějí na konvenční železniční síť

V tomto případě jsou konvenční a vysokorychlostní železniční síť kolejově propojené, ale mezi oběma sítěmi přejíždějí v běžném provozu pouze vysokorychlostní osobní vlaky, které obvykle pro většinu trasy linky, kterou obsluhují, využívají VRT. Výhodou je synergický efekt vzniklý propojením obou železničních systémů, kdy vysokorychlostní vlak se může dostat blíže místu přepravní poptávky, i když skrze něj neprochází VRT. Nevýhodou tohoto přístupu je fakt, že vysokorychlostní elektrické jednotky jsou dražší (zejména z pohledu investičního) než konvenční vlaky stejného stáří, a tak vychází na provoz vysokorychlostních vlaků po konvenční síti vyšší náklady než při provozu vlaku konvenčního. Tento finanční rozdíl není v současné době už tolik výrazný, ale přesto existuje – je to především kvůli vyššímu instalovanému výkonu, vyšším požadavkům na bezpečnost a spolehlivost, vyšší mechanické odolnosti skříně jednotky vůči tlaku vzduchu (kvůli průjezdu tunely a míjení souprav), tlakotěsnosti, zvukotěsnosti atd. Další nevýhodou může být pravděpodobnější vznik mimořádností na konvenční síti, z níž vysokorychlostní jednotka přejíždí na VRT, a tudíž nebezpečí přenášení nepravidelností z konvenční sítě i na VRT. Příkladem tohoto přístupu jsou francouzské železnice, na nichž vysokorychlostní vlaky sjíždějí z VRT na konvenční tratě proto, aby obsloužily centra měst nebo aby mohly pokračovat v relacích, v nichž VRT ještě nejsou vybudovány.

3) Konvenční vlaky přejíždějí na vysokorychlostní železniční síť

V tomto případě jsou konvenční a vysokorychlostní železniční síť kolejově propojené, ale mezi oběma sítěmi přejíždějí v běžném provozu pouze konvenční vlaky – může se obecně jednat jak o vlaky osobní, tak nákladní. Výhodou tohoto řešení je možnost objetí kapacitně úzkého hrdla na konvenční síti, zrychlení jízdy konvenčního vlaku v části jeho trasy pohybem po VRT nebo zvýšení využití kapacity VRT. Nevýhodou tohoto přístupu je přizpůsobení parametrů VRT konvenčním vlakům, jež mají většinou nižší výkon a konstrukční rychlost než vlaky vysokorychlostní a také menší odolnost protipožární a proti vnějšímu tlakovému namáhání. To vede ke zvýšení poloměru směrových oblouků, nižším podélným sklonům, zvětšení osové vzdálenosti traťových kolejí a omezení délky tunelů na takovéto VRT oproti vysokorychlostní trati s provozem výhradně vysokorychlostních vlaků, což se obvykle projeví zvýšením investičních nákladů na výstavbu VRT. Čím je větší rozdíl v rychlostech nejrychlejšího a nejpomalejšího vlaku, tím se také za provozu zvětšuje opotřebení železničního svršku, zejm. kolejnic. Současně se snižuje propustnost VRT a komplikuje se sestava GVD pro VRT, neboť v důsledku rozdílných rychlostí a výkonů konvenčních a vysokorychlostních vlaků nelze konstruovat rovnoběžný grafikon. Důsledkem toho je také někdy nutnost budovat na VRT výhybny, které umožní vzájemné předjíždění různě rychle jedoucích vlaků. Příkladem tohoto přístupu jsou španělské železnice, kde sice mají konvenční a vysokorychlostní síť rozdílný rozchod kolejí, ale jsou zde provozovány vlaky a speciální zařízení železničního svršku, které společně umožňují plynulou změnu délky rozkolí dvojkolí železničního vozidla bez jeho zastavení.

