

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

DIPLOMOVÁ PRÁCA

2012

Bc. et Bc. Rastislav FARKAŠ

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Uplatnenie periodických grafikonov
vo verejnej osobnej doprave na Slovensku

Bc. et Bc. Rastislav Farkaš

Diplomová práca

2012

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Rastislav Farkaš**
Osobní číslo: **D10808**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**
Název tématu: **Uplatnenie periodických grafikonov vo verejnej osobnej doprave na Slovensku**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v ý p r a c o v á n í :

Úvod

- 1.Periodické grafikony vo verejnej osobnej doprave
- 2.Súčasný charakter verejnej osobnej dopravy na Slovensku
- 3.Návrh uplatnenia periodických grafikonov na príklade diaľkovej železničnej dopravy
- 4.Vyhodnotenie návrhu

Záver

Rozsah grafických prací: 3 - 4
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

1. VONKA, J. a kol.. Osobní doprava. 1. vydanie, Pardubice: UPCE, 2001, 170 s, ISBN 80-7194-320-7
2. HRABÁČEK, J. Periodická doprava na dopravních sítích a její optimalizace. Dizertačná práca. Univerzita Pardubice, 2010.
3. ŠIROKÝ, J. Integrovaný taktový jízdní řád. Scientific Papers of the University of Pardubice 1999. Pardubice: UPCE, 2000, č.5, s. 239-244. ISBN 80-7194-283-9. ISSN 1211-6610

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: 1. února 2012
Termín odevzdání diplomové práce: 23. května 2012



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2012

Prehlasujem:

Túto prácu som vypracoval samostatne. Všetky literárne pramene a informácie, ktoré som v práci využil sú uvedené v zozname použitej literatúry.

Bol som zoznámený s tým, že sa na moju prácu vzťahujú práva a povinnosti vyplývajúce zo zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, predovšetkým so skutočnosťou, že Univerzita Pardubice má právo na uzavretie licenčnej zmluvy o využití tejto práce ako školného diela podľa § 60 ods. 1 autorského zákona, a s tým, že pokiaľ dôjde k využitiu tejto práce mnou alebo bude poskytnutá licencia o využití inému subjektu je Univerzita Pardubice oprávnená odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré na vytvorenie diela vynaložila, a to podľa okolností až do ich skutočnej výšky.

Súhlasím s prezenčným sprístupnením svojej práce v Univerzitnej knižnici.

V Pardubiciach dňa 23.5.2012.

Bc. et Bc. Rastislav Farkaš

ANOTÁCIA

Práca sa v úvodnej časti venuje problematike periodických grafikonov v teoretickej rovine s dôrazom na problémy spojené ich praktickou aplikáciou. Následne je analyzovaný súčasný stav použitia periodických grafikonov vo verejnej doprave na Slovensku. Na príklade slovenskej siete diaľkovej železničnej dopravy je následne predvedený autorský návrh praktickej aplikácie periodických grafikonov vychádzajúci z teoretických a technologických východísk. Predvedený návrh je vyhotovený v troch variantných riešeniach vychádzajúcich z odlišných kvalitatívnych a ekonomických parametrov. Na záver je autorský návrh konfrontovaný so súčasným stavom.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Slovensko, periodické grafikony, integrovaný taktový grafikon, osobná doprava, diaľková doprava, návrh

TITLE

Periodic Timetable Application in Public Transport in Slovakia

ANNOTATION

The diploma thesis in the introduction chapter concerned on theoretical surface of periodical timetable issue with the aim devoted to its practical application. The analysis of contemporary periodical timetable application in Slovakia follows. On the example of Slovak public railway long-distance transportation network the author's project of practical periodical timetable application is performed, respecting the theoretical and technological conditions. According to different qualitative and economical specifications the project is performed in three versions. In the end, the project is compared with the current timetable.

KEY WORDS

Slovakia, periodical timetables, integrated pulse-timetable, public transportation, long-distance transportation, application

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som sa rád poďakoval všetkým ľuďom, ktorí mi so spracovaním tejto diplomovej práce pomáhali. Menovite Doc. Ing. Jaromírovi Širokému, Ph.D. za vecné usmernenie pri písaní práce, Ing. Karolovi Henzélymu za pomoc pri získavaní materiálov a konzultácie nad skúmanou problematikou a v neposlednom rade aj svojej matke, Mgr. Ivete Farkašovej za jazykovú korektúru textu a morálnu podporu pri spracovávaní práce.

