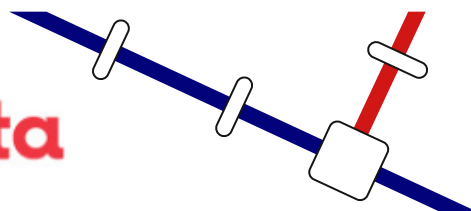


T A  
Č R

Program **Zéta**



# Synergie v plánování železničních linek Zefektivnění obsluhy území veřejnou drážní dopravou

## Metodika

Výsledek výzkumného projektu TJ01000162  
řešeného s finanční podporou TA ČR



### Předkládají:

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní  
K617 Ústav logistiky a managementu dopravy  
Horská 3, 128 03 Praha 2, Nové Město

taktici.cz, s.r.o.  
Dittrichova 328/19, 120 00 Praha 2, Nové Město

### Řešitelský tým:

**Ing. Michal Drábek, Ph.D.**  
– **odpovědný řešitel**  
Ing. Vít Janoš, Ph.D.  
Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.  
Ing. Dominik Mazel  
Ing. Rudolf Vávra  
Ing. Rostislav Vašíček

Ing. Nikola Karkošiaková  
Bc. Vojtěch Kužel  
Bc. Jan Růžička  
Ing. Milan Kříž  
Ing. Zdeněk Michl  
Ing. Martin Sojka

V Praze, dne 19. listopadu 2019

## Abstrakt

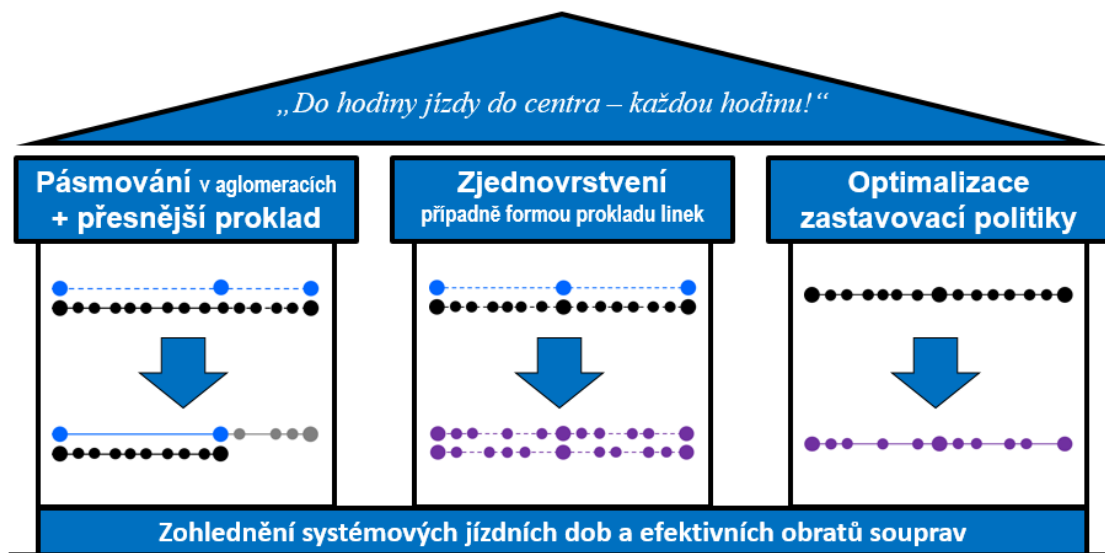
Cílem metodiky je poskytnout objednatelům drážní osobní dopravy přehledné vodítko k identifikaci potenciálu pro dosažení synergie v oblasti provozního konceptu v rámci disponibilního území a zpravidla i zdrojů<sup>1</sup> a zlepšení funkčnosti stávající dopravní obsluhy území. Metodika se skládá z několika vzájemně propojených a navazujících částí.

Synergií se zde rozumí vzájemná koordinace provozních konceptů různých objednatelů, a to jak ve směru vertikálním (dálkový + regionální objednatel či mezi různými vrstvami nabídky téhož objednatele), tak ve směru horizontálním (dva či více sousedících regionálních objednatelů). Koordinace se může realizovat různými způsoby – slučováním a prodlužováním linek, anebo jejich (alespoň nepřesným) prokladem do polovičního taktu, který může být spojen s harmonizací úsekových dob jízdy. Další možností je větvení linky buď do větví o dvojnásobné době taktu, anebo anebo se spojováním a rozpojováním jednotek při zachování doby taktu na obou větvích.

Výsledkem takovéto synergie může být vyšší četnost obsluhy a zkrácení cestovních dob pro většinu cestujících – tedy zlepšení časové a prostorové dostupnosti území – za cenu obsluhy některých stanic a zastávek s nízkou poptávkou autobusem místo vlakem.

Sloučením linek více objednatelů také může v mnoha případech dojít k zefektivnění oběhů kolejových vozidel – ke zvýšení kilometrického proběhu na jedno vozidlo, případně i ke snížení turnusové potřeby vozidel. Takto ušetřené rozpočtové prostředky pak objednatel může použít na rozvoj dopravní obslužnosti v relacích s vysokou poptávkou.

Oproti dosud známým výzkumným projektům a studiím je synergické plánování provozních konceptů zavedeno nikoli jako ojedinělý případ vzájemné dohody, ale jako standardní přístup, který však má své limity, popsané v Analytické části.



Obr. 0. Ilustrace základních pilířů předkládané metodiky. Zdroj: vlastní.

**Klíčová slova:** integrální taktový jízdní řád (ITJŘ); pásmový provoz; periferní oblast; proklad; systémová jízdní doba

<sup>1</sup> zdroji se zde rozumí zejména kolejová vozidla a v některých případech též časový fond systémové jízdní doby

## Obsah

<b>1</b>	<b>Cíle metodiky</b>	<b>5</b>
	Dedikace	5
<b>2</b>	<b>Vlastní popis metodiky</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Teorie konstrukce taktového provozního konceptu</b>	<b>6</b>
	Princip ITJŘ v osobní železniční dopravě	6
	Funkční vymezení vrstev obsluhy	10
	Shrnutí současného stavu četnosti obsluhy a jeho nevýhod	11
<b>2.2</b>	<b>Vize efektivní obslužnosti území drážní dopravou</b>	<b>13</b>
	Základní principy	13
<b>2.3</b>	<b>Centrální části aglomerací: integrální 30-min takt</b>	<b>15</b>
	Aglomerace a její jádro	15
	Střídavá obsluha	15
	Pásmování	16
	Svazkování tras linek k témuž taktovému uzlu či vazbě	17
<b>2.4</b>	<b>Základní kostra sítě: integrální 60-min takt</b>	<b>18</b>
	Kostra sítě s integrálním 60-min taktem	18
	Snížení počtu vrstev obsluhy mimo aglomerace	18
	Proklad do polovičního taktu a posilové spoje obecně	19
	Možnosti kompromisu a rizika koordinace objednávky veřejné drážní dopravy	19
<b>2.5</b>	<b>Periferní oblasti: 120-min takt či nesystémová nabídka spojů</b>	<b>22</b>
	Rozdělení periferních oblastí	22
<b>2.6</b>	<b>Opatření pro zmírnění a lokalizaci nepravidelností v taktu</b>	<b>24</b>
	Možnosti prokladu více linek podle míry systematizace	24
	Lokalizace nepřesností v taktu či prokladu	25
	Období dne s přípustnými odchylkami od taktu, doba provozu	25
	Zásady pro obslužnost ve dnech pracovního klidu	26
<b>2.7</b>	<b>Systémová jízdní doba a oběhová úspornost</b>	<b>27</b>
	Okrajové podmínky pro úsekovou dobu jízdy	27
	Přebytek doby jízdy	28
	Nedostatek doby jízdy	28
	Další opatření pro efektivní oběhy souprav	29

<b>2.8</b>	<b>Výběr tarifních bodů pro omezení či nerozšiřování obsluhy .....</b>	<b>31</b>
	Potenciální přínosy omezení či nerozšíření obsluhy.....	31
	Důsledky omezení či nerozšíření obsluhy některých tarifních bodů drážní dopravou .....	31
	Riziko politických rozhodnutí .....	31
	Kritéria pro výběr tarifních bodů se sníženým či nulovým rozsahem obsluhy vlakem .....	32
	Míra využitelnosti tarifních bodů pro přilehlé sídelní celky .....	34
	Možnosti nahrazení obsluhy vybraných tarifních bodů autobusovou dopravou .....	36
<b>3</b>	<b>Zdůvodnění novosti postupů</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>Uplatnění metodiky</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>Ekonomické aspekty metodiky</b>	<b>41</b>
	Obecné principy úspornosti, zakotvené v metodice.....	41
	Přínosy metodiky .....	41
	Ekonomické náklady metodiky .....	47
	Vnější podpůrné opatření: P+R.....	50
	Časový kontext metodiky .....	50
	Závěrečné vyhodnocení přínosů a nákladů metodiky.....	51
<b>6</b>	<b>Oponenti metodiky</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použité související literatury a dalších zdrojů</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Seznam souvisejících publikací, které předcházely metodice</b>	<b>54</b>
	Publikace a studie, které vznikly v rámci řešení projektu TJ01000162 .....	54
	Související publikace a studie, vzniklé před realizací projektu TJ01000162 .....	54

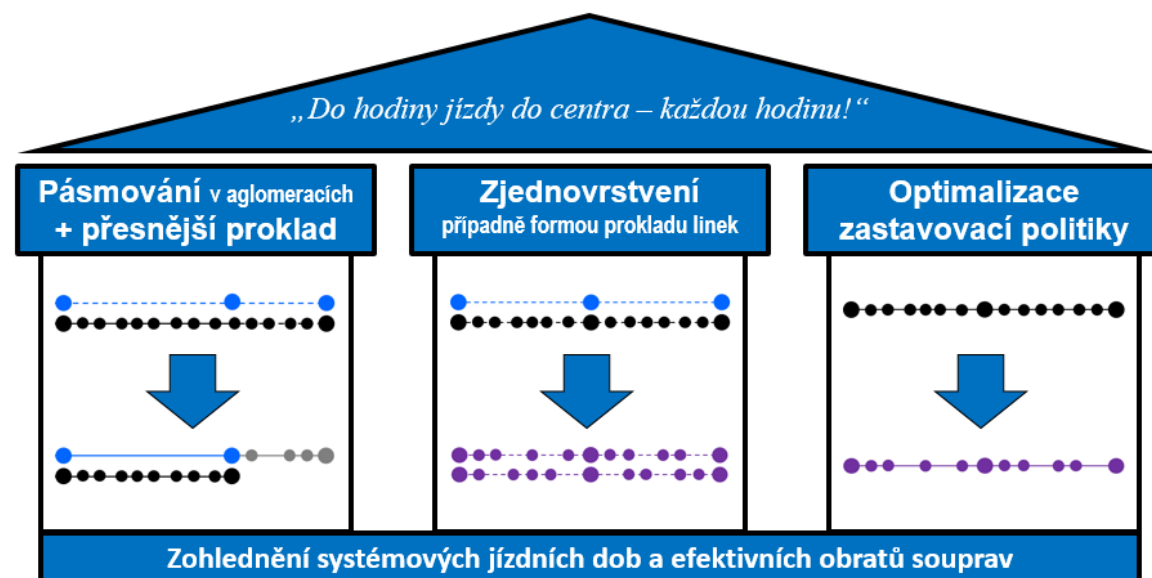
## 1 Cíle metodiky

Obecným cílem metodiky je poskytnout objednatelům veřejné drážní dopravy obecný strukturovaný návod pro identifikaci potenciálních synergických efektů mezi různými hierarchickými vrstvami obsluhy pro plánování efektivního konceptu linek na principu integrálního taktového jízdního řádu (ITJŘ). Metodika zohledňuje princip přiměřenosti obsluhy vzhledem k přepravní poptávce očekávatelné v daném území a k dalším, zejména provozně-technologickým, faktorům, jakož i efektivitu nasazení vozidel.

Dalšími dílčími cíli metodiky jsou:

- podpořit směřování k zavedení *integrálního 60-min taktu na většině české železniční sítě* (mimo periferie) a k zavedení *integrálního 30-min taktu v centrálních oblastech českých aglomerací*
- podpořit efektivní nasazení vozidel ve smyslu
  - odbourání neproduktivních prostojů během dne
  - vyšší míry zohlednění efektivního obratu soupravy při návrhu linkového vedení
  - rozhodování o obsluze méně významných tarifních bodů drážní dopravou
- zároveň na nezbytné minimum omezit dopad omezení obsluhy některých tarifních bodů, jehož citlivosti sociální i politické si je řešitelský tým plně vědom.

Vzhledem k prakticky jistému skokovému nárůstu nákladů při nutné obnově vozidel a nástupišť (i v málo využívaných tarifních bodech) se otázka efektivity obsluhy drážní dopravou v oblastech s nízkou přepravní poptávkou stává velmi naléhavou.



### Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu č. TJ01000162 - *Synergie v plánování železničních linek – zefektivnění obsluhy území veřejnou drážní dopravou*, řešeného s podporou Technologické agentury České republiky (TA ČR) v rámci 1. veřejné soutěže Programu na podporu aplikovaného výzkumu ZÉTA. Řešitelský tým je složen ze zaměstnanců ČVUT v Praze Fakulty dopravní (odpovědný řešitel Ing. Michal Drábek, Ph.D.) a taktici.cz, s.r.o.

## 2 Vlastní popis metodiky

### 2.1 Teorie konstrukce taktového provozního konceptu

#### Princip ITJŘ v osobní železniční dopravě

##### *Shrnutí nutných podmínek*

Aby ITJŘ plnil svůj účel, tedy nabízel cestujícímu použitelnou alternativu k IAD ve smyslu časové a prostorové dostupnosti veřejné dopravy, musí být, kromě existence taktových uzlů (viz dále), splněny následující podmínky:

- jednotná doba taktu (interval, perioda)<sup>2</sup>
- jednotná osa symetrie
- hranová rovnice
- obvodová rovnice<sup>3</sup>

Časová dostupnost je zajištěna pravidelným celodenním taktem, prostorová dostupnost je zajištěna systematickými (tj. v pravidelném celodenním taktu fungujícími) přípojnými vazbami. ***Jakákoli nepravidelnost v celodenní taktové nabídce spojů velmi výrazně snižuje důvěru cestujícího v tuto nabídku a vnímanou kvalitu této nabídky.***

##### *Jednotná doba taktu*

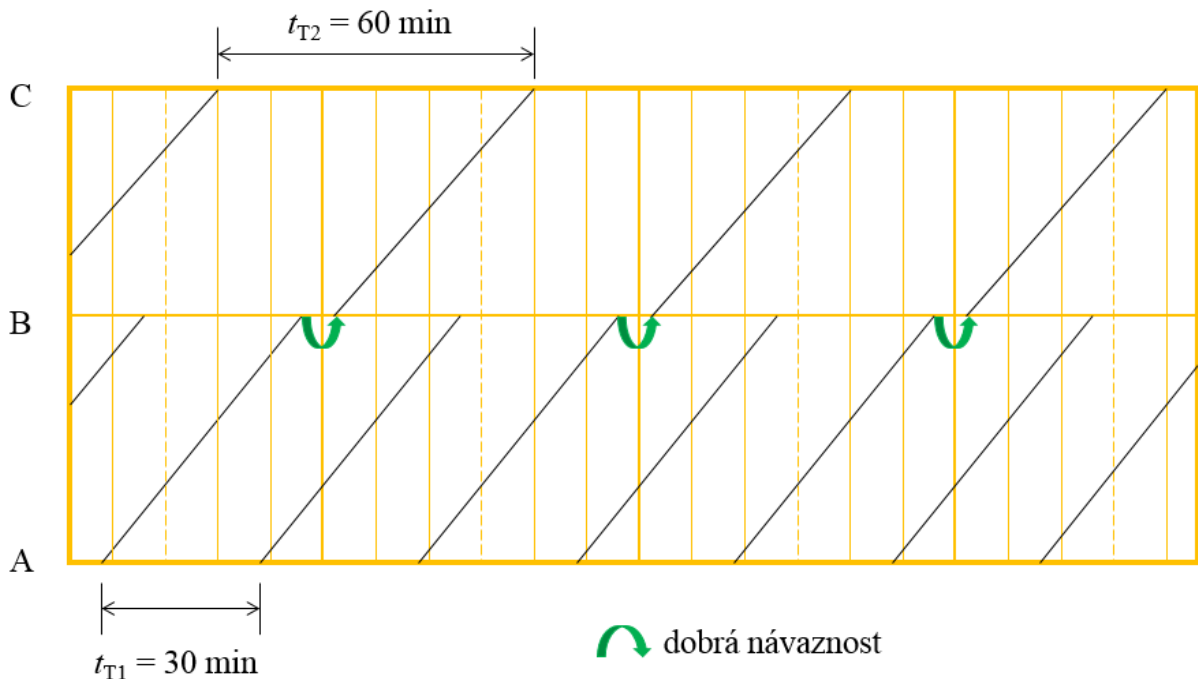
Všechny vlaky v ITJŘ jezdí v linkách. Každá linka má po celý den stejný interval obsluhy (dobu taktu), který je rovný  $2^k$ -násobku základní doby taktu (zpravidla 60 min), kde  $k$  je celé číslo. *Je přípustné pouze zahuštění taktu ve špičkách, nikoli vynechávky spojů v sedlech.*

Důvodem podmínky  $2^k$ -násobku doby taktu je nutnost zajistit kompatibilitu mezi úseky s různou četností obsluhy, a to jak v rámci prokladu více linek (či zahuštění taktu v části jedné linky), tak i pro zajištění systematických přípojných vazeb mezi linkami (Obr. 1). V železniční dopravě se používá taktová rodina (skupina) s dobami taktu 7,5 (7 + 8), 15, 30, 60, 120 min.

---

<sup>2</sup> V českých podmínkách je přípustný i funkční proklad, či alespoň kvaziproklad směřující koncem s přesnějším prokladem ke středu železniční sítě (tj. zpravidla ke spádovým sídlům).

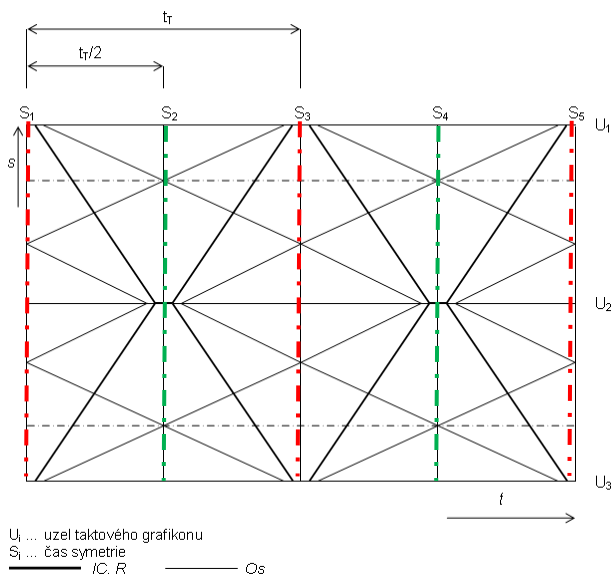
<sup>3</sup> Nesplnění obvodové rovnice neznámá, že ITJŘ nebude fungovat, avšak má značný dopad na jeho kvalitu (na přestupní dobu).