4) Vysokorychlostní vlaky se pohybují také po konvenční síti a zároveň konvenční vlaky jsou provozovány také po vysokorychlostních tratích

V tomto případě jsou konvenční a vysokorychlostní železniční síť kolejově propojené a mezi oběma sítěmi přejíždějí v běžném provozu jak konvenční, tak vysokorychlostní vlaky. Z toho plyne hlavní výhoda, kterou je fakt, že je nejvyšší možnou měrou využíváno synergického efektu propojení obou železničních sítí, a tak je například také možné uvádět VRT do provozu po etapách. Lze tak nejdříve budovat úseky i na sebe přímo nenavazující, které vyřeší nejpalčivější problémy na konvenční síti. Nevýhodou však jsou z hlediska infrastruktury a provozu možné přenášení nepravidelností z konvenční sítě na vysokorychlostní, náročná konstrukce GVD na VRT a přísné návrhové parametry VRT. Z pohledu vozidel pak dochází k méně efektivnímu využívání vysokorychlostních vozidel, která jsou dopravována po konvenční síti, na niž nemohou zcela využít všech svých předností. Příkladem tohoto přístupu jsou některé nové nebo modernizované vysokorychlostní tratě v Německu, kde dochází k současnému provozu vysokorychlostních vlakových jednotek a regionálních vlaků osobní dopavy, ojedinele ke smíšenému provozu osobních a nákladních vlaků, ale nikoli ve stejném časovém úseku, ale v odlišných částech dne (osobní vlaky jsou provozovány přes den a nákladní v noci) – viz dále.

Nákladní vlaky na vysokorychlostní trati

Zvláštní stav nastane při provozu nákladních vlaků po VRT – v tom případě mohou nastat dvě situace podle toho, jak se liší parametry nákladních vlaků od osobních (zejm. délka, celková hmotnost, hmotnost na nápravu, trakční charakteristika – měrný výkon): buď se nákladní vlaky od vlaků osobní dopavy (ať už konvenčních nebo vysokorychlostních) liší jen přepravovaným substrátem a jinak

mají stejné dopravní charakteristiky (jde tedy o přepravu pošty, zboží na paletách, speciálních malých kontejnerů či krabic apod.), nebo jde o klasické vlaky nákladní dopravy (obvykle s jedním typem vozů – pro kombinovanou přepravu). V prvním případě se k těmto vlakům přistupuje jako k vlakům osobní dopravy stejných parametrů, v druhém případě jsou nutná zvláštní bezpečnostní opatření pro možnost koexistence vlaků osobní a nákladní dopravy na jedné trati, která většinou spočívají ve vyhrazení určitého časového intervalu pouze pro osobní a jen pro nákladní vlaky (většinou pro osobní vlaky přes den a pro nákladní v noci). V takovém případě vzniká problém s časovým prostorem pro diagnostiku a běžnou údržbu infrastruktury tratě.

Komplikace při provozu konvenčních vlaků po vysokorychlostní síť²

Vysokorychlostní vozidla podle TSI pro vozidla na vysokorychlostním železničním systému [7] mohou být provozována na VRT podle TSI pro infrastrukturu vysokorychlostního žel. systému [5] i na konvenčních tratích podle TSI pro infrastrukturu konvenčního systému, což je zásadní výhoda VRT proti nekolejovým dopravním systémům. Naproti tomu konvenční vozidla podle TSI pro vozidla na konvenčním železničním systému mohou být bez dodatečných úprav provozována jen na konvenčních tratích podle TSI pro infrastrukturu konvenčního železničního systému. Konvenční vozidla podle TSI pro vozidla na konvenčním železničním systému mohou být provozována na VRT jen v případě, že jsou tyto tratě nad rámec požadavků TSI pro infrastrukturu vysokorychlostního železničního systému [5] přizpůsobeny k souběžnému provozu konvenčních vozidel. Přijatá opatření (například zvětšení osové vzdálenosti kolejí) však nesmí omezit provoz vysokorychlostních vozidel podle [7] (potřebná opatření nejsou v [5] specifikována – tzv. otevřený bod).

