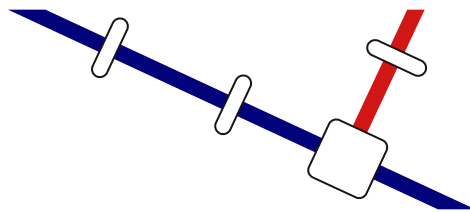


T A
Č R



Optimalizace využití tratí s vyčerpanou kapacitou

Metodika – výsledek výzkumného projektu
TB0300MD013

Projekt je řešen s finanční podporou TA ČR.



Předkládá:

Název organizace:

taktici.cz, s.r.o.

Dittrichova 328/19, 120 00 Praha 2, Nové Město

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

K617 Ústav logistiky a managementu dopravy

Horská 3, 128 03 Praha 2, Nové Město

Jména řešitelů:

Ing. Zdeněk Michl

Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.

Ing. Martin Sojka

Ing. Michal Drábek, Ph.D.

Ing. Vít Janoš, Ph.D.

Ing. Milan Kříž

Bc. Rostislav Vašíček

V Praze, dne 21. listopadu 2016

Abstrakt

Cílem metodiky je navrhnout postup optimální vzájemné interakce parametrů infrastruktury a vozidel s ohledem na dopady na požadavky železničního provozu směrem k objednatelům závazků veřejné služby a konečným zákazníkům. Metodika se skládá z několika vzájemně propojených a navazujících kroků.

Prvním krokem je kvantitativní identifikace problematických traťových úseků s vyčerpanou kapacitou na základě heterogenity a četnosti periodických tras osobní dopravy.

Je navržen koncept variantního trasování nákladních vlaků, tzv. flexi-tras, které by díky finančnímu benefitu (sníženou cenou za použití dopravní cesty) uvolnily kapacitu pro další potřebné trasy skrz úzká hrdla sítě.

Koncepční doporučení úprav ceny dopravní cesty dále navrhuje motivovat dopravce (osobní i nákladní) k homogenizaci svých tras. Práce touto s cenou je základním ekonomickým nástrojem, který odráží vlastnost kapacity jako krátkodobě vzácného (konečného) nehmotného statku.

Dále jsou stanovena pravidla pro konstrukci tras na základě opakování celodenního periodického „vzorku“ s možností vložení prokladových či svazkovaných špičkových tras osobní dopravy a/nebo dalších periodických či individuálních tras, ať už pro osobní či nákladní dopravu.

Tento koncept je doplněn postupem pro propojování a časovou synchronizaci nákladních tras v uzlech, který vede k celkové redukci zastavení nákladních vlaků a zároveň principy svazkování tras se stejnou či podobnou úsekovou jízdní dobou.

Metodika rovněž obsahuje návrh na podpůrná opatření stavební, v oblasti zabezpečovacího zařízení a v neposlední řadě i na úpravu pravidel při řízení provozu. V rámci metodiky je navrženo zavedení tolerančního pásma ve výši 4 minuty, které by představovalo maximální přípustnou absolutní hodnotu zpoždění, kterou může včas jedoucí vlak získat vlivem řízení provozu, anebo vlivem realizované flexi-trasy.

Metodika byla následně aplikována na konstrukci modelového nákrešného jízdního řádu pro trať Česká Třebová – Kolín.

Klíčová slova: flexi-trasa; heterogenita; integrální taktový jízdní řád (ITJŘ); kapacita; svazkování; symetrie tras; toleranční pásmo

Obsah

Seznam zkratk a značek	6
1 Cíle metodiky	8
Dedikace ⁸	
2 Vlastní popis metodiky	9
2.1 Metoda výběru tratí s vyčerpanou kapacitou	10
Obecné zásady	10
Výběr mezistaničních úseků.....	12
Kvantifikace spotřeby periodické kapacity	13
Vyhodnocení výpočtů a výběr vzorce	14
Zásady výběru úzkých hrdel pro nákladní dopravu	16
Výsledný výběr úseků s vyčerpanou kapacitou	17
2.2 Princip variantního trasování nákladních vlaků – <i>flexi-trasy</i>	18
2.3 Koncepční doporučení k úpravě ceny dopravní cesty.....	20
2.4 Stanovení pravidel pro konstrukci tras.....	22
Kategorizace grafikonových tras vlaků	22
Homogenizace (zrovnoběžnění) tras a svazkování	27
Zásady pro konstrukci nákladních tras	29
Postup iterativní koordinace taktových tras	29
Doporučení pro hospodaření SŽDC s katalogovými a ad hoc trasami.....	31
Další postupy pro úsporu či zvýšení kapacity – dlouhodobé.....	31
Doporučení pro úpravy řešených úzkých hrdel na síti	36
Modelový nákrešný jízdní řád.....	39
2.5 Doporučení pro řízení provozu	42
2.6 Podpůrná legislativní úroveň – návrh úprav legislativy	45
3 Zdůvodnění novosti postupů	49
4 Uplatnění metodiky	51
5 Ekonomické aspekty metodiky	52
5.1. Vyhodnocení dopadů jednotlivých kroků metodiky	52
Přínosy metodiky	53
Ekonomické náklady metodiky	56
6 Oponenti metodiky	58

7	Seznam použité související literatury a dalších zdrojů	59
8	Seznam publikací, které předcházely metodice	67
	Publikace, které vznikly v rámci řešení projektu TB0300MD013	67
	Publikace a studie, vzniklé před realizací projektu TB0300MD013 či nezávisle na něm.	67
	Příloha 1 – Modelový nákrešný jízdní řád pro trat' 010	68

Seznam zkratk a značek

[x]	dolní celá část z x
CDP	Centrální dispečerské pracoviště
ČD	České dráhy, akciová společnost
čt	čistá tuna
ČR	Česká republika
ČVUT v Praze	České vysoké učení technické v Praze
DA SŽDC	Dispečerský aparát SŽDC
DŘD	dopravní řád drah (Vyhláška 173/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů)
EC	EuroCity (ochranná známka pro určité mezinárodní expresní vlaky)
EMJ	elektrická motorová jednotka
ETCS	European Train Control System = evropské vlakové zabezpečovací zařízení
EU	Evropská unie
Ex	expresní vlak
FBS	Fahrplanbearbeitungssystem
FD	Fakulta dopravní (ČVUT v Praze)
GŘ	Generální ředitelství
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway
GTN	Graficko-technologická nadstavba zabezpečovacího zařízení
GVD	grafikon vlakové dopravy
hl. n.	hlavní nádraží
IC	InterCity (ochranná známka pro určité expresní vlaky)
IS	Informační systém (obecně)
IS KANGO	software pro konstrukci GVD používaný SŽDC
ISOŘ	Informační systém operativního řízení (SŽDC)
ITJŘ (ITG)	integrální (integrovaný) taktový jízdní řád (grafikon)
IVT	Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
JŘ	jízdní řád
KADR	Aplikace SŽDC pro řízení procesu objednávání, posuzování, přidělování kapacity dráhy a vlakových tras, jejich aktivaci a předávání směnového plánu do dispečerského systému
Kč	koruna česká
MD	Ministerstvo dopravy ČR
Mn	manipulační (nákladní) vlak
MTV	měrný trakční výkon [kW/t]
Nex	expresní nákladní vlak
NJŘ	nákresný jízdní řád
ÖBB	Rakouské spolkové dráhy (Österreichische Bundesbahnen)
Os	osobní vlak
OSS	One Stop Shop – jednotné kontaktní místo
PaP	předpřipravená trasa v rámci RFC (pre-arranged train path)
PD	pracovní den
Pn	průběžný nákladní vlak

R	rychlík
RCS	Rail Control System (Švýcarsko)
RFC	Evropský (mezinárodní) koridor pro nákladní dopravu (Rail Freight Corridor)
SBB	Švýcarské spolkové dráhy (Schweizerische Bundesbahnen)
SC	SuperCity (komerční název expresního vlaku)
SJD	systemová jízdní doba (v ITJŘ)
SJŘ	sešitový jízdní řád
Sp	spěšný vlak
st. hr.	státní hranice
Sv	soupravový vlak
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
TJŘ	tabelární jízdní řád
TSI	Technické specifikace pro interoperabilitu
vlkm	vlakový kilometr
vozokm	vozový kilometr
vzpp	ve znění pozdějších předpisů
ŽESNAD	Sdružení železničních nákladních dopravců České republiky (http://www.zesnad.cz/)
žst.	železniční stanice

1 Cíle metodiky

Obecným cílem metodiky je navrhnout postup optimální vzájemné interakce parametrů infrastruktury a vozidel s ohledem na dopady na požadavky železničního provozu směrem k objednatelům závazků veřejné služby a konečným zákazníkům.

Specifickým cílem metodiky je dosáhnout maximálního zvýšení výkonnosti infrastruktury, která je v současnosti na části železniční sítě velmi intenzivně využívána. Přestože žádná z tratí v síti SŽDC dosud nebyla formálně vyhlášena za přetíženou, je s ohledem na vysokou poptávku po kapacitě na vybraných tratích a dosažení kvalitních tras nutné přistupovat k přidělu kapacity a konstrukci tras inovativním způsobem. Nový přístup, který je v metodice navržen, získá na významu zejména v kontextu cílů Bílé knihy (přesun 30 % dálkových silničních přeprav ze silnice) [15].

Ačkoli je zjevné, že minimálně v aglomeračních oblastech s hustou příměstskou dopravou (Praha, Brno, výhledově pravděpodobně i Ostrava) s vysoce heterogenním jízdním řádem a velkou poptávku po trasách nebude možné cíle Bílé knihy [15] naplnit bez výstavby nové železniční infrastruktury, tak předložená metodika nabízí možné řešení, jak alespoň stávající disponibilní kapacitou neplýtvat a umožnit vkládání dalších tras (primárně pro nákladní dopravu).

Dalšími dílčími cíli metodiky jsou:

- Optimalizace vztahů provozovatelů infrastruktury a vozidel a podnikání na železnici
- Posouzení podílů kapacit mezi osobní a nákladní dopravou na kapacitně vytížených trasách a stanovení požadavků na výkonnostní parametry jednotlivých segmentů dopravy
- Nové technologie a inovace směřující ke zvýšení kapacity a bezpečnosti na železnici i s ohledem na udržení pozitivního vlivu železnice na životní prostředí
- Zlepšení nabídky v mezinárodní železniční dopravě

Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu č. TB0300MD013 - Optimalizace rozvoje železničního systému ČR z hlediska přepravních potřeb, řešeného s podporou Technologické agentury České republiky (TA ČR) v rámci Programu veřejných zakázek ve výzkumu, experimentálním vývoji a inovacích pro potřeby státní správy „BETA“.

2 Vlastní popis metodiky

Metodika se skládá z několika vzájemně propojených a navazujících kroků.

Prvním krokem je identifikace problematických úseků - za tímto účelem řešitelský tým navrhl *metodu výběru tratí s vyčerpanou kapacitou*, která na základě kombinace faktorů heterogenity tras a jejich četnosti vymezuje problematické mezistaniční úseky, které tvoří omezující prvek ovlivňující celý traťový úsek mezi dvěma uzly.

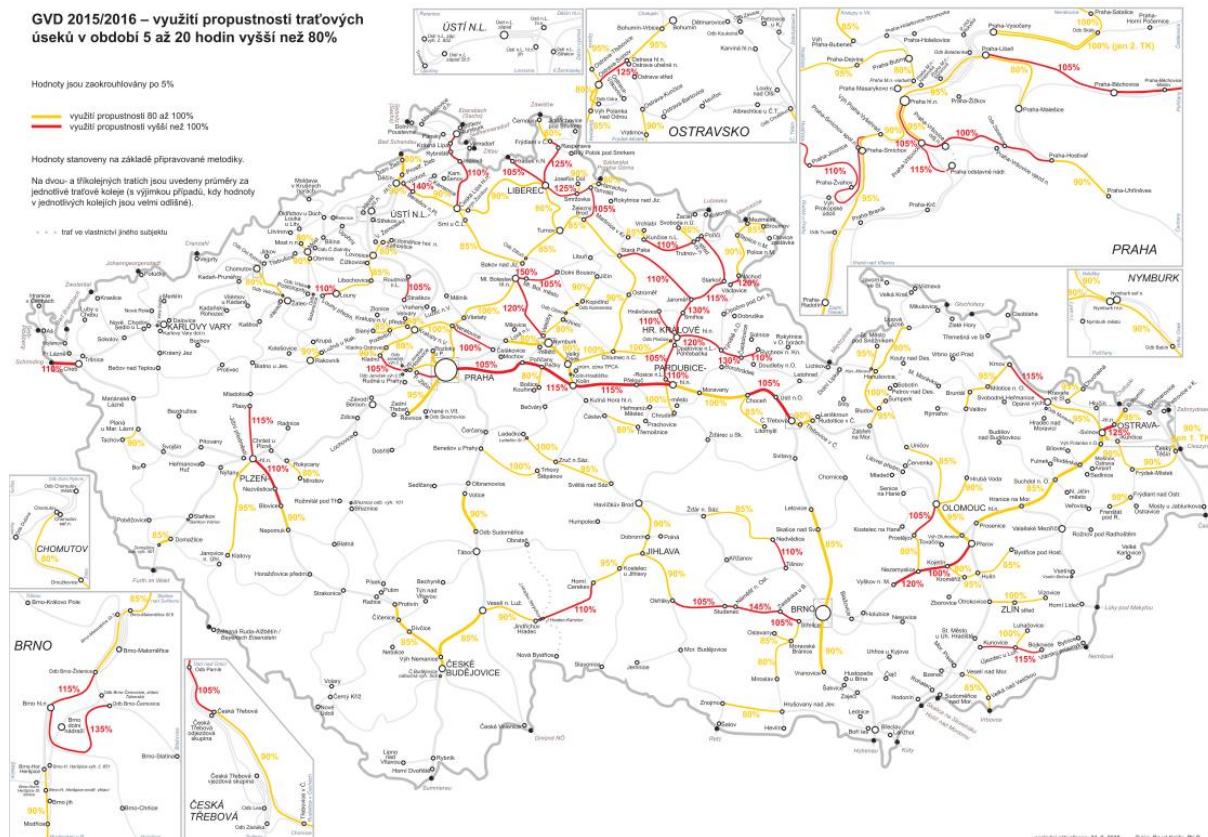
Druhým krokem je ověření možnosti přetrasování vybraných tras z omezujícího úseku. Za tímto účelem je navržen princip variantního trasování nákladních vlaků, tzv. *flexi-tras*, které by prostřednictvím finančního benefitu (sníženou cenou za použití dopravní cesty) motivovaly dopravce, aby se kapacitně exponovaným úsekům vyhýbali. Tedy, aby přepravy, které lze vést alternativní trasou, byly z exponovaných úseků odkloněny, čímž se uvolní prostor pro trasy nové (které z hlediska zdrojů a cílů potenciálně nových vlaků odklonit nelze).

Třetím krokem je koncepční doporučení *úprav ceny dopravní cesty* v návaznosti na předchozí krok. Jedním z opatření je motivovat nákladní dopravce cenou k využívání flexi-tras, druhým opatřením je motivovat dopravce cenou (v osobní i nákladní dopravě) k homogenizaci svých tras. Práce s cenou dopravní cesty je základním ekonomickým nástrojem, který odráží vlastnost kapacity jako vzácného (konečného) nehmotného statku, kdy je nutno reagovat na to, že v některých úsecích a časech potenciálně vznikne poptávka po kapacitě vyšší, než parametry infrastruktury umožní uspokojit.

Čtvrtým krokem je *stanovení pravidel pro samotnou konstrukci tras*. V metodice je představen koncept částečně periodického „vzorku“ tras, z nichž část se opakuje po celý občanský den, a postup pro propojování a časovou synchronizaci nákladních tras v uzlech, který vede k celkové redukci zastavení nákladních vlaků a zároveň principy svazkování tras, které jsou představeny i na modelovém NJŘ.

Posledním pátým krokem je *návrh na úpravu pravidel při řízení provozu*. Předchozí body jsou zaměřeny na to, aby bylo možno vytvořit pro trasy prostor v grafikonu, zbývá tak zajistit jejich faktickou realizaci při řízení provozu. S ohledem na priority vlaků, tak, jak je dnes stanovuje předpis SŽDC D1 [71], dochází mnohdy k situaci, že vlak nižší priority je i při malém zpoždění předjet, aby nedošlo byť i k mírnému narušení trasy vlaku vyšší priority. Tímto mnohdy dochází k faktické ztrátě vyhrazené kapacity. V rámci metodiky je navrženo zavedení tolerančního pásma ve výši 4 minuty, které by představovalo maximální přípustnou absolutní hodnotu zpoždění, kterou může včas jedoucí vlak získat vlivem řízení provozu, anebo vlivem realizované flexi-trasy, za účelem optimálního čerpání kapacity při řízení provozu (případně při zavedení flexi-trasy).

Všechny výše uvedené kroky navržené metodiky jsou podrobněji rozvedeny v následujících podkapitolách.



Obr. 2. Využití praktické propustnosti traťových úseků v GVD 2015/16. [zdroj: SŽDC, autor: Ing. Krýže, Ph.D.].

Metoda by měla poskytnout jednoduchou a přehlednou kvantifikaci spotřeby kapacity způsobené počtem vlaků a jejich vzájemnou heterogenitou tak, aby bylo možné jasně rozlišit mezistanční úseky, které jsou v tomto smyslu „více“ a „méně“ problematické. Ty pak budou vodítkem k výběru tratí (či jejich částí) s nejvíce vyčerpanou kapacitou. Je zřejmé, že vstupními veličinami by měly být počty vlaků pomalých a rychlých za hodinu, jakož i poměr či rozdíl jejich pravidelných úsekových jízdních dob.

Vzhledem k dominanci taktových (nebo alespoň periodických) tras v osobní dopravě jak objednávané, tak komerční, byly sledovány pouze periodické trasy osobní dopravy. Četnost a kapacitní nároky nakladních vlaků byly, vzhledem k výkyvům v jejich skutečné jízdě, posuzovány odděleně.

Za periodické (jejichž podmnožinou jsou taktové, splňující zásady ITJŘ) byly pro účely této metody považovány trasy, které se během téhož dne přesně opakují alespoň třikrát a objevují se jak v ranní, tak i v odpolední přepravní špičce, vždy alespoň v jednom směru. Trasy byly počítány za jeden směr, níže uvedené počty mohou být tedy uvažovány jako páry tras. Úseková jízdní doba (vždy kratší z obou směrů) byla u rychlých tras vzata z nejrychlejšího segmentu osobní dopravy, u pomalých tras (vždy delší z obou směrů) z nejpomalejšího segmentu.

Níže jsou uvedeny definice a označení jednotlivých veličin:

$t_{J,R}$	pravidelná úseková jízdní doba nejrychlejšího segmentu osobní dopravy (včetně případných mezilehlých pobytů, mimo pobyty na hranici úseku), tj. rozdíl času příjezdu (či průjezdu) v koncové dopravně a času odjezdu (či průjezdu) v počáteční dopravně daného úseku
$t_{J,Os}$	pravidelná úseková jízdní doba nejpomalejšího segmentu osobní dopravy (včetně případných mezilehlých pobytů, mimo pobyty na hranici úseku), tj. rozdíl času příjezdu (či průjezdu) v koncové dopravně a času odjezdu (či průjezdu) v počáteční dopravně daného úseku
f_R	četnost rychlých tras v daném mezistaničním úseku za hodinu v jednom směru
f_{Os}	četnost pomalých tras v daném mezistaničním úseku za hodinu v jednom směru
$D_{t,ROs}$	rozdíl (diference) úsekových jízdních dob pomalých a rychlých vlaků

$$D_{t,ROs} = t_{J,Os} - t_{J,R} \quad [\text{min}] \quad (1)$$

$P_{t,ROs}$ poměr úsekových jízdních dob pomalých a rychlých vlaků

$$P_{t,ROs} = \frac{t_{J,Os}}{t_{J,R}} \quad [-] \quad (2)$$

Výběr mezistaničních úseků

Pro vlastní výpočet byly vybrány dvojkolejné mezistaniční úseky, které splnily tyto podmínky:

- 1) *Četnost*: alespoň 4 periodické vlaky osobní dopravy za hodinu a směr ve špičce a alespoň 2 segmenty osobní dopravy nejméně jednou za 2 hodiny. V případě dvouhodinového taktu byl tento „zaokrouhlen“ na hodinový.
- 2) *Heterogenita*: uprostřed daného mezistaničního úseku se nachází alespoň jedna zastávka pouze pomalých vlaků. Zároveň jde o úsek s traťovou rychlostí nejméně 100 km/h v celé délce či ve významné části délky úseku.

Vybrané mezistaniční úseky a srovnání úsekových jízdních dob jsou uvedeny v Tab. 1.

Významný rozdíl v jízdních dobách tam a zpět byl zaznamenán na úsecích s traťovou rychlostí blízkou se či rovnou 160 km/h v případě zastavení dálkových vlaků na jedné hranici úseku (např. žst. Pardubice hl. n.). Rozdíl, způsobený nižším průměrným rozjezdovým zrychlením ve srovnání s brzdovým odrychlením, má samozřejmě dopad na symetrii pravidelných jízdních dob v ITJŘ, resp. na rozvržení přírážek k teoretické jízdní době.

Jestliže hodinové četnosti pomalých a rychlých vlaků lze určit snadno, heterogenita je obtížněji vyčíslitelná. Je totiž způsobena více faktory:

- rozdílem v počtu obsluhovaných dopravních (tarifních) bodů
- rozdílem v nejvyšší dovolené rychlosti vlaků
- rozdílem v dynamických a adhezních vlastnostech soupravy, zejména v průměrném rozjezdovém zrychlení a/nebo brzděném odrychlení

Výše uvedená kritéria výběru mezistaničních úseků vedla v podmínkách ČR k tomu, že byly vybrány pouze elektrizované úseky. Vlaky na nich jsou vedeny téměř výlučně v elektrické trakci, s výjimkou rychlíkové linky Praha – Příbram – Písek – Č. Budějovice a komerční spěšné linky Praha – Benešov u P., které jsou vedeny v celé trase (tedy i na řešených úsecích) v nezávislé trakci. Maximální rychlost těchto elektrických vlaků je pak nejméně 120 km/h u Os a nejméně 140 km/h u rychlých segmentů. Z těchto důvodů je možné pro účely těchto výpočtů zanedbat rozdíly jak v maximální povolené rychlosti vlaku, tak v průměrném rozjezdovém zrychlení i v brzděném odrychlení.

Číslo tratě	Úsek	$t_{J,R}$	$t_{J,Os}$	$D_{t,ROs}$	$P_{t,ROs}$	f_R	f_{Os}
320/250	Šakvice - Vranovice	3,5	10,0	6,5	2,86	2	2
320/250	Vranovice - Hrušovany u B.	3,0	7,5	4,5	2,50	2	2
320/250	Hrušovany u B. - Modřice	4,5	13,0	8,5	2,89	2	4
326/260	Brno-Židenice - Adamov	10,0	13,0	3,0	1,30	2	3
501/010	Choceň - Zámorsk	3,5	8,5	5,0	2,43	6	1
501/010	Kostěnice - Pardubice	5,5	9,5	4,0	1,73	6	1
501/010	Pardubice - Přelouč	5,5	13,0	7,5	2,36	6	1
501/010	Přelouč - Řečany n. L.	3,0	6,5	3,5	2,17	6	1
501/010	Řečany n. L. - Záboří n. L.	4,0	11,0	7,0	2,75	6	1
501/010	Záboří n. L. - Kolín	4,0	11,5	7,5	2,88	6	1
501/011	Kolín - Velim	3,0	9,0	6,0	3,00	7	2
501/011	Velim - Pečky	2,5	6,5	4,0	2,60	7	2
501/011	Pečky - Poříčany	3,5	7,0	3,5	2,00	7	2
519/221	Senohraby - Strančice	5,5	9,0	3,5	1,64	2	2
519/221	Strančice - Říčany	2,5	6,5	4,0	2,60	2	4
519/221	Říčany - Praha-Uhřetěves	2,5	6,5	4,0	2,60	2	4
521/171	Praha-Radotín - Dobřichovice	7,0	12,5	5,5	1,79	2	4
527/091	Vých Praha-Bubeneč - Rostoky u P.	4,5	8,0	3,5	1,78	2	4
527/091	Rostoky u P. - Libčice n. V.	6,0	12,0	6,0	2,00	2	2

Tab. 1 Srovnání jízdních dob pomalých a rychlých vlaků na vybraných úsecích [104].

Kvantifikace spotřeby periodické kapacity

Z výše uvedených důvodů se řešitelský tým přiklonil k měření heterogenity pomocí buď rozdílu, anebo podílu „pomalých“ a „rychlých“ úsekových jízdních dob. Dalším nutným vstupem jsou počty vlaků za hodinu, přičemž významnější roli hrají vlaky pomalé, neboť jejich vyšší

četnost v aglomerační dopravě je zpravidla spojena s požadavkem objednatele na přesný proklad do 30-min či 15-min taktu. U dálkových vlaků v ČR dosud takováto omezující podmínka neplatí, i když minimálně snaha o proklad do 30-min taktu je očekávatelná již v blízké budoucnosti. Na druhé straně, rozličná zastavovací politika jednotlivých dálkových linek, která navíc v případě komerčních linek podléhá změnám i několikrát do roka, takovýto proklad na delších úsecích prakticky znemožňuje. Výjimkou jsou posilové spoje ve špičkách, např. expresní vlaky mezi Prahou a Brnem, kde je proklad dodržen. Naproti tomu lze četné dálkové vlaky svazkovat – avšak pouze do určité míry, neboť časová poloha každé linky je determinována celou řadou dopravních i přepravních (přípojových) vazeb.