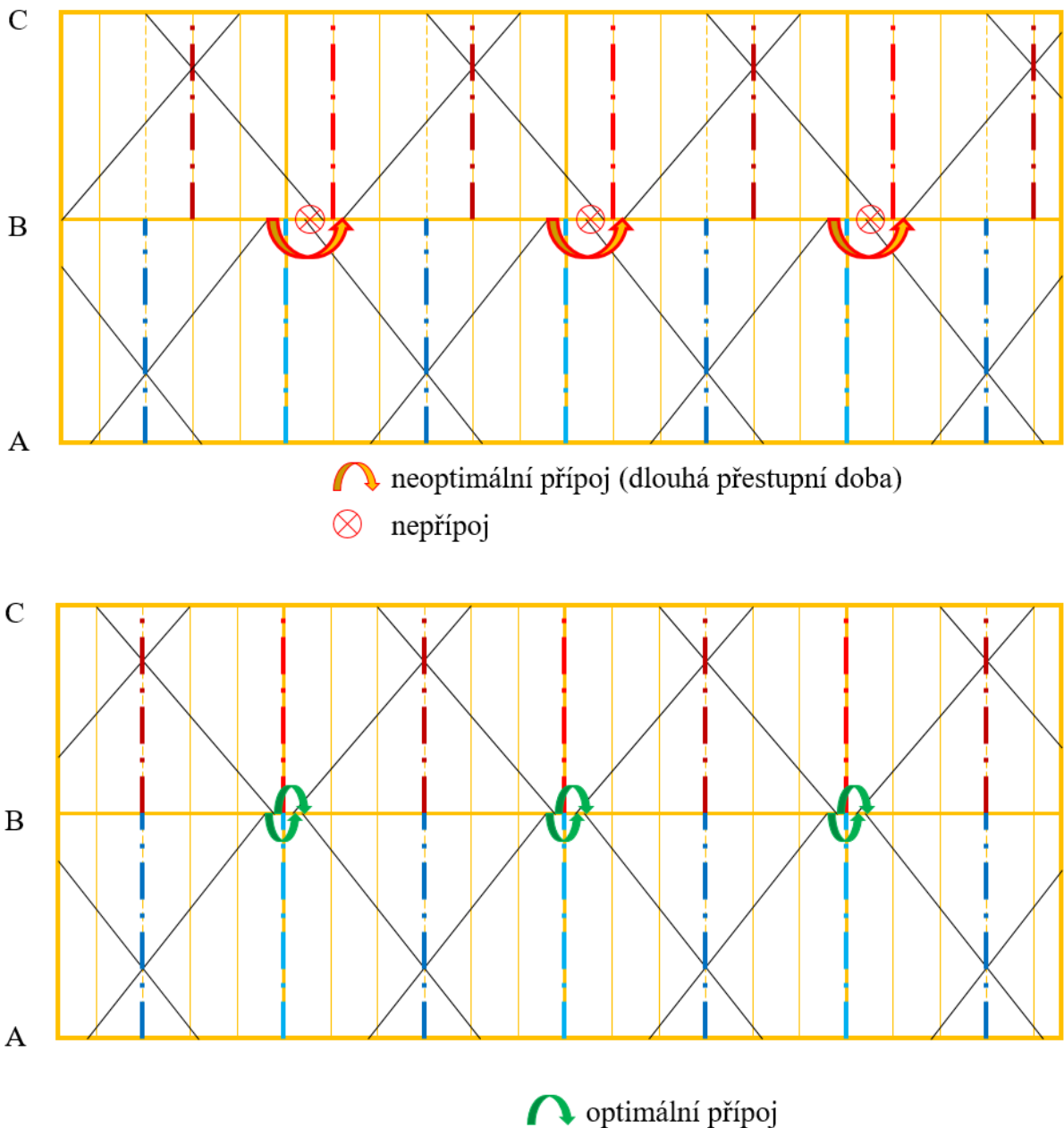
**Obr. 1.** Ilustrace dobré návaznosti při použití  $2^k$ -násobných dob taktu. Zdroj: [12], úpravy vlastní.

### Jednotná osa symetrie

Vlaky (spoje) každé linky se mĕjí, popř. křížují, ve stejný čas (čas neboli osa symetrie). Ten se opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu. Mají-li spoje na sebe navazovat v obou směrech se stejnou přestupní dobou, musí mít stejnou osu symetrie. V evropské dálkové železniční dopravě se nejčastěji používá čas symetrie těsně před celou hodinou (tzv. nulová osa symetrie - minuta 00, v praxi zhruba 57 až 01). V (pří)městské dopravě se při 30-min taktu obvykle používají minuty symetrie 00, 30 a 15, 45.



**Obr. 2.** Ilustrace nákrešného jízdního řádu na principu ITJŘ s vyznačením doby taktu  $t_T$ , taktových uzlů  $U$  a pravidelně se opakujících časů ( $os$ ) symetrie  $S$ . Je rozlišena jedna (např. v minutě 00) a druhá (např. v minutě 30) osa symetrie [2].



**Obr. 3.** Grafické znázornění dopadu nejednotné osy symetrie (nahore) oproti jednotné (dole). Zdroj: [12], úpravy vlastní.

### Taktové uzly

Taktový uzel (někdy zvaný „uzel ITJŘ/ITG“) je uzel v síti, v němž se setkávají protijedoucí vlaky (obecně spoje) téže linky (vždy v čase symetrie), a to u 2 či více linek<sup>4</sup>. Jeho výhodou je možnost vázat přípoje z vedlejších tratí na oba směry hlavní tratě současně. Je žádoucí vytvářet taktové uzly ve velkých městech nebo jinak (z hlediska potenciálních

<sup>4</sup> Případně jedna z linek v uzlu končí, s obratem okolo příslušného času symetrie.



přestupních vazeb) významných uzlech a zahrnout do nich pokud možno všechny linky zastavující v daném uzlu – v praxi alespoň linky s vhodnou časovou polohou.

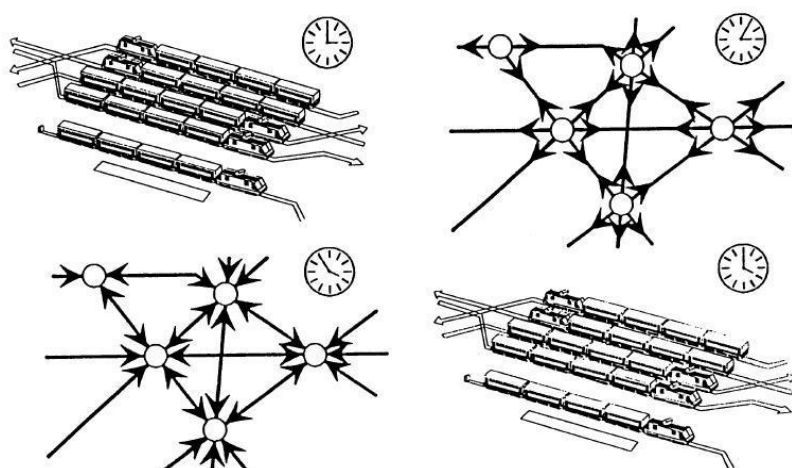
### Hranová rovnice

Z principu ITJŘ plyne, že vlaky vyjedou z taktového uzlu krátce po čase symetrie a do dalšího taktového uzlu musí přijet opět krátce před časem symetrie, aby se zamezilo zbytečným prostojeům. Ze skutečnosti, že se čas symetrie opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu, vyplývá hranová rovnice

$$t_{J,A \leftrightarrow B} = \frac{n}{2} \cdot t_T \quad [\text{min}] \quad (1)$$

kde

$t_{J,A \leftrightarrow B}$  je systémová jízdní doba (pravidelná doba jízdy včetně poměrných částí dob pobytu či přestupu v taktových uzlech)<sup>5</sup> mezi taktovými uzly  $A$  a  $B$   
 $n$  je přirozené číslo  
 $t_T$  je doba taktu (interval mezi spoji)



**Obr. 4.** Princip ITJŘ znázorněný fází času symetrie v uzlu, rozjezdu vlaků, sjezdu vlaků a dalšího času (téže minuty) symetrie v uzlu (po uplynutí doby taktu) [5].

### Obvodová (kružnicová) rovnice

Jak bylo uvedeno výše, čas symetrie se opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu. To znamená, že pro každou dobu taktu *existují vždy dvě* disjunktní<sup>6</sup> skupiny taktových uzlů. V hodinovém taktu bude v případě výběru osy symetrie 00 nastávat v jedné polovině taktových uzlů **tento čas symetrie**, avšak ve druhé polovině taktových uzlů (umístěných vždy časově „na půli cesty“ mezi dvěma taktovými uzly první skupiny) nastane čas symetrie **v minutě 30**.

V každém taktovém uzlu se sjezd a rozjezd vlaků (okolo osy symetrie) opakuje vždy po uplynutí doby taktu (např. při  $t_T = 60$  min a osách symetrie 00, 30 budou mít určité uzly vždy

<sup>5</sup> některými autory nazývaná „hranový čas“, např. [5]

<sup>6</sup> Bez průniku množin – tj. při 60-min taktu nemůže existovat uzel zároveň v minutu 00 a 30. Pokud existuje, jde o dva zde nenavazující systémy ITJŘ (např. vrstvy B a vrstvy C).

symetrii 00 a jiné vždy symetrii 30). Pro zajištění přestupů v rámci celé sítě (což je jeden z hlavních přínosů ITJŘ) je třeba při hypotetickém vykonání jakékoliv okružní cesty v síti<sup>7</sup> obsahující alespoň 3 různé taktové uzly jet právě celočíselný násobek doby taktu<sup>8</sup>, aby bylo dosaženo příjezdu k téže ose symetrie (např. buď opět 00 nebo opět 30), od níž se na začátku pomyslné kružnice vyjelo.

Matematicky je možné obvodovou rovnicí vyjádřit následovně:

$$\forall(A, m): t_{J, A \rightarrow A, m} = n \cdot t_T \quad [\text{min}] \quad (2)$$

kde

$A$  je taktový uzel  
 $t_{J, A \rightarrow A, m}$  je systémová jízdní doba po  $m$ -té kružnici a z uzlu  $A$  do uzlu  $A$ , obsahující nejméně 2 další taktové uzly  
 $m, n$  jsou přirozená čísla

### Funkční vymezení vrstev obsluhy

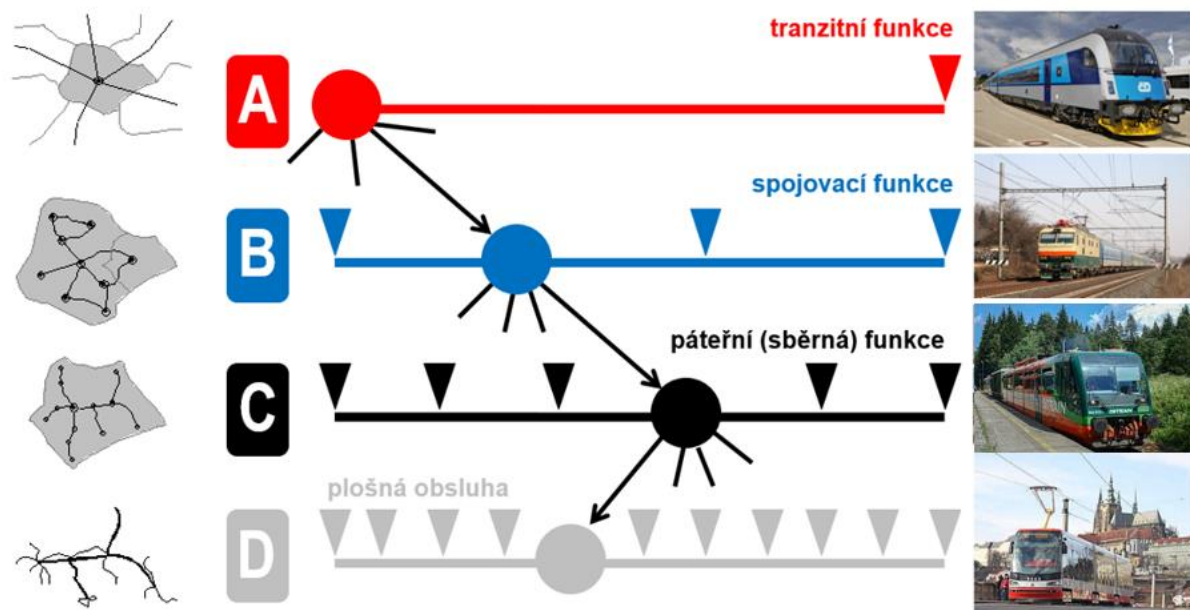
Lze konstatovat, že vrstva **C** typicky zastavuje ve všech nácestných tarifních bodech, vrstva **B** typicky „nezastavuje“ s výjimkou tarifních bodů nadregionálního významu a vrstva **A** typicky „nezastavuje“ s výjimkou tarifních bodů celostátního významu (např. hlavní nádraží v krajských městech).

V tomto projektu nemusí být uvedené vymezení bráno jako absolutní. Důležitý je rovněž vzájemný vztah jednotlivých vrstev v počtu zastavení. Na úseku o délce řádově desítek km by měl být rozdíl v (ne)obsloužení nejméně dvou tarifních bodů, aby bylo možno hovořit o různých funkčních vrstvách.

Barevné označení vrstev **A**, **B**, **C**, důsledně dodržované v rámci tohoto projektu, je patrné z Obrázku 5. Vychází z hierarchického rozlišení linek na síťové grafice vlaků ve Švýcarsku [6][3].

<sup>7</sup> tj. kružnice ve smyslu teorie grafů

<sup>8</sup> pravidelná doba jízdy musí být oproti SJD zkrácena o polovinu přestupní doby v počátečním a v koncovém uzlu



Obr. 5. Princip návaznosti funkčních vrstev obsluhy systému veřejné dopravy [25] (na základě [7]).

## Shrnutí současného stavu četnosti obsluhy a jeho nevýhod

### *Integrální 60-min takt s nepravidelnostmi ve špičkách a vynechávkami v dopoledním sedle*

Již v současné době lze na železniční síti ČR zaznamenat souvislou oblast, pokrytou integrálním 60-min taktem – pokud lze v této etapě vývoje zanedbat velmi běžné vynechávky taktových spojů v dopoledním sedle a „školní“ či „tovární“ odchylky od taktu okolo 14. hodiny.

Základní kostrou<sup>9</sup> této oblasti je síť s integrálním 60-min taktem vrstvy **B**, v některých případech i vrstvy **A**. Na tuto kostru jsou v řadě míst navázány podsítě integrálního 60-min taktu vrstvy **C**, které lze dále rozlišit na aglomerační (s jádrem, které se vyznačuje celodenním 30-min taktem) a regionální, kde lze zaznamenat nanejvýše špičkové zahuštění do 30-min taktu.

### *Oblasti s paralelními 120-min takty a periferie*

Zbytek železniční sítě lze rozdělit na „mezioblast“, kde není dosaženo prokladu (zpravidla ani ve formě kvaziprokladu) mezi dvěma 120-min takty vrstev **B** a **C**, a na periferní oblasti, které se vyznačují 120-min taktem, případně více či méně nesystematickou nabídkou spojů vrstvy **C**.

„Periferií uvnitř periferie“ jsou pak tratě či úseky obsluhované s nízkou četností (nejvýše 4 páry spojů denně), popřípadě pouze o víkendech či během turistické sezóny. Zde se již dopravní obslužnost mění na podporu cestovního ruchu, pro kterou je třeba zvolit odlišné organizační i ekonomické pojetí.

V rámci systematické obsluhy se pak vyskytují i přechodové stavy – typicky ve formě jedno- či obousměrného špičkového zahuštění na poloviční takt, stejně tak jako *velmi nežádoucí vynechávky taktových spojů, jež v extrémních případech nabývají podoby 3-6-hodinových časových rozestupů mezi spoji.*

<sup>9</sup> Ve smyslu teorie grafů se nejedná o kostru, ale podgraf, neboť obsahuje kružnice.

### *Špičkové zahuštění taktu*

Navýšení počtu spojů přináší příležitost v podobě snížení fixních nákladů na vlkm a příležitost nárůstu počtu odbavených cestujících (resp. výnosů dopravce) na tratích s celodenní poptávkou po spojení.

Je důležité si uvědomit, že linky provozované ve formě „polovičního taktu ve špičce“ v případě zavedení 2-3 spojů ve špičkovém směru (typicky odpoledne) prakticky neumožňují úsporu počtu souprav oproti „polovičnímu taktu celodenně“. Důvody nerozšíření obsluhy pak mnohdy spočívají ve způsobu kalkulace ceny dopravního výkonu dopravcem (vůči objednateli), smluvním zakotvení této kalkulace a smluvním způsobu stanovení ceny při změněném rozsahu.

### *Ekonomicky nežádoucí asymetrie spojů*

V případě, že jsou posilové spoje zavedeny párově (ráno tam, odpoledne zpět), je možné toto zajistit bez, nebo jen s malým počtem, soupravových jízd (zpravidla na začátku a na konci pracovního týdne).

V případě jednosměrných nepárových posilových spojů (typicky v ranní špičce jen ve směru tam a případně ještě v odpolední špičce jen ve směru zpět) však vzniká asymetrie, která je z pohledu efektivity vynakládání veřejných prostředků silně nežádoucí.

Objednatel v praxi vyplácí dopravci kompenzaci na soupravové „spoje“ nutné k přesunu souprav zpět, ač je cestující nemohou využít. Z tohoto důvodů lze pro systematickou nabídku „rychlých“ spojů doporučit spíše pásmování (viz dále), ač i toto v části, kde je zastavování zrychlené linky prakticky totožné s vrstvou **B**, představuje určitý nárůst dopravních výkonů. Nicméně tento nárůst je zčásti kompenzován tím, že se cestující ze vzdálenějších sídel neobjeví v lince vrstvy **C**, obsluhující vnitřní pásmo aglomerace. Tím dojde ke snížení potřebné kapacity souprav na této lince. Viz též Vávra [15].

## 2.2 Vize efektivní obslužnosti území drážní dopravou

### Základní principy

#### *Rozšiřování jádra sítě s integrálním hodinovým taktem*

Z hlediska atraktivity i ekonomické efektivity nabídky v závazku veřejné služby **je žádoucí směřovat k celodennímu, integrálnímu<sup>10</sup> 60-min taktu bez vynechaných spojů a nepravidelností**. Přičemž na ramenech dálkové dopravy mimo aglomerace je žádoucí přibližovat cestovní rychlost vrstvy **C** vrstvě **B** (nikoli naopak), tak, aby se zvyšovala konkurenceschopnost železnice pro většinu obyvatel (žijících ve větších a středních sídlech, ale i těch, kteří jsou ochotni dojet IAD ke kvalitní nabídce veřejné dopravy).

Na tratích se dvěma a více přestupními vazbami na železniční síť<sup>11</sup> je obecně žádoucí alespoň ve středně- a dlouhodobém výhledu směřovat k zajištění kapacity dráhy pro nabídku spojů v polovičním taktu, než je celodenně provozovaný. Pokud přepravní poptávka ani ve výhledu neopravňuje objednatele ke snížení celodenní doby taktu na polovinu, může být v mnoha případech vhodné využít v době sedla tuto kapacitu pro trasy vlaků nákladních [13] a dalších vlaků mimo dopravní obslužnost v závazku veřejné služby.

#### *Rozdíl v dimenzování ITJŘ a kapacity dráhy*

**Je tudíž obecně vhodné navrhovat síťovou nabídku spojů, tedy ITJŘ, pro celodenní takt (tj. sedlo), zatímco kapacitu dráhy je třeba dimenzovat pro přepravní špičku.** Každé zvýšení pravidelnosti nabídky spojů znamená snížení požadavků na infrastrukturu (samozřejmě za podmínky zachování dopraven umožňujících operativní křižování a další provozní procesy mimo taktové časové polohy).

Čím blíže k centrálním prvkům sítě se daný traťový úsek nachází, případně, čím vyšší je intenzita nákladní či jiné dopravy, tím více je třeba zajistit další využitelnou kapacitu nad rámec špičkové potřeby. Totéž se týká i úseků se značným dálkovým či nadregionálním přepravním významem.

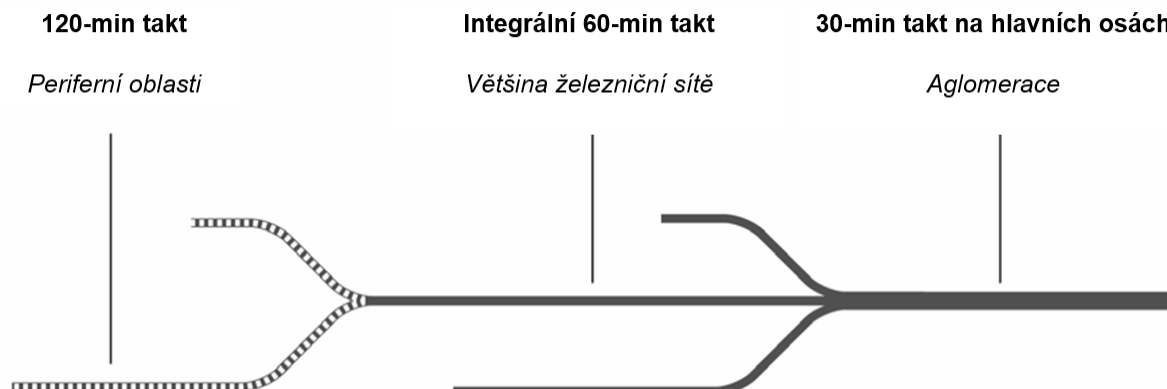
#### *Navržená segmentace četnosti obsluhy*

Železniční síť ČR, na níž je objednávána osobní doprava v závazku veřejné služby, lze z hlediska celodenně nabízené doby taktu rozdělit na čtyři základní typy oblastí:

- 1) 30-min takt alespoň u vrstvy **C**
- 2) 60-min takt
- 3) Periferní dopravní obslužnost:
  - a) 120-min takt
  - b) Nepravidelná nabídka: takt pouze v části dne, či s výraznými nepravidelnostmi, popř. nesystematické spoje

<sup>10</sup> Každou hodinu tedy musí být umožněny totožné přepravní řetězce.