Současný provoz konvenčních a vysokorychlostních vlaků po VRT přináší především následující problémy:

- Na univerzálních VRT (tzn. pro konvenční i vysokorychlostní vlaky) je dosaženo malých podélných sklonů (do cca 20 ‰ proti 35 ‰ u VRT navržených jen podle TSI pro vysokorychlostní jednotky [5]), což vede k rozsáhlým umělým stavbám, zejm. dlouhým a drahým mostům a tunelům.
- Na univerzálních VRT je využíváno v obloucích menší převýšení a vozidla je mohou projíždět s menším nedostatkem převýšení než na VRT jen pro vysokorychlostní jednotky (převýšení až 180 mm, nedostatek převýšení až 150 mm [5]). Zároveň pomalé konvenční vlaky projíždějí obvykle oblouky na VRT s přebytkem převýšení, jehož důsledkem je vyšší opotřebení železničního svršku, zejm. kolejnic (namáhání vnitřního i vnějšího kolejnicového pásu při střídavém průjezdu vlaků s přebytkem a nedostatkem převýšení), jež se eliminuje použitím velkých poloměrů oblouků pro jízdu stejnou rychlostí, což opět vede k rozsáhlým umělým stavbám, zejm. mostů a tunelů (podrobněji viz následující podkapitola).
- Smíšený provoz různě rychlých vlaků vede k poklesu propustnosti VRT a rovněž ke snížení stability plnění GVD na takovéto trati – maximální využití kapacity trati totiž nabízí pouze rovnoběžný grafikon. Při vnesení nepravidelnosti (mimořádnosti) do provozu v traťovém úseku s vysokým podílem využití jeho propustnosti a s provozem vlaků výrazně odlišných parametrů (rychlost, akcelerace atd.) je narušení GVD pravděpodobnější a výraznější a doba potřebná

² Podkapitola zpracována s využitím přednášky [4].

k návratu plnění GVD delší než v úsecích s provozem vlaků podobných provozních charakteristik. Zvýšit kapacitu trati s provozem vlaků výrazně odlišných rychlostí lze zřizováním výhyben, které však zvyšují náklady nejen na výstavbu, ale rovněž na údržbu (výhybky, zabezpečení jednotlivých kolejí). Snaha o snížení rozdílu rychlosti jízdy konvenčních vlaků proti vysokorychlostním jednotkám do dlouhých stoupání vede u hnacích vozidel pomalých vlaků k instalaci hnacích agregátů vyšších výkonů, a tím je následně nezbytné na přenos větších výkonů dimenzovat také pevná trakční zařízení.

- Požadavek na schopnost konvenčních vozidel odolávat účinku tlakových vln, provázejících jízdu rychle jedoucích vysokorychlostních vozidel po souběžných kolejích v širé trati, by způsobil nárůst hmotnosti a ceny konvenčních vozidel, a tak se místo toho zvětšuje osová vzdálenost traťových a hlavních kolejí a průřezy tunelů, což vede k nárůstu investičních nákladů na výstavbu VRT.

Snaha minimalizovat rozsáhlé umělé stavby na VRT, zejména mosty a tunely, je dána nejen snahou snížit náklady na výstavbu nových tratí a zvýšit její tempo, ale též z důvodů bezpečnostních a provozních. Jakákoliv mimořádná situace, obzvláště požár, dostává v tunelu mnohem závažnější podobu než na povrchu. Neméně významný efekt je vysoký aerodynamický odpor za jízdy rychlého vlaku tunelem, který zvyšuje spotřebu energie vlaku na zhruba dvoj- až trojnásobek (v závislosti na průřezu tunelu) nebo vede k poklesu jízdní rychlosti. S ohledem na zajištění bezpečnosti provozu a ochranu zdraví zavádí [6] dvě kategorie tunelů podle jejich délky (kategorie A: do 5 km, kategorie B: 5–20 km). U vozidel způsobilých k provozu v tunelech kat. B jsou předepisovány kromě materiálových vlastností a protipožárních přepážek s garantovanou dobou odolnosti proti prohoření též požadavky na zachování základních funkcí vozidla po dobu 15 min i při požáru, což vede (podobně jako u letadel) k požadavkům na redundanci (zálohování) trakčního pohonu i pomocných zařízení, příp. zabudování aktivního hasicího systému do celé soupravy.