Protože nelze dost dobře odhadnout distribuci funkčních hodnot pro jednotlivé traťové úseky, navrhl řešitelský tým čtyři různé výpočetní vzorce pro určení „míry relevantní heterogenity“ (proto označení m). Z nich bude následně vybrán nejvhodnější vzorec z uvedeného hlediska. Dva z nich počítají s rozdílem jízdnicích dob, zbylé dva s jejich podílem. Všechny vzorce počítají s četností pomalých vlaků, z toho dva navíc ještě s četností rychlých vlaků. U jednoho vzorce je použita druhá mocnina jízdnicí doby pomalých vlaků. Tato jízdnicí doba je zhruba úměrná počtu mezilehlých zastávek, neobsluhovaných rychlými vlaky – každé takovéto zastavení tedy přispívá k vyšší heterogenitě, a tedy i spotřebě kapacity.

$$m_1 = t_{J,Os} \cdot P_{t,ROs} \cdot f_{Os} \quad [\text{vlaků}] \quad (3)$$

$$m_1 = \frac{t_{J,Os}^2}{t_{J,R}} \cdot f_{Os} \quad [\text{vlaků}] \quad (4)$$

$$m_2 = P_{t,ROs} \cdot f_{Os} \cdot f_R \quad [\text{vlaků}^2/\text{h}^2] \quad (5)$$

$$m_2 = \frac{t_{J,Os}}{t_{J,R}} \cdot f_{Os} \cdot f_R \quad [\text{vlaků}^2/\text{h}^2] \quad (6)$$

$$m_3 = t_{J,Os} \cdot D_{t,ROs} \cdot f_{Os} \quad [\text{vlaků} \cdot \text{min}] \quad (7)$$

$$m_4 = D_{t,ROs} \cdot f_{Os} \cdot f_R \quad [\text{vlaků}^2/\text{h}] \quad (8)$$

Vyhodnocení výpočtů a výběr vzorce

Z důvodu lepšího přehledu, jak „mnoho“ nebo „málo“ je kapacita úseku spotřebována vzhledem k jiným úsekům, jsou výsledné hodnoty $m_{n,i}$ (kde n je číslo vzorce a i index v rámci jednoho vzorce) barevně označeny podle jejich poměru k maximální dosažené hodnotě dané funkce, a to následujícím způsobem, vždy pro určité n :

- $0,75 \max(m_n) \leq m_{n,i} < \max(m_n)$: oranžová barva
- $0,5 \max(m_n) \leq m_{n,i} < 0,75 \max(m_n)$: žlutá barva
- $0,25 \max(m_n) \leq m_{n,i} < 0,5 \max(m_n)$: zelená barva,

přičemž maximální dosažená hodnota je označena červenou barvou. Tyto hodnoty jsou uvedeny v Tab. 2.

Jedním z úskalí při vyhodnocování kvantitativních metod je nutnost pevné volby hranice intervalu, pokud nejsou použity statistické metody. V uvedeném případě by z důvodu velikosti vzorku nebylo použití statistických metod vhodné. Proto jsou hodnoty, nacházející se „těsně“ (tj. řádově o jednotky procent maxima) níže než uvedené prahy označeny barvou „vyššího“ pásma, ale odlišeny **červeným písmem**.

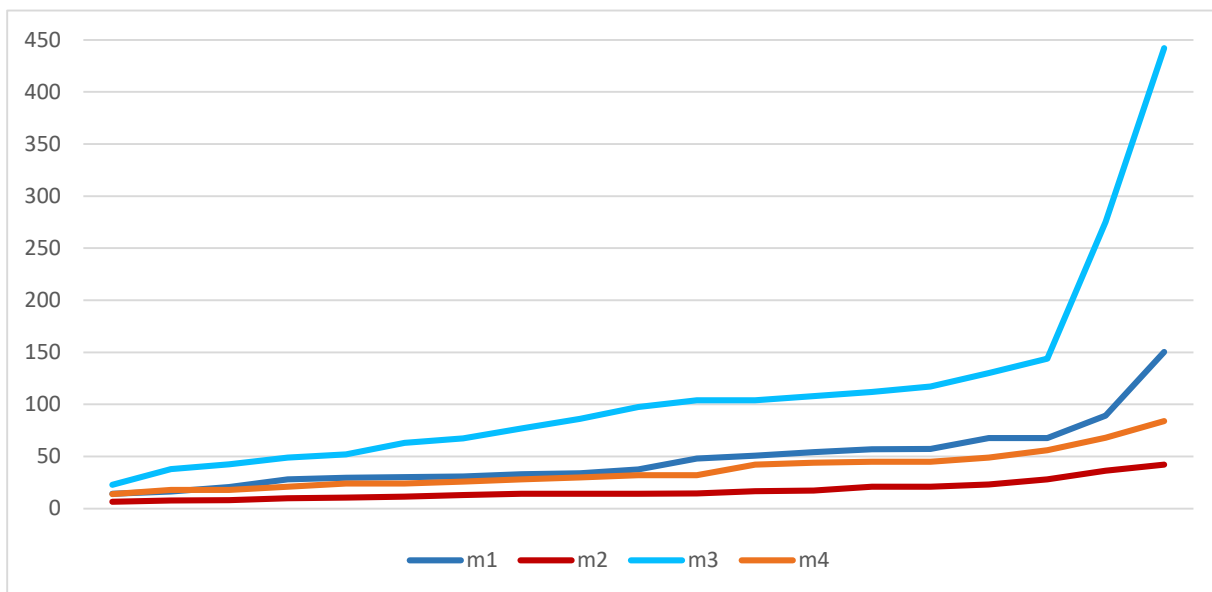
Výpočty jasně odlišily dva úseky s nejvíce spotřebovanou kapacitou: *Hrušovany u Brna – Modřice* (trať 320/250) a *Kolín – Velim* (trať 501/011). Na obou úsecích se, alespoň ve špičce, vyskytují nejméně 4 trasy „převládajícího“ segmentu za hodinu. U první zmíněné trati jsou to vlaky Os, kdežto u druhé dálkové vlaky. Na obou tratích se též vyskytují 2 trasy „doplňkového“ segmentu za hodinu.

Není překvapením, že i další úseky trati 501 Česká Třebová – Praha obdržely poměrně vysoké hodnocení „spotřeby kapacity“ - kromě úseků s pouze jediným pomalým vlakem za hodinu. Nejnižší hodnotu z řešených úseků na této trati obdržel úsek Přelouč – Řečany n. L. z důvodu jediné mezilehlé zastávky Os.

Číslo tratě	Úsek	f_R	f_{Os}	m_1	m_2	m_3	m_4
320/250	Šakvice - Vranovice	2	2	57,14	11,43	130,00	26,00
320/250	Vranovice - Hrušovany u B.	2	2	37,50	10,00	67,50	18,00
320/250	Hrušovany u B. - Modřice	2	4	150,22	23,11	442,00	68,00
326/260	Brno-Židenice - Adamov	2	3	50,70	7,80	117,00	18,00
501/010	Choceň - Zámorsk	6	1	20,64	14,57	42,50	30,00
501/010	Kostěnice - Pardubice	6	1	16,41	10,36	38,00	24,00
501/010	Pardubice - Přelouč	6	1	30,73	14,18	97,50	45,00
501/010	Přelouč - Řečany n. L.	6	1	14,08	13,00	22,75	21,00
501/010	Řečany n. L. - Záboří n. L.	6	1	30,25	16,50	77,00	42,00
501/010	Záboří n. L. - Kolín	6	1	33,06	17,25	86,25	45,00
501/011	Kolín - Velim	7	2	54,00	42,00	108,00	84,00
501/011	Velim - Pečky	7	2	33,80	36,40	52,00	56,00
501/011	Pečky - Poříčany	7	2	28,00	28,00	49,00	49,00
519/221	Senohraby - Strančice	2	2	29,45	6,55	63,00	14,00
519/221	Strančice - Říčany	2	4	67,60	20,80	104,00	32,00
519/221	Říčany - Praha-Uhřetěves	2	4	67,60	20,80	104,00	32,00
521/171	Praha-Radotín - Dobřichovice	2	4	89,29	14,29	275,00	44,00
527/091	Vých Praha-Bubeneč - Roztoky u P.	2	4	56,89	14,22	112,00	28,00
527/091	Roztoky u P. - Libčice n. V.	2	2	48,00	8,00	144,00	24,00

Tab. 2. Srovnání měr (vzorců) pro kvantifikaci vyčerpání kapacity [104].

graficky znázorňuje distribuci uspořádaného souboru funkčních hodnot pro každý použitý vzorec. Zatímco míra m_3 , a v menší míře i m_1 , vykazují značnou nerovnoměrnost, a tedy obtížné srovnávání úseků s hodnotami „uprostřed“, míry m_2 a m_4 (do nichž vstupují četnosti jak pomalých, tak rychlých, vlaků), se ukázaly dosahovat rovnoměrnějšího rozdělení funkčních hodnot. Z obou zmíněných je pak v tomto ohledu lepší míra m_2 , která nadto poskytuje méně totožných funkčních hodnot pro různé úseky, a umožňuje tak lepší seřazení těchto úseků.

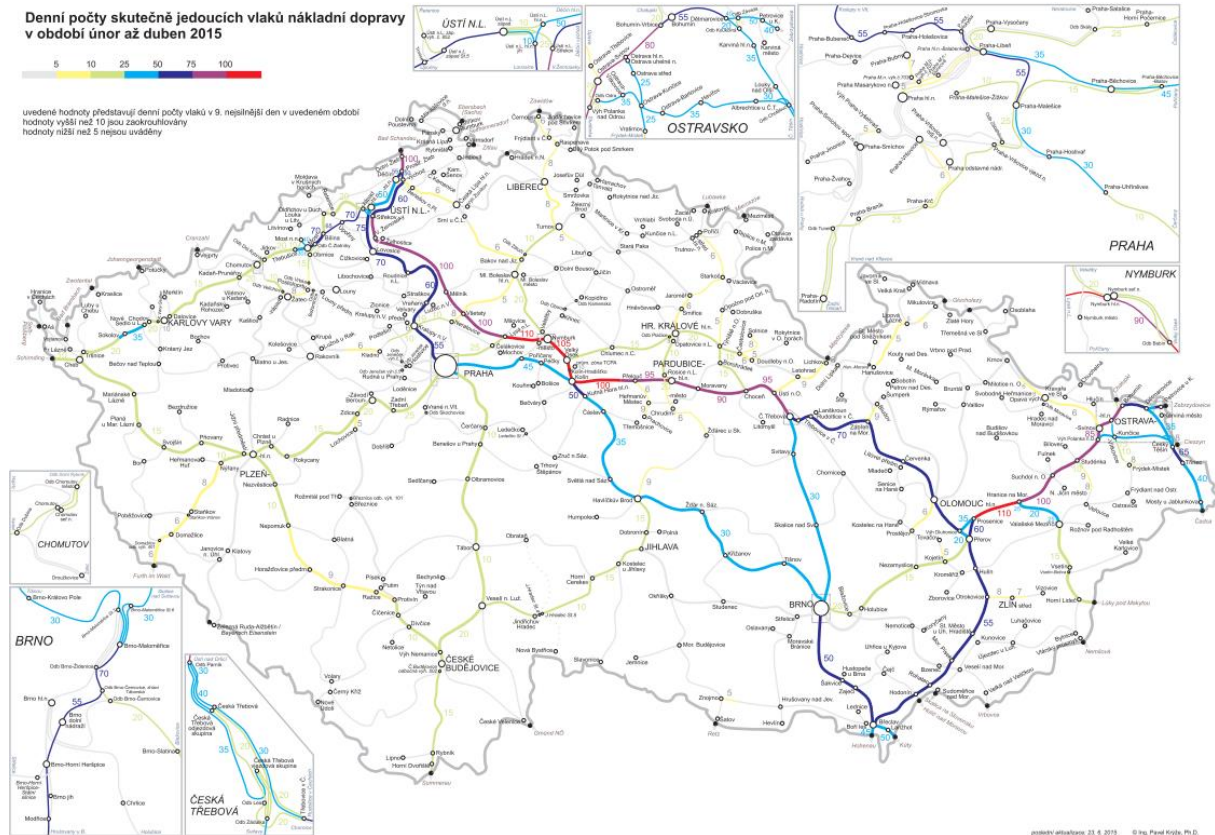


Obr. 3 Srovnání uspořádaných souborů hodnot funkcí m_1 až m_4 [104].

Zásady výběru úzkých hrdel pro nákladní dopravu

Vzhledem k nepravidelným výkyvům v poptávce po nákladní přepravě vycházel řešitelský tým z analýzy denních počtů skutečně jedoucích nákladních vlaků zpracované pro SŽDC. Z Obr. 4, který znázorňuje denní počty vlaků v 9. nejsilnější den za období únor až duben 2015, je patrná značná nerovnoměrnost využití sítě SŽDC nákladními vlaky, a to i v rámci více Kolejových elektrizovaných hlavních tratí.

Tratě s vyšší intenzitou nákladní dopravy zhruba odpovídají síti RFC na území ČR. Kromě toho se vyšší intenzita nákladní dopravy týká ještě „uhelného koridoru“ Ústí n. L. – Úpořiny – Bílina – Most. O střední intenzitě nákladní dopravy lze hovořit v případě tratě Kolín Havlíčkův Brod – Brno. Limitem vyššího využití této tratě není nedostatek volné kapacity, ale sklonové poměry vyžadující jedno až dvě dodatečná činná hnací vozidla, jejichž výkon je potřeba jen na relativně krátkých úsecích. V případě, že dopravce neprovozuje takovéto vlaky denně, může tedy nízké využití těchto hnacích vozidel představovat pro dopravce ekonomický problém, včetně vyšší spotřeby trakční energie apod.



Obř. 4. Denní počty skutečně jedoucích nákladních vlaků v 9. nejsilnější den v období únor až duben 2015. [zdroj: SŽDC, autor mapy: Ing. Krýže, Ph.D.]

Výsledný výběr úseků s vyčerpanou kapacitou

Výsledný výběr je přibližně sjednocení množin tratí s vysokou spotřebou kapacity způsobenou četností a zároveň heterogenitou vlaků osobní dopravy na jedné straně (na základě aplikace výše uvedených kritérií kvantifikovaných vybranou mírou m_2) a střední až vysokou intenzitou nákladní dopravy na straně druhé. Jelikož se tento projekt nezabývá tříkolejnými tratěmi z důvodu jejich malého rozsahu v síti SŽDC a jejich značných zvláštností, byly vybrány relevantní úseky jedno- a dvojkolejných tratí.

Zvolený rozsah dat, o něž řešitelský tým požádal SŽDC, je přiměřený z hlediska zaměření metodiky (jejímž cílem není celosíťová analýza) a dostačuje k naplnění jejích cílů.

Z dvojkolejných úseků s vysokou četností a heterogenitou osobní dopravy a střední až vysokou intenzitou nákladní dopravy jsou to:

- Kolín – Pardubice – Česká Třebová
- Praha-Radotín – Beroun¹
- Brno – Břeclav

¹ oproti trati Praha – Benešov u Prahy byl tento úsek vybrán z důvodu vyšší intenzity nákladní dopravy

- Přerov – Hranice na Moravě – Ostrava hl. n.²

Z dvojkolejných úseků s vysokou intenzitou nákladní dopravy a alespoň dvěma segmenty taktové osobní dopravy na delším rameni jsou to:

- Kolín – Nymburk hl. n. – Ústí n. L.-Střekov – Děčín východ
- Praha-Uhřetěves – Kralupy n. V. – Děčín – Dolní Žleb st. hr.

Z dvojkolejných úseků se střední až vysokou intenzitou nákladní dopravy a výskytem vysokého sklonu jsou to:

- Kolín – Havlíčkův Brod – Brno-Maloměřice
- Bohumín – Karviná – Český Těšín – Mosty u Jablunkova st. hr.

Z jednokolejných úseků se smíšeným provozem osobní a nákladní dopravy (střední až vysoká intenzita vzhledem k jednokolejnosti) jsou to:

- Ústí n. O. – Letohrad – Lichkov – Lichkov st. hr.
- Nymburk – Mladá Boleslav
- Plzeň – Domažlice – Furth im Wald st. hr.

2.2 Princip variantního trasování nákladních vlaků – flexi-trasy

Je nutné najít nástroj, který bude motivovat nákladní dopravce programově nevyužívat úzká místa v síti, pokud to je/bude s ohledem na trasování vlaku (výchozí a cílová stanice) aspoň trochu možné. Odkloněním části dopravy z kapacitně úzkých míst vznikne "nový" kapacitní prostor v takovém místě a bude následně možno nejen vhodným způsobem pracovat s konstrukcí tras, ale i vkládat trasy nové (pro zcela nové přepravy), které dnes nelze uspokojivě natrasovat (a které zároveň s ohledem na trasování vlaku nelze uspokojivě natrasovat jinudy).

Tímto nástrojem může být "sleva za flexibilitu" - oproti současné praxi by při žádosti o kapacitu byla dopravcem zadána *pouze počáteční a cílová stanice* - SŽDC následně zkonstruuje nejvýhodnější trasu z pohledu volné kapacity (omezením na straně dopravce je trakce, přechodnost a normativ) - výsledkem je prostorově flexibilní trasa, kterou nazveme "flexi-trasa".

I v případě, že přidělená flexi-trasa bude delší, měl by dopravce platit méně, než by platil geograficky nejkratší cestou (kterou parametry jeho vlaku umožňují).

V této souvislosti je nutno rovněž ošetřit případy, kdy je v rámci flexi-trasy vlak konstruován takovou cestou, kde má nižší normativ (než by měl po trase kapacitně nevýhodné - typicky přes Havlíčkův Brod oproti Č. Třebové). Pak by měl dostat v kritickém úseku *postrk*

² V tomto úseku je osobní doprava poměrně homogenní, avšak intenzita osobní i nákladní dopravy je vysoká.

hrazený ze strany SŽDC. Bez služby tohoto typu by byl reálný dopad flexi-tras velmi malý a jejich přínos pro kapacitu omezený.

Nevýhodou koridoru Kolín – Havl. Brod - Brno v současném stavu je omezení úhrnné délky vozů vlaku na cca 650 m (délka předjízdne koleje v žst. Kutná Hora hl. n. cca 700 m). V případě nutnosti použít ještě jednu postrkovou lokomotivu od Brna ve směru Vlkov u Tišnova pak musí být úhrnná délka vozů ještě nižší.

Protože SŽDC, ač provozuje některé pracovní vlaky, není typickým dopravcem, předpokládá se objednávka těchto služeb u některého z dopravců. Téma postrku jako součásti služeb pro dopravce je nutné samostatně rozpracovat až do podrobnosti realizační úrovně - nejde jen o otázky technologické a otázku výběru dopravce, který by tyto služby zajišťoval, ale i otázky legislativní (na vlaku by se mohla vyskytovat činná hnací vozidla dvou dopravců apod.).

Výše uvedený příklad není zdaleka jediným na síti SŽDC, kde by mohly být flexi-trasy přínosem pro úsporu kapacity.

Například v elektrické trakci existují alternativy vedení vlaků v těchto směrech:

- Děčín – Č. Třebová (alternativní trasování přes Prahu, Nymburk a Kolín či Nymburk a Hradec Králové)
- Č. Třebová – Břeclav (alternativní trasování přes Brno nebo Přerov)
- Kolín – Cheb (alternativní trasování přes Ústí n. L. nebo Prahu)
- Nymburk (či Kolín) – České Budějovice (alternativní trasování přes Prahu či Jihlavu)

U nezávislé trakce pak existuje celá řada dalších kombinací (např. s využitím tratě Kralupy n. V. – Most).

Z hlediska ideového principu zavedení flexi-tras se předpokládá fungování "samoregulačního" mechanismu v tom ohledu, že využití flexi-trasy by nemělo být pro dopravce zásadně časově delší, než při využití trasy pro danou relaci "obvyklé". Předpokládá se, že SŽDC se bude primárně pokoušet vlak s nastavenou flexi-trasou trasovat nejkratší cestou (kvůli výše zmíněné jednotnosti ceny za použití dopravní cesty) a až když toto nebude možné (vlak by vyčerpal kapacitu pro jiné vlaky bez flexi-trasy, anebo by se jednalo o trasování v časově a prostorově exponovaném úseku...), bude prověřovat variantní trasování. Výsledkem bude "rovnovážný" stav, kdy vlak při využití flexi-trasy pojedí alternativním trasováním a zároveň za srovnatelných časových parametrů (protože jinak by jeho odklonění do variantního trasování nedávalo smysl ani pro dopravce - velká časová ztráta, ani pro SŽDC - při delší trase žádný dodatečný výnos z ceny za použití dopravní cesty).

Podpůrným opatřením pro reálné využití flexi-tras musí být určitá tolerovaná časová flexibilita provozovatele dráhy jak při konstrukci tras (a to ať již v rámci řádné žádosti, pozdní žádosti či ad-hoc žádosti), tak i při řízení provozu; řešitelský tým navrhuje zřízení "tolerančního pásma" v hodnotě max. 4 minut, během kterého lze rušit včas jedoucí pravidelné vlaky - tím by se měla zajistit dostatečná pružnost při konstrukci tras a zároveň reálné provedení vlaku při akceptovatelné době jízdy. V úrovni trasování vlaku se jedná o vlastnost flexi-trasy coby rušícího vlaku (kdy může rušit vlaky vyšších kategorií i jiných dopravců), v úrovni operativního řízení se jedná o možnost narušení pravidelné jízdy včas jedoucího vlaku (tj. u vlaků zpožděných, anebo u takových zákroků, kdy by rušení přesáhlo uvedenou hodnotu tolerančního pásma, rušení využít nelze).

2.3 Koncepční doporučení k úpravě ceny dopravní cesty

Cena za použití dopravní cesty musí odrážet "vzácnost" kapacity - čím exponovanější úsek, tím vyšší cena. Z toho vyplývá práce s cenou za trasu zjevně pouze na celostátních dráhách a nejspíše pouze pro vlaky osobní dopravy.

Je tedy vhodné zvýraznit roli ceny za přidělení kapacity dráhy v rámci celkové ceny za použití dopravní cesty.

Není úkolem tohoto výzkumného projektu stanovovat konkrétní částky a konkrétní strukturu ceny. Správné nastavení těchto parametrů je netriviální ekonomicko-matematická úloha - v této části jsou tak uvedeny faktory koncepčního charakteru, které by z technologického pohledu měly být ve struktuře a výši ceny za dopravní cestu zapracovány.

V obecné rovině lze prohlásit za žádoucí, aby se cena za použití dopravní cesty v nákladní dopravě již dále nezvyšovala, neboť příliš vysoká cena tvoří bariéru pro nové přepravy, což by bylo v rozporu s cíli deklarovanými Bílou knihou [15]. Dopady práce s cenou dopravní cesty na nákladní dopravu tak musí být v celkovém součtu neutrální. Pokud jsou tak níže uvedeny principy odrážející vzácnost kapacity, které by měly být v ceně dopravní cesty obsaženy, znamená to v případě nákladní dopravy, že nějaká jiná složka ceny by musela být snížena. V oblasti osobní dopravy lze s cenou za dopravní cestu ještě pracovat, neboť tato je v evropském kontextu spíše nízká. Pokud je současným problémem, že vlaků osobní dopravy je na exponovaných úsecích "příliš mnoho", znamená to, že kapacita je příliš levná na to, jak je vzácná. Je však reálné očekávat, že by zdražení dopravní cesty muselo být (alespoň v nějaké míře) *kompensováno posílením příjmů objednatelů*, jinak je zvýšení ceny za použití dopravní cesty neprůchdné; reálný dopad by pak byl převážně na dopravu neobjednávanou - v některých případech by to mohlo vést k omezení, či dokonce zrušení dané neobjednávané služby.

Cestou k řešení může být zdražení části ceny (za přiděl trasy), což by mělo být jednotné v osobní i nákladní dopravě. Je zde však nutno důrazně upozornit na jedno riziko – mělo by být v obecném zájmu po železnici realizovat co největší přepravní výkon a ne některé přepravy cíleně znemožňovat; nedostatečnost části infrastruktury nemůže být důvodem, abychom programově odkazovali požadavky na silniční dopravu – zdražení tak představuje provizorní nástroj pro podporu efektivnějšího využití kapacity, nikoli cíl.

Typická trasa a toleranční pásmo

Pro práci s cenou za přiděl trasy je nutno nalézt "*typizovanou trasu*", která by v daném prostředí odpovídala co největší míře homogenity.

Opatření týkající se zdražení dopravní cesty se doporučuje uplatňovat pouze na těch úsecích sítě, které by byly identifikovány (viz bod 2.1.) jako úseky s vyčerpanou kapacitou.

Na obou koncích „pásma cestovních rychlostí“ se na koridorových tratích (a části celostátních drah) ocitne osobní doprava (vlaky příliš rychlé a vlaky příliš pomalé).

- 1) Pro homogenizaci tras, a tedy úsporu kapacity v úzkých hrdlech sítě, je třeba najít trasu o „průměrném sklonu (úsekové cestovní rychlosti)“ bez extrémů
- 2) Relevantní denní doba vyplývá z doby provozu většiny vlaků osobní dopravy (např. 5-19 hodin), trasy mimo toto období není nutné zdražovat.