<sup>11</sup> ve dvou různých tarifních bodech, ležících kdekoli na dané trati



**Obr. 6.** Tři třídy četnosti obsluhy – ideální stav. Vlastní, na podkladě [8]

### ***Hledisko časové dostupnosti centra vlakem a hustoty osídlení***

Obecně lze konstatovat, že oblasti ležící dále než „systémovou hodinu jízdy vlakem Os v širším smyslu<sup>12</sup>“ od krajského či srovnatelného spádového centra, nejsou-li hustě osídlené, není dlouhodobě udržitelné obsluhovat v tolika tarifních bodech jako v současnosti, neboť by to znamenalo neefektivní, a hlavně nespravedlivé, rozdělení omezených veřejných zdrojů mezi obyvatelstvo. V těchto oblastech je rovněž žádoucí směřovat k jediné vrstvě obsluhy v 60-min taktu – případně s nižší četností, jedná-li se o periferní oblasti s nízkou přepravní poptávkou.

### ***Hledisko možnosti alternativní obsluhy určitých tarifních bodů***

V řadě případů je třeba zkrátit úsekovou dobu jízdy, ať již pro dodržení SJD (z hlediska ITJR či stihnutí křižování, popř. i pro zajištění dostatečné stability GVD) či pro zajištění dostatečné doby obratu pro tutéž soupravu. Tehdy je vhodné z těch tarifních bodů, které lze obslužit jinou železniční či autobusovou linkou, a to bez podstatné újmy na časové dostupnosti hlavních cílů dojížděky, vybrat tarifní body, které budou obsluhovány tímto alternativním způsobem. V krajním případě, pokud velmi nízká přepravní poptávka neopravňuje objednatele ani k obsluze autobusem, případně se dostatečně blízko – typicky do cca 1 km – nachází jiný tarifní bod, je možno přistoupit ke zrušení obsluhy bez náhrady.

<sup>12</sup> tedy včetně poměrné části dob obratu a časových záloh, aby byl umožněn efektivní obrat soupravy

## 2.3 Centrální části aglomerací: integrální 30-min takt

### Aglomerace a její jádro

#### *Jádro (vnitřní pásmo) aglomerace*

Jedná se o hustěji osídlenou část aglomerace, bezprostředně obklopující její centrum. V minimalistické variantě může být takováto oblast tvořena jediným traťovým úsekem. **Zde je žádoucí směřovat k zavedení integrálního, celodenního 30-min taktu vrstvy C.** Hranicí tohoto vnitřního pásma je zpravidla místo významného lomu poptávky, např. místní centrum či uzlová stanice. Je však vhodné přihlídnout i k dosažení efektivního obratu soupravy.

#### *Vnější pásmo aglomerace*

Jedná se o část aglomerace s hustotou osídlení, která s rostoucí vzdáleností od centra klesá. *Tomu by měla odpovídat i typická vzdálenost mezi sousedními zastaveními linky, která toto pásmo obsluhuje.* S klesající hustotou osídlení by se tedy měla tato vzdálenost zvětšovat, aby i nejvzdálenější tarifní body byly z centra dostupné ideálně do 60 min jízdy vlakem.

Časová dostupnost centra vlakem zde zpravidla převyšuje 30 min, u největších aglomerací však mohou být některé tarifní body s výraznou spádovostí do centra dostupné i nad 60 min jízdy vlakem. Při volbě konce linky je žádoucí sledovat dosažení efektivní doby obratu soupravy (s přiměřenou časovou zálohou), tedy dosažení (nepřekročení) SJD v tomto smyslu.

U větších aglomerací a v případě vyšší hustoty osídlení je i zde žádoucí směřovat k integrálnímu 30-min taktu. Se zvyšující se dobou jízdy od centra je pak třeba odstoupit od obsluhy tohoto pásma plně zastavující linkou.

Zpravidla je účelné tzv. pásmování (viz dále). V některých případech je vhodné využít alespoň přibližného prokladu, popř. kvaziprokladu, zrychlené linky ve vnitřním pásmu s dálkovými linkami do rychlého 30-min taktu. Ve vnějším pásmu pak může být zrychlená linka doplněna Os linkou s přestupní vazbou na dálkovou linku (radiálně do centra).

V případě větších aglomerací, které nejsou příliš vzdáleny od další aglomerace, může dokonce dojít ke splynutí (či alespoň částečnému překrytí) vnějších pásem obou aglomerací.

### Střídavá obsluha

Opatřením, které vede ke zvýšení cestovní rychlosti a posouvá hodinovou izochronu dále od centra aglomerace, je *střídavá obsluha* vybraných tarifních bodů (Obr. 7). Obecně se může jednat o proklad dvou linek (tedy případně i „společný produkt“ dálkového a krajského objednatele), stejně jako o jedinou linku.

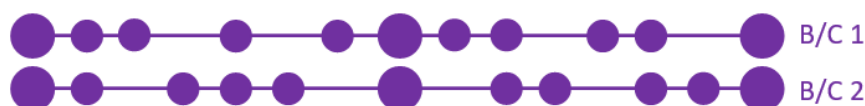
Toto opatření lze s výhodou uplatnit u tarifních bodů se střední až nižší přepravní poptávkou, u nichž výrazně převládá radiální vazba na centrum. V případě 30-min taktu dané vrstvy na daném úseku tedy tyto tarifní body budou obsluhovány v 60-min taktu. Tarifní body s méně významnou poptávkou se tak rozdělí na např. skupinu, obsluhovanou pouze během první půlhodiny, a na skupinu, obsluhovanou pouze během druhé půlhodiny.

Počet tarifních bodů v obou skupinách by neměl být výrazně odlišný, a to ani v rámci úseků mezi dvěma systémovými křižováními či přípojnými vazbami. Jinak by na jednokolejné trati mohlo dojít k nežádoucímu střídání systémových křižování v sousedních stanicích



a v každém případě by byl narušen přibližný proklad. To by vedlo i k nežádoucímu zvýšení části přestupních dob, případně i k velmi nežádoucímu šíření nepravidelností na navazující tratě.

Dalším nutným předpokladem pro zavedení střídaté obsluhy je možnost rezignovat na přepravní vztahy mezi tarifními body neobsluhovanými v tutéž půlhodinu, z důvodu zanedbatelné intenzity či realizovatelnosti jiným, např. individuálním, druhem dopravy.



Obr. 7. Střídatá obsluha některých tarifních bodů. Vlastní, na podkladě [7].

## Pásmování

Z důvodu neochoty většiny lidí trávit neúměrně dlouhou dobu denní dojíždkou do zaměstnání či za vzděláním je pro objednatele žádoucí, aby co nejvíce obyvatelům příslušného území<sup>13</sup> zajistil dobu jízdy vlakem do spádového centra do jedné hodiny včetně.

Zpravidla platí, že hustota zalidnění klesá s rostoucí vzdáleností od centra dojíždky – zejména u krajských a srovnatelně významných center osídlení<sup>14</sup> (viz též podkapitola o FUA na str. 37 Analytické části). Z tohoto důvodu je logické, že s rostoucí vzdáleností od centra by měla růst i průměrná vzdálenost mezi zastaveními vlaku, tak, aby doba jízdy do 60 min byla nabídnuta z co nejvyšší vzdálenosti na trati, tj. pro co největší rozlohu území.

V případě, že by tato podmínka byla kromě případné dálkové linky zajištěna pouze zastávkovou vrstvou **C**, došlo by k dosažení doby jízdy 60 min na poměrně krátké vzdálenosti.

Koncept pásmování (Obr. 8 dole) rozšiřuje izochronu 60 min jízdy do centra, a to následujícím způsobem: jedna příměstská linka je vedena zastávkově, tedy plní funkci vrstvy **C**, z centra na hranici vnitřního pásma aglomerace. Druhá linka je v tomto vnitřním pásmu vedena jako vrstva **B**, zatímco ve vnějším pásmu plní funkci vrstvy **C**<sup>15</sup>. V centru může v případě potřeby zastavovat na více místech. Na vnějším konci linky lze vzdálenost mezi zastaveními případně opět snížit, pokud se tím významné zdroje poptávky neocitnou vně 60 min izochrony – s přihlédnutím k dosažení efektivního obratu soupravy, včetně přiměřené časové zálohy.

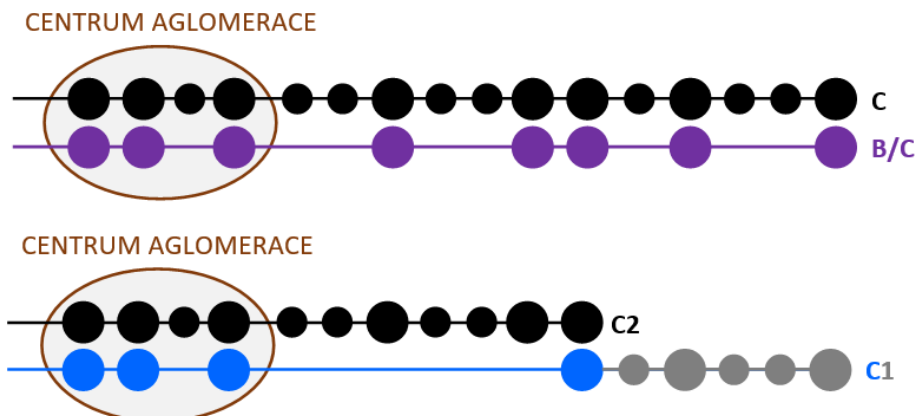
Alternativou k pásmování může být klasická hierarchizace Os (**C**) + Sp (**B/C**). Zde však nevyhnutelně dochází ke zvyšování rozdílu v době jízdy v průběhu celého společného úseku, a tedy k nemožnosti alespoň přibližného prokladu.

<sup>13</sup> vymezeného zejména administrativně, ale i z hlediska spádovosti

<sup>14</sup> tj. měst či aglomerací

<sup>15</sup> otázka kategorizace takového vlaku jako zrychlený Os či Sp je z funkčního hlediska bezpředmětná





**Obr. 8.** Srovnání hierarchizace nabídky Os (C) + Sp (B/C) (nahore) a pásmování (C2 + B+C1) (dole) [7].

### Svazkování tras linek k témuž taktovému uzlu či vazbě

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

V případě souběhu linek z více tratí na jednom úseku, vedoucím do uzlu s totožnou přestupní vazbou<sup>16</sup> pro obě linky<sup>17</sup>, je většinou vhodné homogenizovat grafikonové trasy těchto linek úpravou jejich zastavovací politiky ve společném úseku – buď vynecháním, anebo naopak přidáním mezilehlých míst zastavení. Tato úprava musí samozřejmě respektovat kontext SJD obou linek i alternativního zajištění obsluhy dotčených tarifních bodů.

<sup>16</sup> tedy nejen taktového uzlu

<sup>17</sup> které váží na stejnou navazující linku v tomto uzlu

## 2.4 Základní kostra sítě: integrální 60-min takt

### Kostra sítě s integrálním 60-min takt

***Tento typ oblasti by měl představovat základní celostátní standard železniční sítě ČR*** mimo vnitřní části aglomerace a periferní oblasti. *Jedině tehdy* dojde k výraznému zvýšení atraktivity železnice při jinak neměnných parametrech, a tedy *může být prakticky naplněna teze o páteřní úloze tohoto druhu dopravy v obsluze území* – viz kapitola 4.2.4 (Opatření) v [9].

### Snížení počtu vrstev obsluhy mimo aglomerace

Snížení počtu vrstev obsluhy na určitém úseku se zpravidla vyznačuje jasným přínosem ve formě úspory dopravních výkonů a možnosti zavedení celodenního 60-min taktu u zbylé vrstvy obsluhy.

Jak je patrné z Obrázku 14 (kap. 5 Ekonomické aspekty), „zjednoduštění“ obsluhy kromě atraktivnějšího intervalu obsluhy pro většinu cestujících přinese rovněž snížení počtu stanic se systémovým křížováním. V některých případech lze navíc alespoň zčásti alternovat vložené špičkové trasy osobní dopravy s nákladními trasami v sedle [13].

Zjednodušením nabídky osobní dopravy tedy dojde ke *zvýšení ekonomické efektivity infrastrukturních úprav*. Zároveň se zvýší přínosy díky zkrácení intervalu obsluhy a zkrácení průměrné doby jízdy pro většinu cestujících (pro obyvatele nejvíce a středně lidnatých sídelních celků podél trati a dále pro obyvatele, kteří jsou ochotni dojet k dostatečně atraktivní nabídce veřejné dopravy).

Tím není řečeno, že ostatní stanice mají být bez náhrady zrušeny – obecně platí, že

- čím vyšší je přepravní význam dané trati
- čím blíže centrálním prvkům železniční sítě daná trať leží
- čím více vazeb na síť<sup>18</sup> obsahuje,

tím více stanic je žádoucí (a ekonomicky přiměřené) modernizovat pro umožnění operativních změn křížování.

### *Nahrazení obsluhy vybraných tarifních bodů lokální linkou vrstvy C*

U tratí s přestupní vazbou na obou koncích, kde „zjednoduštění“ není možné plně realizovat<sup>19</sup>, je vhodné prověřit dojížděku (spádovost) z míst v blízkosti jednoho konce do centra na druhém konci a v případě kladného výsledku prověřit alternativu – navazující obsluhu buď jinou vhodnou železniční linkou, anebo autobusem.

Pokud se takováto dojížděka ukázala být zanedbatelnou, je žádoucí tyto tarifní body obsluhovat se spádovostí pouze do bližšího centra. Nejprve je vhodné prověřit možnost obsluhy autobusem. V případě jeho nevhodnosti (z důvodu přepravní kapacity či polohy relevantních tarifních bodů) je žádoucí usilovat o zavedení či protažení linky vrstvy **C** s vyvolanou potřebou pouze jedné menší soupravy, spojující místo/místa pouze s bližším koncem trati.

<sup>18</sup> s osobní dopravou objednávanou celotýdenně či alespoň v pracovní dny

<sup>19</sup> zpravidla z netechnických důvodů – politická citlivost zrušení obsluhy tarifních bodů vlakem

Vrstva **B**, u níž bylo díky tomuto nahrazení dosaženo časové úspory, může naopak (ve vhodných případech) jinde pomocí několika dodatečných zastavení nahradit vrstvu **C**.

## **Proklad do polovičního taktu a posilové spoje obecně**

### *Vliv na potřebu vozidel*

Špičkové zahuštění nabídky do polovičního taktu vyžaduje tolik souprav navíc, kolik zahušťujících spojů má v jednom směru vyjet ve špičce (až do dosažení doby oběhu). Zkrácením doby obratu vlivem nižší doby taktu však může potřeba souprav klesnout (přesněji nenarůst) obvykle o 1-2.

### *Infrastrukturní omezení*

V mnoha případech dochází během přepravních špiček k alespoň jednosměrnému zahuštění na poloviční (zpravidla 60-min či 30-min) takt. V některých případech současná infrastruktura a/nebo zastavovací politika neumožňují takovéto zahuštění v obou směrech současně. Jiným případem je takové zahuštění nabídky, které ani nepůlí takt ve směru špičkové přepravní poptávky, neboť infrastruktura neumožňuje ani to.

Řešitelský tým doporučuje východisko v podobě investic do infrastruktury, které umožní zavedení 60-min nebo 30-min taktu (v případě odpovídající přepravní poptávky).

Objednatel by měl v rámci spolupráce s provozovatelem dráhy uplatňovat své požadavky na rozvoj infrastruktury, a to přímo v rámci přípravy infrastrukturních projektů a také prostřednictvím dopravního plánování vytyčením svých dlouhodobých cílů v dopravním plánu (PDOÚ).

## **Možnosti kompromisu a rizika koordinace objednávky veřejné drážní dopravy**

### *Dosahované taktové uzly*

U dvou sousedících (kraje) či územně se překrývajících (MD a kraj) objednatelů může obecně nastat rozpor v požadavku na dosahování určitých taktových uzlů a vazeb v síti.

V prvním případě se jedná o dvě sítě, každou zpravidla s jedním (či několika) významným centrem (která jsou logicky zvolena za taktové uzly), mezi nimiž je hospodárné vést společně objednanou linku. Pokud linka nedosahuje SJD, která umožňuje zapojení do obou taktových uzlů, a nemá být upřednostněn zájem jednoho objednatele na úkor druhého, existují v zásadě dvě možnosti.

První možnost je zapojení dané linky do obou taktových uzlů „volněji“, tedy s výrazně delší dobou přestupu na další linky. Toto řešení může mít opodstatnění u větších spádových sídel, kde radiální přepravní vztahy převažují nad přestupními.

Druhá možnost má význam u taktových uzlů, jejichž význam je převážně přestupní, tedy samy o sobě jsou poměrně málo významným cílem cest. V takovémto případě je pro zachování komfortní přestupní vazby na obou koncích nutné linku „roztrhnout“ v místě, kde lze předpokládat nejnižší obsazenost soupravy. Roztržení nemusí být nutně provozní (rozdělením na dvě linky). Může jít o vyrovnávací pobyt, který ovšem odrazuje cestující, kteří přes daný tarifní bod projíždějí. V případě roztržení na dvě linky pak nastává nepřípoj, míra jehož dopadu na tranzitující cestující se zhoršuje se zvyšující se dobou taktu.

U územně se překrývajících objednatelů (MD a kraj), kde každý z nich se ze své podstaty zaměřuje na jiné vrstvy obsluhy, nastává odlišný problém. V krajsky významných centrech se oba často snaží dosáhnout téhož taktového uzlu, aby byly zajištěny komfortní přestupní vazby mezi dálkovou a regionální dopravou. Protože se však průměrná rychlost vrstev **B** a **C** díky četnosti zastavování liší, znamená společné dosažení jednoho taktového uzlu téměř vždy nesoulad v jiném uzlu. Dopad tohoto jevu lze zmírnit buď směrovými vazbami v dalším uzlu, pokud pro relevantní směry vycházejí, anebo prodloužením přestupní doby mezi různými vrstvami ve společném taktovém uzlu. Třetí možností, aplikovatelnou v hustě osídlených oblastech, je využití nižší doby taktu návazné vrstvy **C** ve druhém uzlu<sup>20</sup>.

Realistickým kompromisním řešením může být opět roztržení (rezignace na vazbu) dvou linek vrstvy **C**, kdy každá nezávisle navazuje na „svůj“ taktový uzel.

### *Dosahované směrové vazby*

Na rozdíl od taktového uzlu zajišťuje směrová vazba přestup pouze na/z jednoho směru průjezdné linky. V mnoha případech však tato vazba k uspokojení přepravní poptávky plně dostačuje. Objednatel samozřejmě preferuje přepravně významnější směr. U směrové vazby však záleží na tom, v jaké časové vzdálenosti od místa symetrie průjezdné linky se tato realizuje. Blízko osy symetrie se jedná pouze o „volnější“ taktový uzel, který je v případě umístění osy symetrie mezi dvě uzlové stanice možné realizovat ve formě „dvojuzlu“. Cenou za zdvojení taktového uzlu je prodloužení doby přestupu pro některé směry a zkrácení požadované doby jízdy návazných linek z/do těchto uzlových stanic (dopad na SJD).

Jinou, poněkud extrémní, formou „oboustranné“ směrové vazby, je zdvojení přípojných spojů umožněné „rozšířením“ taktového uzlu, (časově) krátkou přípojnou linkou a oprávněně významnou přepravní poptávkou mezi přípojnou tratí a oběma směry nadregionální linky. Každý pár spojů nadregionální linky tedy vyžaduje 2 páry Os vlaků.

Kompromis mezi objednateli, z nichž každý preferuje vazbu na jiný směr průjezdné linky, je tedy obecně tím snazší, čím blíže dané uzlové stanici se nachází osa symetrie průjezdné linky – a naopak. A stejně jako u nepřipojů mezi končícími linkami, roste dopad problému na cestujícího úměrně zvyšující se době taktu.

### *Počet zastavení*

Každý objednatel má obecně jiné preference v četnosti zastavování. Kompromis mezi nejvíce rozdílnými přístupy, tedy mezi dálkovým (MD) a krajským objednatelům je zpravidla možný buď v oblasti vnitřní periferie, anebo v geografické oblasti mezi posledním významným cílem dálkové dopravy (ať již město či významná přestupní vazba) a hranicí ČR, pokud daná dálková linka nemá významný přeshraniční přesah.

Vyšší počet zastavení dálkové dopravy je většinou způsoben ekonomickou neefektivitou v případě vedení dvou samostatných spojů dálkové a regionální dopravy, nízkým využitím nebo okrajovým významem dálkové dopravy v dané lokalitě nebo z kapacitních důvodů infrastruktury. Přidaná zastavení dálkové dopravy jsou vyvolána a většinou vedou k úspoře veřejných prostředků jako celku.