Minimální poloměr směrového oblouku

Minimální poloměr směrového oblouku je klíčový parametr pro návrh trasy jakéhokoli kolejového dopravního systému, vysokorychlostní tratě nevyjímaje. Pro traťové úseky, po nichž se všechny pravidelné vlaky pohybují přibližně stejnou rychlostí, lze sice navrhnout tzv. teoretické převýšení, což je především z hlediska komfortu jízdy a opotřebení kolejnic ideální přístup, ale pak vycházejí tak velké poloměry oblouků, že průchodnost trati územím je výrazně ztížena. Navrhují se proto takové poloměry, u nichž se uvažuje s tím, že vlaky jimi budou projíždět s tzv. nedostatkem převýšení, jehož hodnota mj. výrazně ovlivňuje bezpečnost průjezdu směrovým obloukem. Dolní krajní hodnota³ poloměru oblouku se pak určí podle výrazu (1).

$$R_{dm,l} = \frac{11,8}{D_{hm} + I_{hm}} \cdot V_{hm}^2 \quad (1)$$

kde $R_{dm,l}$ - dolní krajní hodnota poloměru směrového oblouku se zohledněním nedostatku převýšení [m]

³ Autor se záměrně vyhýbá použití výrazů „mezí hodnota“ nebo „maximální/minimální hodnota“, které mají ve vztahu k určování omezujících hodnot geometrických parametrů koleje (GPK) dle normy [8] svůj přesně definovaný význam, který není v textu zohledněn – nejsou v něm rozlišovány jednotlivé hladiny GPK.

- D_{hm} - horní krajní hodnota převýšení koleje [mm]
 I_{hm} - horní krajní hodnota nedostatku převýšení koleje [mm]
 V_{hm} - horní krajní hodnota rychlosti jízdy vlaku / rychlost pravidelného nejrychlejšího vlaku / traťová rychlost [km/h]

Pokud určitý oblouk projíždějí vlaky různých kategorií výrazně odlišnou rychlostí, vlaky pomalejší oblouk projíždí obvykle s využitím tzv. přebytku převýšení, jehož velikost se projevuje v náročnosti údržby žel. svršku – jeho hodnotu někteří provozovatelé železničních drah prověřují a mají stanovenou jeho horní mez, někteří nikoli. V případě, že se na tento parametr bere ohled, je nutné dolní krajní hodnotu poloměru oblouku prověřovat také podle vztahu (2), který zohledňuje horní krajní hodnoty nedostatku i přebytku převýšení. Dolní krajní hodnota poloměru oblouku je tedy vyšší z hodnot zjištěných podle vztahů (1) a (2), tzn. $R_{dm} = \max\{R_{dm,I}; R_{dm,E}\}$.

$$R_{dm,E} = \frac{11,8}{E_{hm} + I_{hm}} \cdot (V_{hm}^2 - V_{dm}^2) = \frac{11,8}{E_{hm} + I_{hm}} \cdot \Delta V \cdot (2 \cdot V_{hm} - \Delta V) \quad (2)$$

- kde $R_{dm,E}$ - dolní krajní hodnota poloměru směrového oblouku se zohledněním nedostatku i přebytku převýšení [m]
 E_{hm} - horní krajní hodnota přebytku převýšení koleje [mm]
 V_{dm} - dolní krajní hodnota rychlosti jízdy vlaku / rychlost pravidelného nejpomalejšího vlaku [km/h]
 ΔV - rozdíl rychlostí pravidelného nejrychlejšího a nejpomalejšího vlaku [km/h]

Vztah mezi rychlostí běžně provozovaného nejrychlejšího a nejpomalejšího vlaku, při níž začne krajní hodnotu poloměru oblouku omezovat krajní hodnota přebytku převýšení, ukazuje vzorec (3). Tato mezní (kritická) rychlost pravidelného nejpomalejšího vlaku $V_{dm,krit}$ se získá porovnáním pravých stran rovnic (1) a (2).