- 3) Pro stanovení bezextrémního průměru je vhodné oříznout systematické trasy na obou stranách spektra (panuje-li shoda, že jeden náhodný pomalý, anebo rychlý vlak nevedí, problém nastává až v případě opakování takového, přičemž opakováním je alespoň 4-hodinový takt; a protože ne vždy a ne vše je v taktu, je možné vybrat 4 případy nejpomalejších a 4 případy nejrychlejších vlaků a ty – resp. všechny shodné – by se ve výpočtu průměrné úsekové pravidelné jízdní doby zanedbaly; resp. měly by to být nejméně 4 ks z každé strany).
- 4) Zbytek (pro připravovaný GVD se pro výpočtové účely uvažují hodnoty GVD platného, a to v rámci řádného přidělu) lze zprůměrovat (vážený průměr); tj. výsledkem bude „typizovaná stejnost“ z hlediska doby obsazení každého mezistaničního úseku (resp. každého úseku, na jehož začátku/konci vznikají/zanikají vlaky, anebo je možno měnit jejich sled)
- 5) Základním pravidlem je *jednoduchost* – není únosné počítat individuálně s každým vlakem – takže je vhodné stanovit následně přípustnou „šíři“ typizované trasy, řešitelský tým navrhuje např. „toleranční pásmo“ +/- 20% úsekové pravidelné jízdní doby.
- 6) Vše co, se vejde do tohoto pásma, by mělo nárok na „základní cenu“ za trasu (pracovně podotýkáme, že cena za trasu by měla být stejná v osobní i v nákladní dopravě); lze odhadnout, že do „tolerančního“ pásma se nejspíše obvykle vejdou vlaky R, Sp, Nex, možná nějaké další rychlejší nákladní vlaky; na okraji zůstanou např. SC Pendolino, Leo Express, běžné Os vlaky, případně těžší nákladní vlaky se slabšími lokomotivami a nižší rychlostí
- 7) Vše co je mimo pásmo, platí cenu za přiděl ve výši „pásmo x 1,*x*“ (kde *x* je odchylka od pásma); dopravce tak vlastně platí za „spotřebu“ většího množství tras, než je na trati "obvyklé" (nákladní dopravce to motivuje k lepším hnacím vozidlům, komerční osobní dopravu ke zvážení nižší než „nejvyšší možné“ cestovní rychlosti v dotčených úsecích a objednatelé Os vlaků k tomu, aby měly lepší vozidla a projížděly méně významné tarifní body, a to tak dlouho, až všechny vlaky dosáhnou homogenní stejnosti 0,8 – 1,2 váženého průměru pravidelné úsekové jízdní doby, tj. vejdou se do pásma).
- 8) Vždy před datem pro podání řádné žádosti o kapacitu (např. 6 měsíců) bude vhodné zveřejnit pro celou síť celostátních drah hodnoty průměrné úsekové pravidelné jízdní doby v úzkých hrdlech sítě a jim odpovídajícího tolerančního pásma, které budou uvažovány pro následující GVD
- 9) Nákladní doprava se úsekům s vyšším zpoplatněním "kapacity" může vyhnout flexi-trasou
- 10) Osobní doprava (nejpomalejší typizovaný segment) – tj. ty vlaky, které byly na začátku vyloučeny z výpočtu průměrné úsekové pravidelné jízdní doby, se mohou vyšší sazbě za použití dopravní cesty vyhnout „tolerancí k předjíždění“ – je však nutno upřesnit podobu/formu získaného bonusu; rychlá komerční osobní doprava může zmírnit dopad na cenu svým úsekovým zpomalením (tj. jsou konstruována v rámci šíře pásma...)

Řešitelský tým vychází z ideje projektu SBB PULS 90 [6] rozdělit železniční síť na *kondenzační a kompenzační zóny*. V kondenzačních zónách, jinými slovy úzkých hrdlech sítě, jsou sníženy časové rezervy. Tyto jsou ovšem navýšeny v okolních kompenzačních zónách, samozřejmě bez újmy na využití kapacity. Tím dochází ke zvýšení praktické propustnosti.

Avšak v podmínkách ČR není zatím aplikován tzv. rescheduling (navádění vlaků, jejichž jízda je narušena, do bezkonfliktních tras). Není tedy možné výrazně snížit přírážky a časové zálohy. Je tedy navržena „kondenzace“ úzkých hrdel sítě pomocí heterogenizace tras, k níž jsou dopravci motivováni navrženým principem zpoplatnění dopravní cesty. Tentýž princip je sledován při návrhu pravidel pro konstrukci tras.

Dražba kolidujících tras jako krajní nediskriminační prostředek řešení sporů

Vzhledem k faktickému přetížení některých prvků sítě SŽDC, které navíc lze v téže či větší míře očekávat i v budoucnu, řešitelský tým navrhuje zvážit zavedení mechanismu *dražby časově kolidující kapacity*. Buď se jedná o trasu, o niž současně požádalo více dopravců, anebo o trasy navzájem různé, které však časově kolidují.

Dražba je přitom myšlena jako poslední, krajní prostředek, po vyčerpání všech ostatních, platnou legislativou umožněných, prostředků. V současné době se v případě, že některý dopravce neakceptuje náhradní kapacitu dráhy, nebo se cítí diskriminován, obrací se na regulační subjekt, případně se snaží spor řešit soudní cestou. Podobná kolize požadavků je však očekávatelná a měla by se řešit „standardním“ mechanismem.

Proces dražby je opatření naprosto nediskriminační, neboť vyjeví, který z žadatelů více „chce“ poptávanou kapacitu, tedy, pro kterého představuje tato kapacita vyšší ekonomický přínos.

2.4 Stanovení pravidel pro konstrukci tras

Kategorizace grafikonových tras vlaků

Je navržena kategorizace tras podle dvou rozměrů, přehledně znázorněná na Obr. 5.

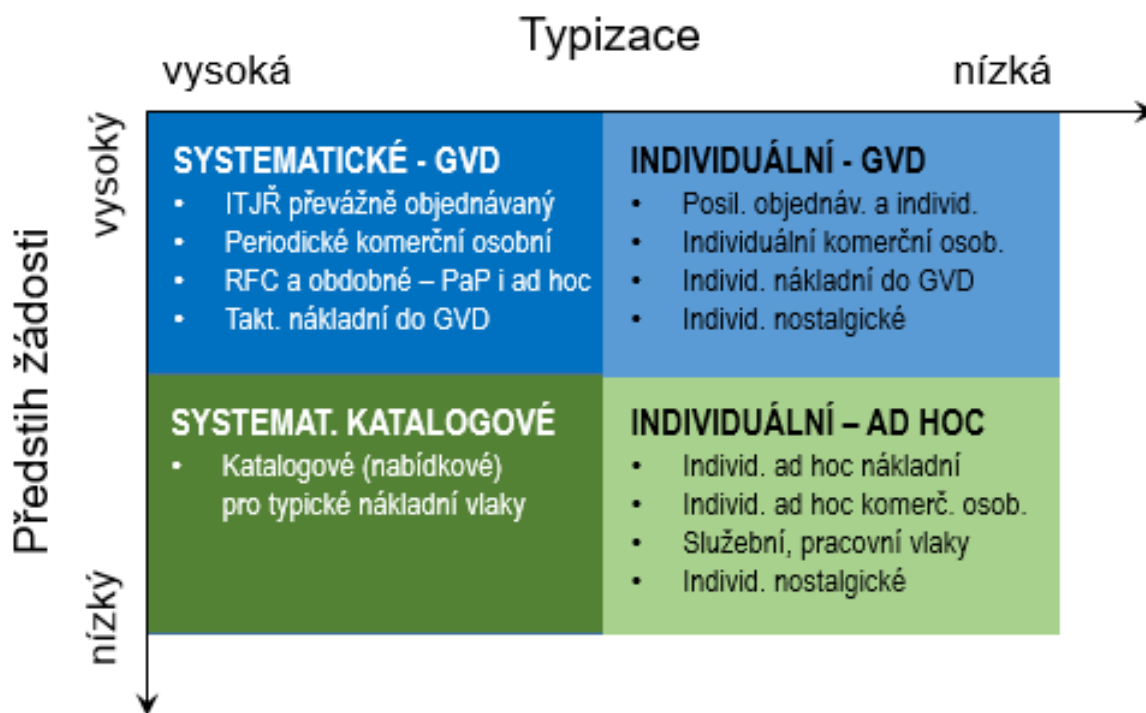
Prvním rozměrem je „typizace“ trasy. Pro taktové či periodické vlaky osobní dopravy a nákladní vlaky s typickými parametry (dopravní hmotnost, výkon hnacích vozidel a jejich poměr – měrný trakční výkon, stanovená rychlost a délka vlaku) je navrženo používat periodicky se opakující – *systematické/katalogové trasy*. První pojem vyjadřuje periodicitu tras bez ohledu na míru jejich skutečného využití jízdou vlaku, zatímco druhý pojem vyjadřuje univerzálnost trasy pro více než jednoho dopravce. Ostatní trasy jsou pak *individuální* – konstruované na míru požadavků dopravce (na časovou polohu i parametry vlaku) do té míry, dokud nenarušují systematické či síťově významné katalogové trasy.

Druhým rozměrem je „včasnost“ žádosti o kapacitu. Pravidelné trasy jsou většinou určeny pro pravidelné vlaky ve smyslu SŽDC D1.

Výjimku mohou tvořit PaP ve smyslu Nařízení EU 913/2010 v platném znění, vyhrazené k přidělování dopravcům s mezinárodními nákladními vlaky o odpovídajících parametrech. Systém PaP přitom může být doplněn systémem obdobných taktových tras určených přednostně pro mezinárodní Nex vlaky, avšak nezatížený dodatečnou administrativou spojenou s RFC. Tyto trasy se nachází na pomezí pravidelných a katalogových tras, ale vzhledem k jejich nutné legislativní ochraně před konfliktními trasami v režimu ad hoc je navrženo jejich zařazení do kategorie tras pravidelných.

Protikladem pravidelných tras jsou katalogové (nabídkové) trasy určené pro přidělování v režimu *ad hoc*. Tyto trasy mohou být jak taktové, tedy pro typické nákladní vlaky a s garantovanými stanicemi předjetí a průjezdy uzly, tak i individuální.

Druhou podkategorií jsou „čisté ad hoc trasy“, které jsou konstruovány až na základě konkrétního požadavku dopravce.



Obr. 5. Navržená kategorizace grafikonových tras vlaků.

Podrobná architektura tras

Níže navržená metodika bude vycházet z paradigmatu *částečně periodické kapacity*. Tu je možné definovat jako periodicky se opakující „vzorek“ tras o určité jednotné periodě (60 min či 120 min). Koncept představený Caimim a kol. [7] a citovaný v analytické části bude dále rozpracován do větší podrobnosti a s adaptováním ohledem na problematiku přidělování kapacity, avšak již bez formálního matematického zápisu.

Trasy uvnitř vzorku lze pak podle míry systematizace rozdělit na

- *taktové celodenní* – podléhají pravidlům ITJŘ
- *taktové posilové* – podléhají pravidlům ITJŘ, jsou zavedeny v přepravních špičkách osobní dopravy (denních, případně týdenních, teoreticky i ročních), ideálně v prokladu nebo ve svazku s taktovými celodenními trasami
- *taktové s alternativním vedením skrz uzly* (pro nákladní dopravu, dle Drábkovy postupu – viz Obr. 17 v analytické části) – zde podléhají pravidlům ITJŘ s výjimkou SJD a v lokálním rozsahu i s výjimkou jednotné osy symetrie, je-li to potřeba z důvodů sklonových poměrů či z dopravních důvodů

- *periodické* – podléhají jednotné době taktu dané periodou (tj. časovou šíří) vzorku a jednotné ose symetrie, nikoli (ne nutně) ovšem dalším pravidlům ITJŘ. Mohou být určeny pro komerční či posilové spoje osobní dopravy, nebo pro nákladní trasy ad hoc
- *individuální* – omezeny pouze rozměry periodických časových oken, vymezených taktovými, případně i periodickými, trasami. Mohou být jak posilové, tak ve formě reakce na poptávku dopravce.
- *jednosměrné (periodické či individuální)* – z důvodu jednotné osy symetrie mohou být konstruovány současně jen v jednom směru. Protože tudíž „samy sebe“ nepotkávají v čase symetrie, mohou využívat mnohdy zajímavá periodická časová okna

Trasy uvnitř vzorku lze rovněž podle míry „celodennosti“ rozdělit na:

- *celodenní* (taktové – kromě alternativního vedení nákladních tras skrz uzly, teoreticky i periodické)
- *posilové* (v přepravních špičkách)
- *individuální*,

přičemž všechny trasy kromě celodenních je možné chápat jako vzájemně *alternativní*.

Aby celý systém tras fungoval, je třeba respektovat jejich hierarchii. Na prvním místě budou trasy celodenní, na druhém ostatní taktové, na třetím periodické, na čtvrtém individuální. Vždy bude nejprve vytvořen vzorek taktových, případně periodických, tras, s jasným rozlišením tras celodenních a posilových. U celodenních nákladních taktových tras by mělo být bezkonfliktně naplánováno celé rozpětí alternativního vedení tras skrz uzly. Vlastní koordinaci taktových a periodických tras je pak nutno chápat jako iterativní proces, vycházející z rámcových časových požadavků dopravců. Proces konstrukce *periodického vzorku tras* je tak vlastně totožný s klasickou konstrukcí jízdního řádu, s výjimkou časového rozsahu, který je omezen na nejvyšší dobu taktu ve vzorku – 60 min, případně 120 min. *Pro výhled osobní dopravy i významné koridory nákladní dopravy je žádoucí směřovat k době taktu vzorku 60 min.*

Segmentace částečně periodické kapacity

Jednotlivé taktové a periodické trasy je žádoucí *svazkovat*, tedy sdružit do segmentů o stejné úsekové jízdní době. V tomto smyslu lze za stejnou jízdní dobu považovat i rozdíl pravidelných jízdních dob cca 1-2 min v mezistaničním úseku. Pokud je to účelné pro úsporu kapacity, je možné přizpůsobit úsekovou jízdní dobu linky osobní dopravy či taktové/periodické nákladní trasy převažující úsekové jízdní době tak, aby svazkování bylo umožněno (viz dále). Podmínkou je však technická proveditelnost dané jízdní doby a přiměřenost dopadu na dopravce, případně objednatele, způsobeného umělým prodloužením jízdní doby či neobsloužením (či méně četným obsloužením) určitého tarifního bodu linkou osobní dopravy.

Pokud to technicky proveditelné není, nebo by dopad změny jízdní doby byl nepřiměřený úspoře kapacity, vznikne další *segment tras*, který je opět žádoucí svazkovat. Jak bylo uvedeno výše, v případě výskytu tří a více segmentů tras je vhodné, po vyčerpání potenciálu svazkování stejně rychlých tras, přistoupit ke svazkování tras různě rychlých ve vzestupném, případně naopak sestupném, pořadí dle úsekových jízdních dob.

Složky taktové a částečně periodické kapacity

Požadavek svazování tras jde proti požadavku na atraktivní interval obsluhy cestujících, tedy na co nejnižší dobu taktu. Z principu ITJŘ pak vyplývá, že každá doba taktu musí být vždy dvojnásobkem nejbližší nižší doby taktu. Řešitelský tým považuje z pohledu žádoucího vývoje železniční osobní dopravy za nevhodnější tyto doby taktu:

- 60 min: základní doba taktu (dálková a regionální doprava, celodenní trasy)
- 30 min: nejvýznamnější dálkové relace, příměstská doprava v okolí „krajských“ měst, příměstská doprava ve vnějších pásmech největších aglomerací (celodenní, u méně významných relací pouze ve špičkách, je tedy možná alespoň částečná alternace s nákladní dopravou)
- 15 min: příměstská doprava ve vnitřních pásmech největších aglomerací (Praha, Ostravsko, Brno)

Při smíšeném provozu dálkových a příměstských vlaků leží 15-min takt již na hraně přijatelnosti, neboť limituje rozdíl jízdních dob vlaků Os a R/Ex, kdy ještě není nutné předjíždět vlaky Os. Toto předjíždění je velmi nežádoucí zejména v případě denní dojíždky. Problém může být zmírněn aplikací *pásmového provozu*, kdy vzniknou dva systémy vlaků Os: první, zastavující všude, včas skončí, a naváže na druhý, který všechny zastávky prvního systému, kromě konečných a nejvýznamnějších, projíždí. Alternativou je co nejpřesnější proklad dvou 30-min taktů s odlišným zastavováním. V případě *střídavého zastavování*, kdy každý systém vlaků projede v daném mezistaničním úseku stejný počet tarifních bodů (např. mezi žst. Úvaly a Český Brod první systém projede Tuklaty a druhý Rostoklaty), je možné dodržet přesný proklad do poloviční doby taktu. V opačném případě dochází k rozpadu na dva segmenty příměstské osobní dopravy.

Nižší dobu taktu příměstských vlaků, tedy 7,5 min (v JŘ střídavě 7 a 8 min) lze uvažovat prakticky jen v případě vzájemné segregace dálkových a příměstských vlaků či v případě velmi krátkého úseku (např. Praha-Smíchov – Praha hl. n. či Ostrava Svinov – Ostrava hl. n.).

Z hlediska pravidelnosti kapacity jsou výhodné množiny alternativních tras, které jsou buď zcela shodné, anebo alespoň velice podobné.

Zcela shodné jsou trasy konstruované pro stejný modelový vlak, s tímž zastavováním a se stejným rozložením přírážek v jízdních dobách a dalších časových rezerv (např. v dobách pobytu). Jsou to hlavně nákladní taktové katalogové trasy, ale teoreticky lze připustit i taktovou katalogovou trasu osobní, za předpokladu, že se přiděluje střídavě dvěma dopravcům, a interval spojů každého z nich je pak dvojnásobkem doby taktu trasy. Takováto alternace může být výhodná pro soupeřící komerční osobní dopravce s (dynamicky a délkově) stejnými či podobnými soupravami, či pro hypotetický model nabídkového řízení na veřejné služby v přepravě cestujících, v němž objednatel uzavře smlouvu ne s jedním, ale se dvěma, vítěznými dopravci, kterým určí shodnou roli (segment i linku) v systému veřejné dopravy.

Z praktických důvodů je však nutno uvažovat i „téměř alternativní“ a „částečně alternativní“ trasy, u nichž nelze dosáhnout přesné shody, a které tak do dosud taktové kapacity začínají vnášet první aperiodické či lokálně periodické prvky.

Jako příklad první skupiny lze uvést téměř přesný proklad 120-min taktu dopravců ČD (produkt SC Pendolino) a Leo Express v úseku Č. Třebová - Praha v GVD 2012/13 v některých časech mimo přepravní špičky. V době přepravních špiček byly naopak využity prakticky

shodné minutové polohy pro spoje dopravce Leo Express ve směru Ostravsko a dopravce ČD (produkt D1 Express) ve směru Brno. Přesnější proklady byly dodrženy ve směru z Prahy, nulová osa symetrie nebyla u žádného z prokladů dodržena přesně. Tento příklad je nicméně podle řešitelského týmu hodný následování za podmínky, že budou proklad i jednotná symetrie zpřesněny. Takovýto proklad by měl v rámci možností zohlednit požadavky dopravců na dobu obratu v konečných stanicích, tedy umožnění efektivních oběhů vozidel.

Částečně alternativní trasy se vyznačují tak výraznými rozdíly v pravidelných jízdních dobách či v četnosti a dobách pobytů, že mají různý dopad na ostatní trasy. Je tedy třeba je konstruovat tak, aby nebyly ovlivněny ostatní taktové trasy, tedy v rámci kapacity zbylé po konstrukci „vzorku“, ale zároveň před konstrukcí individuálních tras. Příkladem takovéto kombinace mohou být dálkové trasy různých dopravců pro rychlost 160 a 120 km/h, nebo špičková dálková trasa a dodatečná trasa Nex v sedle osobní dopravy. V nezbytných případech se doporučují pouze tyto dva typy odchylek ve vzorku taktových tras:

- Nezavedení trasy Pn (či méně síťově významné trasy Nex) v době přepravní špičky osobní dopravy spojené se zavedením špičkové komerční dálkové trasy, ideálně ve formě doplnění toho svazku taktových dálkových tras, kde je jich méně.
- Posunutí taktové trasy Os v oblasti mimo vnitřní pásmo aglomerace, pokud je doba taktu ve špičce 60 či 120 min, a to pouze v řádu jednotek minut, je-li vynuceno výše uvedeným krokem a slouží-li zároveň k úspornému nakládání s kapacitou dráhy. Toto posunutí by nemělo rozvázat přípojně vazby ani zvýšit počet předjetí vlaku Os v dotčených úsecích.

Skládání složek – vzájemné vazby

Doby taktu, jež nejsou 2^k -násobkem 60 min (kde k je celé číslo) pak logicky vedou k periodickému porušování přípojových a prokladových vazeb v systému (tzv. *nonius-efekt*). Ve velmi specifických případech (kdy je konkrétní dopad nonius-efektu mizivý) si lze představit 10-min takt či 5-min takt (opět na segregované příměstské trati). Naopak 20-min takt se již „nesnese“ ani s 30-min takt, a je tedy prakticky vždy nežádoucí. Tento projekt se tedy bude zabývat pouze třemi výše uvedenými „perspektivními“ dobami taktu, s přiměřenou aplikací 120-min taktu zejména pro nákladní trasy na středně vytížených osách nákladní dopravy.

V případě 15-min taktu příměstských vlaků je vhodné dálkové a nákladní taktové a periodické trasy pokud možno prokládat do 15-min taktu, namísto svazování, které by snížilo možný rozdíl úsekových jízdních dob Os a Ex/R. Naopak u 30-min taktu Os je vhodné svazovat Ex/R a nákladní trasy. Podle poptávky dopravců a denní doby pak stačí buď jeden svazek v hodinovém taktu (přičemž během druhé půlhodiny zbude volné časové okno pro individuální trasy), anebo dva zhruba stejně početné svazky tras ve 30-min taktu.

Kvantitativní požadavky – výkonnostní parametry vozidel

Shluková analýza parametrů vlaků, jejíž výsledky jsou představeny v analytické části, prokázala dostatečnou homogenitu parametrů vlaků (dopravní hmotnost, stanovená rychlost, délka, úhrnný výkon hnacích vozidel) pouze v osobní dopravě. Výsledek odpovídá nižším výkyvům co do složení souprav v osobní dopravě – 1 či 2 jednotky, rozdíl několika vozů u vlaku taženého lokomotivou či motorovým vozem. Výrazné rozdíly byly zaznamenány pouze

v případě dálkových vlaků v elektrické trakci, a to v oblasti výkonu lokomotiv – např. řada 151 ČD oproti moderním elektrickým lokomotivám (řada 380, 383, 386) apod.

Naproti tomu u nákladních vlaků prokázala shluková analýza značnou variabilitu, a to i v případě obdobných reprezentativních vlaků stejné trakce na různých tratích (i v případě vyloučení sklonově náročných tratí). Ještě více než výkon hnacího vozidla se liší dopravní hmotnosti vlaků na jednotlivých tratích. Obecně lze podle dopravní hmotnosti rozlišit vlaky lehké (do cca 1000 t), středně těžké (cca 1200 – 1800 t) a těžké (nad cca 1800 – 2000 t). Zatímco lehké a středně těžké nákladní vlaky je snadné oddělit, dopravní hmotnosti v rozpětí cca 1200 t až cca 2200 t jsou v rámci reprezentativních vlaků zastoupeny rovnoměrně, a je tedy téměř nemožné zvolit jasnou dělící čáru mezi vlaky středně těžkými a těžkými. Byla též zaznamenána velmi volná souvislost mezi kategorií dopravní hmotnosti vlaku a úhrnným výkonem hnacích vozidel – některý reprezentativní vlak má i dvojnásobný úhrnný výkon hnacích vozidel oproti jinému reprezentativnímu vlaku z téže tratě a s podobnou dopravní hmotností. Naopak stanovená rychlost drtivě většiny vlaků byla 90 či 100 km/h.

Z tohoto důvodu řešitelský tým nepovažuje za šťastné stanovit parametry jedné sady typických nákladních tras pro celou podsíť dané trakce (elektrifikovanou či neelektrifikovanou). Pro dále uvedený modelový NJŘ byly ovšem stanoveny typické nákladní trasy s přihlédnutím k výsledkům shlukové analýzy na trati 010. Softwarová konstrukce zmíněného NJŘ rovněž jasně potvrzuje předpoklad, že u nákladního vlaku je kritická fáze rozjezdu na stanovanou rychlost, která trvá tím déle, čím nižší je měrný trakční výkon příslušného vlaku (nelze však hovořit o přímé úměrnosti). Nižší měrný trakční výkon se rovněž projevuje při jízdě do sklonu (při jízdě ve směru lokálního vrcholu u zastávky Bělotín např. na trati 270 Přerov - Ostrava).

Řešitelský tým tedy doporučuje směřovat k segmentaci nákladních tras podle měrného trakčního výkonu. Jednu trasu tak například může využít lehký nákladní vlak tažený starší elektrickou lokomotivou a středně těžký Nex tažený moderní elektrickou lokomotivou. Přitom rozpětí měrných trakčních výkonů pro daný segment tras by mělo souviset se vzácností kapacity v daném kapacitně kritickém úseku – čím vzácnější kapacita, tím nižší rozpětí. Pro přidělení trasy z příslušného segmentu pak musí platit dopravce splnit podmínku minimálního předepsaného měrného trakčního výkonu.