### *Rizika koordinované objednávky*

Společný (či časově a nabídkově koordinovaný) produkt dvou objednatelů (obecně MD a kraje či více krajů), který zajišťuje homogenitu dopravní služby napříč hranicemi objednatelů

---

<sup>20</sup> např. u 30-min taktu vrstvy **C** tak může přestupní doba vyjít výrazně kratší než v případě 60-min taktu

(a to na území jednoho kraje či přes hranice více krajů) je z důvodu přítomnosti více subjektů z principu méně stabilní. Koordinovaná objednávka může mít v ČR následující formu:

- proklad (byť i přibližný) dvou linek, kde každá má jiného objednatele
- koordinované objednání jedné linky přes hranice kraje, kde každý objednatel objednává dopravní služby v rámci své územní působnosti
- reciproční objednání dopravních služeb na území jiného objednatele (tj. mezikrajská linka je v celé trase objednávaná jediným objednatelem)
- společná objednávka na základě veřejnoprávní dohody mezi dvěma objednateli

Níže jsou uvedena rizika, která ohrožují udržení dohodnuté koordinované nabídky spojů:

- finanční nestabilita (pro jednoho objednatele není dále únosné podílet se na tomto produktu)
- časový posuv spojů jednoho objednatele vyvolaný změnou provozního konceptu (obdobně např. přestup navíc, který při předchozí dohodě nebyl uvažován)
- vícenáklady na kompenzaci z téhož důvodu
- rozdílný přístup objednatelů k smluvnímu zajištění dopravní obslužnosti (termíny, brutto vs. netto forma smlouvy, odlišná požadovaná kvalita)
- změna smluvního dopravce, a z ní plynoucí možné snížení efektivity nasazení vozidel u společného produktu
- změna politického rozhodnutí jednoho z objednatelů.

## 2.5 Periferní oblasti: 120-min takt či nesystémová nabídka spojů

### Rozdělení periferních oblastí

Již pravidelný 120-min takt lze oprávněně vnímat jako neatraktivní a odrazující řadu cestujících, kteří mají možnost modální volby<sup>21</sup>. Nicméně i linka s takovýmto taktům může být plnohodnotným prvkem ITJŘ, jestliže (ani potenciální) přepravní poptávka neodůvodňuje celodenní zahuštění na 60-min takt. Toto je zároveň kritérium, které vhodně definuje periferii z pohledu nabídky objednávané drážní osobní dopravy.

V případě více souběžných 120-min taktů či špičkového zahuštění na 60-min takt je možné hovořit o *přechodu mezi páteří částí a periferií železniční sítě*. Ten však stále náleží k periferii, *neboť zde není garantován celodenní 60-min takt*.

### *Oblast integrálního 120-min taktu s vrstvami B i C*

Jedná se o úseky se dvěma vrstvami (**B** a **C**) o 120-min taktech, mezi nimiž však není dosaženo ani kvaziprokladu. Tyto úseky je žádoucí postupnými kroky přetvářet na oblast s integrálním 60-min taktům, a to alespoň formou kvaziprokladu, kdy se taktové časy obou vrstev vzájemně rozcházejí směrem od centrálních prvků (tedy k okrajům) železniční sítě ČR.

### *Oblast integrálního 120-min taktu vrstvy B/C*

Pokud dochází (alespoň v určitém souvislém úseku) k souběhu<sup>22</sup> dopravní obsluhy území autobusem a vlakem, a zároveň se velká část tarifních bodů vyznačuje nízkou poptávkou, může být v řadě případů vhodné realizovat základní obslužnou vrstvu **C** linkovou autobusovou dopravou.

V takovém případě lze železniční linku zrychlit, vycházející z premisy, že 120-min takt by neměl být základní obslužnou vrstvou. Toto zkrácení cestovní doby samozřejmě musí v daném případě přinést nějaký jasný přínos – např. skokové dosažení kratší SJD, výrazné zkrácení cestovní doby z regionálního do významnějšího centra, ušetření soupravy apod.

### *Oblast integrálního 120-min taktu vrstvy C*

Jedná se o tratě s nízkou přepravní poptávkou, která objednatele z provozně-ekonomického hlediska neopravňuje k provozování celodenního 60-min taktu a zároveň leží mimo dálkové či nadregionální linky, tedy mimo vrstvu **B**. Z výše popsaných matematických zákonitostí ITJŘ vyplývá, že taktové uzly lze při 120-min taktu vytvářet pouze v celou hodinu, což výrazně omezuje možnost udržení systematických přípojných vazeb ve více místech na trati (bez mezilehlého vyrovnávacího pobytu, který pro tranzitující cestující představuje ztrátu času). Provozní koncept se tedy lépe navrhuje, pokud jsou takovéto tratě navázány na zbytek sítě pouze v jedné stanici. V opačném případě vede snaha o realizaci dvou vzájemně nekompatibilních přípojných vazeb k velmi nepřehledné nabídce spojení.

<sup>21</sup> 240-min takt je pak vysloveně kontraproduktivní, neboť při velmi nízké četnosti obsluhy zbytečně determinuje časové polohy spojů.

<sup>22</sup> ve smyslu § 12, odst. 2 Zákona 111/1994 Sb., o silniční dopravě

### ***Oblast s nesystematickou nabídkou spojů***

Tento typ oblasti by měl být tvořen ideálně pouze tratěmi **s jedinou vazbou na zbytek železniční sítě ČR, aby nepravidelnosti v nabídce spojů mohly být lokalizovány a nešířily se dále do železniční sítě.**

Pokud přepravní poptávka neodpovídá ani celodennímu 120-min taktu, a zároveň se jedná o trať (či linku) s přípojnou vazbou pouze na jednom konci, je přípustné i vynechání taktového spoje v dopoledním sedle (typicky kolem 10. hodiny), případně vedení posledního spoje dříve (např. kolem 18. hodiny). V takovémto případě je porušen integrální 120-min takt, ale pořád lze zachovat přípojnou vazbu (alespoň přibližně) v taktových časech, když jsou spoje zavedeny.

Již u tohoto případu lze (jako kompromis s požadavkem na ekonomickou efektivnost provozu) akceptovat odchýlení od nulové osy symetrie, pokud je to nutné ke snížení turnusové potřeby souprav. Toto opatření je zcela „bezbolestné“, jestliže návazná linka je provozována v polovičním (nejméně 60-min) taktu. V takovémto případě lze k danému opatření přistoupit i u tratě/linky s vazbami ve dvou stanicích, je-li v obou splněna výše uvedená podmínka.

V opačném případě je cenou za tuto úsporu velmi výrazný nárůst přestupní doby v jednom směru. V praxi lze, alespoň na trati s jedinou přestupní vazbou, tento problém odstranit volbou odlišných časových poloh ráno a odpoledne.

V případě tratí s ještě nižším přepravním významem (a rovněž ideálně s přípojnou vazbou pouze na jednom konci) je pak již únosné přejít na komerční (neperiodický) jízdní řád, který v co nejvyšší míře uspokojí místní časové požadavky na přepravu. Je však vhodné usilovat o zachování rozumné přestupní doby na nadřazenou železniční síť alespoň u vybraných spojů a směrů.



## 2.6 Opatření pro zmírnění a lokalizaci nepravidelností v taktu

### Možnosti prokladu více linek podle míry systematizace

Problém dosažení přesného, nebo alespoň přibližného prokladu je ožehavější v nezávislé trakci, vzhledem k nižšímu dosažitelnému rozjezdovému zrychlení. Každý rozdíl mezi linkami či spoji (zastavování, trakční vlastnosti soupravy) tak zhoršuje možnost prokladu. Druhy prokladů zde uvedené jsou definovány v Seznamu zkratk a pojmů (univerzální příloze k výsledkům projektu).

#### *Přesný proklad*

Jedná se o ideální případ, kdy na proloženém úseku je zajištěna nabídka spojů v přesném polovičním taktu. Na jednokolejně trati je nutnou podmínkou kompatibilita infrastruktury, tedy správné (z pohledu doby jízdy) rozmístění dopraven, umožňujících křižování – viz kapitola o SJD.

V řadě případů je třeba na jednom či obou koncích proloženého úseku zachovat přípojnou vazbu z/do směru, kam daná linka právě nepokračuje přímo. Tato skutečnost způsobuje potenciální odchylku od taktu způsobenou rozdílem mezi dobou pobytu přímo jedoucí linky a dobou přestupu – v rádu jednotek minut. *Pokud není odchylka kompenzována, např. prodloužením doby pobytu, šíří se dále do sítě ve formě přibližného prokladu.*

#### *Přibližný proklad*

V tomto případě je možné hovořit o nabídce v polovičním taktu na celém společném úseku. Výjimkou může být několik tarifních bodů, které jsou obsluhovány pouze každým druhým spojem – ať již v rámci střídavé obsluhy nebo bez ní. Rozdíl v počtu zastavení však musí zůstat malý (cca 1-2 mezi systémovými křižováními či přípojnými vazbami).

Protože přibližný proklad znamená časové odchylky u bezprostředně následujících spojů v rádu nižších jednotek minut, lze se na jednokolejně trati zpravidla křižovat ve stejných dopravnách (za předpokladu, že infrastruktura umožňuje vedení spojů v polovičním taktu).

#### *Funkční proklad*

Funkční proklad v praxi znamená časové odchylky u bezprostředně následujících spojů v rádu nižších jednotek minut, ovšem např. zastavování obou linek se může výrazně lišit. Proklad do polovičního taktu tedy funguje pouze na části společného úseku. Za příznivých okolností (nízká traťová rychlost a malý rozdíl v počtu zastavení) je možné, alespoň v rámci (vzdálenostně a časově) omezeného úseku vytvořit takovýto proklad i mezi vrstvami **B** a **C**.

Na jednokolejně trati je limitem funkčního prokladu křižování ve stejných stanicích. Pokud není dodrženo, jedná se již o kvaziproklad.

V případě přestupní vazby hrozí u funkčního prokladu riziko porušení této vazby dále u poloviny spojů, které může být eliminováno pouze značným prodloužením přestupní doby u druhé poloviny spojů, a to jen v případě příznivých okrajových podmínek pro SJD.

#### *Kvaziproklad*

Kvaziproklad lze doporučit v případě, kdy ani u jedné vrstvy obsluhy nemá smysl usilovat o zahuštění do 60-min taktu, a zároveň je účelné u jedné z vrstev resignovat na přestupní vazbu (případně zařazení do taktového uzlu) na jednom konci příslušného úseku.



Značnou nevýhodou kvaziprokladu je divergence časových poloh následných spojů směrem od centra sítě.

V periferních oblastech, kde přepravní poptávka neopravňuje zavedení 60-min taktu, na osách obsluhovaných i vrstvou **B**, je v případě kvaziprokladu vhodné usilovat ve směru od napojení na centrální část sítě o co nejmenší rozdíl v úsekových dobách jízdy vrstev **B** a **C**. Poté, čím blíže ke konci sítě, tím častěji je již možné s vrstvou **C** zastavovat.

### Lokalizace nepřesností v taktu či prokladu

Aby mohl být na většině železniční sítě nabízen integrální 60-min takt, **musí být jakákoli výše popsaná nepřesnost vyplývající z nedokonalého prokladu dvou linek lokalizována**. V případě systematické přípojné vazby na čistý takt to znamená, že minimální přestupní doba je ta kratší z obou. U druhé přestupní doby je pak nutné akceptovat její „synchronizační“ prodloužení, i za cenu drobné ztráty času pro takto přestupující cestující.

V periferních oblastech, zejména s pouze 120-min taktem vrstvy **C** či nesystematickou nabídkou spojů a ideálně s jedinou přestupní vazbou, je pak možné do určité míry „pracovat“ s nepřesnostmi v taktu tak, aby nabídka spojů lépe vyhověla místní poptávce – např. z hlediska umístění mezilehlého vyrovnávacího pobytu či (ne)obsloužení určitého méně významného tarifního bodu. *Nutnou podmínkou je však důsledná lokalizace těchto nepřesností uvnitř dané trati.*

### Období dne s přípustnými odchylkami od taktu, doba provozu

#### *Ranní, případně odpolední, špička*

Rozboření taktové struktury je přípustné pouze v ranní špičce, zejména, pokud je to nutné k navenyšování potřeby souprav. V případě nutnosti přizpůsobit se časům začátků či konců směn či vyučování je žádoucí směřovat k dohodě s podniky či školami o posunutí těchto časů. Tato dohoda je samozřejmě možná pouze v případě konzistentního (nikoli pouze formálního<sup>23</sup>) dopravního plánování. Jako mezistav trvajících řádově jednotky let pak lze akceptovat odchylky od taktu i okolo cca 14. hodiny.

Alternativní přístup je možný, pokud buď přepravní poptávka opravňuje k turnusování soupravy navíc, anebo provozní koncept umožňuje pokrytí dodatečných spojů disponibilními soupravami. Tehdy je zaveden celodenní přesný takt a k němu dodatečné účelové spoje (především, ale ne nutně pouze) v ranní špičce.

#### *Okrajová část dne (před ranní a po odpolední špičce)*

Okrajová část dne se zpravidla vyznačuje obecně nižší přepravní poptávkou. Při navrhování nabídky spojů je tedy třeba postupovat diferencovaně, v závislosti na lidnatosti, míře geografické odlehlosti sídla a dle místních specifik.

Čím je sídlo lidnatější, tím více je žádoucí směřovat k ideálu široké provozní doby dálkových a nadregionálních linek, viz Obrázek 9. U sídel celostátního významu by tato provozní doba měla být zajištěna v obou směrech, tedy i např. pro odjezd večer z dotyčného sídla do Prahy, Brna či Ostravy (alespoň do nejbližšího z těchto měst), a ráno naopak.

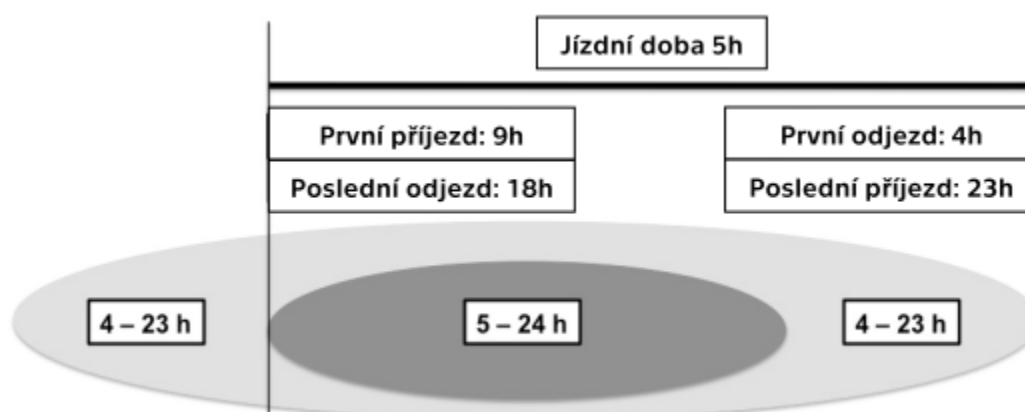
---

<sup>23</sup> ve smyslu pouze formálního splnění požadavků Zákona 194/2010 Sb. o veřejných službách v přepravě cestujících

U středně velkých sídel (významná centra v rámci kraje) by tato provozní doba měla být zajištěna jednosměrně (ráno co nejdříve odjezd ve směru např. do Prahy a večer co nejpозdějši příjezd od Prahy).

Zde je třeba poukázat na zajímavý jev, kdy dojíždka ze středně velkých míst do vzdálenějších aglomeračních center (typicky Prahy), případně do krajských měst či k významným zaměstnavatelům, posiluje přepravní poptávku směrem ke dřívějším ranním hodinám (odjezdy) a k pozdějším večerním hodinám (příjezdy) v daném sídle a jeho okolí. To se týká i návazných regionálních autobusových linek. Jde o sídla, vzdálená od centra dojíždky do 1 hodiny jízdy vlakem.

Naopak u tratí či úseků s nízkou přepravní poptávkou je účelné v okrajových částech dne zvážit náhradu vlaku autobusem – na úsecích s nízkou poptávkou, kde hlavní silnice vede v těsném souběhu s železniční tratí a kde by tak tato náhrada neznamerala významné navýšení cestovní doby. Dalším důležitým hlediskem je dostupnost autobusu v daném místě a čase, tedy, aby nebylo nutné navyšovat potřebu autobusů. Nutnou podmínkou je dobrá informovanost cestujících, včetně těch, kteří do daného cíle jedou poprvé, a dále tarifní integrace.



**Obr. 9.** Princip doby provozu orientované na obsluhu [2] (na základě [7]).

### Zásady pro obslužnost ve dnech pracovního klidu

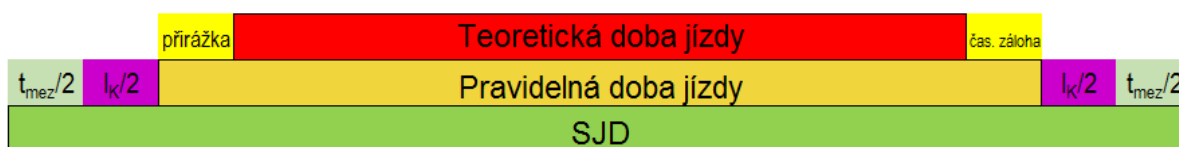
Pokud se obsluhovaná oblast vyznačuje výrazně nižší přepravní poptávkou ve dnech pracovního klidu, je třeba koncipovat snížený rozsah provozu takovým způsobem, aby byl zachován funkční ITJŘ, alespoň o dvojnásobné době taktu (nejvýše 120 min), a zajištěna dojíždka do/ze zaměstnání tam, kde jsou nepřetržité provozy.

## 2.7 Systémová jízdní doba a oběhová úspornost

### Okrajové podmínky pro úsekovou dobu jízdy

#### *Systémová jízdní doba a pravidelná doba jízdy mezi taktovými uzly*

Systémová jízdní doba (SJD) neslouží pouze k dosažení systematických přípojných vazeb v taktových uzlech. Má rovněž značný význam pro plánování kapacity dráhy a konstrukci GVD. Pokud je například na dané trati provozována linka osobní dopravy v 60-min taktu a součet intervalu křižování a požadované doby mezery v každé stanici činí 2 minuty, pak by pravidelná doba jízdy mezi dvěma dopravními s pravidelným křižováním (podle hranové rovnice) měla činit maximálně 28 minut (do SJD 30 min počítáme vždy polovinu součtu intervalů křižování a dob mezery). V případě požadavku na špičkové zahuštění taktu na polovinu, tj. na 30 minut, však uvedený požadavek vede na jízdní dobu 13 min mezi dopravními s pravidelným křižováním, což je méně než  $\frac{1}{2}$  z 28<sup>24</sup>. Takovýto požadavek však velká část železniční sítě SŽDC, včetně významných celostátních drah, z historických důvodů nespĺňuje. Údaje uvedené v příloze 5 k Analytické části je tedy třeba vnímat v těchto souvislostech.



Obr. 10. Schématické znázornění složek SJD [16].

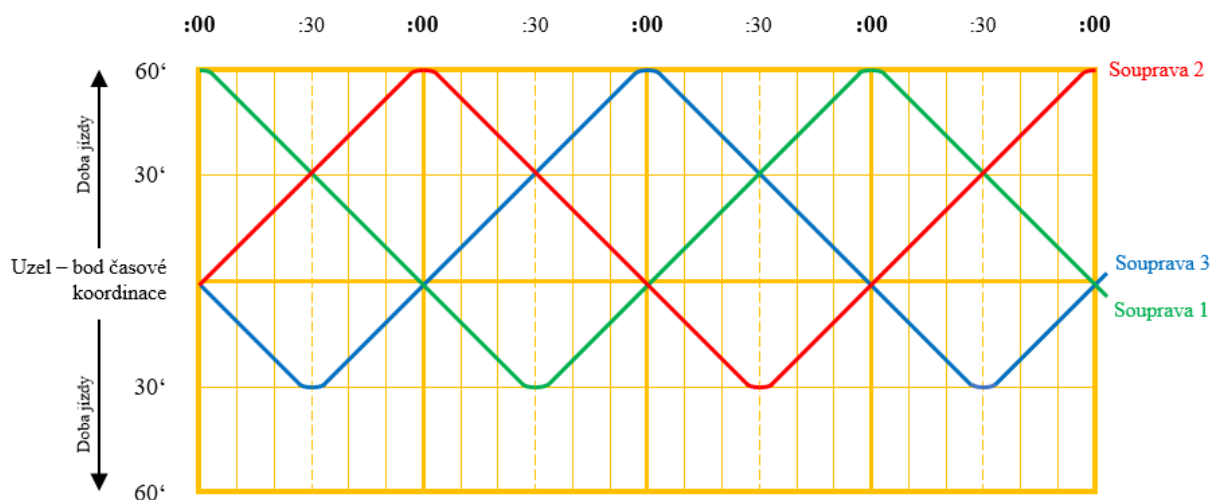
#### *Systémová jízdní doba v širším smyslu – podmínka efektivity železničních linek*

Obrázek 11 znázorňuje modelový oběh využívající SJD (zde 60 a 30 min) od taktového uzlu (bodu časové koordinace) tak, že souprava se na obou konečných zastávkách obrací „ihned“, takže doba oběhu je dvojnásobkem součtu SJD (zde  $2 \times 90 = 180$  min, což při 60-min taktu vede k turnusové potřebě 3 souprav).