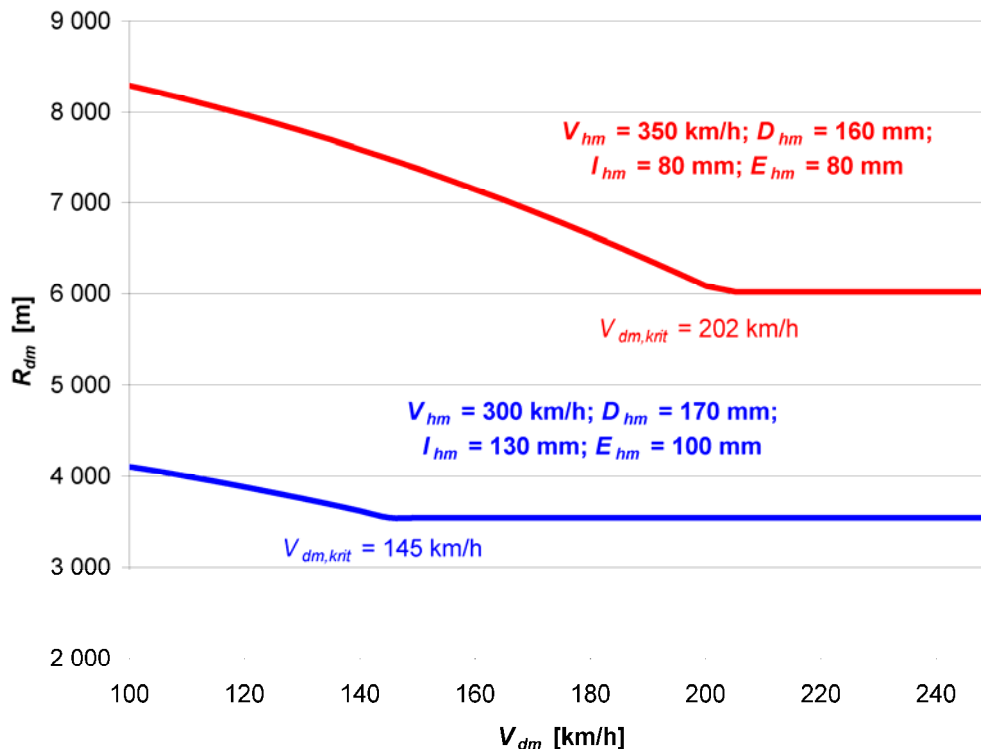
$$V_{dm,krit} = V_{hm} \cdot \sqrt{\frac{D_{hm} - E_{hm}}{D_{hm} + I_{hm}}} \quad (3)$$

- kde $V_{dm,krit}$ - mezní rychlost pravidelného nejpomalejšího vlaku, při jejímž zmenšení se dolní krajní hodnota poloměru oblouku začne zvětšovat s ohledem na horní krajní hodnotu přebytku převýšení

Graf na obr. 2 představuje na dvou příkladech vstupních hodnot, které mohou přicházet při návrhu GPK na VRT v úvahu, závislost dolní krajní hodnoty poloměru oblouku na rychlosti nejpomalejšího vlaku. Z grafu vyplývá, že při některých kombinacích návrhových parametrů horní krajní hodnota přebytku převýšení zvyšuje dolní krajní hodnotu poloměru směrového oblouku v intervalu, v němž se pravděpodobně vyskytne rychlost „pomalých“ vlaků, tj. vlaků, které nebudou vysokorychlostními jednotkami (červená křivka), zatímco při jiných vstupních údajích to tak zřejmě nebude (modrá křivka). Je tedy zjevné, že uvažování provozu jiných (pomalejších) vlaků než vysokorychlostních jednotek na VRT může zvýšit velikost nejmenšího poloměru směrového oblouku, a tedy zkomplikovat vedení trasy VRT a prodražit její výstavbu.