Autor

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 CHARAKTERISTIKA PERIODICKÝCH GRAFIKONOV.....	11
1.1 Rozdelenie periodických grafikonov.....	12
1.2 Integrovaný taktový grafikon.....	14
1.2.1 Zákonitosti ITG.....	15
1.2.2 Modifikovaná verzia ITG.....	17
1.2.3 Uzly ITG.....	19
1.2.4 Časové a priestorové typy taktových uzlov.....	21
1.3 Vybrané problémy konštrukcie periodických grafikonov.....	26
1.3.1 Voľba počtu liniek a intervalov.....	26
1.3.2 Reflexia prepravných nerovnomerností.....	30
2 SÚČASNÝ STAV VEREJNEJ DOPRAVY NA SLOVENSKU.....	33
2.1 Diaľková doprava.....	33
2.2 Regionálna, prímestská a mestská doprava.....	36
2.2.1 Periodické grafikony v regionálnej doprave.....	36
2.2.2 Periodické grafikony v mestskej hromadnej doprave.....	37
3 NÁVRH UPLATNENIA PERIODICKÝCH GRAFIKONOV.....	38
3.1 Východiská pre zostavu návrhu.....	38
3.1.1 Inšpirácia zahraničnými skúsenosťami.....	38
3.1.2 Intenzita prepravných prúdov.....	41
3.1.3 Obsadenosť diaľkových vlakov.....	44
3.1.4 Technologické možnosti a priepustnosť dopravnej siete.....	45
3.2 Metodika zostavy periodického grafikonu.....	47
3.3 Variantné riešenie A.....	50
3.3.1 Definovanie obsluhovaných ramien.....	51
3.3.2 Konštrukcia sieťového grafu a definovanie taktových trás.....	58
3.3.3 Výsledný návrh sieťového grafu.....	64
3.3.4 Výsledný návrh prestupných väzieb v uzloch.....	69
3.4 Variantné riešenie B.....	74
3.4.1 Výsledný návrh sieťového grafu.....	74
3.4.2 Výsledný návrh prestupných väzieb v uzloch.....	77
3.5 Variantné riešenie C.....	81
3.5.1 Návrh liniek a linkových intervalov.....	83
3.5.2 Výsledný návrh sieťového grafu.....	83
4 VYHODNOTENIE NÁVRHOV.....	86
4.1 Prestupné väzby.....	86
4.2 Dopravné výkony.....	86
4.3 Potreba vozidiel.....	88
4.3.1 Trať Bratislava – Žilina – Košice.....	89
4.3.2 Trať Žilina – Vsetín/Ostrava – Praha.....	90
4.3.3 Trať Bratislava – Zvolen – Žilina (Košice).....	90
4.3.4 Trať Košice – Humenné.....	91
4.3.5 Trať Bratislava – Prievidza (Nitra).....	92
ZÁVER.....	93

ZOZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÝCH ZDROJOV	95
ZOZNAM OBRÁZKOV	98
ZOZNAM TABULIEK	99
ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK	100
ZOZNAM PRÍLOH	102

ÚVOD

Jednou z črt modernej osobnej dopravy je periodický režim dopravnej obsluhy. Pre cestujúcu verejnosť takýto režim obsluhy znamená ľahko zapamätateľné periodicky sa opakujúce odchody spojov ako aj možnosť spoľahnúť sa na verejnú dopravu pri cestovaní. Z pohľadu dopravcu, resp. orgánov a organizácii podieľajúcich sa na zabezpečovaní chodu osobnej dopravy, môžu byť periodické grafikony taktiež výhodnými vďaka svojej ekonomickej stránke, keďže dosahujú relatívne vysokú efektivitu využitia náležitostí(1). V praxi sa však vo verejnej osobnej doprave periodické grafikony z rôznych dôvodov často nevyužívajú a prednosť dostávajú tzv. komerčné grafikony. Dôvody k tomuto kroku môžu byť objektívne, avšak veľmi často ide skôr o tradicionalizmus, resp. neuvedomovanie si celkovej prospešnosti periodickej obsluhy.