Homogenizace (zrovnoběžnění) tras a svazování

U tras Os vlaků je zřejmé, že nejpomalejší vlak před sebou „hrne“ volnou kapacitu, do které obvykle není možno dostat žádnou další trasu (pokud před touto trasou nejsou vlaky výchozí); jedinou možností je, na tratích s nedostatečnou kapacitou mít takový prostor mezi uzly regionální dopravy, aby bylo možno vlaky regionální dopravy plánovaně v GVD předjíždět, čímž se rovnoměrněji využije prostor ztracené kapacity; toto může vést k dílčímu prodloužení cestovních dob, nikoli však k rozbourání přestupních, příp. taktových uzlů – zde jsou velmi jemné nuance na popis a rozhodování je velmi intuitivní (je zjevné, že čím dále od centra dojížďky se předjetí uskuteční, tím je přijatelnější - dotkne se menšího počtu lidí ve vlaku) a zároveň je zjevné, že čím větší heterogenita, tím četnější by předjetí mělo být;

U výše uvedené otázky předjíždění je i při zachování přestupních uzlů problematické, jak posoudit/vyhodnotit námitky objednatelů na ne/funkční autobusové přípoje, kdo a jakým způsobem onu "přípustnost předjíždění" rozhodne?

Zatímco u nákladní dopravy mohou určité řešení představovat flexi-trasy, paralelou u osobní dopravy by mohla být „předjízdna flexibilita“, která by vyjadřovala toleranci objednatele k předjíždění a SŽDC by za to poskytovala nějaký bonus (= slevu) při konstrukci trasy.

Je však nutno uvést, že předjíždění představuje "pouze" rovnoměrnější využití kapacity tratí, neboť "žádná nová" kapacita tímto nevznikne; kapacita „vzniká“ rychlejšími uvolňováními traťových oddílů - proto ji nejvíce spotřebovávají buď vlaky pomalé, anebo vlaky velmi rychlé (rozklad zábrzdne vzdálenosti do více oddílů)

Výše uvedené směřuje k tomu, že čím větší četnost požadavků s velkou vzájemnou heterogenitou (byť úseková), tím větší prioritou by daný úsek měl být při stavebních opatřeních (např. při výstavbě více kolejnosti...)

Svazky tras dálkové osobní dopravy

V případě shodné stanovené rychlosti vlaku (např. 160 km/h), „běžného“ hnacího vozidla a „běžné“ délky vlaku do cca 8 vozů, a v případě shodného či téměř shodného zastavování je možné přesné svazkování vlaků různých dálkových linek.

V době přepravních špiček (denních i týdenních) lze pak očekávat posílení vlaků o další vozy, a tedy zhoršení dynamických parametrů. Z tohoto důvodu je třeba v rámci konstrukce tras dimenzovat dostatečné přírážky k teoretické jízdni době a mezi svazkované trasy vkládat přiměřené časové zálohy.

Větším problémem může být různá zastavovací politika u svazkovaných linek, která může navíc u komerčních dopravců vykazovat značné meziroční změny. Řešením je jednak navržená koncepce mechanismu zpoplatnění dopravní cesty, směřující k homogenizaci tras, jednak svazkování vlaků tak, aby nejdřív odjel rychlejší/méně často zastavující vlak a po něm odjel pomalejší/častěji zastavující vlak (viz podkapitola o homogenizaci tras v analytické části).

Svazky tras nákladní dopravy

V případě různé stanovené rychlosti vlaků je navrženo jejich zohlednění v konstrukci GVD, tedy rychlejší vlak odjede před pomalejším, v opačném směru je pak sled díky jednotné symetrii opačný. Zajímavý případ může nastat, pokud má pomalejší vlak výrazně nižší měrný trakční výkon. I tak se ale v zásadě doporučuje zachovat sled vlaků, neboť po rozjezdu již měrný trakční výkon nehraje roli, pokud se nejedná o úsek ve výrazném sklonu. V takovém případě je pak zpravidla možné sled vlaků upravit prodloužením pobytu na připojení dodatečného činného hnacího vozidla.

Z níže představeného modelového nákrešného jízdniho řádu jasně vyplývá, že u nákladních vlaků s průměrným až nízkým měrným trakčním výkonem je „kapacitně kritická“ právě fáze rozjezdu ze zastavení na stanovenou rychlost. Obecně tedy není vhodné předjíždět nákladní vlaky jedoucí ve svazku v téže stanici, neboť následný rozjezd prvního z nich výrazně prodlužuje dobu obsazení prvního traťového oddílu, a tedy následné mezidobí, což vede k druhotné spotřebě kapacity.

Zásady pro konstrukci nákladních tras

Volba předjízděné koleje

Předjíždění nákladního vlaku by mělo být pokud možno konstruováno mimo úzká hrdla sítě, tedy mimo úseky s nejvyšší četností (a heterogenitou) osobní dopravy. V případě trasy v rámci RFC musí být ovšem prvním kritériem dostatečná délka koleje. V případě více možností se pak vybere kolej mimo úzké hrdlo.

U ostatních nákladních tras je třeba konstruovat předjíždění vždy až za vrcholem trati, pokud trať obsahuje úsek s výrazným sklonem. V případě potřeby připojení dodatečného činného hnacího vozidla je vhodné tuto operaci provozně spojit s předjetím, ovšem ještě před začátkem výrazného sklonu. Pokud stanice leží na vrcholu trati, je možné předjetí i v ní.

V případě jednokolejných tratí je třeba se obdobně řídit odstavcem 8.6 článku 8 Směrnice SŽDC č. 69 [80].

Tyto požadavky, jejichž účelem je úspora trakční energie i kapacity, pak vedou na *lokální asymetrii* (tj. mezi dvěma uzly) nákladních tras v rámci obou směrů.

Vlastní konstrukce nákladních tras

Pro vlastní konstrukci nákladních tras navrhuje řešitelský tým převzít rámcový postup z Drábkovy disertační práce [108], citovaný v analytické části a zobrazený na Obr. 17 tamtéž, tedy:

1. Vymezení doby taktu nákladních tras (na základě doby taktu osobní dopravy a četnosti typických nákladních vlaků)
2. Konstrukce „základních“ nákladních tras skrz úzká hrdla (nejprve jako projíždějící celým daným úsekem) a jejich svazkování s nejčetnějším segmentem osobní dopravy
3. Prodloužení tras do uzlů
4. Propojení tras a jejich *iterativní koordinace* jak s osobní dopravou (viz dále), tak z hlediska průjezdu uzlem. V případě lokálního přebytku kapacity aplikace synchronizační jízdní doby tak, aby se nákladní vlak jedoucí daným směrem vyhnul časové kolizi s jiným vlakem jedoucím skrz uzlovou stanici. Viz též Obr. 16 a 18 v analytické části.
5. Sběr podkladů pro výhledová provozní či infrastrukturní opatření

Postup iterativní koordinace taktových tras

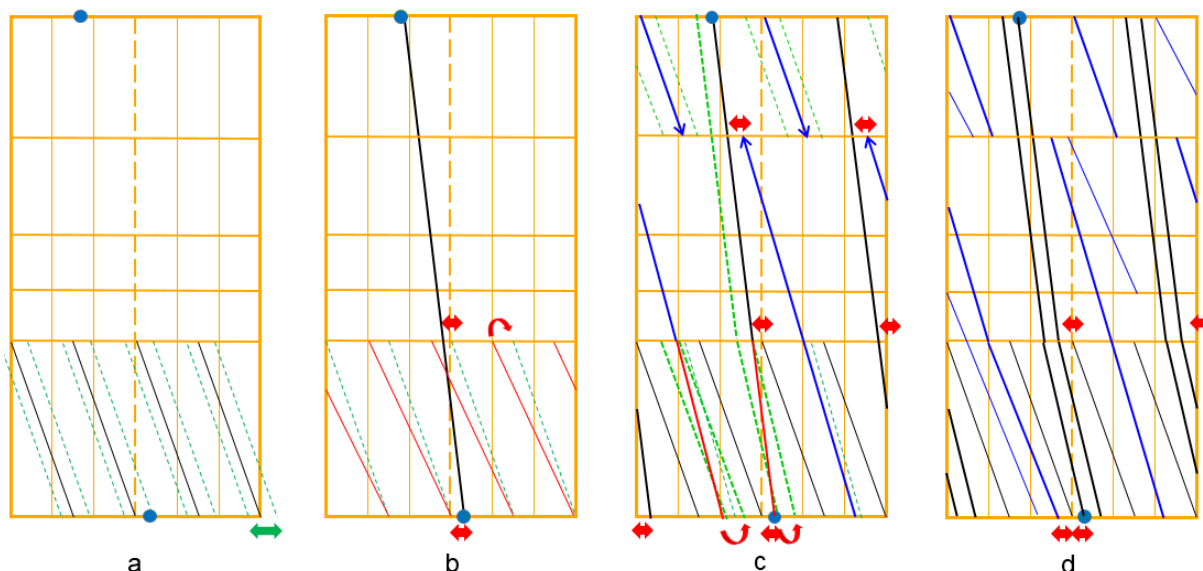
Iterativní koordinace příměstských, dálkových osobních a Nex taktových tras, jejímž výsledkem je základní prvek „stavebnice“ tras, je znázorněna na Obr. 6, a to v hodinovém okně pro jeden směr jízdy na dvojkolejně trati. Trasy jsou zobrazeny zjednodušeně ve formě úsečky, jejíž sklon odpovídá úsekové cestovní rychlosti, mezilehlé pobyty tedy nejsou znázorněny (viz též Obr. 30 v analytické části). Z důvodu ilustrativnosti rovněž nejsou znázorněny přesné minutové polohy tras ani další prvky NJŘ.

Tenkou zelenou čárkovanou čarou jsou zobrazeny hranice disponibilní periodické kapacity pro průjezd do úseku za uzlovou stanicí (části a) a c)) či požadované časové polohy tras (část b)). Červeně jsou zobrazeny „rušící“, tedy konfliktní, původní trasy či jejich části, které je nutno homogenizovat – u Os „zrychlit“ redukcí zastavovací politiky, u Nex a v nezbytném případě i u dálkové osobní dopravy naopak lokálně „zpomalit“. Červené šipky zobrazují kritické časové vazby, vyplývající z provozních intervalů, případně zvětšených o časovou zálohu nezbytnou pro stabilitu provozu. Zelená šipka znázorňuje „vůli“ pro posun periodické trasy. Modré kolečko znázorňuje požadovaný čas odjezdu, případně příjezdu, dálkového vlaku, např. z důvodu dosažení taktového uzlu či směrové přípojové vazby. Ve skutečnosti i zde zpravidla existuje určitá vůle, avšak typicky pouze v řádu jednotek minut.

Část c) obrázku znázorňuje konstrukci dálkových a Nex tras koordinovaných jak vzájemně, tak s příměstskými Os. V případě požadavku na vyšší kapacitu není tato fáze ještě konečná, neboť následuje homogenizace rychlých tras.

Část d) obrázku pak znázorňuje výsledný „základní prvek“ s jednou, případně dvěma, dálkovými trasami, které by se v případě absence nákladní dopravy teoreticky mohou takto opakovat v 15-min taktu. Prakticky však musí dostačovat 30-min takt z důvodu ponechání kapacity pro pomalejší nákladní a regionální vlaky. Obdobně Nex trasy jsou z důvodu prokladu s trasami dálkovými a průjezdu skrz Os trasy proloženy do 30-min taktu. Tento proklad je však porušen z důvodu úsekového „zpomalení“ jedné z Nex tras, tak, aby se získala dodatečná kapacita pro Pn trasu v hodinovém taktu. Trasy Mn, Lv vlaků apod. jsou již individuální a využívají zbylou kapacitu, případně nevyužitou kapacitu z katalogu, tedy například nepřídělené Pn či Nex trasy.

V opačném směru pak proběhne „zrcadlový“ proces tak, aby výsledný JŘ zachovával jednotnou osu symetrie v síti, přičemž u nákladních tras může být v určitých případech (mezilehlý vrchol trati či průjezd skrz uzlovou stanicí) přípustná lokální asymetrie – viz předchozí podkapitola. Tato asymetrie však nesmí zasahovat do osobní dopravy (např. při předjíždění Os vlaku). V případě rozdílných provozních intervalů pro daný prvek sítě či rozdílných teoretických jízdních dob skrze daný úsek v rámci obou směrů bude pro oba směry převzata vyšší hodnota. Pokud by však prosté sčítání jízdních dob vedlo k neúměrnému prodloužení jízdní doby pro oba směry a směrové rozdíly se mohou v rámci relativně krátkého úseku vyrušit (např. z důvodu rozdílu rozjezdového zrychlení a brzděného odrychlení), je přípustná lokální asymetrie tras (viz též Obr. 20 v analytické části) tak, aby jízdní doba v rámci úseku se stejnou skladbou i sledem vlaků byla v obou směrech shodná (vyšší hodnota za oba směry).



Obr. 6. Iterativní koordinace taktových příměstských, dálkových, Nex a Pn tras – v hodinovém okně pro jeden směr na dvojkolejně trati.

Doporučení pro hospodaření SŽDC s katalogovými a ad hoc trasami

Řešitelský tým doporučuje SŽDC při současném „zpravidelnění“ tras zvýšit flexibilitu při jejich přidělování, pokud trasy nebyly přiděleny v rámci přípravy GVD či jeho změn.

Zvláštní postavení pak mají trasy PaP a obdobné mezinárodní nákladní trasy, které mohou být přidělovány v procesu ad hoc, avšak vyžadují ochranu rovnou trasám přiděleným v GVD.

K uvedeným trasám je vhodné přiřadit *rezervní trasy*. Tyto trasy by měly být konstruovány pro vlaky Nex, ale tak, aby je mohly v případě potřeby využít i dálkové vlaky osobní dopavy. Primárním účelem rezervních tras je jízda zpožděných vlaků za účelem rychlejšího návratu do stavu plnění GVD. Sekundárním účelem je jejich přidělování v režimu ad hoc „na poslední chvíli“, avšak mimo týdenní špičky (pátek odpoledne, neděle večer) a pokud možno i denní špičky v osobní dopravě. Rezervní trasy je třeba zkonstruovat do GVD, avšak není nutné je zveřejňovat, dokud nejsou nabídnuty dopravcům.

Všechny tři typy výše zmíněných tras je třeba zahrnout do taktového vzorku tras, přičemž doba taktu rezervních tras je navržena 60 min či 120 min (na méně vytižených hlavních tratích).

Další postupy pro úsporu či zvýšení kapacity – dlouhodobé

Řešitelský tým obecně doporučuje GŘ SŽDC zvážit *novou segmentaci konkrétních úseků tratí* na základě jejich role v síti (centrální úzká hrdla, nejdůležitější úseky se

smíšeným provozem, vnitrostátní hlavní tratě, přeshraniční hlavní tratě, regionální hlavní tratě, významné a méně významné tratě regionální) a přepravního významu jednotlivých úseků pro osobní i nákladní dopravu.

Řešitelský tým obdobně doporučuje zvážit *novou segmentaci stanic* jednak na základě významu úseku, na němž se nachází, s rozlišením stanic přípojných, jednak na základě (i výhledové, vyplývající z koncepčních dokumentů MD, SŽDC či objednatelů, nebo z konzistentních požadavků dopravců) četnosti pravidelných i nepravidelných křížování a/nebo předjíždění či obrátů vlaků osobní dopravy, případně obrátů či posunu u nákladních vlaků v dané stanici.

Výše nastíněná segmentace nemá nahrazovat jakoukoli kategorizaci tratí podle platné legislativy nebo jiných potřeb SŽDC, ale doplnit tyto kategorizace a přispět ke kvalitnějšímu plánování rozvoje sítě, k lepší koordinaci Studií proveditelnosti a k formulaci cílenějších a propracovanějších projektových variant v těchto studiích, které umožňují dosáhnout příznivějšího poměru nákladů a přínosů, zároveň ovšem nepodvazují možný další rozvoj sítě, např. systém Rychlých spojení. Tato segmentace je tedy určena spíše pro dlouhodobý výhled než pro účely selektivní nabídky kapacity vůči dopravcům. Kategorizaci tratí podle připravovaného Prohlášení o dráze SŽDC 2018 neměl řešitelský tým v době zpracování metodiky k dispozici.

Systémová křížování, včetně špičkových a pro nákladní vlaky

V rámci výše uvedené segmentace stanic řešitelský tým dále doporučuje jasně vydělit stanice (popř. výhybny) na jednokolejných tratích, které slouží pro *systémová křížování* vlaků osobní dopravy, tedy pro křížování, která se opakují v taktu. Zde je třeba navíc rozlišit systémová křížování celodenní a pouze v přepravních špičkách, kdy dochází ke snížení doby taktu na polovinu.

Řešitelský tým doporučuje zachovat pro výše uvedené stanice nejméně tři dopravní koleje sloužící pouze pro křížování vlaků, z důvodu snadného průvozu nákladních vlaků skrze taktový uzel osobní dopravy. Křížováním nákladního vlaku v taktovém uzlu se nejlépe využije kapacita jednokolejné trati, pokud je toto opatření doplněno rozdělením přílehlých mezistaničních úseků na dva či více traťové oddíly, přičemž vždy oddíl bližší k taktovému uzlu by měl být kratší, z důvodu minimalizace následného (a ve směru zpět příjezdného) mezidobí.

V dlouhodobém výhledu se doporučuje navrhovat dvojkolejné úseky na relevantních jednokolejných tratích tak, aby pokud možno umožňovaly „dvojitá křížování“ – např. systémové křížování vlaků osobní dopravy a poté křížování protisměrných vlaků osobní dopravy a nákladního. V případě střední a vyšší intenzity nákladní dopravy na dané trati je pak vhodné navrhovat tyto dvojkolejné úseky co nejvíce na míru taktovým katalogovým trasám pro nákladní vlaky typické na dané trati.

Další křížování a předjíždění na jednokolejných tratích

Na jednokolejných hlavních tratích s celodenním hodinovým taktem doporučuje řešitelský tým ponechat stanice či výhybny umožňující křížování vlaků osobní dopravy i nákladních vlaků, i v úsecích mezi stanicemi pro systémová křížování. Podle místních poměrů (zda má daný traťový úsek významné dopravní vazby na zbytek sítě na jednom či obou jeho koncích) a podle analýzy realizovaných zpoždění by měl investor (nyní příslušná Stavební

správa) rozhodnout o rekonstrukci či vybudování těchto stanic (popř. výhyben) buď v polovině časové vzdálenosti mezi nejbližšími stanicemi pro systémová křižování, anebo blíže k té stanici se systémovým křižováním, od níž se častěji šíří zpoždění. Tyto doplňkové stanice mají sloužit jednak pro přeložení křižování vedoucí ke snížení celkového zpoždění, jednak pro další možnost křižování nákladních vlaků s vlaky osobní dopravy. Je tedy vhodné dimenzovat užitečnou délku dopravních kolejí v této stanici i na přiměřeně dlouhý nákladní vlak, přičemž by se investor neměl omezovat současnými délkami nákladních vlaků. Ve specifických případech (např. v případě sklonově náročných úseků) je třeba určitou stanici z této kategorie přizpůsobit rovněž pro předjetí nákladního vlaku vlakem osobní dopravy.

Systémová a operativní předjíždění na dvojkolejných tratích

Na dvojkolejných tratích doporučuje řešitelský tým *koncipovat předjíždění nákladních vlaků pro každý směr jízdy odděleně*, avšak s přihlédnutím ke globálnímu zachování jednotné (nulové) osy symetrie i u nákladních tras.

Systémová předjíždění jsou pravidelná předjíždění nákladních vlaků, případně vlaků Os, a v nezbytných případech i jiných vlaků vlaky dálkové osobní dopravy či vlaky Nex.

Řešitelský tým doporučuje dlouhodobě směřovat ke stabilizaci systémových předjíždění do vhodných stanic – za vrchol trati a pokud možno mimo úzká hrdla, mimo významné uzlové stanice (např. Kolín).

Zvláštním případem stanic vhodných pro systémová či operativní předjíždění jsou stanice ležící před (ve specifických případech i za) významnými uzly osobní dopravy, např. Říkovice (před Přerovem), Dlouhá Třebová (před Českou Třebovou) atd. V těchto stanicích je vhodné v rámci konstrukce GVD či operativního řízení provozu naplánovat předjetí nákladního vlaku, aby se předešlo jeho předjetí v uzlu, kterým se druhotně spotřebovává kapacita.

Výše uvedené stanice je vhodné při nejbližší příležitosti vybavit na vjezdu i na odjezdu z příslušné předjízdny koleje (či kolejí) výhybkami pro rychlost 60 km/h do odbočky. V případě příznivých územních poměrů a zejména u stanic, umístěných v síti vhodně pro předjíždění nákladních vlaků v obou směrech (z toho alespoň v jednom směru pro systémové předjíždění) je vhodné připravit v nejbližším vhodném výhledu prodloužení této stanice tak, aby užitečná délka jedné či dvou předjízdny kolejí v každém směru činila nejméně 800 m (pro délku vlaku 740 m, z důvodu rezervy pro snadné zastavení a nepřesnosti odometrie ETCS). Pro takovýto případ je dále třeba zvážit vyšší rychlost do odbočky (70-80 km/h dle místních poměrů) na odjezdu z předjízdny koleje v případě výskytu nezanedbatelného množství nákladních vlaků s vysokým měrným trakčním výkonem a stanovenou rychlostí nejméně 100 km/h, nebo četného (i operativního) předjíždění vlaků osobní dopravy v příslušné stanici v daném směru.

Výše uvedená varianta modernizace stanice je poměrně nákladná, proto by jí mělo předcházet dopravně-technologické posouzení na základě dlouhodobých záměrů v platném Plánu dopravní obsluhy území vlaky celostátní dopravy, očekávatelných záměrů komerčních osobních dopravců a ideálně i na základě síťového konceptu taktových nákladních tras včetně PaP s vydělenými trasami pravidelnými i rezervními pro 740 m dlouhé nákladní vlaky.

V případě nutnosti systémového předjíždění 740 m dlouhých nákladních vlaků a současné nemožnosti či obtížnosti prodloužení předjízdny kolejí v současných stanicích navrhuje řešitelský tým ve vhodných místech zřídit „jednosměrné stanice“³ s jednou či dvěma

³ Přesný název této dopravní závisí na posouzení příslušným gestorem na SŽDC.

předjízdnyými kolejemi a výhybkami s rychlostmi do odbočky uvedenými výše. Propojení traťových kolejí kolejovými spojkami přitom obecně není nutné.

Zkrácení následného a příjezdného mezidobí

Řešitelský tým doporučuje směřovat k tím kratším traťovým oddílům, čím blíže místům zastavení dálkové osobní dopravy či místům systematického či častého operativního předjíždění se tyto oddíly nachází. V rámci současných norem a předpisů se doporučuje prověřit všechny možnosti umístění cestových návěstidel pro zkrácení traťových oddílů při zachování bezpečnosti provozu.

Řešitelský tým se v tomto projektu nezabývá systémem ETCS, avšak doporučuje volit i několikanásobně kratší traťové oddíly, než je současná minimální hodnota 1 000 m pro automatický blok, resp. rychlost vyšší než 100 km/h. Toto bude patrně vyžadovat úpravy na straně zabezpečovacího zařízení. V případě ekonomické nemožnosti dosáhnout krátkých oddílů po celé délce hlavní tratě doporučuje řešitelský tým oddíly postupně zkracovat vždy směrem ke stanici zastavení dálkové osobní dopravy (v i proti správnému směru).

Pro podporu svazkování dálkových vlaků osobní dopravy na nejvýznamnějších úsecích hlavních tratí (např. Česká Třebová – Pardubice – Praha nebo Brno – Přerov) doporučuje řešitelský tým v příslušných studiích proveditelnosti směřovat ke *zdvojení nástupních hran pro dálkovou dopravu*, pro daný směr vždy v rámci téhož ostrovního nástupiště, a dimenzovat délku obou nástupních hran vždy na hodnotu 400 m, ve shodě s TSI subsystému infrastruktura pro nově vybudované vysokorychlostní tratě, která odpovídá vlaku o 14 vozech řady Bmz. Zdvojení a prodloužení nástupních hran by mělo být při modernizaci stanice doprovázeno umožněním jízdy rychlostí 80 km/h či více (tj. bez nutnosti snižovat rychlost na zhlaví – dle délky dopravní a místa zastavení) z a na kolej s odbočnou nástupní hranou. Samozřejmým požadavkem je rovněž absence dlouhých pobytů jiných vlaků u těchto hran a segregace příslušných kolejí od předjíždění nákladních vlaků.

Zdvojení nástupních hran šetří kapacitu dráhy, neboť umožňuje těsnější svazkování dálkových tras, které může být ještě podpořeno výše zmíněným postupným zkracováním traťových oddílů směrem k příslušné uzlové stanici (vždy pro oba směry). Doba výměny cestujících, která může ve významných uzlech v době přepravních špiček překračovat 2-3 minuty, tak přestane být kritickou pro výpočet následného mezidobí svazkovaných dálkových vlaků.