Popsaný princip platí stejně i pro železniční dopravu, ovšem z technologických důvodů je nutné počítat s vyšší dobou obratu, včetně určité časové zálohy, a polovinu této doby obratu započítat do SJD. Dále je třeba si uvědomit, že železniční kolejové vozidlo<sup>25</sup> je oproti autobusu násobně dražší. Pokud tedy kvůli obsluze malého množství tarifních bodů, navíc s nízkou přepravní poptávkou, vzroste turnusová potřeba na lince byť o jednu soupravu, dojde ke snížení provozní efektivity dané linky a veřejných služeb v přepravě cestujících objednávaných daným objednatelem. Vzácné a omezené (finanční) zdroje pak logicky budou chybět na přepravně nejvýznamnějších relacích s poptávkou, která opravňuje k posílení nabídky (ať již ve špičkách či celodenně).

<sup>24</sup> Interval křižování a doba mezery jsou tak vlastně „fixními časovými náklady“, které je vždy nutno odečíst od systémové jízdní doby, aby byla určena nejdelší přípustná pravidelná jízdní doba.

<sup>25</sup> u nových vozidel se téměř vždy jedná o ucelenou jednotku, jen výjimečně o motorový vůz



**Obr. 11.** Příklad možného oběhu na autobusové lince obsluhující vzdálenost (1) 30 minut v jednom směru od přestupního uzlu a (2) 60 minut ve druhém směru Zdroj: [8], překlad a úprava vlastní.

### Přebytek doby jízdy

Nižší hodnoty přebytku doby jízdy<sup>26</sup> je ideální využít ke zvýšení stability plnění GVD (zvýšení časových rezerv v době jízdy, které zároveň umožní energeticky úspornou jízdu, pokud vlak jede včas), případně ke stabilizujícímu prodloužení přestupní doby, pokud to umožňuje dopravní technologie (která je omezujícím faktorem zejména na jednokolejných tratích)

Vyšší hodnoty přebytku doby jízdy je již možné využít pro jedno či více zastavení navíc. Ideální je tímto způsobem snížit počet vrstev obsluhy, případně zkrátit některou linku (ideálně s úsporou soupravy). Ve specifických případech je možné uvažovat i úsporu autobusu díky odbourání souběžné obsluhy.

### Nedostatek doby jízdy

V krátkodobém výhledu, kdy není možné počítat s úpravami infrastruktury, je v případě nedostatku doby jízdy, zejména na jednokolejných tratích, nutné přistoupit k omezení obsluhy tarifních bodů s nejnižší poptávkou a s možností alternativní obsluhy (viz dále).

Pokud stávající stav neumožňuje dosáhnout požadované SJD a v krátkodobém výhledu nebude zlepšena infrastruktura, je možné nedostatek doby jízdy řešit rovněž nasazením vozidel s lepšími dynamickými vlastnostmi, kdy se zpravidla jedná o vozidla novější. V případě pouze krátkodobého horizontu úprav infrastruktury však tímto způsobem může dojít ke zbytečné investici, která později pozbude na významu. Tento postup je možný, pokud již taková vozidla jsou k dispozici jinde nebo pokud k úpravě infrastruktury má dojít v delším časovém horizontu, a investice do vozidel tak bude mít přínos po delší plánovací období.

<sup>26</sup> jednotky procent teoretické jízdni doby

Alternativním řešením je zkrácení vlaku (snížení hmotnosti), které bez nárůstu energetické náročnosti umožní dosáhnout SJD. Toto řešení však má své limity z pohledu komfortu přepravy v době špiček.

## **Další opatření pro efektivní oběhy souprav**

### ***Protahování dálkové či nadregionální linky***

V případě, že u linky vrstvy **A** či **B** při obratu v konečné stanici přebývá dostatečná doba jízdy tam i zpět, včetně přiměřených časových záloh, je v mnoha případech vhodné tuto linku protáhnout do dalšího regionálního spádového centra. Podle místní situace je pak vhodné toto protažení buď proložit s regionální linkou do polovičního taktu, anebo jím regionální linku zcela nahradit (pokud je časově únosné uvažovat jedno či více mezilehlých zastavení, případně neobsloužení určitých tarifních bodů vlakem – viz dále).

Protahování dálkové linky je příležitost, jak zatraktivnit nabídku dálkové dopravy prodloužením jízdy vlaku mimo základní síť dálkové dopravy. Zpravidla by se mělo jednat o objednávku regionálního objednatele, protože primární úlohou dálkové dopravy není zajištění regionální dopravní obslužnosti a z pohledu dálkové dopravy by se spíše jednalo o systémově zanedbatelnou přepravní vazbu.

Pokud je nutný přepřah do nezávislé trakce, nebo v případě, že souprava nesplňuje další technické požadavky, např. délku nebo hmotnost (dynamika jízdy), je toto opatření problematické a zpravidla jej tak není účelné realizovat.

S tímto opatřením jsou také spojena již dříve uvedená rizika koordinace objednávky.

Dalším rizikem, které je třeba v této kapitole uvést, jsou vyšší náklady regionálního objednatele na objednávku regionálního vlaku vedeného soupravou dálkové dopravy ve srovnání se zajištěním tožných služeb soupravou regionální dopravy. Kromě odpisů mohou být vyšší také náklady na trakční energii, cena za použití dráhy atd.

S ohledem na uvedené skutečnosti je toto jinak atraktivní opatření spojeno s mnoha ekonomickými, technologickými a smluvními riziky, která značně omezují případy užití, a kterých si musí být všichni zúčastnění objednatelé vědomi.

Z pohledu MD je takový postup možný pouze v případě komplexního řešení včetně úprav infrastruktury, které umožní ekonomicky efektivní prodloužení systémové nabídky dálkové dopravy.

Metodika se nezabývá případy, kdy si krajský objednatel „půjčuje“ soupravy vyššího nebo stejného kvalitativního standardu, aby zajistil vlastní potřeby, na které se mu nedostává vhodných vozidel.

### ***Zahuštění taktu nasazením autobusů***

Zajímavým způsobem, jak výrazně snížit ekonomické dopady zavádění posilových spojů ve špičce, zejména na regionálních tratích s nižší poptávkou, je nasadit na tyto spoje autobusy, jejichž fixní i variabilní náklady jsou násobně nižší než u kolejových vozidel. Celodenní ITJŘ vlaků přitom zůstane zachován, nelze tedy v žádném případě hovořit o „rušení železniční dopravy“. Je však nutné splnit všechny následující podmínky:

- železniční trať i silnice vedou v dostatečném souběhu, aby autobus mohl bez výrazných zajiždek obsloužit všechny tarifní body vlaku<sup>27</sup>
- cestovní doba autobusem není vyšší než cestovní doba vlakem
- autobus obsluhuje přímo přípojnou stanici či stanici, kde končí navazující vlak
- efektivně fungující IDS, tj. integrace jízdních řádů, tarifu a informačního systému.

---

<sup>27</sup> ve smyslu obsluhy autobusových zastávek vzdálených nižší stovky metrů od tarifních bodů vlaku, ideálně z těchto tarifních bodů přímo viditelných.

## 2.8 Výběr tarifních bodů pro omezení či nerozšiřování obsluhy

### Potenciální přínosy omezení či nerozšíření obsluhy

Protože finanční zdroje na zajištění dopravní obslužnosti jsou omezené, měl by si objednatel jako řádný hospodář pravidelně pokládat otázku, zdali není možné efektivnější využití disponibilních náležitostí a finančního rámce na kompenzace dopravcům za dopravní výkon (vlakové kilometry), tak, aby zároveň z dopravní obslužnosti profitovalo co nejvíce obyvatel území, jehož obslužnost je v kompetenci objednatele.

V případě rozhraní mezi objednateli, ať již vertikálního (Ministerstvo dopravy a krajský objednatel) či horizontálního (dva či více krajských objednatelů) může v mnoha případech objednání společné linky (k němuž v praxi dochází často) zvýšit průměrný denní kilometrický proběh souprav. Případné ukončení obsluhy některých tarifních bodů za cenu skloubení časových požadavků na lince může být příslušným objednatelem vnímáno jako principiálně nepřijatelné a obtížně zdůvodnitelné vůči obyvatelstvu („jsme tu pro obyvatele svého kraje, nikoli sousedních krajů“), avšak *v případě značných přínosů, např. ušetření jedné soupravy<sup>28</sup>, se objednateli může vyplatit zajistit dotčeným sídelním celkům dopravní obslužnost alternativním způsobem, zpravidla linkovou dopravou.*

Obsluhu méně významného tarifního bodu vlakem je tedy třeba posuzovat podle vlivu na dodržení výše nastíněného „celodenního vzorku“ integrálního (především 60-min) taktu.

Nezanedbatelné jsou rovněž náklady na rekonstrukci či zřízení nové zastávky, které i na regionální dráze a v jednoduchém terénu činí jednotky milionů Kč (viz Nákladová příloha). Kromě toho se železniční zastávka vyznačuje řádově vyšší projektovou a povolovací náročností než autobusová.

V případě, že se ve středně- či krátkodobém výhledu uvažuje nasazení nových vozidel s lepšími dynamickými vlastnostmi, není dobré nově zavádět (popř., je vhodné postupně omezovat) taková zastavení, která zabrání výraznému zkrácení doby jízdy (např. na dlouhém úseku s vysokou traťovou rychlostí). Tato poznámka se samozřejmě netýká regionálně významných sídel.

### Důsledky omezení či nerozšíření obsluhy některých tarifních bodů drážní dopravou

Řešitelský tým si je plně vědom, že jakékoli omezení obsluhy drážní dopravou, je pro dotčené obyvatele i samosprávu velmi citlivé téma. Až na výjimky ve formě samot či čistě rekreační zástavby je v případě navržení omezení či nerozšíření obsluhy daného tarifního bodu drážní dopravou vždy třeba zároveň zodpovědět otázku, jakým způsobem lze zajistit alternativní dopravní obslužnost dotčeného sídelního celku.

### Riziko politických rozhodnutí

Jelikož dopravní obslužnost území představuje politicky citlivé téma, nelze automaticky předpokládat, že se příslušný objednatel (na politické úrovni, jež je nadřazena úrovni organizátora) bude v rozhodnutí o omezení obsluhy tarifního bodu drážní dopravou řídit pouze

---

<sup>28</sup> a jejího uvolnění pro posílení nabídky na lince s vysokou přepravní poptávkou



ekonomickými a dopravně-technologickými kritérii. Navíc v mnoha případech je toto omezení obsluhy spojeno se zanedbatelnou úsporou provozních nákladů, zatímco dosažené přínosy (dosažení přípojných vazeb, vyšší spolehlivost plnění GVD) nemusí být jasně ekonomicky vyčíslitelné.

V případě negativního politického rozhodnutí lze doporučit vyčkat s tímto návrhem na rozsáhlejší změnu provozního konceptu (vlakových a/nebo návazných autobusových linek), nasazení nových vozidel, elektrizaci tratě či jinou obdobnou rozsáhlejší změnu, kdy lze předpokládat snazší projednatelnost tohoto nepopulárního kroku.

### Kritéria pro výběr tarifních bodů se sníženým či nulovým rozsahem obsluhy vlakem

Na úvod je třeba poznamenat, že průměrná vzdálenost mezi sousedními místy zastavení by měla odpovídat jednak hustotě okolního osídlení, jednak časové dostupnosti krajského centra (1 hodina jako „antropologická konstanta“). *Dále od centra* (ve vnějším pásmu aglomerace či na periferii) *by tedy měl být vyšší rozestup mezi sousedními místy zastavení vlakem*, a to i u vrstvy C. V extrémních případech může tato hodnota dosahovat i cca 10 km.

Úvodem je třeba poznamenat, že striktně matematické podmínky fungování ITJŘ znemožňují „spravedlivý“ výběr těchto bodů podle shodných kritérií či shodného bodového ohodnocení v rámci celé železniční sítě (viz též Hrabáček [10], str. 155-156). Pro atraktivitu i provozní (a tedy ekonomickou) efektivitu linky je důležité dosažení<sup>29</sup> SJD v širším smyslu, tedy stihnout taktový uzel či přípojnou vazbu, křižování v čase symetrie a zároveň obrát v konečné stanici<sup>30</sup> okolo času symetrie. Tyto tarifní body je tedy nutno posuzovat vždy v rámci určitého relevantního úseku na lince. Obecně nestačí posuzovat pouze přepravní potenciál tarifního bodu. Je třeba rovněž vyčíslit počet tarifních bodů na určitém úseku, jejichž neobslužením výrazně vzroste atraktivita<sup>31</sup> a/nebo efektivita linky.

Řešitelský tým doporučuje posoudit možné neobslužení tarifního bodu na základě těchto kritérií:

- Možný přínos pro atraktivitu a/nebo provozní efektivitu linky
- Počet tarifních bodů na úseku, jejichž neobslužením bude tento přínos dosažen

Pro posuzování vhodnosti obsluhy konkrétního tarifního bodu drážní dopravou pak řešitelský tým doporučuje použít následující kritéria:

- Míra využitelnosti tarifního bodu pro přilehlé sídelní celky  $u$  (definovaná dále)
- Geografická poloha tarifního bodu vzhledem ke spádovým centrům a dosažitelná doba jízdy vlakem (případně v porovnání s obsluhou autobusem)
- Poloha tarifního bodu v rámci železniční sítě
- Potřebnost a možnosti alternativní obsluhy tarifního bodu (viz výše)

---

<sup>29</sup> dostatečně stabilní, tj. s dostatečnými časovými rezervami (přirážkami, časovými zálohami či dobami mezer)

<sup>30</sup> ve specifických případech i v zastávce, kde je tím zároveň umožněn i efektivní obrát soupravy

<sup>31</sup> pro výrazně lidnatější sídelní celky než je sídelní celek (či více celků) přilehlý k tarifnímu bodu.



Z počtu tarifních bodů na daném úseku, jejichž neobslužením by bylo dosaženo jasného přínosu pro železniční linku, se poté vyberou tarifní body s nejnižší hodnotou *u*. Z nich se nejprve navrhnou k neobslužení ty, které leží na zavedené objednávané autobusové lince, tedy alternativní obsluha již existuje.

### **Geografická poloha**

Zkušenosti ukazují, že pro odhad poměrné intenzity přepravního vztahu mezi dvěma sídly<sup>32</sup> lze v prvním přiblížení použít gravitační model jako obdobu Newtonova gravitačního zákona ve fyzice, kdy intenzita přepravního vztahu je přímo úměrná součinu lidnatostí obou sídel a nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti mezi nimi<sup>33</sup>.

S vědeckotechnickým rozvojem společnosti a zvyšováním cestovní rychlosti pak zůstává neměnná „antropologická konstanta“ 1 hodina celkové cestovní doby<sup>34</sup> jedním směrem, nad níž je málokdo ochoten denně dojíždět do zaměstnání či za vzděláním.

S tím souvisí i hustota zalidnění, která klesá se zvyšující se vzdáleností od spádového centra. Je logické, že s klesající hustotou zalidnění by měla klesat četnost míst zastavení vlaku, tedy by měla růst průměrná vzdálenost mezi obsluhovanými tarifními body. Jelikož každé zastavení výrazně prodlužuje dobu jízdy, dojde tím zároveň ke zvýšení cestovní rychlosti a zlepšení časové dostupnosti spádového centra z obsluhovaných tarifních bodů. K nimž se ve venkovských oblastech stejně významná část obyvatelstva přepravuje IAD, neboť jen menšina obyvatel území žije přímo v jejich docházkové vzdálenosti.

### **Poloha v rámci železniční sítě**

V oblastech mimo aglomerace, tedy nad hodinu jízdy do spádového centra a s nízkou hustotou osídlení, je třeba dbát na cestovní rychlost zejména v případě, že na konci<sup>35</sup> trati vzdálenějším od centrálních prvků železniční sítě leží významné sídlo, z něhož je žádoucí zajistit určitou dobu jízdy např. do krajského centra.

I v případě neexistence takto významného sídla je však třeba dodržet SJD pro zajištění návazností mezi linkami v relevantních přípojných či uzlových stanicích. I tento požadavek zpravidla klade určitá omezení pro počet zastavení na daném úseku.

Kromě těchto dvou případů existují i dva extrémy. Prvním je poloha tarifního bodu *na velmi vytížené hlavní trati*, kdy je z celospolečenského hlediska žádoucí (alespoň mimo aglomerace) směřovat k vyšší průměrné vzdálenosti mezi zastaveními vrstvy **C** tak, aby se snížila nerovnoběžnost (heterogenita) grafikonových tras a nesnižovala se využitelná kapacita trati [13] [22].

Druhým extrémem je poloha tarifního bodu „na konci“ železniční sítě v tom smyslu, že na dané trati existují přípojně<sup>36</sup> vazby pouze na jednom jejím konci. Jediným omezením počtu zastavení je zde požadavek na efektivní obrat soupravy v koncové dopravě, který nenavýší turnusovou potřebu na dané lince.

---

<sup>32</sup> vůči intenzitě přepravního vztahu mezi jinými dvěma sídly

<sup>33</sup> vnímané ovšem v širších souvislostech, tedy ve formě celkové cestovní doby či dokonce zobecněných (generalizovaných) nákladů

<sup>34</sup> v případě rychlé a atraktivní nabídky veřejné dopravy do velmi atraktivního spádového centra je pak významný počet cestujících ochoten akceptovat 1 hodinu doby jízdy, a tedy delší celkovou cestovní dobu.

<sup>35</sup> případně začátku

<sup>36</sup> či dopravně-technologické v případě pokračování linky mimo danou trať

### Míra využitelnosti tarifních bodů pro přilehlé sídelní celky<sup>37</sup>

Za účelem výběru tarifních bodů vhodných k systémovému zastavování vlaků byla vytvořena pomocná metoda, která prostřednictvím několika základních a jasně definovatelných kritérií vytváří hodnocení a porovnání tarifních bodů na předmětné železniční trati.

Metoda definuje několik kritérií, od jejichž splnění či nesplnění se následně odvíjí výsledná známka  $U$ . Za každé nesplněné kritérium se odečítá určitý počet bodů. Výjimkou je poslední kritérium, kde se body naopak přičítají. Počáteční počet bodů je 8, celkem každý tarifní bod může získat od 0 do 10 bodů (Obrázek 13).

Tato známka se pak vynásobí počtem obyvatel sídelního celku a poté normuje na míru  $u$  podle následujícího vzorce:

$$u = \frac{N \cdot U}{1000} \quad [-] \quad (3) [16]$$

kde

- $u$  je míra využitelnosti (užitku) daného tarifního bodu pro přilehlé sídelní celky (obce či jejich místní části) se zohledněním jejich lidnatosti
- $U$  je míra využitelnosti (známka) daného tarifního bodu pro přilehlé sídelní celky nezávislá na jejich lidnatosti
- $N$  je lidnatost přilehlých sídelních celků (jejichž alespoň část leží od tarifního bodu vzdušnou čarou blíže než 1000 m).

### Pokrytí osídlením či pokrytí sídla

Kvalita obsluhy sídla je ovlivňována zejména docházkovými vzdálenostmi k tarifním bodům. Pro účely objektivního zhodnocení kvality pokrytí osídlení byly definovány dva různé způsoby, jak na tarifní bod nahlížet. Pro udělení výsledného počtu bodů je z těchto dvou způsobů *vždy zvolen ten, který je pro daný tarifní bod příznivější*.

V obou případech jsou uvažovány dva kruhy o poloměru 500 a 1000 metrů, středem kruhů je zkoumaný tarifní bod. U každého z těchto kruhů se u obou způsobů určí bodová penalizace, která se za oba kruhy sčítá.

První způsob hodnocení je vztažen k míře pokrytí (vyplnění) každého kruhu jakoukoli zástavbou bez ohledu na celkovou velikost sídla – je tedy vhodnější pro větší sídla. Druhý způsob hodnocení je naproti tomu vztažený k celému sídelnímu celku, který tarifní bod obsluhuje – je tedy vhodnější pro menší sídla. Oba dva způsoby jsou bodově odstupňované v závislosti na poměrné velikosti plochy osídlení, kterou daný kruh obsahuje.