Cieľom tejto diplomovej práce je zhodnotiť použitie periodických grafikonov vo verejnej osobnej doprave na Slovensku a následne navrhnúť ich konkrétne uplatnenie na modelovom príklade. Za modelový príklad bude zvolená sieť slovenskej diaľkovej železničnej dopravy, ktorá sa javí ako ideálna pre konfrontáciu komerčného a periodického grafikonu. V rámci zostavy autorského návrhu grafikonu bude nutné vychádzať z rôznych teoretických a technologických predpokladov. Teoretickými predpokladmi budú najmä všeobecné znalosti o periodických grafikonoch, predovšetkým z pohľadu ich praktickej aplikácie. Z tohto dôvodu budú analyzované rôzne formy periodických grafikonov ako aj problémy spojené s ich aplikáciou v praxi. Dôraz bude pritom kladený na integrovaný taktový grafikon (ITG), ktorý je na úrovni siete diaľkovej dopravy ideálnym modelom dopravnej obsluhy. Diskutované budú možné prístupy k jeho zostaveniu, t.j. v ideálnej a modifikovanej podobe. V rámci modifikovanej verzie budú definované racionalizačné kritériá v podobe požiadaviek na vzťah priestorových a časových foriem uzlov ako aj vzťah medzi intervalom a počtom liniek. Tieto kritériá budú následne využité pri zostave autorského návrhu grafikonu, ktorý bude z technologických dôvodov na strane infraštruktúry a vozidiel nutne vychádzať z modifikovanej verzie ITG.

Autorský návrh grafikonu bude zostavený pre trojicu variantných riešení, ktoré budú následne konfrontované s aktuálnym stavom. Kritériami bude objem dopravných výkonov, ako ukazovateľ variabilných nákladov, potreba náležitostí ako reprezentant fixných nákladov a analýza prestupných väzieb ako ukazovateľ kvality.

1 CHARAKTERISTIKA PERIODICKÝCH GRAFIKONOV

Periodické grafikonov predstavujú jeden zo štandardných rysov ponukovej formy cestovných poriadkov vo verejnej osobnej doprave. Charakteristickou črtou periodických grafikonov sú pravidelne sa opakujúce odchodov jednotlivých spojov v určitom časovom slede. Jednotlivé trasy spojov sú tak vedené s časovým odstupom definovanej periódy, resp. intervalu alebo taktu. Z hľadiska terminológie odborná literatúra rozdeľuje súhrnný pojem periodický grafikon do viacerých charakteristických skupín. Pod pojmom **tuhý grafikon** sa rozumie grafikon, v ktorom sú jednotlivé spoje vedené počas celého prepravného dňa s odstupom presne 60 min. **Pojem premenlivý tuhý grafikon** definuje Haudenschild(6) ako tuhý grafikon s odchýlnym vedením spojov v časoch prepravnej špičky. Pojem **rytmický grafikon** je do určitej miery synonymom k tuhému grafikonu s tým rozdielom, že môže ísť o intervaly viac-menej ľubovoľnej dĺžky. Typickým príkladom rytmického grafikonu je tzv. preloženie 2 tuhých grafikonov na vybranej trati na polovičný interval. Samozrejmosťou by malo byť dodržiavanie stanovených prestupných väzieb. Je nutné poznamenať, že v dnešnej dobe je pojem rytmický grafikon skôr archaizmom a namiesto neho sa v odbornej literatúre uplatnil pojem **taktový grafikon**, ktorý predstavuje synonymum k pojmu rytmický grafikon a prvý raz bol použitý v marketingovej kampani nemeckých železníc DB v roku 1971(15).