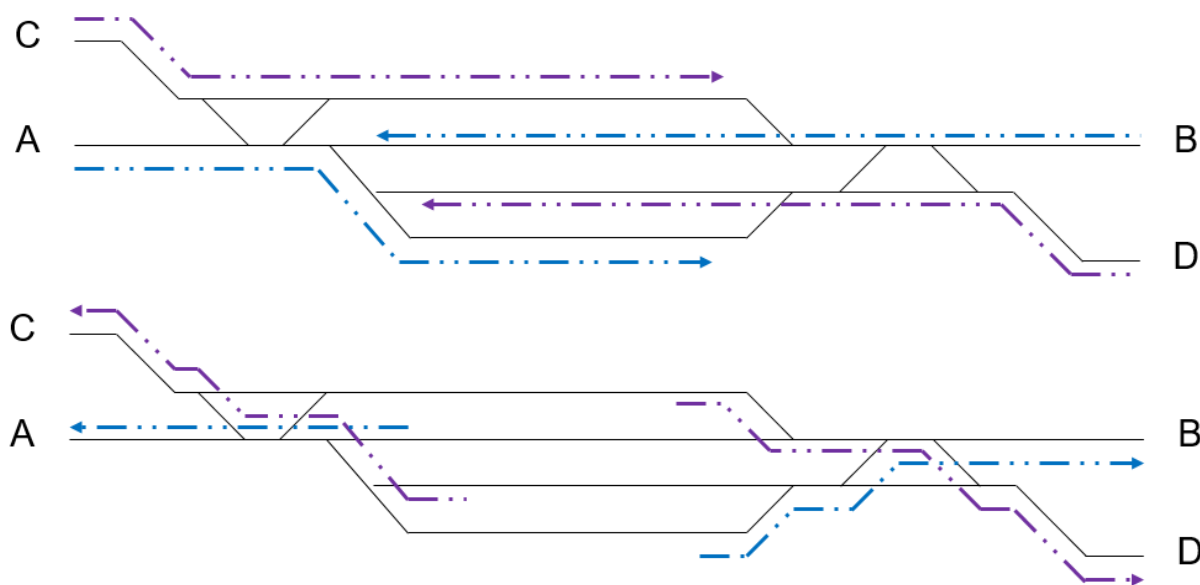
Uzlové (např. seřaďovací či předávací) stanice, které jsou významnými zdroji a/nebo cíli přepravy pro nákladní vlaky a zároveň jsou napojeny na hlavní tratě s vysokým využitím praktické propustnosti, je vhodné při nejbližší modernizaci doplnit „*rozjízdnyými a sjízdnyými kolejemi*“. Totéž se týká uzlových stanic, významných pro osobní i nákladní dopravu (např. Přerov). Důvodem je delší doba obsazení traťového oddílu nákladním vlakem rozjízdějícím se ze zastavení, která se zvyšuje s klesajícím měrným trakčním výkonem vlaku. U nákladního vlaku brzdícího do zastavení dochází k výrazně nižšímu, avšak nikoli zanedbatelnému prodloužení doby obsazení posledního traťového oddílu. Z těchto důvodů řešitelský tým navrhuje, kdekoli je to možné a vhodné, navrhopvat v rámci projektu modernizace relevantních stanic souběžné rozjízdne koleje až několik kilometrů dlouhé, s napojením na hlavní trať rychlostí 80-100 km/h a sjízdne koleje s napojením z hlavní trati obdobnou rychlostí, tak, aby typický nákladní vlak vyskytující se na této koleji nemusel brzdit výrazně dříve a podvazovat tak kapacitu hlavní tratě.

Uzly – současné jízdy

Kapacita (propustnost) uzlové stanice je obecně tím vyšší, čím více relevantních současných vlakových cest umožňuje dopravní schéma této stanice. Závisí samozřejmě i na kategorii zabezpečovacího zařízení, to se však na síti SŽDC průběžně modernizuje.

V případě uzlových stanic, které jsou navíc taktovými uzly, pak řešitelský tým doporučuje volit obsazení staničních kolejí, s přihlédnutím k dosažení co nejkratších přestupních vzdáleností, tak, aby byly zajištěny, umožňuje-li to zabezpečovací zařízení a bezpečnost cestujících, pokud možno bezkolizní vjezdy do stanice. Pokud jsou pro realizaci taktového uzlu nezbytné současně vyloučené vlakové cesty, doporučuje se tyto postupně realizovat až při odjezdu vlaků ze stanice. Výhodou tohoto řešení je možnost začlenění doby na postavení odjezdové vlakové cesty do pobytu vlaku v uzlu. Interval postupných odjezdů pak uplyne v rámci doby pobytu v pořadí druhého odjíždějícího vlaku. Prodloužená doba pobytu může být využita jako dodatečná časová rezerva. Navíc tak odpadají některé složky jízdy prvního vlaku k uvolnění, zejména doba jízdy od předvěsti/lichoběžníkové tabulky k uvolnění vjezdového zhlaví.

Tento postup je rovněž vhodný v případě malého rozdílu mezi pravidelnou jízdní dobou a SJD, který v daném případě nelze zvýšit například neobslužením určitého tarifního bodu.



Obr. 7. Úspora kapacity taktového uzlu – současné vjezdy a postupné odjezdy [2].

Kolejové spojky, uzly, popř. odbočky, a mimoúrovňová křížení

Pod pojmem odbočky se dle SŽDC D1 [71] rozumí rovněž kolejové spojky, umožňující na dvou a více kolejných tratích přechod vlaků z jedné traťové koleje na druhou (viz též slovník pojmů). Tyto spojky se doporučuje vkládat na většinu více kolejných tratí tak, aby vzdálenosti mezi místy s možností přechodu mezi traťovými kolejemi byly zhruba konstantní. Rozestup těchto spojek (včetně staničních zhlaví) by měl být úměrný významu v rámci sítě, přepravnímu významu a dopravnímu zatížení daného úseku (dle segmentace nastíněné výše). Každá druhá spojka v pravidelném rozestupu (včetně spojek na vždy alespoň jednom staničním zhlaví pro daný směr) by měla umožňovat jízdu rychlostí nejméně 100 km/h, ostatní spojky by měly

umožňovat alespoň 80 km/h. Toto opatření umožní zvýšení kapacity (propustnosti) při výlukách jedné traťové koleje a při mimořádnostech v provozu. Mimo přepravní špičky pak lze snáze uskutečnit letmé předjíždění, které šetří trakční energii předjížděného vlaku.

Mimoúrovňová křížení (rozplety) zamezují konfliktům v obsazení zhlaví (odbočky) při odbočení vlevo. Řešitelský tým doporučuje na centrálních prvcích železniční sítě směřovat k tomuto řešení všude, s výjimkou nákladišť, vleček a odstavných nádraží obsluhovaných pouze jednotkami vlaků denně. Na ostatních částech sítě by se měla přiměřenost těchto křížení vyšetřit dopravně-technologickým posouzením, u sporných případů doplněným mikrosimulací provozu s uplatněním obvyklých hodnot vstupních zpoždění a dalších očekávatelných mimořádností.

Konverze na střídavou napájecí soustavu

Navržená metodika je invariantní k zabezpečovacímu zařízení i k napájecí soustavě, neboť výsledné provozní intervaly a teoretické jízdní doby vstupují do metodiky jako konstanty. Kvalita přenosu trakční energie však ovlivňuje kapacitu výší napětí využití maximálního hodinového výkonu hnacích vozidel, a tedy i výší tažné síly, kterou mohou reálně vyvinout při rozjezdu zejména nákladního vlaku. Z této síly vyplývá rozjezdové zrachlení, a tedy teoretická jízdní doba v „kapacitně kritickém“ rozjezdovém traťovém oddílu.

Řešitelský tým z těchto důvodů jednoznačně *doporučuje SŽDC směřovat k postupné konverzi elektrizované části sítě, jakož i tratí určených k výhledové elektrizaci, na střídavou napájecí soustavu 25 kV 50 Hz*, která je energeticky úspornější, a to ideálně v souladu s etapami výstavby sítě Rychlých spojení. I v tomto případě by však mělo být napájení centrálních (nejvytíženějších) prvků sítě dimenzováno s dostatečnou rezervou ve smyslu výkonu napájecích stanic a posilovacího trakčního vedení, a to zejména v okolí významných přestupních (zejména taktových) uzlů osobní dopravy a podél všech tratí s vysokou intenzitou nákladní dopravy.

Doporučení pro úpravy řešených úzkých hrdel na síti

Níže jsou uvedena koncepční doporučení pro výše vybrané tratě – úzká hrdla sítě.

Provozní opatření

Řešitelský tým doporučuje motivovat objednatele regionálních vlaků zejména mezi zastávkami Valy u Přelouče (mimo) a stanicí Ústí n. O. (mimo) k obsluze málo vytížených tarifních bodů linkovou dopravou.

Řešitelský tým doporučuje na trati 071 Nymburk – Mladá Boleslav hl. n. motivovat oba objednatele k objednávce společné nabídky R a Sp v hodinovém taktu, tak, aby i přes drobné rozdíly v zastavování bylo dosaženo křížování vždy v minuty 00 a 30, a jednalo se tak prakticky o jeden segment (viz trať 032 v úseku Jaroměř – Trutnov hl. n.).

Dále se doporučuje využít vhodných stanic s nákladním nádražím pro předjíždění 740 m dlouhých vlaků bez nutnosti stavebních úprav – např. Přelouč (směr Pardubice), Hněvice (směr Děčín), Studénka, Český Těšín. V rozsáhlejších železničních uzlech, např. Nymburk hl.

n. seř. n. ve směru Kolín – Lysá n. L. Se doporučuje aplikovat letmé předjíždění nákladního vlaku (s použitím synchronizační jízdní doby).

Optimalizaci trati 170 v úseku Praha-Radotín – Beroun SŽDC připravuje.

Řešitelský tým doporučuje SŽDC zvážit možnost motivovat dopravce nabídkou výrazných slev z poplatků za použití dopravní cesty v případě spojování dvou vlaků na delším společném rameni (např. dálkové vlaky Praha – Brno – dále a Praha – Olomouc – dále) v úseku Praha – Česká Třebová a obdobně i ve směru opačném. Reálně však musí být pro zájem dopravce o toto spojování splněno několik podmínek: mělo by jít o vlaky téhož dopravce (smluvní zajištění jízdy spojeného vlaku dvou dopravců není pravděpodobné) a mělo by jít o linky s kompatibilní časovou polohou, neboť žádný dopravce nepřipustí v dálkové dopravě zdržení zbytečně dlouhým pobytem ve stanici, přes niž většina jeho cestujících tranzituje. Řešitelský tým očekává větší zájem o toto řešení v době plošného zavedení jednotek s automatickým spřáhlem (např. InterPanter nebo Stadler FLIRT). Toto řešení bylo též zohledněno v doplňkové variantě modelového GVD.

Stavební opatření

Řešitelský tým doporučuje připravovat cílené částečné zdvojkolejnění tratě Nymburk – Mladá Boleslav hl. n., v návaznosti na provozní opatření, tak, aby bylo dosaženo vzájemné míjení vlaků osobních a nákladních bez zastavení buď v prokladu do 30-min taktu, anebo ve vzájemném svazku v hodinovém taktu.

Dále se doporučuje výstavba nové dvojkolejné tratě z Plzně ve směru Domažlice, a to ve vhodných etapách a v parametrech vysokorychlostní tratě⁴. Parametry této tratě by ve směru do Domažlic umožňovaly i jízdu nákladních vlaků, tak, aby neomezovaly rychlost ani 60-min takt vlaků osobní dopravy.

Řešitelský tým doporučuje nový dvojkolejný výjezd z nákladních kolejí žst. Praha-Libeň, vedený mimoúrovňově přes běchovické zhlaví ve směru žst. Praha-Malešice.⁵

Dále se doporučuje příprava prodloužení některé předjízdne koleje na užitečnou délku 800 m v následujících stanicích či úsecích za účelem zvýšení kapacity, kvality tras i stability provozu pro 740 m dlouhé vlaky:

- Přelouč (propojit koleje č. 104 a 4, před začátek nástupiště na koleji 4 umístit cestové návěstidlo)
- Zámorsk (prodloužení o cca 250 m ve směru Č. Třebová)
- Brandýs n. O. (zvážit možnost financování výstavby silničního nadjezdu namísto stávajícího přejezdu, asymetrické prodloužení každé koleje o cca 70-100 m ve správném směru jízdy)
- Polom (prodloužení o cca 200 m ve směru Ostrava, pouze kolej č. 3)
- Suchdol nad Odrou (vybudování kolejové spojky ze souběžné traťové koleje směr Odry, posun návěstidel)
- Vlkov u Tišnova (prodloužení o cca 250 m směr Žďár n. S.)
- Přibyslav (prodloužení pouze koleje č. 4 o cca 280 m směr Havl. Brod)
- Kutná Hora hl. n. (prodloužení o cca 170 m směr Kolín)

⁴ V příslušné Studii proveditelnosti však tato varianta bohužel nebyla schválena jako nejvýhodnější.

⁵ Podle informací řešitelského týmu se tato stavba příslušnou Stavební správou SŽDC připravuje.

- Nymburk předjízdné nádraží (rozšíření koleje č. 203 o 180 m směr Kolín)
- Dřísy (prodloužení o cca 300 m)
- Polepy (prodloužení koleje č. 4 o cca 260 m)
- Velké Žernoseky (prodloužení koleje č. 3 o cca 125 m od Sebusína a o cca 100 m směr Litoměřice)
- Ústí n. L.-Střekov (prodloužení koleje č. 3a+3 o cca 130 m)
- Podivín (prodloužení o cca 100 m směr Brno)
- Hrušovany u Brna (prodloužení o cca 250 m směr Břeclav)

Řešitelský tým naopak důrazně nedoporučuje SŽDC, aby vyhověla požadavkům objednatelů, např. Středočeského kraje a organizátora ROPID na výstavbu nových zastávek na hlavních tratích, např. 230 a 231, pokud není jasně prokázán jejich přepravní potenciál pro železnici v řádu stovek cestujících denně.

Úprava zabezpečovacího zařízení

Řešitelský tým doporučuje využít všech možností zkrácení traťových oddílů v okolí významnějších míst zastavení dálkové dopravy, tedy železničních stanic: Kolín, Pardubice hl. n., Česká Třebová, Ústí n. L. hl. n., Děčín hl. n., Nymburk hl. n., Brno hl. n., Plzeň hl. n., Přerov, Hranice na Mor., Ostrava-Svinov, Ostrava hl. n.

Dále se doporučuje zvážit „zdopravnění“ koleje 3a v žst. Praha-Uhřetěves za účelem získání další koleje pro vjezd a odjezd 740 m dlouhých vlaků.

Mikrosimulace železničního provozu

Pro odhad účinků případných stavebních úprav (zejména uvažovaných mimoúrovňových spojek či rozpletů) složitějších železničních uzlů se doporučuje sestavit výhledový provozní koncept osobní i nákladní dopravy a shromáždit historické realizované hodnoty zpoždění v daném uzlu, a to jak primární (např. kvůli prodloužení doby výměny cestujících), tak i sekundární (zpoždění vyvolaná působením zpožděných vlaků).

Řešitelský tým doporučuje k mikrosimulaci železniční uzly Nymburk, Kolín, Brno⁶ a Ostrava (v rozsahu alespoň Polanka n. O. až Ostrava hl. n.)

Doporučuje se *synchronní způsob mikrosimulace*, tedy např. software OpenTrack, RailSys aj. Řešitelský tým v této souvislosti upozorňuje, že mikrosimulace není primárně určena pro dimenzování kolejových zařízení, ani přímo nevypovídá, zda je dané kolejové zařízení zatížené optimálním způsobem, ale ukazuje, v jaké kvalitě lze realizovat provoz v rámci definované struktury jízdního řádu při zpoždění, nepravidelnostech a provozních poruchách.

⁶ realizuje se v rámci Studie proveditelnosti Železničního uzlu Brno

Modelový nákresný jízdní řád

Základní okrajové podmínky konstrukce tras

Provozní koncept svým rozsahem vychází ze současného rozsahu dopravy, s přihlédnutím ke špičce osobní dopravy. Časové polohy jsou mírně upraveny pro lepší vazby v přestupních uzlech (především v relaci Praha – Olomouc – Ostrava) nebo dle aktuálně zpracovávaných Studií proveditelnosti (relace Praha – Pardubice – Brno). V modelovém NJŘ jsou zaneseny následující linky osobní dopravy a taktové trasy pro nákladní dopravu, které je možné v grafikonu rozpoznat dle čísel (tras) vlaků. Dále je uvedeno přibližné linkové vedení s případnými variantami oddělenými lomítkem (osobní doprava), případně typová souprava nákladního vlaku, pro niž byla daná trasa zkonstruována. Špičková linka (taktová skupina) osobní dopravy, stejně jako vůči ní alternativní mimošpičková nákladní taktová trasa, jsou vyznačeny *kurzívou*. Použitá čísla vlaků vychází z běžného číslování linek, případně druhů nákladních vlaků, dle SŽDC.

U všech Nex vlaků je počítáno s moderní lokomotivou zastoupenou „typovou“ lokomotivou řady 1216 ÖBB s trvalým výkonem 6 MW. Předpokládáme dosažitelnost těchto tras i dalšími soudobými lokomotivami těchto parametrů. Z důvodu omezené přenositelnosti trakční energie na delší vzdálenost od měnirny než cca 3 km na stejnosměrné soustavě a současného odběru s jinými vlaky byla rychlost všech nákladních vlaků omezena na 100 km/h (u kategorie Pn na 80 km/h, hnací vozidlo řady 130 ČD, zdvojené formou postrku mezi Zámrskem a Č. Třebovou), tak, aby bylo dosaženo realistických jízdních dob.

Modelový NJŘ nabízí 5 párů tras nákladních vlaků Kolín – Česká Třebová ve špičce osobní dopravy za špičkovou hodinu. Jako modelové soupravy byly zvoleny: pro Nex 100 km/h, užitečná délka nejkratší předjízdne koleje snižená nejméně o 50 m (mimo jiné i z důvodu snazšího brzdění do zastavení, a tedy snížení doby obsazení zhlaví, tedy příjezdného mezidobí za nákladním vlakem), dopravní hmotnost u dlouhých „koridorových“ Nex vlaků 2400 t, u ostatních 1800 t a u jednoho páru tras 1650 t (reprezentující kontejnerové a dálkové ucelené vlaky) a pro Pn 80 km/h, délka 550 m, dopravní hmotnost 2000 t reprezentující vlaky vozových zásilek a těžší ucelené vlaky.

Modelový NJŘ obsahuje také taktovou nákladní trasu pro uhelné vlaky Pn obsluhující elektrárnu Chvaletice (napojenou vlečkou ze žst. Řečany nad Labem) v parametrech 80 km/h, 550 m, 2400 t, lokomotiva řady 163 ČD z důvodu dosažení potřebné jízdní doby. Řady dalších hnacích vozidel jsou uvedeny níže.

Taktové trasy pro základní variantu

IC	12X	spojovací linka Praha – Olomouc – Valašsko – Žilina/Ostravsko	380 ČD + 8x Bmz
SC/IC	50X/131X	rychlá linka Praha – Ostrava	EMJ řady 680 ČD ⁷ /EMJ ř. 429 DB ⁸
EC	7X/8X	Praha – Brno – Bratislava/Vídeň	1216 ÖBB ⁹ + 8x Bmz/ Railjet
Rx	88X	sběrná linka Praha – Česká Třebová – Olomouc/Brno	5-díl. + 3-díl. EMJ ř. 640 + 650 ČD ¹⁰

⁷ Pendolino

⁸ Stadler FLIRT

⁹ Taurus

¹⁰ InterPanter

IC 100X	spojovací linka Praha – Olomouc – Ostravsko – Žilina	1216 ÖBB + 8x Bmz
EC 57X	Praha – Brno (ve špičkách)	380ČD + 8x Bmz/ Railjet
Os 500X	Pardubice – Česká Třebová	3-dílná EMJ řady 640 ČD ¹¹
Os 505X	Kolín – Pardubice	3-dílná EMJ řady 640 ČD
TEC 4000X	„koridorový“ vlak, např. kontejnery či os. automobily	1216 ÖBB + 2400 t (740 m, 100 km/h)
Nex 4300X	Nex trasa	1216 ÖBB + 1800 t (590 m, 100 km/h)
Nex 4100X	Nex trasa	1216 ÖBB + 1800 t (670 m, 100 km/h)
Nex 4200X	Nex trasa	1216 ÖBB + 1650 t (670 m, 100 km/h)
Pn 6200X	vozové zásilky, těžké ucelené vlaky Kolín – Česká Třebová ¹²	130 ČD + 2000 t (550 m, 80 km/h)
Pn 6500X	uhelné vlaky Kolín – Řečany nad Labem	163 ČD + 2400 t (550 m, 80 km/h)

Taktové trasy pro období sedla či variantu „spojování/rozpojování dálkových vlaků“

EC+IC 7X/8X	Praha – Brno – Bratislava/Vídeň + Praha – Olomouc – Žilina/Ostr.	2x1216 ÖBB + 8x Bmz/Railjet
SC/IC 50X/131X	rychlá linka Praha – Ostrava	EMJ řady 680 ČD/EMJ ř. 429 DB
Rx 88X	sběrná linka Praha – Česká Třebová – Olomouc/Brno	5-díl. + 3-díl. EMJ ř. 640 + 650 ČD
IC 100X	spojovací linka Praha – Olomouc – Ostravsko – Žilina	1216 ÖBB + 8x Bmz
Os 500X	Pardubice – Česká Třebová	3-dílná EMJ řady 640 ČD
Os 505X	Kolín – Pardubice	3-dílná EMJ řady 640 ČD
TEC 4000X	„koridorový“ vlak, např. kontejnery či os. automobily	1216 ÖBB + 2400 t (740 m, 100 km/h)
Nex 4300X	Nex trasa	1216 ÖBB + 1800 t (590 m, 100 km/h)
Nex 4100X	Nex trasa	1216 ÖBB + 1800 t (670 m, 100 km/h)
Nex 4200X	Nex trasa	1216 ÖBB + 1650 t (650 m, 100 km/h)
Pn 6200X	vozové zásilky, těžké ucelené vlaky Kolín – Česká Třebová ¹³	130 ČD + 2000 t (550 m, 80 km/h)
Pn 6500X	(vyrovnávkové) uhelné vlaky Kolín – Řečany nad Labem	163 ČD + 2400 t ¹⁴ (550 m, 80 km/h)

Výhodou této varianty je vyšší kvalita tras (nižší počet předjetí) pro nákladní vlaky. Nevýhodou je nutnost spojování a rozpojování vlaků různých dálkových linek a nedostatečná délka nástupišť v některých stanicích pro spojenou soupravu.

¹¹ RegioPanter

¹² postrk řadou 130 ČD v úseku Zámorsk – Č. Třebová a zpět Č. Třebová - Uhersko

¹³ postrk řadou 130 ČD Zámorsk – Č. Třebová a Č. Třebová - Uhersko

¹⁴ Předpokládá se jízda vlaků s prázdnými vozy, takto konstruovanou trasu lze tedy chápat jako kapacitní rezervu pro mimořádnosti v provozu apod.

Aplikace metodiky v modelovém NJŘ

Základní myšlenkou tohoto NJŘ je dosažení úzkých svazků tras v Praze, tj. u nejvytíženějšího uzlu maximálně využít kapacitu dráhy. I u ostatních tras, zejména nákladních, je v nejvyšší možné míře uplatněno svazkování tras. Zároveň jsou dodrženy proklady vlaků linek se stejnou nebo podobnou funkcí obsluhy, dosahování významných uzlů v atraktivních časech, minimální četnost předjíždění vlaků nižší kategorie (u nákladní dopravy je navrženo předjetí ve stanicích s dostatečně dlouhými předjízdovými kolejemi a pokud možno za vhodných sklonových podmínek). Zároveň bylo dbáno na dodržení jednotné (nulové) osy symetrie všech tras pro oba směry, což se téměř úplně podařilo.

Pro dosažení vhodnějších dob jízdy vlaků Os mezi uzly, a to zejména s ohledem na četnost jejich předjíždění, je navrženo neobsloužení vlakem u některých tarifních bodů s nižší předpokládanou přepravní poptávkou (vzhledem k počtu obyvatel v okolí zastávky). Jsou to (ve směru od České Třebové): Bezprávi, Sruby, Dobříkov u Chocně, Sedlíštko, Uhersko, Pardubice – Černá za Bory, Pardubice-Svítkov, Pardubice-Opočínec, Lhota pod Přeloučí, Kolín-dílny.

Dosahované taktové uzly v dálkové osobní dopravě

V dálkové osobní dopravě jsou dosahovány taktové uzly v České Třebové v minutě 00 a přibližně 30, v Chocni v minutě 30, v Pardubicích v minutách 00 a 30, v Přelouči v minutě 00, v Kolíně přibližně v minutách 15 a 45, a dále možná směrová vazba (vedlejší taktový uzel) Ústí nad Orlicí v minutě 15 od Č. Třebové (45 v opačném směru) a v Pardubicích v minutě 45 od Č. Třebové (15 v opačném směru).

Dosahované taktové uzly v regionální osobní dopravě

V regionální osobní dopravě jsou dosahovány taktové uzly České Třebové v minutě 30, v Chocni v minutě 00, v Pardubicích v minutě 30 od České Třebové a 00 ve směru Kolín a dále možná směrová vazba (vedlejší taktový uzel) Ústí nad Orlicí v minutě 45 od Č. Třebové (15 v opačném směru).