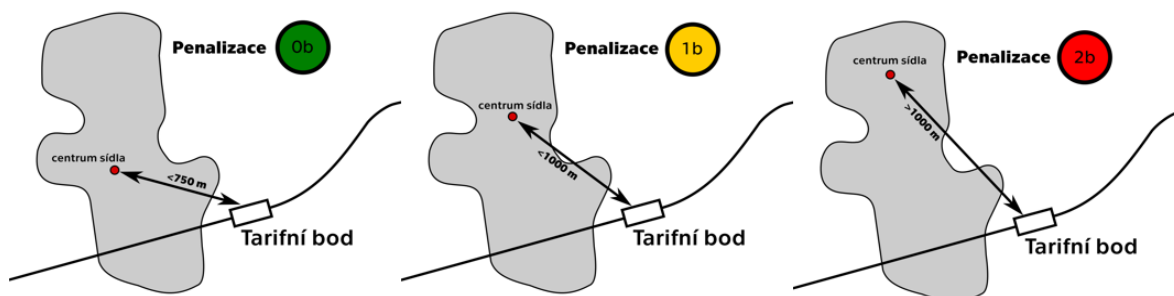
### Vzdálenost od okraje zástavby

V případě, že tarifní bod není umístěn v přijatelné blízkosti od zástavby, kterou obsluhuje, prodlužují se docházkové vzdálenosti všem potenciálním cestujícím. Velká vzdálenost od samotného okraje sídla působí také jako negativní faktor z hlediska atraktivity daného tarifního bodu. Za přijatelnou vzdálenost od okraje zástavby je považováno 200 metrů, u delších vzdáleností již dochází k bodové penalizaci (Obrázek 13).

<sup>37</sup> Autory převážné části této metody jsou Vojtěch Kužel a Dominik Mazel. Metoda byla v jednodušší formě použita v jejich bakalářských pracích.

### Vzdálenost od centra sídelního celku

Vzdálenost od centra sídelního celku je důležitá zejména při cestování za službami, na úřady či do škol. Veškeré tyto instituce jsou zpravidla umístěny v centru sídelního celku či v malé vzdálenosti od něj. Při hodnocení větších měst lze uvažovat i lokální centra. V rámci hodnocení je za dostačující vzdálenost centra sídla od tarifního bodu považována hodnota maximálně 750 metrů. Při delší vzdálenosti je tarifní bod penalizován dle stupnice (Obrázek 12). Pokud se v daném sídelním celku vyskytuje více tarifních bodů, posuzuje se každý zvlášť.



Obr. 12. Hodnocení tarifního bodu dle vzdálenosti od centra sídelního celku [16, autor: Vojtěch Kužel].

### Přístupové cesty

Základním kvalitativním prvkem každého tarifního bodu bez ohledu na jeho polohu jsou přístupové cesty. V ideálním případě by přístupové měly být zpevněné (chodník, pěší stezka, cyklostezka či účelová pozemní komunikace s velmi malou intenzitou provozu), osvětlené a bezbariérové. Chodník či stezka pro pěší je pro cestující bezpečnější a umožňuje lepší pohyblivost kočárkům či vozíčkářům. Zpevněný povrch je proto spolu s osvětlením považován za nutnou vlastnost přístupových cest. Pokud tarifní bod jedno nebo obě kritéria nesplňuje, je penalizován dle stupnice znázorněné na Obrázku 13.

### Návazná veřejná doprava

Existence kvalitní návazné veřejné dopravy je velmi důležitá zejména u větších sídelních celků. V případě, že je návazná doprava vhodně zavedena, může kompenzovat případnou větší vzdálenost centra sídla od tarifního bodu.

Pokud je zavedena návazná doprava alespoň ke  $\frac{3}{4}$  vlakových spojů nebo je tarifní bod celodenně obsluhován v krátkém taktu, přičítají se 2 body. Pokud je návazná doprava zavedena alespoň k polovině spojů, přičte se k celkovému hodnocení 1 bod. Obsluha návaznými spoji k méně než  $\frac{1}{2}$  vlakových spojů tarifní bod nepenalizuje ani nezvýhodňuje.

### Souhrnné znázornění metody

Metoda známkování (hodnocení) tarifního bodu, jehož výsledkem je míra  $U$ , je přehledně znázorněna na Obrázku 13.

## Hodnocení tarifních bodů: míra $U$

Pokrytí osídlení			
<b>minusové body</b>	<b>kruh <math>r = 500</math> m</b>	<b>+</b>	<b>minusové body</b>
0 b	obsahuje zástavbu prakticky v celé ploše		<b>kruh <math>r = 1000</math> m</b>
-0,5 b	alespoň 1/2 plochy je tvořena zástavbou		0 b
-1 b	méně než 1/2 plochy je tvořena zástavbou		-0,5 b
			-1 b
			méně než 1/2 plochy je tvořena zástavbou
<b>bud', anebo (příznivější kritérium z obou)</b>			<i>(vztaženo k ploše kruhu, nikoli mezikruží)</i>
<b>minusové body</b>	<b>kruh <math>r = 500</math> m</b>	<b>+</b>	<b>minusové body</b>
0 b	obsahuje alespoň 2/3 plochy sídelního celku		<b>kruh <math>r = 1000</math> m</b>
-0,5 b	obsahuje alespoň 1/2 plochy sídelního celku		0 b
-1 b	obsahuje méně než 1/2 plochy sídelního celku		-0,5 b
			-1 b
			obsahuje celý sídelní celek
			obsahuje alespoň 1/2 plochy sídelního celku
			obsahuje méně než 1/2 plochy sídelního celku
Vzdálenost od okraje zástavby			
0 b	méně než 200 metrů		
-1 b	200 až 500 metrů		
-2 b	více než 500 metrů		
Vzdálenost od centra sídla			
0 b	méně než 750 metrů		
-1 b	od 750 do 1000 metrů		
-2 b	více než 1000 metrů		
Přístupové cesty			
0 b	zpevněná přístupová cesta i osvětlení		
-1 b	není zpevněná přístupová cesta nebo osvětlení		
-2 b	není zpevněná přístupová cesta ani osvětlení		
Návazná doprava			
+2 b	návazný spoj alespoň ke 3/4 vlaků nebo velmi častá obsluha		
+1 b	návazný spoj alespoň k 1/2 vlaků		
0 b	návazný spoj k méně než 1/2 vlaků		

**Obr. 13.** Souhrnné hodnocení tarifního bodu nezávisle na lidnatosti přilehlého osídlení [16, autor: Vojtěch Kužel].

### Možnosti nahrazení obsluhy vybraných tarifních bodů autobusovou dopravou

#### Metodikou uvažované varianty

*Předkládaná metodika uvažuje použití pouze těch variant obsluhy autobusovou dopravou, které nevyžadují významnější vícenáklady, tj. nárůst náležitostí (autobusů).* Případy, kdy je pro alternativní obsluhu tarifního bodu nutný nárůst náležitostí, případně zavedení nové, dodatečné linky, předkládaná metodika neuvažuje. Nárůst autobusů na lince by obecně mohl vést k jiné struktuře či trasování linky. Vznik nové linky by pak mohl vést ke zcela novému dopravnímu řešení. V obou případech není tento proces obecně uchopitelný - jednalo by se o konkrétní dopravní a technologické řešení konkrétního případu.

#### Dotčený sídelní celek leží v trase autobusové linky

Řešený sídelní celek je součástí řady sídelních celků ležících na téže (či navazující) pozemní komunikaci, která je logicky obsluhována toutéž autobusovou linkou. Zpravidla také již existuje zastávka, obsluhující tento sídelní celek. Jelikož tato linka prakticky vždy směřuje do téhož spádového centra jako vlak a pro ostatní sídelní celky, neobsluhované vlakem, je rovněž třeba zajistit určitou úroveň dopravní obsluhy, je zrušení obsluhy vlakem až na nemnohé specifické výjimky triviální a téměř nevyžaduje dodatečné náklady.

### *Zajíždka autobusové linky je jednoduše možná – bez nárůstu náležitostí*

Na rozdíl od výše uvedeného případu neleží řešený sídelní celek přímo na trase autobusové linky, neboť se nachází stranou od průběžné pozemní komunikace. Pro případnou obsluhu autobusem tak musí být linka rozšířena o zajíždku, vnímanou tranzitujícími cestujícími jako ztráta času.

Tato "možnost" musí být vždy posouzena z přepravního pohledu autobusové linky samotné - jaké je vytížení příslušné linky na řezu, tj. kolika cestujících se tato zajíždka spojená s prodloužením cestovní doby dotkne, a zda nedojde k překročení SJD. Pokud na základě posouzení zajíždka možná je, pak to znamená, že poškození existujících cestujících v autobusové lince vyjádřené v osobominutách musí být menší (příčemž z hlediska benefitů v nadřazeném páteřním obslužném segmentu je možno pracovat i s "menší nebo rovno") než poškození cestujících ve vyšší vrstvě (segmentu) obsluhy.

Lze konstatovat, že vzdálenost řešeného sídelního celku od průběžné pozemní komunikace by neměla překročit 1 km, za předpokladu příznivých směrových a sklonových poměrů a stavu přípojně komunikace, který umožňuje její pojiždění návrhovou rychlostí.

Zajímavým řešením může být rovněž obsluha zastávky v řešeném sídelním celku jen na objednání, ve smyslu § 1 písm. e) Vyhlášky č. 122/2014 Sb. ze dne 23. června 2014 o jízdách řádech veřejné linkové dopravy [11].

Pro rozhodnutí o obsluze řešeného sídelního celku vlakem či autobusem je třeba porovnat mezní náklady obsluhy vlakem s mezními náklady obsluhy autobusem ve formě zajíždky. V řešeném sídelním celku se zpravidla nevyskytuje autobusová zastávka. Je tedy nutné ji zřídit a zahájit proces změny licence, na jejímž základě je provozována příslušná autobusová linka. Ač je tento proces spojen s určitou administrativní zátěží, představuje náklady zanedbatelné ve srovnání s případnou modernizací nástupiště a dalších zařízení pro cestující v dotčeném tarifním bodě.

Zejména je však třeba porovnat náklady vyplývající z ponechání obsluhy vlakem (včetně modernizace zastávky, pokud již neproběhla, a její údržby, dále viz kap. 5) s náklady vyplývajícími z prodloužení doby jízdy autobusové linky (včetně ocenění ztráty času tranzitujících cestujících s použitím standardních hodinových sazeb) a ze zřízení a údržby nové zastávky, jakož i nutné změny licence.

Porovnání dosáhne jednoznačně vítězné varianty v okamžiku, kdy u drážní či linkové dopravy dojde ke skokovému zvýšení nákladů z důvodu zrušení významné přípojně vazby či nutnosti navýšení potřeby vozidel či personálu, které jasně vyplývá z obsluhy řešeného sídelního celku. Je ovšem třeba toto zvýšení nákladů vnímat i v rámci současného stavu, kdy dosud k žádné změně nedošlo.

### *Dotčený sídelní celek leží v dosahu MHD*

MHD až na výjimky nabízí vyšší četnost obsluhy než drážní či veřejná linková doprava. U středně velkých aglomerací pak může být četnost i srovnatelná (např. 60-min takt se špičkovým zahuštěním na 30-min takt).

Jasnou nevýhodou MHD oproti drážní dopravě je její zpravidla jednosměrná spádovost – pouze do centra města či aglomerace. Pokud se dostatečně blízko (měřeno dobou jízdy vlakem) od řešeného sídelního celku vyskytuje srovnatelně významné spádové centrum, kam cestující z tohoto sídla dojíždějí, může být zrušení obsluhy vlakem problematické, neboť dotčeným cestujícím výrazně navýší cestovní dobu. Avšak nemusí tomu tak být vždy – v případě přítomnosti vrstvy **B** (či „spěšné“ mezivrstvy) na dané trati a obsluhy druhého

spádového centra touto vrstvou může cesta MHD na hlavní nádraží a přestup na rychlý vlak nabídnout cestovní dobu srovnatelnou či dokonce ještě nižší.

Pokud výše uvedená skutečnost nenastává či ji nelze na základě dostupných údajů alespoň předpokládat, stačí provést srovnání jasně souvisejících nákladů na obsluhu řešeného sídelního celku vlakem či autobusem a na základě výsledku srovnání rozhodnout o formě obsluhy.

#### *Zrušení obsluhy drážní dopravou bez náhrady*

Toto opatření je přípustné ve dvou případech (s výjimkou výskytu pouze samoty či rekreačních objektů v docházkové vzdálenosti od tarifního bodu). Prvním je existence souběžného autobusového spojení s možností obsloužit tarifní bod bez nárůstu náležitostí, druhým existence další (souběžné) železniční linky bez nedostatku doby jízdy vzhledem k SJD. V obou případech je třeba, aby v uzlové stanici existovala přestupní vazba z/do potřebných směrů.

### 3 Zdůvodnění novosti postupů

Předkládaná metodika pro dosahování synergie v plánování železničních linek je jako souvislý a propojený celek 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 FD (Ing. Vít Janoš), Identifikační kód v IS VaVal: CG723-138-190
- 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.
- Postup pro koordinovanou konstrukci taktových grafikonových tras dálkové, nákladní a regionální železniční dopravy byl navržen a na vybraném úseku Kolín – Česká Třebová vyzkoušen v uplatněné certifikované metodice Zdeňka Michla, Michala Drábka, Víta Janoše a kol. *Optimalizace využití tratí s vyčerpanou kapacitou*, projekt č. TB0300MD013 řešený s podporou TA ČR, ČVUT v Praze FD, 2016.
- Základní principy „linkové úspornosti“ byly na příkladu rámcového návrhu provozního konceptu pro Rychlá spojení zformulovány v článku Michala Drábka *On Efficient Operational Concept of Future High-speed Railway in the Czech Republic*. In: *Acta Polytechnica CTU Proceedings*. ISSN 2336-5382. Dostupné online: <https://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/APP/article/view/3832/3706>, ČVUT v Praze FD, 2016.

Předkládaná metodika rozpracovává diferenciaci a segmentaci přístupu v závislosti na umístění řešené tratě (či úseku) v rámci železniční sítě ČR (topologický faktor), na časové dostupnosti centra (faktor cestovní doby) a souběhu s dálkovými linkami (faktor nabídky spojů). Nabízí tak *obecně (celostátně) aplikovatelný nástroj pro podporu koncepčního rozhodování objednatelů, zpracovatelů Studií proveditelnosti a provozovatele dráhy*. Jedná se o zcela nový výsledek, který, ač zčásti ideově vychází z praxe v ČR, je na výslovnou žádost Aplikačního garanta formulován jako důsledně obecný. Autorům není známý obdobný obecně aplikovatelný výsledek v zahraničí. Dostupné studie (např. švýcarská koncepce Bahn 2000 a její aktualizace) byly vždy rozpracovány v konkrétní (místně specifické) formě a v kontextu plánovacích zvyklostí dané země.

Ač je v ČR již řadu let aplikován ITJŘ, je mnohdy aplikován velmi nedůsledně a z důvodu obecné neznalosti, anebo podcenění významu základních principů, nejsou respektovány jeho matematické zákonitosti (např. jednotná osa symetrie). Výsledná nabídka objednávaných vlakových spojů a její struktura tak bohužel mnohdy připomíná spíše parodii na ITJŘ, která popírá jeho hlavní přínos – pravidelnost a zapamatovatelnost dopravního spojení. Předkládaná metodika tedy formuluje vizi integrálního hodinového taktu na (geograficky souvislé) většině železniční sítě ČR a doplňuje ji návrhem postupných opatřeními k jejímu zavedení, jakož i opatřeními k lokalizaci nepravidelností vně jádrové sítě s integrálním hodinovým taktům. Jde o nový a unikátní přístup, který směřuje k naplnění přínosů ITJŘ, ale zároveň ponechává prostor pro periferní oblasti s nižší četností obsluhy i pro místní specifika.



## 4 Uplatnění metodiky

Předkládaná metodika je primárně určena pro objednatele veřejné drážní osobní dopravy. Je pojata jako strukturovaný soupis možných postupů pro zvýšení atraktivity nabídky spojů, uvedené do souvislosti se zvýšením efektivity objednávaného provozního konceptu – přednostně s využitím stávajících zdrojů (vozidel i personálu).

Uplatnění metodiky je zamýšleno ve dvou úrovních komplexity. První úroveň představuje izolované dopravní plánování, pouze s ohledem na území či přepravní vztahy, které má objednatel na starosti. Druhá úroveň je koordinované plánování na rozhraní působnosti více objednatelů (ať již u různých vrstev obsluhy či v případě sousedství – územní návaznosti).

Metodika je využitelná jak pro změny provozního konceptu v současném stavu, tak i pro středně- a dlouhodobé strategické plánování (záleží na předjednaném čase ukončení či úpravy smluvního vztahu s dopravcem). Jediným omezením metodiky v tomto směru je, že do ní nebyla zapracována specifika vysokorychlostní železnice a Rychlých spojení vůbec. Zapracování těchto specifik však řešitelský tým předpokládá v rámci navazujícího výzkumu s tím, že některé zde odvozené principy mohou být převzaty či v přiměřené míře adaptovány.

Metodika je dále využitelná pro železniční dopravce (provozovatele drážní dopravy) v závazku veřejné služby, pokud je jejich ekonomickým zájmem lepší využití vozidel a personálu a potenciální zvýšení tržeb (např. na základě netto smlouvy).

V neposlední řadě je metodika využitelná i pro celosíťového provozovatele dráhy – SŽDC, s. o., jako pomůcka pro strategické rozhodování v oblasti obnovy a modernizace infrastruktury – zejména stanic a zastávek, ale i prioritizace úseků pro zvýšení traťové rychlosti, případně míst a úseků pro modernizaci zabezpečovacího zařízení. V tomto smyslu se metodika uplatní rovněž pro projektanty, zejména zpracovatele Studií proveditelnosti, případně dalších koncepčních studií zabývajících se výhledovým rozsahem osobní dopravy a související infrastruktury.



## 5 Ekonomické aspekty metodiky

### Obecné principy úspornosti, zakotvené v metodice

Vzhledem ke komplexnosti a šíři záběru předkládané metodiky, a z toho plynoucímu nižšímu stupni podrobnosti navržené metodiky, je kvantifikace přínosů a nákladů jejího uplatnění obtížná, nicméně řádově lze přínosy i náklady odhadnout a porovnat.

Protože finanční zdroje na zajištění dopravní obslužnosti jsou omezené, měl by si objednatel jako řádný hospodář pravidelně pokládat otázku, zdali není možné efektivnější využití disponibilních náležitostí a finančního rámce na kompenzace dopravcům za dopravní výkon (vlakové kilometry), tak, aby zároveň z dopravní obslužnosti profitovalo co nejvíce obyvatel území, jehož obslužnost je v kompetenci objednatele.

Metodika je založena na principu „*za srovnatelné peníze více muziky*“, snaží se tedy navrhnout zvýšení atraktivity nabídky spojů – typicky přechodem na celodenní, integrální hodinový takt, pro spíše lidnatější sídla na trase linky, a to přednostně s využitím stávajícího počtu vozidel, doprovázeným ideálně pouze nárůstem variabilních nákladů.

Naopak je snahou odbourávat neproduktivní prostoje či příliš dlouhé přestupní doby dosažením kratší SJD, pokud je možné a účelné některé tarifní body obsloužit jinou železniční linkou či autobusem. Je tedy snaha zvýšit efektivitu využití stávajících zdrojů, zároveň ale minimalizovat nutnost nasazení zdrojů dodatečných.

Níže jsou uvedeny predikovatelné a částečně kvantifikované přínosy jednotlivých částí předkládané metodiky a následně analyzovány náklady vyvolané její aplikací. Číselné vstupy jsou převzaty ze samostatné tabelární Nákladové přílohy, v níž jsou uvedeny zdroje těchto hodnot. Ostatní číselné vstupy a počty byly stanoveny expertním odhadem.

Pokud není uvedeno jinak, jsou odhady přínosů a nákladů vztaženy k celé železniční síti ČR. Pro náklady rozložené do delšího časového období musí být uvažováno diskontování, které zde z důvodu přílišné komplexity uvažováno nebylo.

### Přínosy metodiky

#### *Omezení požadavků na infrastrukturu - snížení počtu vrstev obsluhy*

Předkládaná metodika nabízí v dlouhodobém horizontu přínosy v podobě úspor nákladů na obnovu stanic a zastávek (v době stavební obnovy či modernizace). Metodika totiž svou aplikací umožňuje cílenější investice do infrastruktury.

Jak je patrné z Obrázku 14, „zjednoduštění“ obsluhy kromě atraktivnějšího intervalu obsluhy pro většinu cestujících přinese rovněž snížení počtu stanic se systémovým křižováním. V případě stejných průměrných rychlostí u všech křižujících se vlaků využijí všechny vlaky ke křižování vždy stanici ležící časově „na půli cesty“ mezi dvěma jinými stanicemi s pravidelným křižováním. V některých případech lze navíc alespoň zčásti alternovat vložené špičkové trasy osobní dopravy s nákladními trasami v sedle.