Protipólom k periodickým grafikonom je tzv. **grafikon komerčný**. Vyznačuje sa voľným vedením spojov mimo systém periodicky sa opakujúcich trás. V komerčnom grafikone je trasa každého jedného spoja jedinečná (môže dochádzať k odchýlkam v miestach zastavenia, dĺžky pobytov v staniaciach a zastávkach, jazdných dobách a pod.). Komerčný grafikon sa vo všeobecnosti snaží reflektovať na dopyt zo strany cestujúcej verejnosti a v čo možno maximálnej miere vychádzať cestujúcim v ústrety vedením tzv. účelových spojov. V praxi je však často komplikované určiť optimálnu polohu vybraných spojov. Okrem toho sa komerčné grafikonov veľmi často vyznačujú problematickou vzájomnou previazanosťou spojov s chýbajúcimi prestupnými väzbami. Ďalším nedostatkom je, že komerčné grafikonov nezriedka predstavujú len spoje premávajúce výhradne v časoch prepravnej špičky, pokiaľ počas prepravného sedla a víkendov je ponuka spojov minimálna, čo celkovo znižuje atraktivitu takéhoto systému obsluhy. Komerčný grafikon je preto reprezentantom **nesystematického grafikonu**, keďže trasy spojov nie sú usporiadané systematicky (t.j. periodicky) a prakticky jediná pravidelnosť spočíva v opakovaní 24h periódy. Na druhej strane, periodické grafikonov sú **grafikonmi systematickými**, keďže spoje sú usporiadané

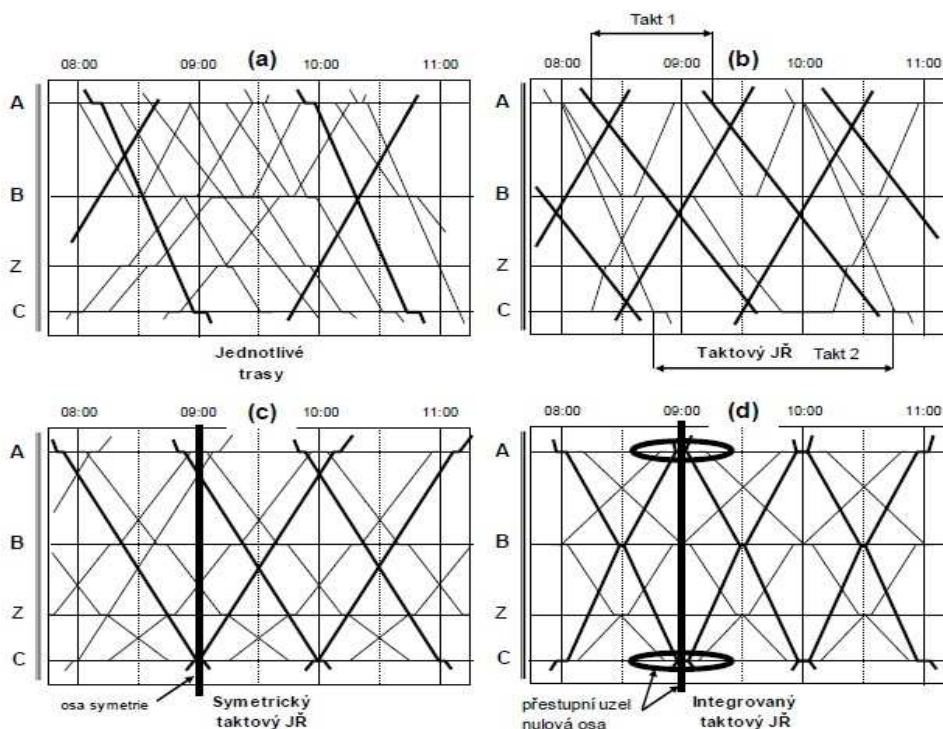
systematicky, t.j. pravidelne sa opakujú v perióde rádovo kratšej než je 24 h. Tým dochádza k opakovaniu rovnakých dopravno-prevádzkových situácií v priebehu dňa.

1.1 Rozdelenie periodických grafikonov

Samotné periodické (taktové) grafikonov je možné z hľadiska symetricity deliť na(15):

- nesymetrické taktové grafikonov** – ich spoločným znakom je odlišná os symetrie jednotlivých liniek. V praxi nemusia byť zabezpečené obojsmerné prestupné väzby.
- symetrické taktové grafikonov** – vo všeobecnosti ide o grafikonov, v ktorých je použitá jednotná os symetrie. Táto skutočnosť umožňuje realizáciu symetrických prestupných väzieb (t.j. prestupný interval pri ceste v jednom smere je rovnaký ako prestupný interval pri ceste opačným smerom).
- integrované taktové grafikonov** – sú kvalitatívnou nadstavbou symetrických grafikonov, keďže sa snažia o zámerné vytváranie, podľa možnosti všesmerových prestupných väzieb v prestupných uzloch, do ktorý smerujú príchody a odchody spojov v čase osi symetrie.