Obsluha sídla vysokorychlostním železničním systémem

Při návrhu nové železniční sítě je nutno zvláště obezřetně řešit její vedení v blízkosti sídel, která má tato síť obsloužit, a polohu a podobu míst pro nástup a výstup cestujících (stanice/zastávky). Jednou z předností osobní železniční dopravy v porovnání s leteckou dopravou je totiž skutečnost, že vlak může dovézt cestujícího blízko centra města, kde je přirozená koncentrace cílů cest, příp. je odtud



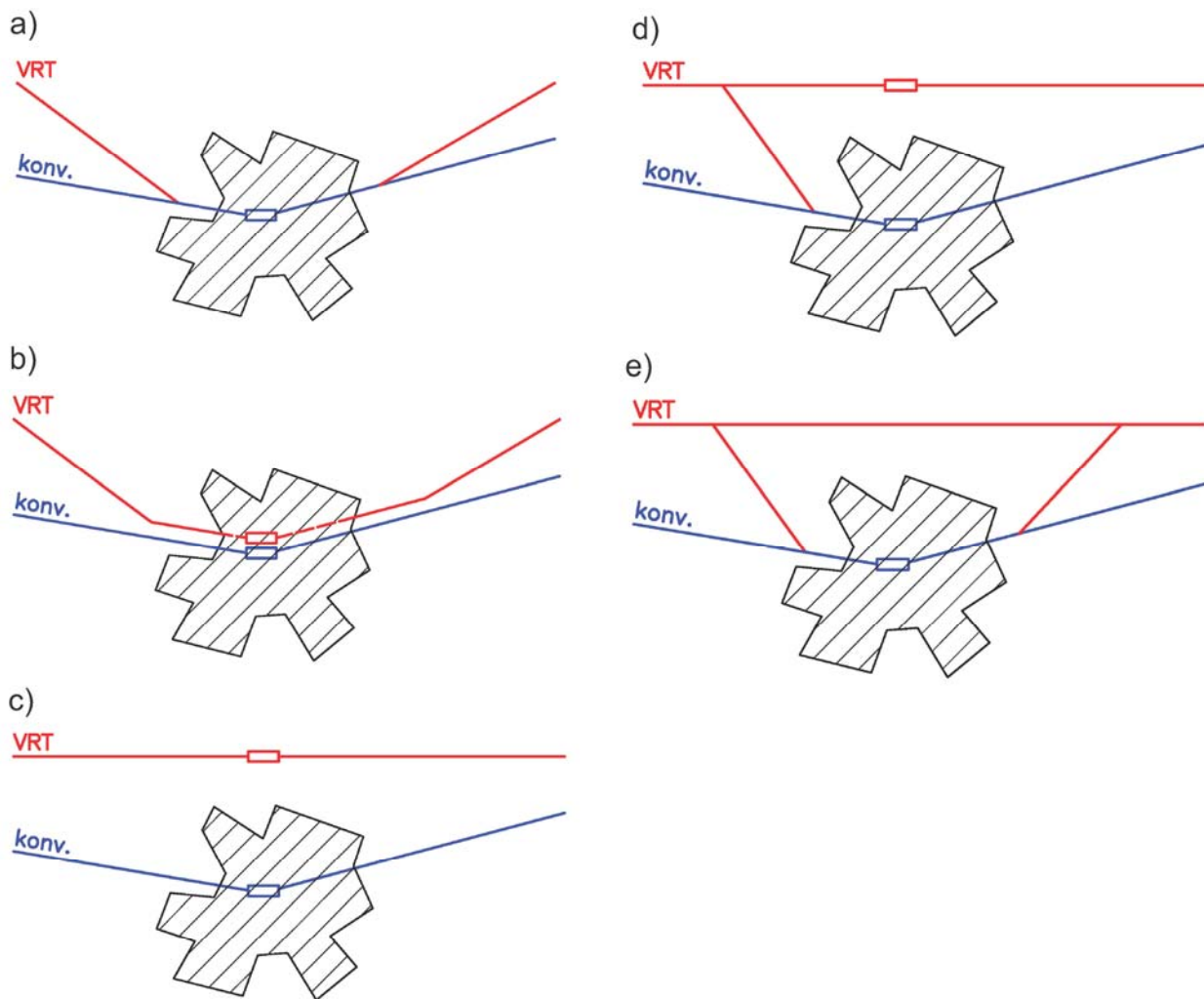
Zdroj: autor

Obr. 2 – Příklad průběhu dolní krajní hodnoty poloměru směřového oblouku v závislosti na rychlosti běžného nejpomalejšího vlaku při dvou kombinacích vstupních parametrů

zhruba rovnoměrná dostupnost do celého města/aglomerace (platí to samozřejmě i opačně – při cestě z města).