Shrnutí konstrukce tras

Svazkování tras s přesností 2 min (s následnými mezidobími v rozmezí 3-4 minut) je využito u společného 30-min taktu linky IC 12X Praha – Olomouc – Valašsko – Žilina/Ostravsko a špičkové linky EC 57X Praha – Brno, a to s linkami SC 50X/IC 130X a IC 100X (zde je rozdíl v ne/zastavení v Kolíně). Umožňují to podobná zastavovací politika a podobné jízdní doby u uvedených dvojic linek. U linky EC 7X je navíc využita možnost bezkonfliktního příjezdu do České Třebové od Brna, přičemž během brzdění vlaku této linky do zastavení může nerušeně touto stanicí projet vlak SC/IC od Ostravy a vlak EC 7X pak odjede v těsném sledu za ním. Jednou za hodinu je pak svazek dvojice dálkových vlaků doplněn třetím dálkovým vlakem (EC 7X). Důvodem k „méně těsnému“ sledu je zastavení v Kolíně navíc, přičemž po odjezdu z Kolína ve směru Praha uvedené vlaky doplní „dvojice“ na svazky vždy tří vlaků.

Uvedený postup udržuje v řešeném úseku úzké svazky dvou až tří vlaků, kterými je možné (akceptovatelné) předjíždění regionální nebo nákladní dopravy.

Sběrná linka R88X je vedena v prokladu s regionální linkou (Os 500x) u České Třebové a v menší míře s linkou Os 505X u Kolína.

Trasy „koridorových“ 740 m dlouhých vlaků TEC 4000X jsou konstruovány bez předjetí v celé trase, mimo žst. Kolín seř. n. a Česká Třebová seř. n./Odb. Parník (s alternativní možností předjetí v žst. Dlouhá Třebová ve směru Olomouc/Brno, resp. Třebovice v Č. ue směru Praha, kde se nacházejí předjízdne koleje délky cca 780 m).

Byla dodržena nulová symetrie osobních i nákladních tras, s výjimkou trasy Nex 4200X.

Diskuze konstrukce tras

Pokud to bude odpovídat poměru požadavků na kapacitu ze strany komerčních osobních a nákladních dopravců, mohou být zejména v ranní přepravní špičce osobní dopravy v příslušném „špičkovém“ směru nahrazeny dvě trasy Nex jednou (pravděpodobně komerční) osobní dálkovou trasou. Vzhledem k časové poloze rychlíků dané dosažením taktových uzlů a časové poloze dalších objednávkových dálkových tras by tato dodatečná trasa byla přidána těsně před svazek tří dálkových tras směrem z Kolína (a symetricky v opačném směru). Trasa Pn by se pak s mírnou modifikací předjetí mohla v tuto dobu přidělovat přednostně vlakům Nex.

Další variace jsou možné při volbě předjízdných stanic a Možné je rovněž „kombinování“ nákladních tras v závislosti na míře poptávky ze strany dopravců v danou hodinu. Například trasu „dálkového“ Pn ve směru od Kolína lze v případě nepřidělení předchozí Nex trasy a absence Pn vlaku v této trase modifikovat přidělením Nex vlaku tak, že odpadne pobyt v žst. Zámorsk a vlak Nex bude plynule naváže na předchozí Nex trasu, čímž se počet předjetí sníží na jedno (žst. Přelouč nákladní nádraží). Za obdobných podmínek lze v opačném směru navázat „dálkovou“ Pn trasu obsazenou vlakem Nex jejím prodloužením mezi žst. Přelouč nákladní nádraží a Řečany n. L. S tím, že „řečanský“ Pn využije následující trasu neobsazenou vlakem Nex spolu s nevyužitým pokračováním původní „dálkové“ Pn trasy.

V modelovém NJŘ chybí „nekoridorové“ trasy pro nejtěžší zaznamenané reprezentativní nákladní vlaky (dopravní hmotnost do cca 2400 t). Důvodem je hospodaření s kapacitou. Tyto vlaky mohou být zavedeny v přepravním sedle osobní dopravy, anebo v časech nižší poptávky po Nex trasách, místo dvou „rychlejších“ nákladních tras. Další možností je „tradiční“ vozba těchto vlaků v okrajových částech dne či v noci.

Z uvedené diskuse jasně vyplývá rozpor mezi praktickou propustností a kvalitou nákladních tras ve smyslu počtu předjetí.

2.5 Doporučení pro řízení provozu

Řešitelský tým považuje za pravděpodobně největší praktický problém v této oblasti *plýtvání s kapacitou*. Tato práce není primárně zaměřena na operativní řízení. Ale je zřejmé, že v rámci účelného využívání kapacity je nutno vnést do řízení provozu zcela nové (a zjevně netradiční) prvky.

Z konstrukční části, z GVD je patrné, že jednou odložená/posunutá trasa vede přímo ke ztrátě kapacity, neboť je nutno pro ni následně hledat kapacitu novou. Těmto ztrátám je

třeba předcházet, a to maximální možnou mírou plnění GVD. K maximální možné míře plnění by přispělo zavedení „tolerančního pásma“ přesnosti plnění GVD.

Řešitelský tým na základě zkušeností s tvorbou provozních konceptů v dálkové i regionální dopravě a návazného jednání s konstruktéry GVD, jakož i zkušeností s přesností plnění GVD v ČR a hranice přechodu mezi mírně zpožděným provozem a závažnějším odchýlením provozu od GVD navrhuje stanovit výši tohoto „tolerančního pásma“ na 4 minuty – v praxi to znamená, že do 4 min zpoždění jsou si „všechny vlaky rovny“, neboť do této hodnoty by nebyl prováděn rescheduling a očekávala by se konvergence zpoždění (vlivem eliminace přírážek) do stavu „včas“.

Hodnota 4 min je dále hrubě odvozena od skutečnosti, že tato hodnota odpovídá většině přestupních dob v uzlech a i při nulové čekací době jsou tak přípoje zachovány (byť dochází k přenosu této hodnoty...)

Toto toleranční pásmo zároveň znamená, že jakýkoli včas jedoucí vlak může být narušen jízdou jakéhokoli zpožděného vlaku, a to až do získání 4 min zpoždění (toho lze využít při snižování zpoždění více zpožděných vlaků)

Hlavním cílem řízení provozu pak je *minimalizace celkového zpoždění na síti* v rámci pevně přidělených tras (kdy v jedné skupině mají všechny vlaky osobní dopravy stejnou váhu a ve druhé skupině mají všechny vlaky nákladní dopravy stejnou váhu).

Tato „rovnost“ vlaků v řízení provozu do tolerance 4 min povede ke snazší konstrukci flexi-tras, většímu využití kapacity v rámci ad hoc přidělu i v rámci samotného řízení provozu (výpravčí se nebude „bát“ pustit nákladní vlak, který zpozdí včas jedoucí vlak osobní dopravy např. o 2 min...).

Přechod na dálkovou obsluhu zabezpečovacího zařízení, případně přímo centralizované řízení provozu z CDP, nahrává možnosti zavedení „tolerančního pásma“ 4 min, neboť dispečer má v širším úseku přehled, jestli mu je využití této tolerance k něčemu dobré a snáze dokáže pracovat se sledem vlaků. Řešitelský tým dále doporučuje vývoj a uplatnění automatického stavění vlakových cest pro rutinní dopravní úkony (v případě plnění GVD), tak, aby zaměstnanci řízení provozu měli volnou duševní kapacitu pro promýšlení dispozičních opatření již v předstihu.

Zejména při mimořádnostech v provozu, což nemusí znamenat přímo omezení propustnosti nějakého úseku dopravní cesty, ale i běžné provozní nepravidelnosti, dostanou výpravčí a DA SŽDC mnohem flexibilnější nástroj k účelnému využívání kapacity.

Řešitelský tým zdůrazňuje i nezastupitelnou roli *systému odměňování výkonu* při motivaci dopravců jezdit včas a nesnižovat stanovenou rychlost či měrný trakční výkon pod hodnoty stanovené pro danou trasu. Sankce za nesplnění některé z těchto podmínek či za zpoždění způsobené ležérním stylem jízdy strojvedoucího by pak měla nejméně odpovídat buď vícenákladům způsobeným jiným dopravcům, anebo ušlému příjmu SŽDC z poplatků za dopravní cestu, způsobenému narušením další trasy, kterou tak SŽDC nemohla nabídnout. V takovém případě by ovšem naopak dopravce od SŽDC očekával spolehlivou nabídku přidělené kapacity a vyžadoval rovněž sankce, např. ve formě bonusů (slev) za výpadky v nabídce této kapacity.

Doporučení pro řízení provozu nákladních vlaků

K většímu reálnému čerpání kapacity řešitelský tým, na základě výše uvedené analýzy, doporučuje *omezení zastavování nákladních vlaků v taktových uzlech osobní dopravy* (i 2 min

pobyt včas jedoucího Os vlaku¹⁵ v uzlu, s tolerancí +4 min vede na časové okno 6 min, ve kterém lze provést předjetí pomalejšího Os vlaku nákladním vlakem); zároveň v taktových uzlech je zpravidla větší množství kolizních vlakových cest a hůře se hledá vhodná kapacita pro odjezd nákladního vlaku z uzlu – to by mělo být výzvou pro volbu jiných míst pro střídání strojvedoucích, jiných míst pro vydávání rozkazů apod (viz dále). Toto omezení je možno aplikovat jak v konstrukci GVD, tak i v operativním řízení provozu.

Je zjevné, že toto opatření umožní provést např. změnu sledu vlaků, vsunutí zpožděného vlaku Nex před včas jedoucí vlak osobní dopravy apod. Zároveň je zjevné, že toto narušení trasy včas jedoucího vlaku lze učinit „jen někdy“ a nikoli opakovaně (zpoždění by přesáhlo „toleranční pásmo“). Na jednokolejné trati to znamená „záměrné zpoždění“ pouze jednoho vlaku v rámci obou mezistaničních úseků přilehlých k určité dopravně pro křižování, tak, aby nebyla ohrožena stabilita provozu. Takovéto zpoždění lze v určitých specifických případech využít například pro vedení „vloženého“ vlaku ve svazku s vlakem pravidelným.

Pokud ve stanici stojí dva či více nákladních vlaků, čekajících na předjetí, a zároveň není jasně určena jejich priorita (PaP či jiný mezinárodní vlak či vnitrostátní přeprava „just in time“), doporučuje řešitelský tým vypravit jako první vlak s vyšší stanovenou rychlostí. Je-li stanovená rychlost vlaků stejná nebo je-li rozdíl rychlostí do 10 km/h včetně, doporučuje se vypravit jako první vlak s vyšším měrným trakčním výkonem.

V případě, že nákladní vlak z jakýchkoli důvodů nedodrží stanovenou rychlost, doporučuje řešitelský tým, aby byl při první vhodné příležitosti předjet jinými vlaky, které by svou skutečnou rychlostí mohl zdržovat, a to bez ohledu na kategorie vlaků. Dále se doporučuje, aby SŽDC v rámci svého systému odměňování výkonu kladla důraz na dodržování pravidelných jízdních dob a měrného trakčního výkonu, vyplývajících z přidělené trasy.

Řešitelský tým důrazně nedoporučuje operativní předjíždění jakýchkoliv, zejména nákladních, vlaků, vlaky vyšších kategorií jen proto, že tyto jedou s náskokem.

V případě letmého předjíždění vlaků na vícekolejné trati řešitelský tým doporučuje, aby do odbočky (proti správnému směru na dvojkolejné trati) jel pomalejší vlak z obou, pokud neobsluhuje mezilehlou zastávku v daném mezistaničním úseku. Díky jízdě do odbočky se zvýší heterogenita obou vlaků, a zároveň nedojde ke zdržení rychlejšího vlaku.

Doporučení pro zkvalitnění komunikace

Důležitou podmínkou pro efektivní řízení provozu je rovněž zajištění kvalitní *komunikace* mezi zaměstnanci řízení provozu, strojvedoucími a obsluhou vlaku, a to jak ve věcné, tak i v technické rovině. Strojvedoucí by měli být informováni tak často a tak včas, aby se zamezilo zbytečnému zastavování a rozjezdům vlaku, a aby mohli přizpůsobit jízdu vlaku záměrům operativního řízení provozu či rychlosti vlaku jedoucího před nimi.

Řešitelský tým doporučuje zpravování i nákladních vlaků o mimořádnostech týkajících se provozování dráhy rozkazem pokrývajícím celou trasu jejich jízdy na území ČR (např. Dolní Žleb st. hr. – Praha-Uhřetěves či Horní Lideč st. hr. – Česká Kubice st. hr.), a to způsobem obdobným jako např. u vlaků SC Pendolino. Řešitelský tým dále doporučuje směřovat k automatizaci procesu zpravování, například koordinovaně s vybavováním hnacích vozidel palubní částí ETCS.

¹⁵ Předpokládá se, že Os má nižší cestovní rychlost. Ovšem nemusí tomu tak být vždy.

Obsluha vlaku osobní dopravy by měla komunikovat přímo s DA SŽDC tak, aby jim včas sdělila počet přestupujících cestujících, a včas obdržela sdělení o (ne)čekání přípojného vlaku. Po technické stránce pak řešitelský tým doporučuje používání GSM-R na jím vybavených tratích, kdykoli je to nejvýhodnější, a zajištění provolby z GSM-R do pevné drážní telefonní sítě u SIM-karet GSM-R. Dále je vhodné zajistit, aby v případě poruchy terminálu GSM-R byl hovor přesměrován na kterýkoliv jiný terminál.

Včasná komunikace výpravčího se strojvedoucím má význam například v případě *neperonizovaných stanic* na hlavních dvojkolejných tratích. Pokud se strojvedoucí včas dozví čas, kdy mu bude postavena vjezdová či průjezdná cesta do této stanice, dojde k navedení vlaku do bezkonfliktní trasy v reálném čase (rescheduling), a zamezí se tak ztrátě času a trakční energie, které by způsobilo zastavení vlaku před vjezdovým návěstidlem s návěstí Stůj. Totéž se týká průjezdu nákladního vlaku přes významnější uzlovou stanici s úroňovými rozplety (např. Kolín, Praha-Malešice atd.), zejména tehdy, pokud vlaková cesta vylučuje větší množství vlakových cest v jiných směrech (např. jízda od Velimi ve směru Kutná Hora).

Řešitelský tým dále doporučuje zavedení výpočtu a *zobrazování měrného trakčního výkonu nákladních vlaků* v rámci nejbližší nové verze systémů GTN, ISOR, IS KANGO, KADR a dalších souvisejících systémů a aplikací.

2.6 Podpurná legislativní úroveň – návrh úprav legislativy

Řešitelský tým obecně doporučuje formulovat v úpravách legislativy funkční požadavky, tak, aby se pokud možno zamezilo účelovému pouze formálnímu splnění požadavků bez reálného praktického přínosu.

Ochrana a preference ITJŘ a taktových tras

Řešitelský tým doporučuje zakotvit buď v nejbližší další novele Zákona 266 Sb. o dráhách (§ 34f) [99], anebo DŘD (§ 51) [48], přednost pro ITJŘ v konstrukci GVD. Dále je doporučeno v zásadě vyjít z formulace z rakouského železničního zákona [61]. Navržené znění je následující:

„Pokud příslušná infrastruktura umožňuje konstrukci integrálního taktového jízdního řádu (ITJŘ) s jednotnou osou symetrie a dosažení úplných přípojových skupin (taktových uzlů) či směrových přípojových vazeb alespoň v některých přípojných či uzlových stanicích, musí provozovatel dráhy přidělovat takovéto trasy přednostně, a vždy je nabízet nejprve dopravci s uzavřenou smlouvou o veřejné službě v přepravě cestujících ve smyslu zákona 194/2010 Sb.

Provozovatel dráhy je povinen tyto trasy v ITJŘ konstruovat takovým způsobem, aby bylo možné zároveň zkonstruovat kvalitní přidělené i nabídkové trasy pro nákladní vlaky ve smyslu Nařízení EU 913/2010 v platném znění. V rámci ITJŘ budou přednostně konstruovány páteřní linky (či jejich proklady) v hodinovém taktu. Z důvodu úspory kapacity je třeba dálkové trasy dopravců, nezajišťujících dopravní potřeby státu ani dopravní obslužnost územního obvodu kraje, přednostně konstruovat ve svazcích s trasami zahrnutými do ITJŘ. Dále tento ITJŘ nesmí znemožňovat intervalové trasy příměstských a městských vlaků s jednotnou osou symetrie, které poskytují četnost obsluhy přiměřenou lidnatosti center dojížděky a četnost

obsluhy přiměřenou lidnatosti obcí v docházkové vzdálenosti od obsluhovaných stanic a zastávek, anebo obsluhují osídlení, jehož obsluha jiným druhem dopravy je obtížná. Konstrukce tras v rámci ITJŘ i nákladních tras ve smyslu Nařízení EU 913/2010 musí v rámci možností umožnit úsporu kapacity dráhy, tedy například úpravu úsekové jízdní doby či drobný posun časové polohy, pokud tím nejsou dotčeny významné přestupní vazby či přepravní rychlost u nákladních vlaků.

Dalšími v pořadí přednosti tvorby ročního jízdního řádu jsou trasy mezinárodních expresních nákladních vlaků v ročním jízdním řádu, jakož i nabídkové (katalogové) trasy pro tyto vlaky, jejichž jízda je na základě historických údajů očekávána nejméně během jedné třetiny roku.“

Preference jediného segmentu na jednokolejných tratích

Řešitelský tým doporučuje zakotvit v nejbližší další novele Zákona 266 Sb. o dráhách (§ 34f) [99], případně i DŘD (§ 51) [48], přednost pro trasy osobní dopravy, které šetří kapacitu jednokolejných tratí:

„Pokud příslušná infrastruktura na i zčásti jednokolejně trati umožňuje konstrukci tras osobní dopravy s jednotnou osou symetrie vůči ITJŘ na navazující síti a s křížováním vlaků, které se v každé příslušné dopravně opakuje v pravidelném intervalu 15, 30, 60 či 120 minut, musí provozovatel dráhy přidělovat takovéto trasy přednostně, a vždy je nabízet nejprve dopravci s uzavřenou smlouvou o veřejné službě v přepravě cestujících ve smyslu zákona 194/2010 Sb.

V případě, že by zavedení těchto taktových tras na dané trati vedlo k nemožnosti konstrukce tras jiných žadatelů o kapacitu na dané trati, zejména na základě očekávané poptávky nákladních dopravců či jiných tras ve veřejném zájmu, může provozovatel dráhy zvýšit celodenní interval ITJŘ na 60 minut a v nezbytně nutných případech a po projednání s objednatelům dopravní obslužnosti i na 120 minut.“

Snížení vlivu rušících vlaků na plnění GVD a na obchodní zájmy dopravců

V době zavádění systému odměňování výkonu a převažující poptávky po ad hoc trasách v nákladní dopravě není únosná dosavadní benevolence v zavádění rušících vlaků. Řešitelský tým proto navrhuje následující nové znění odst. 8.8 a 8.9 Článku 8 Směrnice SŽDC č. 69 [80]:

„8.8

Vkládání tras rušících vlaků je odlišný způsob trasování vlaků. Jejich jízda zasahuje rušivě do JŘ jiných vlaků nebo jejich jízdu vylučuje. Jako rušící vlak je dovoleno zapracovat do GVD vlak jakéhokoliv druhu. Je však třeba zachovávat zásadu, že trasa rušícího vlaku nemá zasahovat do JŘ pravidelných vlaků vyšších druhů a do JŘ pravidelných vlaků osobní dopravy, s výjimkou alternativního trasování nákladních vlaků za účelem objetí traťových úseků či stanic s vyčerpanou kapacitou. V žádném případě však nesmí dojít k plánovanému zpoždění jiných vlaků o více než 4 minuty.

Trasa rušícího vlaku v případě zásahu do JŘ nákladních vlaků nesmí vést k nezanedbatelnému ekonomickému dopadu na obchodní činnost dotčeného dopravce. Výše uvedená pravidla se rovněž vztahují na lokomotivní, soupravné, případně i jiné vlaky, jejichž jízda podmiňuje včasnou jízdu vlaků výše uvedených. Výjimku k výše uvedeným pravidlům

tvoří případy, kdy se dny jízdy vlaků vzájemně vylučují. Při trasování je třeba přihlížet k vlivu na ostatní vlaky, např. rezervami pro vyrovnání vzniklého zpoždění apod.

8.9

Vlak lze trasovat jako rušící, jde-li o alternativu pravidelného vlaku:

- jezdí-li nejvýše tři dny v týdnu (s případným rozmnožením při kumulaci dnů pracovního volna),
- jezdí-li v určitém uceleném období, nejvýše 4 měsíce v roce,
- jde-li o vlak podle potřeby,

V případě zásahu do JŘ jiného vlaku vedoucímu k jeho zpoždění nad 4 minuty lze vlak trasovat jako rušící pouze tehdy, jde-li o alternativu pravidelného vlaku. Vlak lze trasovat jako rušící v případech výše neuvedených, jezdí-li nejvýše jednou za 14 dní. Vlak lze dále kdykoli trasovat jako rušící v jiných zvlášť odůvodněných případech se souhlasem a na zodpovědnost ředitele zpracovatelského útvaru.“

Snížení vlivu vlaků podle potřeby na poptávku po kapacitě

Vlaky podle potřeby využívají „privilegovaných“ tras v rámci pravidelného GVD (viz články 20 Směrnice SŽDC č. 70 [81]), avšak mohou jet pouze případ od případu (dle článku 2219 SŽDC D1 [71]). V současné době, kdy se podle vyjádření sdružení ŽESNAD i jeho jednotlivých členů většina nákladních tras přiděluje v režimu ad hoc, *je nutné institut vlaků podle potřeby výrazně omezit*, tak, aby tyto vlaky nezabíraly kapacitu, kterou mnohdy ve skutečnosti nevyužívají. Na druhé straně řešitelský tým nepovažuje za rozumné institut vlaků podle potřeby zcela zrušit, neboť umožňuje například předběžnou (a v praxi využívanou) rezervaci kapacity pro objednanou dopravu.

Řešitelský tým proto navrhuje následující znění článku 2219, písmene c), předpisu SŽDC D1 [71]:

„Vlaky podle potřeby: jedoucí v trasách s přidělenou kapacitou dráhy konkrétnímu dopravci a s jízdním řádem obsaženým v GVD, jezdící jen případ od případu. Vlaky podle potřeby smí být zaváděny pouze na tratích, případně jejich úsecích, s dostatečnou volnou kapacitou dráhy. Dostatečná volná kapacita dráhy ve smyslu tohoto článku je taková kapacita dráhy, která při zachování celodenního taktového JŘ vlaků osobní dopravy objednávaných ve smyslu Zákona 194/2010 Sb. a při zajištění kvalitních tras ostatních pravidelných vlaků osobní dopravy, s dostatečnými časovými rezervami umožní zavádění dostatečného počtu tras v režimu ad hoc na základě očekávatelné poptávky dopravců, a to v minimálně takové kvalitě ve smyslu počtu a délky pobytů, jako u tras vlaků podle potřeby.

Výjimku tvoří rezervace kapacity pro dopravce, který má realizovat dopravní obslužnost ve formě veřejných služeb v přepravě cestujících veřejnou drážní osobní dopravou, ale dosud s příslušným objednatelům neuzavřel smlouvu o veřejných službách v přepravě cestujících z důvodu neuzavřené otázky financování (kompenzací). Takováto rezervace se může realizovat formou zavádění vlaků podle potřeby.

Vlaky podle potřeby nesmí být zaváděny jako rušící.“

Zrušení penalizace za vzdání se ad hoc kapacity v případě existence náhradníka

Řešitelský tým navrhuje doplnit kapitolu 4.6 nejbližšího vhodného Prohlášení o dráze SŽDC tímto ustanovením:

„Pokud se žadatel vzdá přidělené kapacity v režimu ad hoc tak včas, aby mu mohla být odebrána a přidělena v režimu ad hoc jinému dopravci, a zároveň nejpozději do okamžiku odebrání požádá o tutéž kapacitu v režimu ad hoc jiný dopravce, neplatí vzdavší se dopravce přidělci sankci.“

Dopravcům je tak umožněno, aby, v případě, že nemohou přidělenou ad hoc trasu využít, zajistili náhradního žadatele a vyhnuli se tak placení sankce.

Zrušení závaznosti pořadí vlaků při operativním řízení provozu

Řešitelský tým v případě uplatnění níže uvedených doporučení pro zefektivnění operativního řízení provozu navrhuje *změnit pořadí přednosti jízdy vlaků* podle § 22, odst. 2 DŘD [48] i podle článku 2214 SŽDC D1 [71] *na doporučené* a obsahově je sladit. V tomto smyslu se rovněž doporučuje navazující úpravy článku 218 a 219 SŽDC D7 [72].

Doporučení pro mechanismus dražby časově kolidující kapacity

Řešitelský tým doporučuje převzít v té míře, nakolik to umožňuje legislativa EU a ČR, převzít pro proces dražby *příslušné pasáže švýcarské směrnice Spolkového úřadu pro dopravu pro přidělování tras a nabídkové řízení* [67]. Nejdůležitější části těchto pasáží byly popsány v analytické části této zprávy. V prostředí ČR se však nedoporučuje podmiňovat zahájení dražby prohlášením příslušné infrastruktury za přetíženou, které SŽDC dosud nikdy nevydala, přestože např. na trati 010 Česká Třebová – Praha již přetížení fakticky nastalo. Řešitelský tým dále upozorňuje na omezení rozdílu ceny nejvyšší nabídky a nabídky, která se umístila na druhém místě. Pro ČR se navrhuje omezit tento rozdíl řádově na 5000 Kč.