Grafické znázornenie ukážky jednotlivých typov grafikonov, vrátane porovnania taktových a komerčných znázorňuje obrázok 1.



Obrázok 1: Ukážka rôznych typov grafikonov

a)- komerčný, b) nesymetrický taktový, c) symetrický taktový, d) integrovaný taktový

Zdroj: (11)

Z časopriestorového hľadiska je možné periodický grafikon rozdeliť na(6):

- **smerový periódu** – väzba spojov jedného smeru danej linky,
- **periódu linky** – rovnaká perióda spojov jednej linky v oboch smeroch,
- **periódu trate** – preloženie periód viacerých liniek na jednej trati v oboch smeroch, všetky linky sú voči sebe vedené v danej perióde a periód všetkých liniek sú rovnaké,
- **sieťový periódu** – súhrn viacerých tratí, predpokladom je rovnaká perióda na všetkých tratiach, resp. linkách.

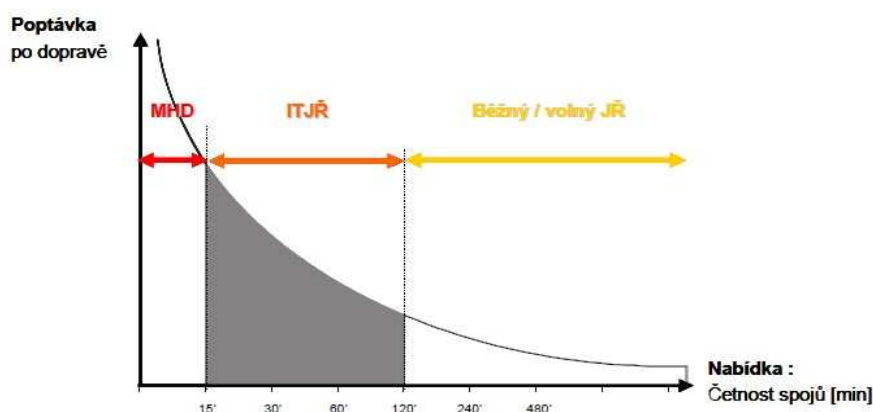
V rámci adekvátnej terminológie odborná literatúra (6)definuje nasledujúce pojmy:

- **perióda systematického grafikonu** – čo je časový odstup, po ktorom sa periodicky opakuje schéma vloženia trás do grafikonu. Inými slovami ide o časový odstup medzi dvojicou po sebe idúci vozidiel jednej linky,
- **rytmus periódy** – je časový odstup spojov s rovnakou cestovnou dobou,
- **taktový interval** – je časový odstup, počas ktorého budú do grafikonu vkladané trasy jedného alebo viacerých modelov taktového grafikonu. Z praktického hľadiska sa odporúča vzájomná skladebnosť intervalov na jednotlivých linkách,
- **model taktového intervalu** – je konkrétne poradie spojov v rámci taktového intervalu. Súčet časových odstupov medzi týmito spojmi musí byť rovný veľkosti taktového intervalu. Platí, že v danom grafikone sa môže objavovať viacero modelov taktového grafikonu,
- **periodický grafikon** – je grafikon, v ktorom aspoň jedna linka je vedená periodicky,
- **stupeň pravidelnosti** – udáva mieru pravidelnosti grafikonu. V prípade nulových hodnôt ide o čisto nesystematický grafikon voľných trás, v prípade hodnoty rovnej jednej ide o grafikon rovnobežných trás s nulovou heterogenitou trás,
- **linka** – je množina spojov prechádzajúcich po rovnakej trati a zastavujúcich spravidla v tých istých dopravných bodoch,
- **hranový čas (systémová jazdná doba)** – požadovaná časová vzdialenosť medzi dvojicou taktových uzlov, t.j. doba, po ktorej dochádza k vzájomnému stretaniu sa protismerne idúcich spojov,
- **symetria** – je predpokladom periodického grafikonu požadujúcim rovnaké charakteristiky spojov v oboch smeroch jazdy (jazdné doby, pobyty, prestupné doby, miesta zastavenia, počty vlakov),

- **os symetrie** – je definovaná časová poloha, kedy dochádza k stretaniu sa protismerne idúcich spojov tej istej linky. Jednotná os symetrie všetkých liniek je základnou požiadavkou na realizáciu obojsmerných prestupných väzieb v uzloch,
- **taktový uzol** – je tzv. časový uzol, v ktorom dochádza k stretaniu sa protismerne idúcich spojov. Jeho časová poloha je v čase osi symetrie. V prípade integrovaných grafikonov je snaha umiestňovať taktové uzly do uzlov prestupných.