Jednou z variant vztahu trasy VRT a města je zaústění VRT na okraji sídelní aglomerace do konvenční sítě, čímž je možné následně využít stávající železniční tratě k jízdě vlaků na centrální osobní stanici (viz Obr. 3a). Toto řešení má však dvě hlavní úskalí: jednak se prodlouží jízdní doby vysokorychlostních vlaků při jízdě v intravilánu po stávajících traťových úsecích (byť v rámci možností modernizovaných), což se mj. negativně dotkne cestujících, kteří daným městem projíždějí, a velmi pravděpodobně dojde k saturaci kapacity (propustnosti) existujících konvenčních tratí zejména z důvodu vysoké intenzity (pří)městské osobní dopravy. Jako výhodné (ale zároveň také nákladné) 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/zastávky blízko středu města nebo významného přestupního dopravního uzlu (viz Obr. 3b) s návazností na ostatní druhy veřejné hromadné dopravy a případně parkoviště B&R. Tato možnost se uplatnila například v belgických Antverpách.

Jinou variantou, jak zajistit vazbu mezi VRT a sídelní oblastí, je vybudování obchvatu VRT kolem aglomerace a na něm vystavět „na zelené louce“ novou železniční stanici (viz Obr. 3c), která bude součástí kvalitního přestupního dopravního uzlu, jehož nezbytnou součástí bude také kapacitní parkoviště P&R. Výhodou této varianty je i přes pravděpodobně delší trasu VRT proti předchozí variantě (objezd města místo jeho průjezdu) zpravidla kratší jízdní doba vysokorychlostních vlaků kvůli lepším návrhovým parametrům tratě (vyšší traťová



Zdroj: autor

Obr. 3 – Možnosti obsluhy sídla vysokorychlostním železničním systémem
(legenda: VRT – vysokorychlostní trať; konv. – konvenční trať)

rychlost), nižší investiční náklady (na rozhraní intravilánu a extravilánu, resp. už v extravilánu, lze očekávat na trati menší podíl tunelů a mostních objektů a jejich menší investiční náročnost než v intravilánu) a možnost spolupráce s individuální automobilovou dopravou. Vysokorychlostní obchvat lze na vhodných místech doplnit propojením s konvenční sítí tratí, a tak pro některé vysokorychlostní vlaky zajistit průjezd centrem města s následným buď pokračováním po konvenční síti (viz Obr. 3d), nebo návratem na VRT (viz Obr. 3e). Příkladem předposlední varianty (Obr. 3d) je objezd francouzského Lyonu se stanicí Lyon-St Exupery (TGV), východní obchvat Paříže (LGV-Interconnectin) zase představuje příklad objezdu aglomerace.

Závěr

Systém veřejných železnic je v České republice dosud tvořen výhradně tratěmi konvenčního železničního systému. V rámci budování kmenových tratí tzv. rychlých spojení vzniknou v ČR novostavby tratí vysokorychlostního železničního

systému, umožňující na železniční síti zvýšení rychlosti a kapacity. Některé méně významné relace systému RS, budované ve směrech dosud chybějícího kvalitního železničního spojení, budou pravděpodobně v souladu s na ně kladenými přepravními požadavky tvořeny tratěmi konvenčního železničního systému.

Vnímání vysokorychlostních železnic jako systému, tvořeného součinností strukturálních a provozních subsystémů, vede k potřebě posuzovat jednotlivé subsystémy společně s cílem vytvořit vysokorychlostní železnici jako harmonický celek. Ukazuje se, že při orientaci vysokorychlostních železnic na výhradní provoz vozidel konformních s požadavky TSI vysokorychlostního systému pro kolejová vozidla třídy 1 (segment EC/IC vlaků) a třídy 2 (segment meziregionálních a nákladních vlaků) lze dosáhnout významných úspor investičních i provozních nákladů v subsystémech infrastruktura (snížení rozsahu staveb železničního spodku v důsledku menších poloměrů oblouků, vyšších podélných sklonů a menšího počtu dopraven a výhybek), řízení a zabezpečení (výhradní provoz ucelených jednotek umožňuje orientaci na evropský zabezpečovací systém ETCS v budoucnu až úroveň 3, tj. bez návěstidel a zařízení pro detekci vlaků) i energie, resp. elektrická trakce (nižší energetická náročnost), což zároveň povede na plynulý a nekonfliktní provoz na takovýchto tratích.