Řešitelský tým dále doporučuje zachovat přednost objednávaných veřejných služeb v přepravě cestujících a vynětí jejich požadavků z dražby, ovšem s výjimkou objednávky zjevně nepřiměřené přepravním proudům (zejména u vlaků Os). Vynětí z dražby by se pak rovněž nevztahovalo na objednávku zjevně účelovou, např. na dopravní obslužnost Ústí nad Orlicí a České Třebové pro potřeby Pardubického kraje u vlaků EC mezi Prahou a Brnem, tedy obecně na objednávku nepřiměřenou danému segmentu, pokud se realizuje „uprostřed“ dané linky, kde by měla být maximalizována její cestovní rychlost.

Mechanismus dražby může být uplatněn v rámci systému řešení sporů zveřejněného v Prohlášení o dráze a v případě nutnosti doplněn i do příslušných pasáží novelizované nadřazené legislativy.

3 Zdůvodnění novosti postupů

Předkládaná metodika pro optimalizaci využití tratí s vyčerpanou kapacitou je v řešené oblasti zcela nová. Metodika věcně navazuje zejména na tyto výsledky:

- Rozmístění uzlů ITJŘ a požadavky na systémové jízdní doby mezi nimi byly výsledky projektu Konfigurace taktových uzlů v železniční síti ČR (2007-2009, MD0/CG). Příjemce: KPM Consult, a.s. (Ing. František Kopecký, Ph.D.). Další účastník: ČVUT v Praze (Ing. Vít Janoš)
Identifikační kód v IS VaVal: CG723-138-190
- Propustnost uzlů ITJŘ byla prověřena mikrosimulací provozu v rámci projektu Studentské grantové soutěže ČVUT v Praze SGS11/075/OHK2/1T/16 - Sojka, M. Simulace propustnosti taktových uzlů železniční sítě Ústav logistiky a managementu dopravy, ČVUT v Praze FD, 2011.
- Postup pro konstrukci systematické (taktové) kapacity pro nákladní vlaky byl navržen a na vybrané oblasti (pražský uzel a vybrané okolní tratě) vyzkoušen v dizertační práci Michala Drábka Periodic Freight Train Paths in Network (Periodické trasy pro nákladní vlaky v síti), ČVUT v Praze FD, 2014.

Metodika předkládá celou řadu kroků, které dnes nejsou uplatňovány a jeví se v kontextu organizování železničního provozu jako netradiční. Navržená metodika nepředkládá nová řešení proto, že by snad stávající praxe byla špatná, či nefunkční, ale proto, že aplikace stávající praxe brzy narazí na své limity na vytížených tratích a bez inovativního přístupu (a bez výstavby nové železniční infrastruktury, která by odlehčila úzkým kapacitním místům), nebude možno převádět na železnici další dopravu a nebude tak možno plnit cíle stanovené Bílou knihou.

Je tak zřejmé, že "získání" nové kapacity na stávajících tratích, bez dalších infrastrukturních úprav (které jsou jednoznačně žádoucí, avšak nejsou krátkodobě realizovatelné), je možné pouze formou *částečné penalizace vlaků, jejichž spotřeba kapacity je větší, než odpovídá homogennímu průměru*. Tento prvek penalizace vnesený do systému stanovení ceny za použití dopravní cesty je zcela klíčový, neboť představuje základní motivační nástroj pro dopravce. Tímto způsobem budou dopravci na intenzivně využívaných tratích motivováni ke snížení heterogenity tras a jedině takto lze dosáhnout vkládání tras nových.

Novost metodiky dále spočívá v *kvantitativním určení traťových úseků v síti s nejvíce vyčerpanou kapacitou z důvodu heterogenity (nerovnoběžnosti) taktových grafikonových tras*. Tento způsob výpočtu má vyšší vypovídací hodnotu než současný výpočet doby obsazení, z něhož přímo nevyplývá ani počet vlaků, ani jejich heterogenita.

Švýcarský *koncept částečně periodické kapacity* byl v rámci metodiky rozpracován do větší podrobnosti a přizpůsobeno potřebám přidělování kapacity pro dopravu osobní objednanou i komerční a nákladní včetně RFC.

Navržený postup pro koordinovanou konstrukci periodických, alternativních periodických a individuálních grafikonových tras pro vlaky osobní dopravy (objednané

i komerční) a nákladní vlaky je rovněž nový a, pokud je řešitelskému týmu známo, nemá ve světě obdoby.

Navržený koncept flexi-tras je pak nový v prostředí České republiky.

Nová je rovněž navržená dynamizace řízení provozu pomocí zavedení „tolerančního pásma“, která zohledňuje moderní pojetí „kapacita vs. stabilita“, a připouští tak vytváření drobných (avšak zkrátitelných) druhotných zpoždění, čímž se rozšiřují možnosti DA SŽDC jak v oblasti hospodaření s kapacitou, tak v oblasti co nejrychlejšího návratu k plnění GVD v případě mimořádností v provozu.

Novost metodiky spočívá i v jejím *interdisciplinárním přístupu*, který byl pojat tak, aby vedl ke splnění stanovených cílů. Role legislativy rovněž nebyla pojata tradičně, tedy v rovině „splnit legislativní požadavky“. V analýze legislativy byly jasně odděleny pasáže podporující cíle projektu a pasáže, které těmto cílům naopak odporují. U některých odporujících pasáží byly navrženy jejich úpravy. Vzhledem ke komplexnosti a vzájemné provázanosti zejména směrnic a předpisů SŽDC byla v některých případech zformulována koncepční doporučení pro jejich novelizaci.

Metodika na základě shlukové analýzy parametrů vlaků vycházela ze značné variability dopravních hmotností nákladních vlaků, a navrhla tedy segmentaci nákladních tras podle *měrného trakčního výkonu*.

Z *dosud nejucelenějšího slovníku legislativních a odborných pojmů týkajících se kapacity dráhy, propustnosti, GVD a řízení provozu*, bylo nutno vybrat „nejobvyklejší“ pojmy, které byly v dalším textu jednotně používány. Novost tedy spočívá i ve vytvoření pokud možno co nejvíce jednotné a konzistentní terminologie v rámci vzájemně odchylných, avšak významově synonymních, pojmů definovaných v platné legislativě.

4 Uplatnění metodiky

Metodika je uplatnitelná ve všech plánovacích fázích železničního provozu. Výstupy metody indikující problematická místa v síti jsou plně využitelné ve strategické fázi plánování infrastruktury - zvyšování kapacity, rozšiřování počtu traťových kolejí, výstavba nových tratí. Z jednotlivých kroků popsaných v metodice vyplývá i potřeba jasné formulace opatření dlouhodobého charakteru, která by se pozitivně projevila ve využívání kapacity. Výstupy v oblasti flexi-tras, synchronizace nákladních vlaků a svazkování tras vlaků jsou využitelné v koncepční fázi přidělu kapacity a sestavy jízdního řádu. Doporučení v oblasti operativního plánování se zavedením tolerančního pásma jsou uplatnitelné v řízení provozu.

Hlavním uživatelem metodiky je tedy SŽDC jako provozovatel dráhy, přidělcce kapacity a organizátor drážní dopravy na drtivé většině železniční sítě ČR, přesněji její organizační složky zodpovědné za příslušné oblasti. Jako další uživatele v rámci SŽDC lze uvést pracoviště konstrukce GVD, DA SŽDC a GŘ SŽDC jako tvůrce koncepce a gestorský subjekt předpisů, směrnic apod.

Dalším uživatelem metodiky je nově zřizovaný Úřad pro přístup k dopravní infrastruktuře, kterému metodika poskytuje možné vodítko pro věcnou stránku rozhodování.

Uživatelem metodiky ve strategické rovině je pak i MD ČR, například při zadávání a metodickém řízení koncepčních studií, Studií proveditelnosti apod.

Seznámení s metodikou lze doporučit zpracovatelům studií proveditelnosti a veškerých studií souvisejících s kapacitou dráhy, konkrétně jejich oddělením koncepce, dopravní technologie a v přiměřené míře rovněž oddělením projektujícím železniční svršek a zabezpečovací zařízení.

Seznámení s metodikou lze dále doporučit dodavatelům zabezpečovacích zařízení a veškerých informačních systémů a softwarových nástrojů souvisejících s přidělováním kapacity, konstrukcí GVD a podporou operativního řízení provozu.

V rámci analytické části byl sestaven dosud nejucelenější slovník legislativních a odborných pojmů týkajících se kapacity dráhy, propustnosti, GVD a řízení provozu. Tento slovník, ač není součástí vlastní metodiky, je vhodný pro odbornou veřejnost, která, ač není zaměstnaná u provozovatele dráhy či dopravce, potřebuje pojmově přesné vyjadřování. Několikastránkový slovník pojmů tak nahradí studium řady legislativních dokumentů, směrnic a předpisů. Rizikem užití je pouze novelizace některých pojmů ze strany gestorů zdrojových dokumentů.

5 Ekonomické aspekty metodiky

Vzhledem ke komplexnosti a šíři záběru předkládané metodiky, a z toho plynoucím nižšímu stupni podrobnosti navržené metodiky, je kvantifikace přínosů a nákladů jejího uplatnění velice obtížná a v některých oblastech (přehlednost nabídky tras) dokonce nemožná ani rámcově.

Metodika jako taková, zaměřující se na co nejvíce efektivní využívání kapacity dráhy, coby nehmotného, avšak konečného statku, má svůj přínos v té rovině, že umožňuje vkládání dalších tras nákladních vlaků a jejich provezení omezujícími úseky. Tímto představuje jeden z podpůrných nástrojů pro cíle Bílé knihy, a sice umožnění přesunu nákladní dopravy ze silnice na železnici.

V obecné rovině nelze říci, jaký bude přesný dopad předkládané metodiky, neboť nelze predikovat, kolik nových přeprav a následně nových nákladních tras bude pomocí předložené metodiky skutečně natrasováno a jak velké budou reálné dopady na ostatní vlaky. Není to možné tím spíše, že počet vlaků není jediným parametrem, který je určující pro objem nákladní přepravy po železnici (vliv má rovněž délka vlaku, hmotnost...) a svou roli hraje i státní dopravní politika (jak na straně podpory železnice, tak případně i na straně restrikce na silnici - např. rozšíření úseků s placeným mýtným, zákazy jízd kamionů apod.), která se přímo odráží ve struktuře nákladů dopravců a ve schopnosti získání/převedení nových přeprav na železnici.

Níže jsou uvedeny predikovatelné dopady jednotlivých kroků navržené metodiky a následně částečně kvantifikovány její celkové přínosy.

5.1. Vyhodnocení dopadů jednotlivých kroků metodiky

Metoda výběru tratí s vyčerpanou kapacitou

Tento krok nevyvolává žádné náklady. Navržená metoda představuje rychlý a jednoduchý nástroj k indikaci problematických míst v síti. Metoda představuje i nástroj, který lze použít pro klasifikaci významnosti problematických míst, která je nutno řešit v rámci prioritních investic do zvyšování kapacity tratí.

Flexi-trasy

Přesný ekonomický dopad tohoto kroku nelze vyčíslit.

Na jedné straně SŽDC náklady vznikají, a to ve dvou rovinách. V první rovině se jedná o to, že flexi-trasa může být trasována delší cestou, než je geografická cesta nejkratší pro dané parametry vlaku. Aby byl dopravce k využití flexi-trasy motivován, navrhuje řešitelský tým, že při využití flexi-trasy bude cena za použití dopravní cesty pro dopravce vždy stejná, bez ohledu na skutečnou trasu, kterou SŽDC v rámci přidělu kapacity zvolí. Takto vzniklý náklad má podobu "dodatečně nevybraného rozdílu v ceně za použití dopravní cesty". Ve druhé rovině vznikají náklady za navrženou postrkovou službu.

Uvedené náklady jsou však vyvažovány celospolečenským přínosem metodiky, kdy díky výše uvedeným nákladům vznikne nově využitelný kapacitní prostor v úzkých hrdlech v

síti, do kterého bude možno vložit nové nákladní trasy, a přiblížit se tak splnění cíle deklarovaného v Bílé knize [15].

Úpravy ceny za použití dopravní cesty

Navržené úpravy nelze přesně kvantifikovat. Zpracovatelé proto úpravy navrhují v koncepční rovině, tedy, jaké složky a parametry by měly být zahrnuty a jak by v ceně měla být zapracována vzácnost kapacity. Přesnější nastavení ceny by bylo možné až na základě matematického modelování parametrů, přičemž je nutno vést v patrnosti, že cena za použití dopravní cesty je i jedním z nástrojů dopravní politiky ČR.

Navržená metodika předpokládá, že z hlediska jednotlivých vlaků by měla být v nákladní dopravě výsledná bilance neutrální. V osobní dopravě je předpokladem zdražení dopravní cesty, kdy by se nově odrážela "spotřeba kapacity" jednotlivých vlaků. Zde se předpokládá, že v objednávané osobní dopravě by byla výsledná bilance v zásadě neutrální (zdražení dopravní cesty by - především z dopravně-politických důvodů - bylo objednatelům zpětně kompenzováno ze státního rozpočtu), a dopad zdražení by se tak reálně projevil pouze u dopravy komerční (nicméně i v této oblasti by bylo možno, aby dopravci uvedený dopad snížili, a to navrženou homogenizací tras vedoucí ke snížení své spotřeby kapacity).

Pravidla pro konstrukci tras

Návrh propojování a časové synchronizace nákladních tras v uzlech vede k jednoznačné úspoře zastavení a rozjezdů nákladních vlaků, což vede nejen k úspoře času, ale především k úspoře trakční energie. Přestože lze tento dopad kvantifikovat vztahem na každý konkrétní typový vlak, nepromítne se metodika do nákladů dopravce, neboť trakční energie je v prostředí SŽDC hrazena paušálně.

Úprava pravidel řízení provozu

Dopad zavedení tolerančního pásma při řízení provozu nelze kvantifikovat. Pro vyčíslení by byla nutná simulace provozu konkrétního GVD. Při zavedení tolerančního pásma 4 minuty na jedné straně dojde k lepšímu využívání kapacity dráhy (odpadnou některá předjetí z důvodu sledu vlaků různých kategorií, odpadnou některá zastavení a rozjezdy nákladních vlaků), na straně druhé však bude přípustné "drobné" narušování jízdy vlaků vyšších kategorií. Celospolečenská bilance by s ohledem na lepší využití kapacity (což je smyslem zavedení navrženého opatření) měla mít pozitivní dopad.

Přínosy metodiky

Zvýšení kapacity dráhy (propustné výkonnosti), a tedy přepravní kapacity

Jedná se o nejvýznamnější krátkodobý přínos metodiky.

Díky doporučenému svazkování a mírné redukci počtu dálkových tras a zrušení obsluhy málo využívaných zastávek Os (případně díky redukci segmentů osobní dopravy na

jeden na jednokolejných tratích) přináší metodika několikanásobně vyšší kapacitu pro nákladní vlaky.

Z takto vyvolaných přínosů budou profitovat jednak nákladní dopravci. Vyšší dostupnost tras pro ně bude znamenat vyšší spolehlivost plnění GVD, zejména v případě mimořádností, výluk, atd., ale i při plnění GVD v časech přepravních špiček osobní dopravy.

Tyto přínosy pro nákladní dopravce budou dále posíleny nabídkou variantního trasování (flexi-tras) za srovnatelných podmínek jako trasování přes nejkratší či „tradiční“ cestu.

Nepříznivé sklonové poměry pak budou vyrovnány nabídkou postrkové služby objednávané SŽDC, a tedy nediskriminačně dostupné všem dopravcům a hrazené standardním zpoplatněním dopravní cesty bez navýšení.

Vyšší kapacita dráhy, zejména u centrálních prvků železniční sítě (např. trať Česká Třebová - Praha) pak vede k vyšší přepravní kapacitě zejména v nákladní dopravě.

Drábek [10] uvádí ložnou hmotnost (tj. nejvyšší možnou čistou hmotnost zboží) kloubového intermodálního vozu řady Sggrs 55 při plném ložení standardizovanými kontejnery ISO 1C a dovoleném zatížení 22,5 t/ nápravu 97,2t, přičemž délka tohoto vozu přes nárazníky činí 26 700 mm a dovolená hmotnost na běžný metr není překročena (kritické je zde nápravové zatížení). Při plném ložení kontejnerů pak není kritická ani maximální délka vlaku.

Čistá přepravní kapacita kontejnerových vlaků Nex včetně koridorového, s parametry použitými v modelovém NJŘ, pak při odečtení hmotnosti použité lokomotivy řady 1216 ÖBB dosahuje těchto hodnot:

$$C_{Nex,1650t} = \lfloor [1650 / (6 \times 22,5)] \rfloor \times 97,2 = \lfloor (1650/135) \rfloor \times 97,2 = 12 \times 97,2 \text{ [čt]} \quad (9)$$

$$C_{Nex,1650t} = 1166,4 \text{ čt}$$

$$C_{Nex,2400t} = \lfloor [2400 / (6 \times 22,5)] \rfloor \times 97,2 = \lfloor (2313/135) \rfloor \times 97,2 = 17 \times 97,2 \text{ [čt]} \quad (10)$$

$$C_{Nex,2400t} = 1652,4 \text{ čt}$$

Nárůst nabídky nákladních tras na trati 010 o cca 3 páry denně (viz modelový NJŘ a za předpokladu, že trasu Pn a Nex s dopravní hmotností 1800 t je v současnosti možné zkonstruovat i během občanského dne) povede, v případě jejich třetinového časového využití a, k nárůstu nákladní přepravní kapacity na dvojkolejně trati v časovém rozmezí 5:00 – 21:00, tj. po dobu 16 hodin denně a za oba směry ročně k nárůstu přepravní kapacity

$$S_{nkap} = (1/3) \times 2 \times 16 \times (C_{Nex,2400t} + 2 \times C_{Nex,1650t}) \times 365 \quad \text{[čt/rok]} \quad (11)$$

$$S_{nkap} = (1/3) \times 2 \times 16 \times (1652,4 + 2 \times 1166,4) \times 365$$

$$S_{nkap} = 15\,515\,712 \text{ čt/rok}$$

V případě plného vytížení nákladních tras pak teoretický nárůst roční přepravní kapacity tratě 010 bude činit

$$S_{nkap,teoret} = 3 \times S_{nkap} = 46\,547\,136 \text{ čt/rok} \quad \text{[čt/rok]} \quad (12)$$

Ročenka dopravy ČR 2015 [46] uvádí, že za rok 2015 bylo (vozidly registrovanými v ČR) přepraveno po silnici 438 906 000 t. 30% z této hodnoty je 131 671 800 t. Výše uvedený teoretický nárůst roční přepravní kapacity tratě 010 tedy činí

$$n_{BK,010,teoret} = 46\,547\,136 / 131\,671\,800 = 0,35 \quad [-] \quad (13)$$

Za příznivých okolností tedy předložená metodika může na centrální trati ČR umožnit plnění cíle Bílé knihy (převod 30% přeprav ze silnice) [15] z 35%, a to na současné infrastruktuře a pouze v časovém rozmezí 5:00 – 21:00.

Úspora trakční energie

Díky svazkování stejně či podobně rychlých vlaků (jak dálkové osobní dopravy navzájem, tak nákladních vlaků navzájem) bude minimalizována četnost předjíždění nákladních vlaků osobní dopravou. V případě realizace redukce počtu segmentů osobní dopravy na jednokolejně trati na jeden se též výrazně sníží četnost křížování nákladních vlaků s osobní dopravou na těchto tratích. Nákladní vlaky se tak budou muset méně často rozjíždět, přičemž rozjezd nákladního vlaku představuje většinu jeho spotřeby trakční energie.

Druhotná úspora trakční energie nákladních vlaků spočívá v cíleném směřování jejich předjíždění do stanic s příznivými sklonovými poměry.

V případě elektrické trakce lze úsporu energie u jednoho nákladního vlaku elektrické trakce odhadnout na cca 1 000 Kč/100 km délky tratě a směr, u nákladního vlaku nezávislé trakce může jít o částku 2-3x vyšší, v závislosti na dopravní hmotnosti. Pro modelový NJŘ Kolín – Česká Třebová (o délce cca 100 km) tak při nárůstu nákladních tras o 3 páry za hodinu denně, při odhadované míře využití trasy skutečně jedoucím nákladním vlakem rovné 1/3 a pro časové rozmezí 5:00 – 21:00, tj. po dobu 16 hodin denně, představuje odhadovaná úspora trakční energie u vlaků elektrické trakce

$$S_{TE} = 365 \times 2 \times 3 \times (1/3) \times 16 \times 1\,000 = 11\,680\,000 \text{ Kč/rok} \quad [\text{Kč/rok}] \quad (14)$$

a na 1 km délky tratě

$$S_{TE,1km} = 11\,680\,000 / 100 = 116\,800 \text{ Kč/km rok} \quad [\text{Kč/km} \cdot \text{rok}] \quad (15)$$

Přesnější požadavky na infrastrukturu

Jedná se o nejvýznamnější dlouhodobý přínos metodiky.

Periodizace velké části nákladních tras povede k pevnému určení stanic či dopraven pro pravidelná předjíždění nákladních vlaků osobní dopravou, a to ne nutně symetricky za oba směry. Další stanice budou určeny pro možná operativní předjíždění nákladních vlaků, a to se zřetelem k úspoře kapacity a trakční energie. Některé stanice z obou uvedených skupin pak budou sledovány pro prodloužení alespoň jedné předjížděné koleje v relevantním směru na délku cca 840-850 m, tak, aby umožnily provoz 740 m dlouhých vlaků, včetně jejich „komfortního“ zastavení pro předjetí, které tak minimalizuje dobu obsazení vjezdového zhlaví.

Na jednokolejných tratích pak budou obdobným způsobem vybrány stanice pro pravidelná či operativní křížování nákladních vlaků.

Uvedený cílený výběr stanic povede k výraznému snížení nákladů na modernizaci příslušné tratě či uzlu, a může tedy představovat úsporu desítek (jednokolejná) až stovek miliónů (dvojkolejná) Kč nákladů na modernizaci dané tratě.

Zvýšení pravidelnosti, přehlednosti a transparency přidělování kapacity dráhy

Díky katalogu periodických tras i pro nákladní dopravu dojde k výraznému zjednodušení procesu přidělování kapacity nákladním dopravcům jak pro konstrukci GVD, tak v režimu ad hoc i při mimořádnostech v provozu. K tomu přispívá i navržené zjednodušení procesu vzdání se kapacity a přechodu odpovídající trasy na jiného dopravce. Díky typovým katalogovým trasám se navíc zvýší transparence celého procesu a sníží prostor pro možnou diskriminaci ze strany provozovatele dráhy. Související zkrácení jednotlivých úkonů procesu přidělování i určitá periodizace konstrukce GVD tak ušetří čas příslušným zaměstnancům jak SŽDC, tak dopravců, a umožní oběma stranám více se soustředit na výměnu ostatních nezbytných informací.

Ekonomické náklady metodiky

Katalog periodických tras a návrh vyšších poplatků pro „extrémní“, tedy příliš pomalé či příliš rychlé, trasy, představuje určité vícenáklady. Tyto se dotknou zejména dopravců s pomalejšími nákladními vlaky (50-70 km/h) či s nákladními vlaky s velmi nízkým měrným trakčním výkonem. V menší míře se vícenáklady mohou dotknout i extrémně rychlých vlaků osobní (dálkové) dopravy – buď ve formě vyššího poplatku za použití dopravní cesty, nebo ve formě ušlého zisku způsobeného cestovní dobou mezi významnými městy prodlouženou tak, aby odpovídala katalogové osobní trase.

Dalšími významnými náklady vyvolanými uplatněním metodiky je případná nutnost dodatečné objednávky dopravní obslužnosti autobusem v případě neobslužení nejméně významných tarifních bodů vlaky Os.

V praxi ovšem velká část sídel se železničním tarifním bodem leží na souběžné silnici obsluhované autobusy linkové či městské hromadné dopravy a jedinými vícenáklady v takovémto případě je tak „dorovnání“ četnosti obsluhy na původní „vlakovou“ úroveň, z důvodu reakce na petice dotčených občanů a jejich příbuzných a přátel.

V případě, že u neobsluhované zastávky leží sídlo, přes nějž nevede žádná autobusová linka, je nutný „zavlek“ ze stávající autobusové linky, tedy nárůst dopravního výkonu. Z výše uvedených důvodů je však potřeba uvažovat závlek jen u části zastávek, a dále u části zastávek uvažovat navýšení počtu spojů – v případě souběhu se železniční tratí však toto posílení zajistí obsluhu i více vlakem neobslužených zastávek. Je tedy možno na základě odhadu situaci zjednodušit na závlek stávající autobusové linky pro polovinu vlakem neobslužených zastávek. Při 7 párech spojů ve všední den a polovině o víkendech, tedy zhruba 6 párech spojů za průměrný den, délce závleku 2,5 km a obvyklé kompenzaci dopravci ve výši 30 Kč/vozokm by pak vícenáklady na dopravní obslužnost tak odhad ročních vícenákladů pro objednatele činí

$$N_{BUS} = 365 \times 6 \times 2 \times 2,5 \times 30 \times (1/2) = 164\,250 \text{ Kč/zast. rok} \quad [\text{Kč/zast} \cdot \text{rok}] \quad (16)$$

Pro modelový NJŘ pak v případě neobsloužení 10 zastávek vlakem Os odhad těchto vícenákladů představuje

$$N_{BUS,10\ zast} = 10 \times 164\,250 = 1\,642\,500 \text{ Kč/rok} \quad [\text{Kč/rok}] \quad (17)$$

6 Oponenti metodiky

Ing. František Kopecký Ph.D.

vedoucí oddělení

KPM CONSULT, a.s.