1.2 Integrovaný taktový grafikon¹

Integrovaný taktový grafikon (ITG) predstavuje kvalitatívnu nadstavbu bežných taktových grafikonov. Jeho cieľom je vytvorenie taktového grafikonu sieťového charakteru, ktorý garantuje vzájomnú nadväznosť jednotlivých liniek v prestupných uzloch. Ide tak o vytváranie periodicky sa opakujúcich obojsmerných prestupných väzieb medzi linkami s čo možno najkratšími ideálnymi prestupnými časmi. ITG tak predstavuje ideálnu formu dopravnej obslužnosti územia. Výhodou ITG je predovšetkým dosiahnutie sieťového charakteru verejnej dopravy, čo v praxi znamená minimalizáciu celkovej doby prepravy medzi dvojicou ľubovoľných miest ležiacich na dopravnej sieti.



Obrázok 2: Ukážka využitia ITG
Zdroj:(15)

Na druhej strane je však nutné poznamenať, že ITG nemá zmysel realizovať vždy a všade pri všetkých linkách verejnej dopravy (obrázok 2). V prípade intervalov väčších než 240 min (4 h) sa už nemá hovoriť o periodickom grafikone(15), preto nemá zmysel ani realizácia ITG. Naopak, pri veľmi krátkych intervaloch (15 min a menej) nie je nutné vytvárať ITG a ciele

¹Drdla(6), Vonka a kol. (31), Hrabáček(15) ho uvádzajú ako integrovaný taktový grafikon, Baudiš a Janoh(2) ho zas uvádzajú pod pojmom integrálny taktový grafikon, podobne nemecká literatúra používa striedavo prívlastku Integriert (integrovaný) aj Integraler (integrálny). Vo všetkých prípadoch ide o synonymické pojmy.

prestupné väzby a aj bez zosúladenia grafikonov jednotlivých liniek je takýto systém možné považovať za prestupný.

1.2.1 Zákonitosti ITG

Pre umožnenie realizácie ITG je nevyhnutné splnenie viacerých kľúčových podmienok(31). Vo všeobecnosti ide o požiadavku jednotnej osi symetrie v celom dopravnom systéme, t.j. na všetkých taktových linkách. Druhou základnou požiadavkou je vytváranie prestupných väzieb v priestorových dopravných uzloch². Tieto uzly sa ITG zároveň snaží stotožňovať s uzlami taktovými, v ktorých dochádza k stretaniu sa protismerne idúcich spojov, čím sa v nich docielia všestranné prestupné väzby. Treťou základnou požiadavkou je jednotný základný sieťový interval, ktorý garantuje periodickú opakovateľnosť prestupných väzieb medzi jednotlivými linkami v uzloch. V neposlednom rade je pre realizáciu ITG kľúčová existencia tzv. princípu slučky, resp. kruhovej rovnice, ktorý garantuje sieťový charakter prostredníctvom vzájomnej nadväznosti (a prestupnosti) medzi linkami v jednotlivých uzloch. O princípe slučky je možné hovoriť vtedy, ak je súčet všetkých hranových časov v danom n-uholníku dopravnej siete rovný celému násobku taktového intervalu(29).