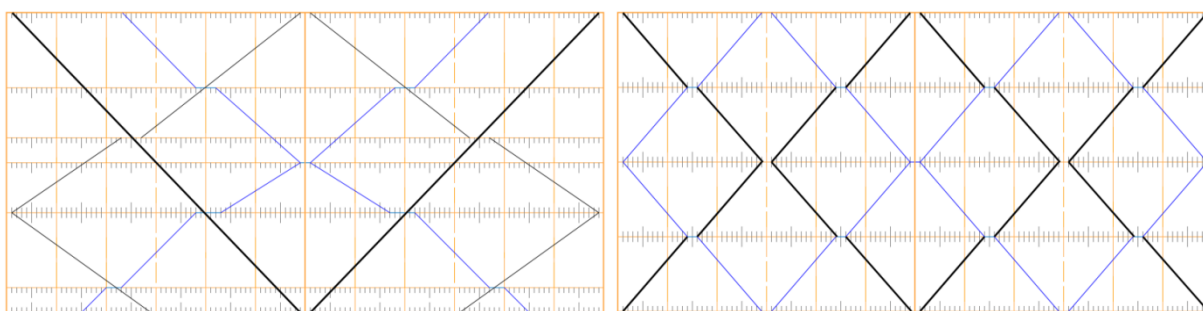
Zjednodušením nabídky osobní dopravy tedy dojde ke *zvýšení ekonomické efektivity nejbližších infrastrukturních úprav* – náklady na obnovu či modernizaci se sníží díky redukcí počtu stanic potřebných k modernizaci (stanice se systémovými křižováními + zhruba stejný počet stanic „operativně-záložních“, popř. sloužících pro křižování posilových spojů či nákladních vlaků). Zároveň se zvýší přínosy díky zkrácení intervalu obsluhy a zkrácení

průměrné doby jízdy pro většinu cestujících (pro obyvatele nejvíce a středně lidnatých sídelních celků podél trati) – viz dále.

Tím není řečeno, že ostatní stanice mají být bez náhrady zrušeny<sup>38</sup> – obecně platí, že

- čím vyšší je přepravní význam dané trati
- čím blíže centrálním prvkům železniční sítě daná trať leží
- čím více vazeb na síť<sup>39</sup> obsahuje,

tím více stanic je žádoucí (a ekonomicky přiměřené) modernizovat pro umožnění operativních změn křižování.



**Obr. 14.** Modelový taktový NJR na jednokolejné trati s různým počtem vrstev obsluhy [25].

*Na tomto místě je zároveň nezbytné zdůraznit, že investiční horizont v oblasti dopravní infrastruktury významně přesahuje dopravně-plánovací horizonty objednatelů veřejné dopravy. Omezení (mnohdy minimalizace) rozsahu dopravní sítě na "jeden cílový provozní koncept" zásadním způsobem omezuje robustnost dopravních řešení, zvyšuje jejich rigiditu v čase a pro realizaci případných změn provozního konceptu, při požadavku zachování funkčních taktových uzlů, či alespoň směrových přestupních vazeb, je tak následně nutné zasahovat do mnoha dalších, často i zdánlivě nesouvisejících, linek.*

V případě různých průměrných rychlostí vlaků však každá dvojice různě rychlých vlaků využije jiné stanice ke vzájemnému křižování. Obecně tedy narůstá potřeba těchto stanic, případně musí některé vlaky čekat na protijedoucí vlak. Zjednodušením se tak počet mezilehlých stanic se systémovým křižováním sníží - např. na Obrázku 14 ze 2 na 1 pro osobní dopravu a z 5 na 3 pro smíšený provoz (za předpokladu možnosti prokladu s nákladními trasami). Lze tedy odhadnout, a to i při zohlednění potřeby zachovat či zřídít záložní stanice či výhybny pro operativní křižování na významných tratích, že potřeba obnovy či modernizace stanic v případě zjednodušení poklesne o 1/3. V případě upuštění od výhledové modernizace např. 140 mezilehlých, jednoduchých stanic na hlavních jednokolejných tratích mimo aglomerace, při uvažovaných nákladech 150 mil. Kč na modernizaci jedné takovéto stanice<sup>40</sup> (viz Nákladová příloha), pak vychází odhad jednorázové úspory stavebních nákladů následovně:

<sup>38</sup> Pro větší srozumitelnost je zde zopakován text ze str. 17.

<sup>39</sup> s osobní dopravou objednávanou celotýdenně či alespoň v pracovní dny

<sup>40</sup> stanic vyhodnocených jako neperspektivní bude pravděpodobně více, avšak půjde i o stanice na regionálních dráhách s výrazně nižšími náklady na případnou modernizaci či optimalizaci.

$$S_{\text{stavební, žst}} = 140 \times 150 = \underline{21\,000 \text{ mil. Kč}^{41}} \quad (4)$$

Je také nutno uvažovat následné opravy, a dále obnovu či modernizaci těchto zastávek po uplynutí několika desítek let. Tyto „odpisy“ lze tedy na základě výpočtu (4) odhadnout na stovky milionů Kč ročně.

### ***Omezení požadavků na infrastrukturu - snížení počtu obsluhovaných tarifních bodů***

Díky zrušení obsluhy některých málo využívaných tarifních bodů drážní dopravou může být upuštěno od jejich stavební obnovy, případně modernizace. Aplikace předkládané metodiky tak přináší příležitost v úspoře nemalých finančních prostředků v okamžiku modernizace infrastruktury. Železniční zastávka (případně nástupiště ve stanici), která má být modernizována, se nadto vyznačuje řádově vyšší projektovou a povolovací náročností než zastávka autobusová.

V případě potenciálního neobnovení či zrušení zamýšlené výstavby např. 120 zastávek na jednokolejných tratích (100 m nástupiště) a 30 zastávek na dvojkolejných tratích (170 m nástupiště) pak při odhadované sazbě 15, resp. 40 mil. Kč za modernizaci zastávky se 100 m nástupištěm (viz Nákladová příloha), vychází odhad jednorázové úspory stavebních nákladů následovně:

$$S_{\text{stavební, zast}} = 120 \times 15 + 30 \times 1,7 \times 40 = 1800 + 2\,040 = \underline{3\,840 \text{ mil. Kč}^{42}} \quad (5)$$

Je také nutno uvažovat následné opravy, a dále obnovu či modernizaci těchto zastávek po uplynutí několika desítek let. Tyto „odpisy“ lze tedy na základě výpočtu (5) odhadnout na nižší stovky milionů Kč ročně.

Dále byl s pomocí softwaru iPLAN (FBS) proveden odhad indikativní trakční práce spojené s obsluhou zastávky. Pro určení jednotkových cen trakční energie byl využit expertní odhad Víta Janoše, uváděný ve studijních materiálech ČVUT FD (Nákladová příloha). Cena elektrické energie je tímto odhadem stanovena na 3,10 Kč/kWh. Cena motorové nafty je tímto odhadem stanovena na 30 Kč/l, přičemž software iPLAN počítá energii 1 kWh jako ekvivalent 0,32 l nafty. Pro cenu 1 kWh nafty pak platí

$$P_{E,\text{diesel}} = 0,32 \times 30 = 9,6 \text{ Kč/kWh} \quad (6)$$

Simulací v softwaru iPLAN (FBS) byla na typických tratích a s typickými soupravami (viz Nákladová příloha) vypočtena vykonaná trakční práce na jedno zastavení vlaku, a to pro každou trakci a dále za oba směry. Trakční práce byla vyčíslena jako rozdíl spotřeby energie téhož vlaku, s jinak stejným zastavováním i dalšími parametry, při obslužení a při projetí dané zastávky. Z hodnot za oba směry byl vypočten průměr.

Pro 150 neobsložených zastávek, z toho 100 v dieselové a 50 v elektrické trakci, a při předpokládaném průměrném denním počtu<sup>43</sup> 11 párů, tedy 22 spojů, pak odhad úhrnné roční úspory nákladů na vykonanou trakční práci po jednotlivých traktích

<sup>41</sup> bez DPH

<sup>42</sup> bez DPH

<sup>43</sup> Souhrnně za pracovní dny i dny pracovního klidu

$$S_{E,diesel} = 100 \times 22 \times 365 \times 6 \times 9,6 = 46,3 \text{ mil. Kč/rok} \quad (7)$$

$$S_{E,elektrická} = 50 \times 22 \times 365 \times 43 \times 3,1 = 53,5 \text{ mil. Kč/rok} \quad (8)$$

Úhrnem pak tato úspora vychází na

$$S_E = S_{E,diesel} + S_{E,elektrická} = 46,3 + 53,5 = \underline{99,8 \text{ mil. Kč/rok}} \quad (9)$$

Vzhledem k nedostupnosti údajů o nákladech na údržbu zastávek a nástupišť je nemožné vyčíslit odpovídající úsporu nákladů na základě neobsloužení tarifního bodu. Určitým vodítkem může být výše základní sazby ceny za užití přístupových komunikací<sup>44</sup> (tzv. „ošlapné“), kterou SŽDC účtuje dopravcům za každé zastavení vlaku osobní dopravy, a která v úhrnu pokrývá celkové přímé náklady na tyto objekty. Tato sazba v současné době činí jednotky Kč<sup>45</sup>. Je tedy zřejmé, že oproti úspoře času cestujících a trakční práce se jedná o úsporu zanedbatelnou. Při zrušení obsluhy 150 tarifních bodů s průměrně 22 zastaveními denně by pak úhrnná roční úspora činila jednotky milionů Kč ročně.

#### **Zvýšení cestovní rychlosti pro většinu cestujících – úspora jejich času**

V případě úspěšné aplikace postupů navržených předkládanou metodikou dojde k výrazné redukci zastavování v tarifních bodech s nízkou poptávkou. Aplikace této metodiky je tak i příležitostí ke zkrácení cestovních dob ve významných přepravních směrech, což se může v relacích s dostatečným přepravním potenciálem projevit zvýšením poptávky, resp. změnou modální volby. Tento nárůst poptávky lze podpořit také nárůstem četnosti spojů souvisejícím s opatřeními popsány v této metodice (viz kapitola 2.4). Celkově tak může dojít k nárůstu podílu tržeb na pokrytí ceny dopravního výkonu.

V případě neobsloužení tarifního bodu lze ušetřit odhadem zhruba 2 min doby jízdy. Při předpokládaném průměrném denním počtu<sup>46</sup> 11 párů, tedy 22 spojů, průměrné obsazenosti 30 osob ve spoji a ocenění hodiny času částkou 150 Kč vychází roční úspora času neobsloužením jedné zastávky následovně:

$$S_{t,Izast} = 365 \times 22 \times (2 / 60) \times 150 \times 30 = 1,2 \text{ mil. Kč/rok a tarif. bod} \quad (10)$$

Je ovšem třeba uvažovat i nárůst cestovní doby (předpoklad 20 min) pro průměrně 1 osobu na spoj, která by nastupovala či vystupovala na dané železniční zastávce. Po korekci bude tedy roční úspora času cestujících na tarifní bod následující:

$$S_{t,Izast,kor} = 365 \times 22 \times 150 \times [(30 \times 2 - 1 \times 20) / 60] = 0,803 \text{ mil. Kč/rok a tarif. bod} \quad (11)$$

<sup>44</sup> tj. typicky nástupiště, přístřešky, podchody, nadchody, eskalátory apod.

<sup>45</sup> přesná výše záměrně není uvedena z důvodu zachování obchodního tajemství SŽDC

<sup>46</sup> souhrnně za pracovní dny i dny pracovního klidu

Pro např. 150 neobnovených či nepostavených zastávek (popř. nástupišť ve stanicích) pak lze úhrnnou korigovanou roční úsporu času cestujících odhadnout na

$$S_{t, kor} = 0,803 \times 150 = \underline{120 \text{ mil. Kč/rok}} \quad (12)$$

### ***Pásmování – úspora času cestujících***

Aplikace pásmování může vést ke zvýšení souhrnného dopravního výkonu (odhad nákladů viz dále), to je však v socioekonomické rovině kompenzováno nárůstem počtu cestujících, kteří dosáhnou centra do 60 (v některých případech i 30) minut. Pro největší sídla na dané trati pak dojde ke zvýšení četnosti spojů rychlejší vrstvy obsluhy.

Pro průměrnou obsazenost spoje z/do vnějšího pásma aglomerace 10 cestujícími, průměrné časové úspoře 13 min (viz Nákladová příloha) a ocenění 1 hodiny částkou 150 Kč, a při 16 párech zrychlených spojů denně<sup>47</sup>, vychází roční úspora času cestujících na 1 zrychlenou linku následovně:

$$S_{t, pásmo, linka} = 2 \times 16 \times (13 / 60) \times 365 \times 10 \times 150 = \underline{3,8 \text{ mil. Kč/rok a linku}} \quad (13)$$

Pro uvažovaných 10 linek s nově zavedeným pásmováním pak bude odhad úhrnné roční úspory času cestujících činit

$$S_{t, pásmo} = 10 \times S_{t, pásmo, linka} = \underline{38 \text{ mil. Kč/rok}} \quad (14)$$

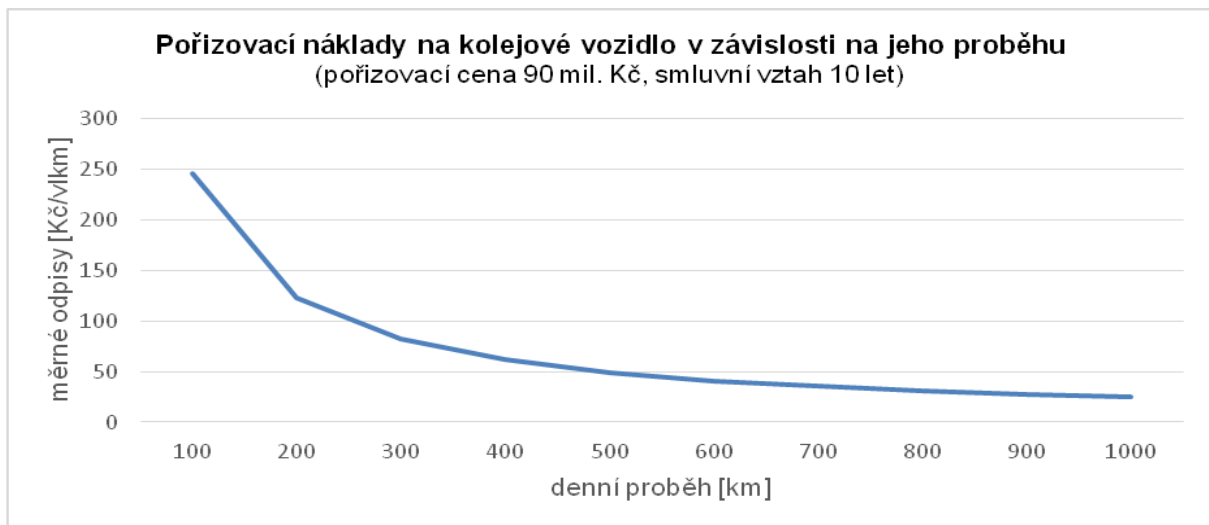
### ***Úspora, případně alespoň dosažení efektivnějšího využití vozidel***

Již v současnosti kladou objednatelé důraz na efektivnější využití kolejových vozidel. Předkládaná metodika navrhuje přechod na integrální 60-min takt (na relevantních úsecích), čímž přispívá k efektivnějšímu využití – tj. *zvýšení průměrného denního kilometrického proběhu* – kolejových vozidel. Vliv zvýšeného proběhu na výši měrných odpisů je ilustrován na Obrázku 15.

Metodika dále představuje opatření k úspoře vozidel - eliminaci některých linek či jejich částí, často spolu s efektivnějším využitím stávajícího počtu vozidel na dálkové lince (přechod na integrální 60-min takt u této linky, spojený s nezavedením regionální linky v určitém úseku). Protože metodika spíše než snížení potřeby vozidel předpokládá jejich efektivnější využití, je odhad nákladů na vozidla uveden až dále.

---

<sup>47</sup> Jelikož se jedná o páteřní a aglomerační linku, uvažuje se celodenní a celotýdenní provoz v 60-min taktu.



**Obr. 15.** Vliv denního proběhu na cenu dopravního výkonu. Může jít např. o dvouvozovou deselovou jednotku řady 844 RegioShark (cena kolm 85 mil. Kč), s dobou odpisu 10 let [8] [viz Nákl. příloha].

#### *Provozní přínosy omezení či nerozšíření obsluhy tarifních bodů s nízkou poptávkou*

V případě rozhraní mezi objednateli, ať již vertikálního (Ministerstvo dopravy a krajský objednatel) či horizontálního (dva či více krajských objednatelů) může v mnoha případech objednání společné linky (k němuž v praxi dochází často) zvýšit průměrný denní kilometrický proběh souprav. Případné ukončení obsluhy některých tarifních bodů za cenu skloubení časových požadavků na lince může být příslušným objednatelem vnímáno jako principiálně nepřijatelné a obtížně zdůvodnitelné vůči obyvatelstvu („jsme tu pro obyvatele svého kraje, nikoli sousedních krajů“)<sup>48</sup>, avšak v případě značných přínosů, např. ušetření jedné soupravy<sup>49</sup>, se objednateli může vyplatit zajistit dotčeným sídelním celkům dopravní obslužnost alternativním způsobem, zpravidla linkovou dopravou.

<sup>48</sup> Pro větší srozumitelnost je zde doslovně zopakována věta ze str. 29.

<sup>49</sup> Jedním z možných výsledků může být snížení turnusové potřeby souprav např. o jednu. V takovém případě lze při ušetřených odpisech a nákladech na provoz soupravy v úhrnné výši např. 5 mil. Kč přiojednat cca 105 vlkm za průměrný den, tj. cca 128 km za pracovní den (indikativní kompenzace viz Nákladová příloha). Druhou možností je uvolnění téže soupravy pro posílení nabídky na lince s vysokou přepravní poptávkou, tedy její efektivnější využití (totéž platí pro fond hodin strojvedoucího a vedoucího obsluhy vlaku).



## Ekonomické náklady metodiky

Aplikace předkládané metodiky vyvolá dodatečné náklady způsobené zejména zahuštěním nabídky na celodenní 60-min takt na vybraných tratích.

### Zahuštění taktu – náklady na infrastrukturu

Požadavek na zahuštění na integrální 60-min takt může na jednokolejných tratích vyvolat nutnost úprav infrastruktury, umožňujících křižování nejen v minutu 00, ale také 30. V krajním případě to může znamenat i výstavbu zcela nové výhybny, případně modernizaci železničního svršku a spodku včetně lokálních přeložek. Snížení těchto nákladů lze dosáhnout v případě, že realizace požadovaných opatření bude součástí stavby mající za cíl rekonstrukci nebo modernizaci infrastruktury, čímž se také zabrání zmařené investici do nepotřebných úprav a budoucím nákladům na dodatečné změny.

*Příčtení těchto nákladů na vrub předkládané metodiky v plné výši je však sporné, neboť celodenní 60-min takt se, s výjimkou tratí nejnižšího přepravního významu, uvažuje většinou jako standardní ve všech Studiích proveditelnosti a v navazující projektové dokumentaci. Lze tedy konstatovat, že nemalá část uvedených nákladů bude vynaložena v každém případě. Předkládaná metodika naopak napomáhá směřování k prokladu dvou 120-min taktů do společného 60-min taktu, a tedy k omezení požadavků drážní osobní dopravy na infrastrukturu (viz výše).*

### Zahuštění taktu – náklady na vozidla

Potřeba dodatečného vozidla je typicky vyvolána prodloužením špičkového zahuštění taktu. Jelikož je však špičkové zahuštění taktu typicky dvěma vloženými spoji již v současném stavu velmi časté, je dodatečný nárůst potřeby souprav vyvolaný celodenním zahuštěním taktu obvykle nízký – jedna, výjimečně dvě soupravy. V mnoha případech dokonce k nárůstu ani nedochází – díky době oběhu vozidel na lince a počtu stávajících vložených spojů během přepravní špičky tak obvykle postačuje stávající počet souprav.

Na základě Nákladové přílohy a s využitím odhadu Ing. Jiřího Pohla (cena 1 mil. EUR za hnací čelo jednotky, tj. cca 26 mil. Kč, tedy 52 mil. Kč za obě čela – viz Nákladová příloha) lze na základě počtu vozů  $n_V$  a odhadu ceny vozu jednotky dle trakce (Nákladová příloha) obecně stanovit cenu jednotky v mil. Kč tímto vztahem:

$$N_{\text{jednotka},D} = 52 + 17 \times n_V \quad [\text{mil. Kč}] \quad (15)$$

$$N_{\text{jednotka},E} = 52 + 35 \times n_V \quad [\text{mil. Kč}] \quad (16)$$

Jelikož se nepřidávají vozidla na všech linkách, budiž uvažováno úhrnné navýšení potřeby vozidel v síti o ekvivalent 20 motorových a 10 elektrických, vždy 3-vozových, jednotek ( $n_V = 3$ ). Odhad nákladů na dodatečná vozidla pak činí

$$N_{\text{vozidla},D} = 20 \times N_{\text{jednotka},D} = 20 \times (52 + 17 \times 3) = 20 \times 103 = 2\,060 \text{ mil. Kč} \quad (17)$$

$$N_{\text{vozidla},E} = 10 \times N_{\text{jednotka},E} = 10 \times (52 + 35 \times 3) = 10 \times 157 = 1\,570 \text{ mil. Kč} \quad (18)$$

Úhrnný odhad nákladů na vozidla tedy činí

$$N_{\text{vozidla}} = N_{\text{vozidla},D} + N_{\text{vozidla},E} = 2\,060 + 1\,570 = 3\,630 \text{ mil. Kč} \quad (19)$$



Pro průměrnou životnost vozidel 30 let pak odhad dodatečných úhrnných ročních odpisů vozidel činí

$$N_{odpisy,vozidla} = N_{vozidla} / 30 = 3\,630 / 30 = \underline{121 \text{ mil. Kč/rok}} \quad (20)$$

### **Zahuštění taktu – variabilní náklady na provozování drážní dopravy**

Zahuštění na celodenní 60-min takt, kromě případného nárůstu fixních nákladů vyplývajících z odpisů nových vozidel, odhadnutého výše, samozřejmě představuje také určitý nárůst variabilních nákladů. Jde o variabilní náklady na provoz vlaků (trakční energie, cena za použití dopravní cesty, v omezené míře též poplatky za přidělení kapacity a dodatečné náklady na údržbu a opravy vyvolané vyšším opotřebením vozidel, v případech s rozšiřováním provozního období do okrajových částí dne se jedná i o personální náklady). S navýšením kilometrických proběhů vozidel také dochází ke zkrácení životnosti vozidel nebo jejich částí.