Detašované pracoviště Praha

Žirovnická 2

106 17 Praha 10

Tel. 602 514 849

prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Oddělení logistických systémů

Studentská 95

532 10 Pardubice 2

Tel. 466 036 176

E-mail Vaclav.Cempirek@upce.cz

7 Seznam použité související literatury a dalších zdrojů

- [1] Abril, M. et al.: An assessment of railway capacity, *Transport. Res. Part E* (2007), doi:10.1016/j.tre.2007.04.001
- [2] Baudyš, K., Janoš, V., Drábek, M. a kol.: Koncepce nabídky. Integrovaný taktový jízdní řád. Přednáška z předmětu Projektování dopravní obslužnosti. ČVUT FD. Praha, 2016. Dostupné online: <http://zolotarev.fd.cvut.cz/pdo/>
- [3] Binko, M.: Železniční infrastruktura pro nákladní dopravu. Vyzvaná přednáška. Czech Raildays: konference Současné pojetí moderní české železnice, Ostrava, 16. 6. 2015. Dostupné online: <http://binko.webzdarma.cz/2015-6b.pdf>
- [4] BLS – Autoverlad – <http://www.bls.ch/d/autoverlad/fahrplan-goppenstein.php>
- [5] Bundesrepublik Deutschland: Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG). Berlin, 2016. Dostupné online: <http://www.gesetze-im-internet.de/eregg/index.html>
- [6] Caimi, G., Burkolter, D., Herrmann, T., Chudak, F., Laumanns, M.: Design of a Railway Scheduling Model for Dense Services. In: *Networks and Spatial Economics*, vol. 9, Springer Netherlands, 2009, s. 25-46
- [7] Caimi, G., Laumanns, M., Schüpbach K., Wörner, S., Fuchsberger, M.: The Periodic Service Intention as a Conceptual Frame for Generating Timetables with Partial Periodicity. In: *Proceedings of 3rd International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis RailZurich2009*, 11. - 13. 2. 2009
- [8] DB Netz AG: Schienennetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG 2017 (SNB 2017). Redaktionsstand 01. 09. 2016. Frankfurt, 2016. Dostupné online: http://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/nutzungsbedingungen/snb/snb_2017.html
- [9] Deutsche Bahn AG: Richtlinie 405 Fahrwegkapazität. 2009. Nepublikováno.
- [10] Drábek, M. 6 000 t zboží skrz Prahu. Každou hodinu.. In: *LOGI 2009. Sborník příspěvků. LOGI 2009. Pardubice, 19. 11. 2009. Pardubice: Universita Pardubice. 2009, s. 64-71. ISBN 978-80-7399-893-6*
- [11] Drábek, M.: Koncepce obsluhy letiště Praha-Ruzyně kolejovou dopravou. Diplomová práce. ČVUT FD, Praha, červen 2007
- [12] Drábek, M. Propustnost tratí a uzlů. Přednáška pro Drážní společnost při ČVUT FD. Praha, 2007.
- [13] Drobík, Š.: Analýza poptávky po kapacitě železniční sítě ČR. Bakalářská práce. ČVUT FD, Praha, srpen 2014.
- [14] European Council, Council of the European Union: The 4th railway package: Improving Europe's railways. Poslední revize 22. 4. 2016. Dostupné online: <http://www.consilium.europa.eu/en/policies/4th-railway-package/>
- [15] Evropská komise: BÍLÁ KNIHA. Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje.

- Brusel, 2013. Dostupné online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=EN>
- [16] Evropská komise: NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 913/2010 ze dne 22. září 2010 o evropské železniční síti pro konkurenceschopnou nákladní dopravu. Brusel, 2010. Dostupné online: www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/98E3DE62-2667-4067-8F4F.../32010R0913TENN.pdf
- [17] Evropská komise: NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1315/2013 ze dne 11. prosince 2013 o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě a o zrušení rozhodnutí č. 661/2010/EU. Brusel, 2013. Dostupné online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1315&from=CS>
- [18] Evropská komise: NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1316/2013 ze dne 11. prosince 2013, kterým se vytváří Nástroj pro propojení Evropy, mění nařízení (EU) č. 913/2010 a zrušují nařízení (ES) č. 680/2007 a (ES) č. 67/2010. Brusel, 2010. Dostupné online: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:348:0129:0171:CS:PDF>
- [19] Evropská komise: SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2008/57/ES ze dne 17. června 2008 o interoperabilitě železničního systému ve Společenství (přepracované znění). Brusel, 2008. Dostupné online: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:191:0001:0045:CS:PDF>
- [20] Evropská komise: SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2012/34/EU ze dne 21. listopadu 2012 o vytvoření jednotného evropského železničního prostoru (přepracované znění). Brusel, 2012. Dostupné online: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:343:0032:0077:cs:PDF>
- [21] Fiala, L.: Provozní dopady aplikace ochranných vzdáleností podle TNŽ 34 2620. Diplomová práce. Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, 2010, s. 73. Dostupné online: http://dspace.upce.cz/bitstream/handle/10195/36540/FialaL_OchrannychVzdalenosti_PD_2010.pdf;jsessionid=BDD631BE06F05EFF3FC159180BE69FD3?sequence=1
- [22] Güter im Takt. In: derFahrgast, 2/2004
- [23] Jacura, M. a kol.: Manuál ke kategorizačnímu nástroji železničních tarifních bodů. Výstup z projektu SGS12/160/OHK2/2T/16. ČVUT FD. Praha, prosinec 2013. Dostupné online: http://vlaky-sgs.fd.cvut.cz/data/vystupy-mj/kategorizacni_nastroj-manual.pdf
- [24] Janoš, V.: Plánování nabídky v integrálním taktovém grafikonu. Dizertační práce. ČVUT FD. Praha, 2006
- [25] Jihomoravský kraj (Rostislav Snovický): Datová zpráva od Krajského úřadu Jihomoravského kraje. Brno, 20. 4. 2016

- [26] JIKORD, s. r. o. (Jiří Borovka): Datová zpráva od společnosti JIKORD. České Budějovice, 31. 3. 2016
- [27] JIKORD, s. r. o.: Plán dopravní obslužnosti území na léta 2012 – 2016. Jihočeský kraj. České Budějovice, 2011
- [28] Karlovarský kraj (Vladimír Malý): Datová zpráva od Krajského úřadu Karlovarského kraje. Karlovy Vary, 22. 3. 2016
- [29] Karlovarský kraj: Plán dopravní obslužnosti územního obvodu Karlovarského kraje na období let 2016 – 2028. Karlovy Vary, 2015. Dostupné online: <http://www.kr-karlovarsky.cz/krajsky-urad/cinnosti/Documents/pdokv.pdf>
- [30] KIDSOK (Jaroslav Tomík): Datová zpráva od společnosti KIDSOK. Olomouc, 8. 4. 2016
- [31] Koordinátor veřejné dopravy Zlínského kraje s. r. o. (František Brachtl): Datová zpráva od společnosti KOVED. Zlín, 4. 4. 2016
- [32] KORID LK, spol. s. r. o.: Plán dopravní obslužnosti Libereckého kraje, aktualizace pro období 2012 – 2018. Liberec, 2015. Dostupné online: <http://doprava.kraj-lbc.cz/Dokumenty-odboru-dopravy/aktualizace-planu-dopravni-obslužnosti-libereckeho-kraje-pro-obdobi-2012-2018/plan-dopravni-obslužnosti-lk-finalni-dokument-ke-stazeni>,
- [33] Kraj Vysočina (Hana Strnadová): Datová zpráva od Krajského úřadu Kraje Vysočina. Jihlava, 9. 4. 2016
- [34] Královéhradecký kraj (David Procházka): Datová zpráva od Krajského úřadu Královéhradeckého kraje. Hradec Králové, 19. 4. 2016
- [35] Královéhradecký kraj: Plán dopravní obslužnosti Královéhradeckého kraje. Hradec Králové, 2016. Dostupné online: http://www.kr-kralovehradecky.cz/assets/krajsky-urad/doprava/obslužnost/plan/dopravni_plan.pdf
- [36] Krýže, P.: Připravované změny v metodice stanovování kapacity. In: Konference ŽELAKTUEL 2014, Praha, 22. 5. 2014.
- [37] Krýže, P.: Systematický jízdní řád a propustnost. Dizertační práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Pardubice, 2005
- [38] Kuckelberg, A., Gepper, A., Janecek, D.: Pattern train extraction for analytical railway operations research. In: 23rd International Symposium EURO – ŽEL 2015, Žilina, 2. – 3. 6., 2015. ISBN 978-80-263-0936-9.
- [39] Lichtenegger, M.: Der Taktfahrplan. Dizertační práce. TU Graz, Graz, 1990.
- [40] Lindner, H.-R., von Redern, H. W.: Güterzüge im Taktfahrplan – Möglichkeiten und Grenzen. Die Bundesbahn 10/1989, s. 867-874.
- [41] Matterhorn Gotthard Bahn – Autoverlad. Dostupné online: <https://www.matterhorngotthardbahn.ch/de/sommer/anreise/autoverlad/fahrplanpreise/>
- [42] Meloun, M., Militký, J.: Kompendium statistického zpracování dat. Vyd. 3., Praha: Karolinum, 2012. 982 s. ISBN 978-80-246-2196-8.

- [43] Ministerstvo dopravy: Bílá kniha: Koncepce veřejné dopravy 2015 – 2020 s výhledem do roku 2030. Praha, 2015. Dostupné online: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/09044F16-6D71-470D-88D8-727F6B52C117/0/MD_Bila_kniha.pdf
- [44] Ministerstvo dopravy: Dopravní politika ČR pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050. Praha, červen 2013. Dostupné online: www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/099AB8C6-3DD2.../0/DP1420verze15_01_2013.pdf
- [45] Ministerstvo dopravy: Plán dopravní obsluhy území vlaky celostátní dopravy – zásady objednávky dálkové dopravy pro období 2012–2016. Praha, nedatováno. Dostupné online: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/90D75F36-3966-4555-8115-F19BE04DED54/0/MaterialProPMDPlanDopravniObsluhyUzemi.pdf>
- [46] Ministerstvo dopravy: Ročenka dopravy České republiky 2015, s. 70. Praha, nedatováno. Dostupné online: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2015.pdf
- [47] Ministerstvo dopravy: Strategie podpory dopravní obsluhy území. Praha, 2005
- [48] Ministerstvo dopravy: Vyhláška 173/1995 Sb., kterou se vydává dopravní řád drah, ve znění pozdějších předpisů. Praha, 2015. Dostupné online: http://www.dicr.cz/uploads/dokumenty/173_1995.pdf
- [49] Ministerstvo dopravy: Vyhláška 177/1995 Sb., kterou se vydává stavební a technický řád drah, ve znění pozdějších předpisů. Praha, 2015. Dostupné online: http://www.dicr.cz/uploads/dokumenty/177_1995.pdf
- [50] Moravskoslezský kraj (Ivo Muras): Datová zpráva od Krajského úřadu Moravskoslezského kraje. Ostrava, 14. 4. 2016
- [51] Nachtigall, K.: Periodic Network Optimization and Fixed Interval Timetables. Habilitation thesis. University of Hildesheim, 1998
- [52] Národní technologická platforma Interoperabilita železniční infrastruktury: Implementace požadavků Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1315/2013 o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě a interakce s TSI – Infrastruktura. Studie pro Ministerstvo dopravy. Praha, 2015
- [53] ÖBB-Infrastruktur AG: Knoten-Kanten-Modell Netzfahrplanperiode 2017. Zeitkorridore (Anhang zu den SNNB 2017). Wien, listopad 2015. Dostupné online: http://www.oebb.at/infrastruktur/__resources/llShowDoc.jsp?nodeId=69692413
- [54] ÖBB-Infrastruktur AG: Produktkatalog Netzzugang. Zugtrasse, Zugfahrt und sonstige Leistungen 2017 der ÖBB-Infrastruktur AG. Wien, 2015. Dostupné online: http://www.oebb.at/infrastruktur/__resources/llShowDoc.jsp?nodeId=69661733
- [55] ÖBB-Infrastruktur AG: Schienennetz-Nutzungsbedingungen 2017 der ÖBB-Infrastruktur AG. Wien, 2016. Dostupné online: http://www.oebb.at/infrastruktur/de/_p_3_0_fuer_Kunden_Partner/3_2_Schienennutzung/3_2_2_SNNB/Schienennetznutzung_Downloads_2017/02_DMS_Dateien/Schienennetznutzungsbedingungen2017.jsp

- [56] Pardubický kraj (Ladislav Umbravn): Datová zpráva od Krajského úřadu Pardubického kraje. Pardubice, 11. 4. 2016.
- [57] Penner, H.: Neuausrichtung des Einzelwagenverkehrs der Railion Deutschland AG – Produktionssystem 200X. Eisenbahntechnisches Kolloquium, TU Darmstadt, Darmstadt, 2007.
- [58] POVED, s. r. o. (Zdeňka Kmochová): Datová zpráva od společnosti POVED. Plzeň, 26. 4. 2016.
- [59] R Core Team: R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2015.
- [60] RailNetEurope - <http://www.rne.eu/>
- [61] Republik Österreich: Bundesgesetz über Eisenbahnen, Schienenfahrzeuge auf Eisenbahnen und den Verkehr auf Eisenbahnen (Eisenbahngesetz 1957 - EisbG). Wien, 2015. Dostupné online: [https://www.jusline.at/Eisenbahngesetz_\(EisBG\).html](https://www.jusline.at/Eisenbahngesetz_(EisBG).html)
- [62] ROPID (Petr Tomčík): Datová zpráva od společnosti ROPID, 12. 4. 2016.
- [63] ROPID: Regionální plán Pražské integrované dopravy na rok 2015 s výhledem na období 2016 – 2019. Praha, 2015. Dostupné online: http://stary.ropid.cz/data/Galleries/185/188/d2230_1_dopravni-plan-pid-2015-2019.pdf
- [64] RStudio Team: RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston, MA: RStudio, Inc., 2015.
- [65] Schweizerische Eidgenossenschaft: Eisenbahngesetz (EBG, 742.101) vom 20. Dezember 1957. Bern, 1. 7. 2016). Dostupné online: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19570252/index.html>
- [66] Schweizerische Eidgenossenschaft: Eisenbahn-Netzzugangsverordnung (NZV, 742.122) vom 25. November 1998. Bern, 1. 9. 2014). Dostupné online: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19983395/index.html>
- [67] Schweizerische Eidgenossenschaft: Richtlinie des Bundesamtes für Verkehr Trassenzuteilung und Bietverfahren. Bern, 27. 3. 2015. Dostupné online: <https://www.bav.admin.ch/dam/bav/de/dokumente/richtlinien/eisenbahn/trassenzuteilungundbietverfahren.pdf.download.pdf/trassenzuteilungundbietverfahren.pdf>
- [68] Sojka, M. Simulace propustnosti taktových uzlů železniční sítě. Závěrečná zpráva. Projekt Studentské grantové soutěže ČVUT v Praze SGS11/075/OHK2/1T/16. ČVUT FD, Ústav logistiky a managementu dopravy, Praha, 2011. Nepublikováno.
- [69] Stohler, W., Stähli, L., Schröder, P.: Geschichte/Entwicklungsperspektiven der langfristigen Fahrplan-Planungsprozesse in Europa. In: Eisenbahntechnische Rundschau 7+8/2012, s. 30-36. Eurailpress: Hamburg, červenec – srpen 2012
- [70] Středočeský kraj: Plán dopravní obslužnosti území Středočeský kraj – zásady objednávky regionální dopravy pro období 2012–2016. Praha, nedatováno. Dostupné online: <https://www.kr->

stredocesky.cz/documents/14450/5033701/Dopravn%C3%AD%20pl%C3%A1n+2012-2016/a91b97c9-7cfb-4959-af31-4b4f0dbfc395,

- [71] SŽDC D1. Dopravní a návěstní předpis. Praha, 1. 5. 2015. Dostupné online: <http://www.szdc.cz/dalsi-informace/dokumenty-a-predpisy/provozne-technicke.html?page=detail&docid=1%3B%238b42c8a5-43f4-4c98-811b-7b4ca7be7d06>
- [72] SŽDC D7. Předpis pro operativní řízení provozu ve znění změny č. 1. Praha, 1. 1. 2016
- [73] SŽDC (ČSD) D24. Předpisy pro zjišťování propustnosti železničních tratí. Praha, 1. 10. 1965
- [74] SŽDC (ČSD) V7. Trakční výpočty. Praha, 14. 11. 1979. Dostupné online: <http://www.szdc.cz/dalsi-informace/dokumenty-a-predpisy/provozne-technicke.html?page=detail&docid=1%3B%23173d26a4-1cfb-4c8a-a939-b09fb02411ea>
- [75] SŽDC, s. o.: Prohlášení o dráze celostátní a regionální platné pro přípravu jízdního řádu 2017 a pro jízdní řád 2017, účinné od 1. 12. 2015. Praha, 2015. Dostupné online: <http://www.szdc.cz/soubory/prohlaseni-o-draze/2017/prohlaseni-2017.pdf>
- [76] SŽDC, s. o.: Sbíрка služebních pomůcek pro jízdní řád 2008/09
- [77] SŽDC, s. o.: Sbíрка služebních pomůcek pro jízdní řád 2009/10
- [78] SŽDC, s. o.: Sbíрка služebních pomůcek pro jízdní řád 2012/13
- [79] SŽDC, s. o.: Směrnice generálního ředitele č. 16/2005 Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky. Praha, 2006. Dostupné online: <http://www.szdc.cz/dalsi-informace/dokumenty-a-predpisy/provozne-technicke.html?page=detail&docid=1%3B%2317ac113e-9c82-48e3-a36b-f4555f2f9757>
- [80] SŽDC, s. o.: Směrnice SŽDC č. 69. Směrnice pro tvorbu jízdního řádu státní organizace Správa železniční dopravní cesty. Praha, 13. 12. 2015
- [81] SŽDC, s. o.: Směrnice SŽDC č. 70. Směrnice pro přidělování kapacity dráhy ad hoc a využívání přidělené kapacity dráhy na tratích provozovaných SŽDC. Praha, 1. 7. 2013
- [82] SŽDC, s. o.: Směrnice SŽDC č. 83. Tvorba a používání Tabulek traťových poměrů. Praha, 10. 12. 2012
- [83] SŽDC, s. o.: Směrnice SŽDC č. 104. Provozní intervaly a následná mezidobí . Praha, 1. 10. 2013
- [84] Šimral, P.: Jak získat potřebnou kapacitu dráhy pro nákladní vlaky hned a bez významných a nákladných opatření? METRANS Rail s. r. o., Praha, 23. 6. 2013. Nепublikováno.
- [85] Široký, J., Cempírek, V.: Aplikace systematických jízdních řádů v kombinované přepravě. In: Sborník přednášek 17. mezinárodního symposia EURO-ŽEL, Žilina: Žilinská univerzita, 4. - 5. 6. 2009. ISBN 978-80-554-0024-2
- [86] Trasse Schweiz AG – <http://trasse.ch>

- [87] Trasse Schweiz AG: Kapazitätsanalyse der gestützt auf Art. 12a Abs. 4 NZV für überlastet erklärten Bahnstrecke Basel - Iselle di Trasquera (- Domodossola). Bern, 2015. Dostupné online: http://www.trasse.ch/doc/de_Kap_analyse_Basel_Iselle_JFP2017_160301.pdf
- [88] Trasse Schweiz AG: Überlasteterklärung Strecke Zug – Arth-Goldau im Jahresfahrplan 2017 (11.12.2016 – 09.12.2017). Bern, 30. 8. 2016. Dostupné online: trasse.ch/doc/en_160830_Ueberlasterklaerung_ZG-GD.pdf
- [89] UIC: Capacity. UIC Code 406. 1st edition. UIC, Paris, June 2004. ISBN 978-2-7461-0802-X.
- [90] UIC: Capacity. UIC Code 406. 2nd edition. UIC, Paris, June 2013. ISBN 978-2-74612159-1.
- [91] UIC: Timetable recovery margins to guarantee timekeeping – Recovery margins. UIC Code 451-1. 4th edition. UIC, Paris, December 2000. ISBN 2-7461-0223-4.
- [92] Usnesení Vlády České republiky ze dne 2. prosince 2015 č. 978 o Národním programu snižování emisí České republiky. Dostupné online: <https://apps.odok.cz/attachment/-/down/VPRAA4ZB6FRO>
- [93] Ústecký kraj: Plán dopravní obslužnosti Ústeckého kraje 2017–2021. Ústí nad Labem, 2016. Dostupné online: <http://www.kr-ustecky.cz/dopravni-plan/ds-99074>
- [94] Walter, S.: A Three-Dimensional Train Graph Approach for Infrastructure Upgrade Decisions in Mixed-Traffic Integrated Timetables. TU Graz, Institute of Railway Engineering and Transport Economy. In: IT15.RAIL, Zürich, 12. 6. 2015.
- [95] Weidmann, U.: System- und Netzplanung. Band 1.1. System- und Netzplanung des Personenverkehrs. IVT ETH Zürich, Zürich, květen 2008. s. 14-16.
- [96] Weigand, W.: Von der Angebotsplanung über den Langfristfahrplan zur Weiterentwicklung der Infrastruktur. In: Eisenbahntechnische Rundschau 7+8/2012, s. 20-25. Eurailpress: Hamburg, červenec – srpen 2012.
- [97] Wichser, J.: Technische Übersetzung aktueller Nachfrageprognosen für den Schienengüterverkehr auf die Trassenkapazitäten 2010 – 2020. Bericht. Erstellt im Auftrag des Verbandes öffentlicher Verkehr VöV Kommission Güterverkehr. Zürich, 5/2004
- [98] Zákon č. 194/2010 Sb., o veřejných službách v přepravě cestujících a o změně dalších zákonů
- [99] Zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách ve znění pozdějších předpisů. Praha, 2015. Dostupné online: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/E38648CF-A2DE-49D6-BC50-4D5CE4B38BDA/0/26694k_112015uplzneni.pdf
- [100] Zákon č. 320/2016 Sb. o Úřadu pro přístup k dopravní infrastruktuře. Praha, 2016. Dostupné online: <https://www.sbirka.cz/POSL4TYD/NOVE/16-320.htm>
- [101] ŽESNAD: Rozhovor řešitelského týmu s Oldřichem Sládkem, výkonným ředitelem ŽESNAD. Praha, 7. 9. 2016.

[102] ŽESNAD: Zápis ze zasedání miniskupiny Provozně–technologické pracovní skupiny pro definici zájmů dopravců v ND. Praha, 26. 9. 2016. Nepublikováno.

8 Seznam publikací, které předcházely metodice

Publikace, které vznikly v rámci řešení projektu TB0300MD013

- [103] Drábek, M.: Problémy s přidělováním kapacity dráhy v ČR. Poster na Young Transportation Engineers Conference (YTEC) 2016. ČVUT FD, Praha, 6. 10. 2016
- [104] Janoš, V., Drábek, M., Michl, Z.: Quantitative Determination of Bottlenecks in Railway Networks with Periodic Service. In: Proceedings of 20th International Scientific Conference. Transport Means. Juodkrantė, Litva, 5. - 7. 10. 2016

Publikace a studie, vzniklé před realizací projektu TB0300MD013 či nezávisle na něm

- [105] Drábek, M. - Drobík, Š.: Segmentation of Public Transport Services and its Influence on Railway Capacity. In: YTEC 2015 - Sborník příspěvků konference. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 2015, s. 1-6. ISBN 978-80-01-05791-9.
- [106] Drábek, M., Janoš, V., Michl, Z.: On Operation of 740 m Long Freight Trains on Czech TEN-T Railway Network. In: Acta Polytechnica CTU Proceedings. Praha: ČVUT v Praze, 2016. ISSN 2336-5382.
Dostupné online: <https://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/APP/article/view/3830/3708>,
DOI: <http://dx.doi.org/10.14311/APP.2016.5.0012>
- [107] Drábek, M.: On Efficient Operational Concept of Future High-speed Railway in the Czech Republic. In: Acta Polytechnica CTU Proceedings. Praha: ČVUT v Praze, 2016. ISSN 2336-5382.
Dostupné online: <https://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/APP/article/view/3832/3706>,
DOI: <http://dx.doi.org/10.14311/APP.2016.5.0004>
- [108] Drábek, M.: Periodic Freight Train Paths in Network. Dizertační práce. ČVUT FD, Praha, červen 2014. Dostupné online: http://takt.fd.cvut.cz/cargo/Drabek_thesis.pdf
- [109] Janoš, V. a kol.: Konfigurace taktových uzlů v železniční síti ČR. Projekt výzkumu a vývoje MD ČR č. CG723-138-190. ČVUT FD, K617, Praha, 2007-2009
- [110] Kamenický, D., Leso, M., Michl, Z.: Analýza procesů a IT aplikací z hlediska centrálního celosíťového dispečerského systému v prostředí SŽDC (RCS – Rail Control System). ČVUT FD, Praha, 30. října 2015. Studie pro SŽDC. Nepublikováno.

Příloha 1 – Modelový nákresný jízdní řád pro trať 010

Z důvodu formátu jsou listy modelového NJŘ (pro oba směry současně a pro každý směr zvlášť) přiloženy samostatně.