Vonka a kol. (31) uvádzajú ďalej nasledovné požiadavky, ktoré by mal ITG spĺňať:

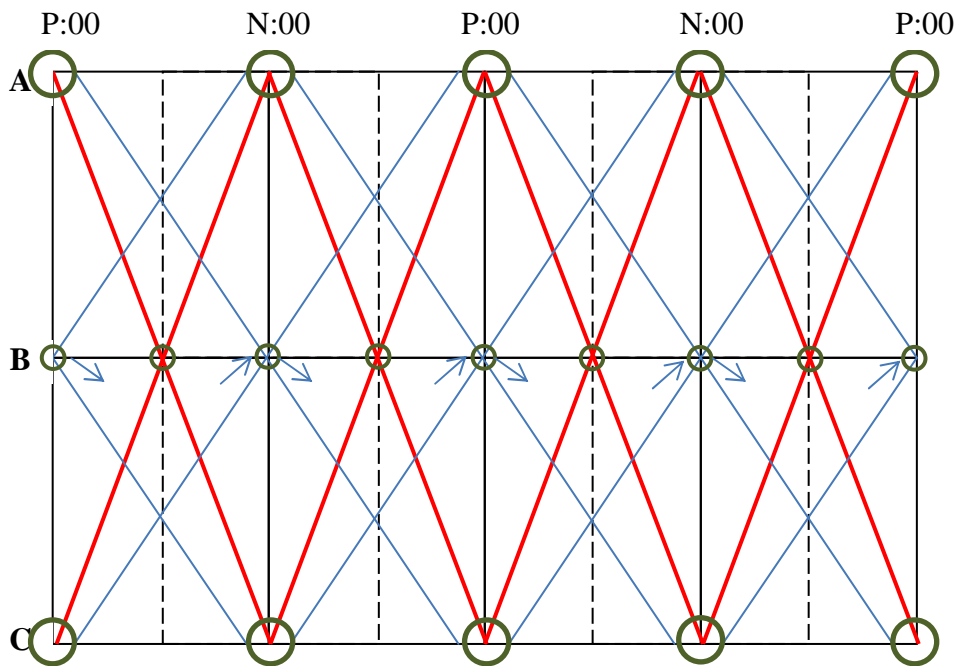
- hranový čas musí byť celočíselným násobkom polovice taktového intervalu,
- hranové časy opačných smerov sú totožné, resp. takmer totožné,
- k prestupu medzi linkami (do 3 a viac smerov) dochádza v prestupných uzloch,
- pre optimálnu nadväznosť diaľkovej a ostatnej verejnej dopravy je vhodné, aby hranový čas pomalej (zastávkovej) linky trval presne dvojnásobok hranového času rýchlejšej (expresnej) linky.

Na tomto mieste je nutné konštatovať, že požiadavky uvádzané v publikácii Vonku a kol. (31) reprezentujú prístup k vytvoreniu tzv. ideálnej verzie ITG. Tento fakt je zrejmý z posledných dvoch požiadaviek. Konkrétne ide o požiadavku stotožnenia priestorových a taktových uzlov, čo si vyžaduje striktné dodržiavanie požadovaných systémových jazdných dôb medzi akoukoľvek dvojicou susedných priestorových uzlov. Cieľom je tak vytvoriť 100% prestupný systém, t.j. úplnú a všesmerovú prípojnosť v každom priestorovom uzle siete, čo prakticky znamená cestovanie medzi ľubovoľnou dvojicou bodov siete bez zdržania v prestupných uzloch. Takéto budovanie ITG však môže byť z praktického hľadiska značne

² Priestorový dopravný uzol je uzlom v zmysle teórie grafov, do ktorého sú vedené aspoň 3 rôzne hrany. Na rozdiel od taktového uzla, ktorý je uzlom časovým, predstavuje priestorový uzol najtriviálnejšiu definíciu uzla ako križovatky, resp. odbočky viacerých dopravných trás.

problematické, predovšetkým kvôli potrebe dosahovania presne stanovených jazdných dôb medzi dvojicami uzlov. Tento prístup je typický pre tzv. švajčiarsky model budovania ITG založený na hesle „tak rýchlo ako je potrebné“. V praxi si však tento model veľmi často vyžaduje značné investičné zásahy do dopravnej infraštruktúry a vozidiel, čo môže byť z ekonomického hľadiska problematické.