V současné době jsou nejvýraznější složkou variabilních nákladů osobní náklady na strojvedoucí, druhotně i na vlakvedoucí (avšak ti v současné době nedoprovázejí každý Os vlak a jejich mzda je nižší).

Z důvodu nedostatku strojvedoucích a z toho plynoucího tlaku na zvýšení mezd je zároveň vhodné zvyšovat jejich produktivitu. V současnosti jsou často dopolední vynechávky spojů či vedení spojů pouze ve špičkách spojeny s přerušením směny, které je v současnosti již placeno, anebo v mnoha případech již ani k přerušení směny nedochází. Navýšení personálních nákladů, popsané v předchozím odstavci, vyvolané aplikací předkládané metodiky, tak bude pouze částečné, neboť z části k němu dojde již samotnou situací na pracovním trhu.

Tento nárůst nákladů je ovšem třeba vnímat v souvislostech, kdy zároveň dojde k výraznému navýšení dopravních výkonů (dopravní práce) zajištěné prakticky stejným počtem souprav. Kalkulačně tedy u měrných nákladů za jeden vlkm výrazně poklesne fixní složka, odpovídající odpisům vozidel (přesněji všem nákladům na jejich pořízení) – viz Obrázek 15.

Tyto náklady lze vzhledem k současné úhrnné roční výši kompenzací železničním dopravcům kvalifikovaně odhadnout na jednotky miliard Kč ročně. Odpisová složka těchto kompenzací však již byla vyjádřena vícenáklady na nová vozidla. Tyto vícenáklady však mohou být z velké části vykompenzovány neobjednáním drážní dopravy na ramenech s dlouhodobě velmi nízkou poptávkou, případně špičkovým zahuštěním autobusy namísto vlaků u tratí s nízkou poptávkou. Po této redukci budou odhadované variabilní vícenáklady činit nanejvýše 1 mld. Kč ročně.

### **Zvýšení dopravních výkonů – pásmování**

V rámci pásmování je původní všude zastavující linka Os (vrstva **C**) ve vnějším aglomeračním pásmu nahrazena částečně zrychlenou linkou, která je ve vnitřním aglomeračním pásmu vedena jako vrstva **B**. V tomto vnitřním pásmu tedy dochází k navýšení dopravních výkonů. Z druhé strany ovšem ve „vnitřní“ Os lince (vrstva **C**) až na zanedbatelný počet ubudou cestující z vnějšího pásma. Je tedy v řadě případů možné alespoň zkrácení soupravy (nasazení jedné jednotky místo dvou) a nasazení uvolněných vozidel na jiné výkony. Tato vozidla mohou být za příznivých okolností nasazena na částečně zrychlenou linku na téže trati, která obsluhuje vnější pásmo.

Pro odhad vícenákladů na pásmování lze uvažovat 10 linek s nově zavedeným pásmovým provozem (tj. vždy musí vzniknout nová linka vrstvy **C** ve vnitřním aglomeračním pásmu), 60-min taktu částečně zrychlené linky s dobou provozu cca 5 – 21 hodin (tj. 16 párů spojů), a odhadovanou průměrnou výši kompenzace 130 Kč/vlkm (viz Nákladová příloha).

Dále lze uvažovat pořízení v průměru 1 nové 4-vozové elektrické jednotky na každou trať s nově zavedeným pásmováním<sup>50</sup>. Při 10 linkách tak odhad nákladů na pořízení nových vozidel činí

$$N_{\text{vozidla,pásma}} = 10 \times N_{\text{Jednotka,E}} = 10 \times 157 = 1\,570 \text{ mil. Kč} \quad (21)$$

Vyjádřeno v ročních odpisech (životnost 30 let):

$$N_{\text{vozidla,pásma,odpisy}} = 1\,570 / 30 = \underline{52,3 \text{ mil. Kč/rok}} \quad (22)$$

Budiž uvažována průměrná vzdálenost „zrychleného“ úseku 40 km a indikativní výše kompenzace 130 Kč/vlkm (viz Nákladová příloha), která však vzhledem ke zvýšení efektivity proběhu vozidel a k již provedenému započítání vícenákladů na vozidla bude snížena na polovinu. Pak lze pro 10 linek a 16 párů spojů denně odhadnout vícenáklady na provoz

$$N_{\text{provoz,pásma}} = (2 \times 16 \times 40 \times 10 \times 130 \times 365) / 2 = \underline{303,7 \text{ mil. Kč/rok}} \quad (23)$$

Celkové roční vícenáklady vyvolané pásmováním tak budou odhadem činit zhruba 356 mil. Kč ročně. Opět však dojde k výraznému zvýšení efektivity souprav, dosud nasazovaných např. na Sp vlaky vedené pouze ve špičkách a ve špičkovém směru.

#### **Zvýšení dopravních výkonů na souběžných autobusových linkách**

Jelikož předkládaná metodika pro případ alternativní obsluhy tarifních bodů autobusem neuvažuje řešení, která by vedla k navýšení turnusové potřeby autobusů, budou mít vícenáklady na dopravní výkon pouze variabilní složku. Zjednodušeně tedy lze cenu za dodatečný vozokm odhadnout jako polovinu indikativní ceny 40 Kč/vozokm (viz Nákladová příloha), tedy 20 Kč/vozokm. Protože délka možné zajiždky byla uvažována nejvýše 1 km jedním směrem a v mnoha případech lze naopak předpokládat souběžné vedení autobusové linky v docházkové vzdálenosti, bude průměrná délka zajiždky uvažována 0,5 km (započítaná tam i zpět, tedy dvakrát). Pro 150 vlakem neobsložených zastávek a 22 spojů za průměrný den a zastávku pak bude odhad vícenákladů na obsluhu autobusem činit

$$N_{\text{bus}} = 150 \times 22 \times 20 \times (2 \times 0,5) \times 365 = \underline{24,1 \text{ mil. Kč/rok}} \quad (24)$$

<sup>50</sup> nebo se může jednat např. o 2 výrazně levnější dieselové jednotky, navíc bude díky kratším dobám obratu efektivněji využita část stávajících vozidel na daném vozebním rameni, proto byl odhad potřeby vozidel postaven takto jako „průměrný“ případ

## Vnější podpůrné opatření: P+R

Zkušenosti zejména z pražské aglomerace ukazují, že v případě atraktivní nabídky kolejové dopravy a zároveň každodenních kongescí v centru aglomerace volí řada cestujících multimodální přepravu do centra, tedy dojedou pomocí IAD do železničního tarifního bodu, kde vozidlo zanechá, a dále pokračuje veřejnou dopravou. Dalším důvodem je výhodnost tohoto způsobu dojížděky z řady sídel, přímo nenapojených na železnici. Rozvoj tohoto společensky vysoce žádoucího způsobu přepravy je však podvázán nabídkou vhodných parkovacích míst – natolik, že dokonce dochází k rozvoji „divokých“ P+R na polích u železničních zastávek.

Problematika rozvoje P+R sice přímo nespadá do předkládané metodiky, je však třeba poznamenat, že díky návrhu racionalizace tarifních bodů obsluhovaných vlakem s metodikou významně souvisí, a může buď multiplikovat, anebo redukovat, její přínosy.

## Časový kontext metodiky

Prohlášení o celkových úsporách jsou v obecné rovině hrubého odhadu absolutních čísel a vycházejí z předpokladu, že pro udržení funkčnosti jednotlivých prvků infrastruktury je nutné tyto prvky cyklicky obnovovat. Deklarované obecné odhady absolutní výše úspor tak vychází z bodu, kdy provozovatel dráhy rozhoduje o potřebě obnovy (stanice, zastávky apod.). Deklarovaná úspora se tak vlastně vztahuje k celému období technické životnosti příslušného prvku.

Rozhodnutí rekonstruovat či nerekonstruovat určitou zastávku, či rekonstruovat či nerekonstruovat určitou stanici tak může být navázáno na aplikaci této metodiky. Plné úspory se přirozeně nedosáhne v okamžiku, kdy k obnově příslušného prvku dopravní infrastruktury již došlo, avšak změnou dopravního řešení dojde k tomu, že tento prvek nebude využíván – v podstatě se tak jedná o neúčelnou, resp. zmařenou investici, která proběhla na základě neúplných či nesprávných podkladů k rozhodování. Následnou úsporou vlivem aplikace metodiky jsou pak již jen průběžné náklady na údržbu, které lze částečně či úplně redukovat.

## Závěrečné vyhodnocení přínosů a nákladů metodiky

Hlavní přínos předkládané metodiky spočívá především v přepravních příležitostech, v hierarchickém uspořádání obslužných vrstev a sjednocení systémových délek jízdních dob. Aplikací předložené metodiky lze primárně posílit páteřní funkci železnice jako nosného prvku dopravního systému.

V oblasti nákladů dopravní infrastruktury předkládaná metodika nabízí příležitost *snížení rozsahu výhledové infrastruktury*, tedy rozsahu její modernizace či obnovy. Reálně dosažitelné by mohlo být ukončení dopravní obsluhy desítek tarifních bodů a upuštění od výstavby dalších desítek tarifních bodů. Ukončením jejich údržby a odstraněním jejich výhledové modernizační potřeby lze tak odhadnout úsporu v úhrnné výši nižších jednotek miliard Kč. Úspory rozsahu infrastruktury by se dotkly i snížení potřeby stanic pro systémová i ostatní (nákladní, špičková, operativní) křižování – v okamžiku rozhodnutí o jejich nepotřebnosti pro potřeby křižování dosahují jednorázové úhrnné úspory až desítek miliard Kč. Pro představu o skutečném rozsahu úspor je však třeba uvažovat životnost neobnovované infrastruktury, jež činí desítky let. Jak je patrné z ilustrativního příkladu, i přes nutnost vybudování infrastruktury, umožňující zavedení celodenního 60-min či 30-min taktu (kterou však objednatelé již většinou vyžadují ve svých PDOÚ), *dojde k úhrnné úspoře nákladů na vybudování či modernizaci drážní infrastruktury v odhadované nižších desítek miliard Kč, a dále ke každoroční úspoře nákladů na provoz, údržbu a obnovu této nepotřebné infrastruktury.*

Navýšením rozsahu objednávané dopravy, které nemusí být vždy přímo vyvoláno touto metodikou, dojde k navýšení kompenzací dopravcům v rámci objednávky veřejných služeb v přepravě cestujících v úhrnné výši řádově nižších stovek milionů Kč ročně.

Tyto dodatečné náklady budou však zčásti vykompenzovány nárůstem počtu cestujících (a tedy vybraných tržeb) díky obnovení důvěry v taktovou nabídku spojů a zvýšení cestovní rychlosti. Zvýšení pravidelnosti a přehlednosti nabídky spojů a přechod na integrální 60-min takt navíc napomůže snazší integraci regionálních a nadregionálních provozních konceptů po (postupné) výstavbě Rychlých spojení. *Touto integrací dojde k posílení socioekonomických přínosů<sup>51</sup> těchto poměrně nákladných staveb.*

Závěrem lze konstatovat, že aplikací předkládané metodiky dojde ke zvýšení efektivity železnice jako páteře národního systému veřejné dopravy, a navíc ve středně- až dlouhodobém plánovacím horizontu přináší potenciál až miliardových investičních úspor.

---

<sup>51</sup> Nejvýraznějším přínosem je zkrácení celkové cestovní doby pro většinu cestujících (tedy klesne suma osobominut ve veřejné dopravě). Tento přínos tvoří významný vstup do hodnocení ekonomické efektivity staveb, kde často bývá problém dosáhnout požadovaných mezních hodnot příslušných ukazatelů.

## 6 Oponenti metodiky

**prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.**

Vysoká škola logistiky, o.p.s.

Palackého 1381/25

750 02 Přerov

Tel. 581 259 141

E-mail [vaclav.cempirek@vslg.cz](mailto:vaclav.cempirek@vslg.cz)

**prof. Ing. Jozef Gašparík, Ph.D.**

Žilinská univerzita v Žiline

Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov

Univerzitná 1

SK-010 26 Žilina

Tel. +421 415 133 430

E-mail [jozef.gasparik@fpedas.uniza.sk](mailto:jozef.gasparik@fpedas.uniza.sk)

## 7 Seznam použité související literatury a dalších zdrojů

- [1] Vávra, R.: Základní principy ITG a jejich uplatnění v dálkové, regionální a městské dopravě. Prezentace na schůzce studentského projektu ITG v ČR, ČVUT FD, 17. 3. 2016. Nepublikováno.
- [2] Baudyš, K., Janoš, V., Drábek, M. a kol.: Přednášky z předmětu Technologie veřejné dopravy. ČVUT FD. Praha, 2016.
- [3] SMA und Partner AG: <https://www.sma-partner.com/>
- [4] Hrabáček, J., Vaněk, P.: Periodická doprava v celosíťovém měřítku. *Vědeckotechnický sborník ČD* [online]. 2005/19(4) [cit. 29.1.2019]. ISSN 1214-9047. Dostupné online: <https://vts.cd.cz/documents/168518/168645/1908.pdf/2e74465e-7459-4dd8-bd43-9b6537358528>
- [5] Lichtenegger, M.: Der Taktfahrplan. Dizertační práce. TU Graz, Graz, 1990.
- [6] SMA und Partner AG: <https://www.sma-partner.com/en/download/netgraphs>
- [7] Weidmann, U.: System- und Netzplanung. Band 1.1. System- und Netzplanung des Personenverkehrs. IVT ETH Zürich, Zürich, květen 2008. s. 14-16.
- [8] NIELSEN, Gustav. Network design for public transport success – theory and examples. [online]. 2007 [cit. 30.1.2019]. Dostupné online: [https://thredbo-conference-series.org/downloads/thredbo10\\_papers/thredbo10-themeE-Nielsen-Lange.pdf](https://thredbo-conference-series.org/downloads/thredbo10_papers/thredbo10-themeE-Nielsen-Lange.pdf)
- [9] Ministerstvo dopravy: Dopravní politika ČR pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050. Praha, červen 2013. Dostupné online: [www.mdcz.cz/NR/ronlyres/099AB8C6-3DD2.../0/DP1420verze15\\_01\\_2013.pdf](http://www.mdcz.cz/NR/ronlyres/099AB8C6-3DD2.../0/DP1420verze15_01_2013.pdf)
- [10] Hrabáček, J.: Periodická doprava na dopravních sítích a její optimalizace. Dizertační práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Pardubice, 2010. Dostupné online: [https://portal.upce.cz/StagPortletsJSR168/PagesDispatcherServlet?pp\\_destElement=%23ssSouboryStudentuDivId\\_661&pp\\_locale=cs&pp\\_reqType=render&pp\\_portlet=souboryStudentuPagesPortlet&pp\\_page=souboryStudentuDownloadPage&pp\\_nameSpace=G4513&soubidno=7663](https://portal.upce.cz/StagPortletsJSR168/PagesDispatcherServlet?pp_destElement=%23ssSouboryStudentuDivId_661&pp_locale=cs&pp_reqType=render&pp_portlet=souboryStudentuPagesPortlet&pp_page=souboryStudentuDownloadPage&pp_nameSpace=G4513&soubidno=7663)
- [11] Vyhláška č. 122/2014 Sb. ze dne 23. června 2014 o jízdních řádech veřejné linkové dopravy
- [12] VÁVRA, R.: Základní principy ITG a jejich uplatnění v dálkové, regionální a městské dopravě. Přednáška v rámci výukového semináře. Praha: ČVUT. Fakulta dopravní, 17. 3. 2016. Nepublikováno.
- [13] ŽESNAD: Rozhovor řešitele s Ing. Jaroslavem Tylem, odborným specialistou ŽESNAD. Špindlerův Mlýn, 23. 5. 2019. Nepublikováno.

## 8 Seznam souvisejících publikací, které předcházely metodice

### Publikace a studie, které vznikly v rámci řešení projektu TJ01000162

- [14] Šlegr, P., Panský, P., Drábek, M.: Conceptual Approach for Design of an Integrated Passenger Information System. In: Růžička, J., ed. *2019 Smart Cities Symposium Prague (SCSP) - IEEE PROCEEDINGS*. 2019 Smart Cities Symposium Prague (SCSP), Prague, 2019-05-23/2017-05-24. New York: IEEE Press, 2019. Přijato k publikaci.
- [15] Vávra, R.: Comparison of Different Conceptions of Suburban Railway Transport. In: Růžička, J., ed. *2019 Smart Cities Symposium Prague (SCSP) - IEEE PROCEEDINGS*. 2019 Smart Cities Symposium Prague (SCSP), Prague, 2019-05-23/2017-05-24. New York: IEEE Press, 2019. Přijato k publikaci.
- [16] Drábek, M. et al. *Analytická část - možnosti a limity synergie železničních linek*. [Výzkumná zpráva] Praha: ČVUT FD. Ústav logistiky a managementu dopravy, 2018. Zpráva č. TJ01000162-V1.
- [17] Drábek, M., Pospíšil, J.: Fluctuations in Passenger Railway Service Period. In: Nouzovský, L. et al., eds. *Young Transportation Engineers Conference 2018*. Praha, Horská 3, 2018-11-01. Praha: ČVUT. Fakulta dopravní, 2018. s. 1-8. ISBN 978-80-01-06464-1. Dostupné z: <https://ytec.fd.cvut.cz/upload/articles/28.pdf>
- [18] Drábek, M.: Irregularities in Czech integrated periodic timetable. In: Gašparík, J. et al., eds. *Horizons of Railway Transport 2018, 10th Year of International Scientific Conference*. Strečno, 2018-10-11/2018-10-12. Les Ulis Cedex A: EDP Sciences - Web of Conferences, 2018. s. 1-4. ISSN 2261-236X. DOI [10.1051/mateconf/201823500012](https://doi.org/10.1051/mateconf/201823500012). Dostupné z: [https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/94/mateconf\\_hort2018\\_00012.pdf](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/94/mateconf_hort2018_00012.pdf)

### Související publikace a studie, vzniklé před realizací projektu TJ01000162

- [19] Janoš, V.; Kříž, M.: PRAGMATIC APPROACH IN REGIONAL RAIL TRANSPORT PLANNING. In: *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*. 2018, (100), 35-43. ISSN 0209-3324
- [20] Drábek, M., Michl, Z.: Dálková doprava v Česku pod taktovkou taktu. *Železničář*. 2017, **XXIV**(17), 11-14. ISSN 0322-8002. Populárně-naučný článek.
- [21] Drábek, M., Michl, Z.: Smart Rail Infrastructure Planning for Smart Cities: A Prague Rail Hub Case Study. In: Růžička, J., ed. *2017 Smart Cities Symposium Prague (SCSP) - IEEE PROCEEDINGS*. 2017 Smart Cities Symposium Prague (SCSP), Prague, 2017-05-25/2017-05-26. New York: IEEE Press, 2017. ISBN 978-1-5386-3825-5. DOI [10.1109/SCSP.2017.7973866](https://doi.org/10.1109/SCSP.2017.7973866). Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?reload=true&punumber=7963867>
- [22] Michl, Z. et al.: *Optimalizace využití tratí s vyčerpanou kapacitou*. [Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV)] 2016.



- [23] Michl, Z. et al.: *Optimalizace rozvoje železničního systému v ČR z hlediska přepravních potřeb*. Analytická část. [Výzkumná zpráva] Praha: Technologická agentura ČR, 2016. Zpráva č. 1.
- [24] 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>
- [25] 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.
- [26] 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](http://takt.fd.cvut.cz/cargo/Drabek_thesis.pdf)
- [27] Janoš, V.; Baudyš, K.: Development of Periodic Timetable in the Czech Republic. In: Road and Rail infrastructure II. Zagreb: University of Zagreb, 2012. pp. 869-873. ISBN 978-953-6272-49-5
- [28] 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