Vozidla splňující požadavky TSI pro vysokorychlostní systém mají zaručenou přechodnost na konvenční síť, což umožňuje vytvářet zákaznický atraktivní přímá spojení. V závislosti na poměru délek pojižděných úseků je ekonomicky vhodná buď orientace na vozidla třídy 1 (převažuje jízda po vysokorychlostní trati), nebo orientace na vozidla třídy 2 (převažuje jízda po konvenční trati). Již v souběhu, respektive s předstihem, se stavbou vysokorychlostních železnic je nezbytné budovat park vozidel odpovídajících TSI pro vysokorychlostní systém tak, aby nemusela být stavba tratě komplikována a zdražována jejím přizpůsobováním dožívajícím vozidlům, která TSI neodpovídají, neboť vozidla představují řádově nižší investici než vlastní trať a současně cena vysokorychlostních vozidel třídy 2 se příliš neodlišuje od ceny konvenčních vozidel.

Autor se v tomto článku záměrně nepouští do diskuze nad konkrétními návrhovými parametry a trasami vysokorychlostních tratí, plánovaných v České republice jako součást tzv. rychlých spojení, neboť jeho cílem je upozornit obecně na některé významné skutečnosti, které by se měly při úvahách o tak významném počínu v oblasti dopravy respektovat. Jenom při zohlednění všech složek železniční dopravy a jejich vzájemné provázanosti se nové železniční tratě stanou významným přínosem pro dopravní systém, a budou tedy atraktivní pro své uživatele, tzn. dopravce.

Literatura

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2008/57/ES ze dne 17. června 2008 o interoperabilitě železničního systému ve Společenství ve znění Směrnice Komise č. 2009/131/ES ze dne 16. října 2009.
- [2] TÝFA, Lukáš. Informace především pro studenty: Projektování kolejové dopravy (K612PKD) – přednášky: Kolejová doprava. ČVUT V PRAZE FAKULTA DOPRAVNÍ. *Ing. Lukáš Týfa, Ph.D. – ČVUT v Praze Fakulta dopravní: osobní stránka zaměstnance* [online]. Praha [cit. 01-08-2012]. Dostupné z: <http://www.fd.cvut.cz/personal/tyfal/str/predmety/pkd-pr/pkd1.pdf>

- [3] TÝFA, Lukáš. *Obsluha území vysokorychlostními železničními systémy*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2013. 37 s. ISBN 978-80-01-05199-3. Habilitační přednáška.
- [4] POHL, Jiří. Vzájemný soulad vozidel a infrastruktury v dálkové a regionální dopravě. In: *Budoucnost železniční osobní dopravy v ČR: Czech Raildays 2010* [CD-ROM]. Ostrava: M-Press plus, 2010.
- [5] Rozhodnutí Komise č. 2008/217/ES ze dne 20. prosince 2007 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Infrastruktura“ transevropského vysokorychlostního železničního systému.
- [6] Rozhodnutí Komise č. 2008/163/ES ze dne 20. prosince 2007 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Bezpečnost v železničních tunelech“ v transevropském konvenčním a vysokorychlostním železničním systému.
- [7] Rozhodnutí Komise č. 2008/232/ES ze dne 21. února 2008 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Kolejová vozidla“ transevropského vysokorychlostního železničního systému.
- [8] ČSN 73 6360-1:2008. Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování. Praha: ÚNMZ, 2008.
- [9] SŽDC SR103/8(S). Komentář ČSN 73 6360: Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha (č.j.: 55549/10-OTH). Praha: Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, 2010.

Praha, listopad 2013

Lektorovali:

Ing. Josef Buriánek, MD ČR

Ing. Jiří Pohl, Siemens, s.r.o.