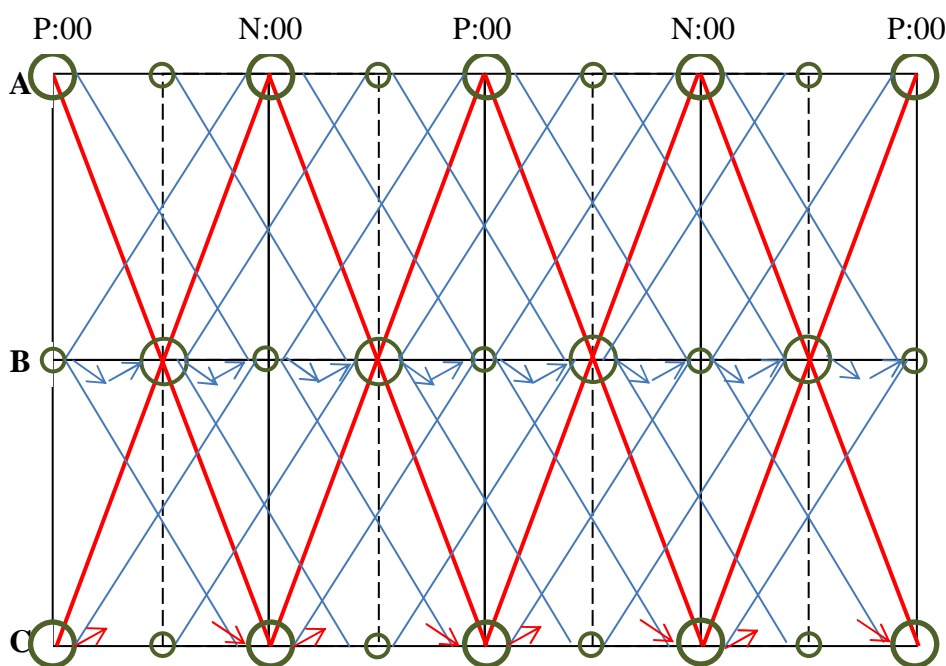
Druhá požiadavka, t.j. dvojnásobný hranový čas pomalej linky voči linke rýchlej (obrázok 3) garantuje všesmerovú prípojnosť (vrátane prípojnosti medzi rýchlou a pomalou vrstvou) len v každom druhom taktovom uzle rýchlej linky (na obrázku stanica A a C). Stanica B síce tvorí taktový uzol, no vždy ide o uzol buď rýchlej alebo pomalej vrstvy. Z tohto dôvodu je v stanici B za stanovených podmienok (rovnaký interval rýchlej a pomalej linky) problematické vytvárať všesmerový priestorový uzol, keďže prípadná odbočujúca linka by bola integrovaná buď výhradne do taktového uzla pomalej linky alebo výhradne do uzla rýchlej vrstvy. V praxi sa tento problém rieši rozdelením takéhoto priestorového uzla na de facto dva časové taktové uzly. Konkrétne sa všetky spoje rýchlych liniek sústreďia do jednej osi symetrie a všetky spoje pomalých liniek do druhej osi symetrie (napr. rýchle spoje – diaľková doprava, do uzla v 30. minútu a pomalé spoje – regionálna doprava, do uzla v 0. minútu). Obdobne je situácia riešená v rade podobných príkladov, v Česku napr. v železničnej stanici Břeclav.



Obrázok 3: Fragment ITG s jednotnou sieťovou periódou 60 min.

Zdroj: autor.

V prípade, ak je záujem aj z uzla B vytvoriť všesmerový priestorový a taktový uzol s nadväznosťou medzi rýchlou a pomalou linkou, je nutné jednu z liniek viesť v intervale polovičnom. Obrázok 4 znázorňuje zhustené vedenie pomalej linky v polovičnom intervale oproti rýchlej linke. Sprievodným javom tejto modifikácie je aj typová homogenizácia uzlov A, B a C. Vo všetkých tak dochádza k periodickému striedaniu sa uzlov tzv. „veľkých skupín liniek“ (stretanie sa rýchlej a pomalej linky) a uzlov „malých skupín liniek“ (taktový uzol výhradne pomalej, resp. výhradne rýchlej vrstvy). Zásahy do jednotných linkových intervalov s cieľom ich heterogenizácie Baudiš a Janoš(2) vo všeobecnosti popisujú ako modifikáciu systému, resp. ako kroky vedúce k vytvoreniu tzv. modifikovanej verzie ITG. V uvedenom príklade (zhustenie intervalu vybranej linky) je však možné diskutovať, či túto modifikáciu z kvalitatívneho hľadiska považovať skôr za systematickú požiadavku ideálneho ITG než za črtu modifikovaného ITG. Sporom je skutočnosť, že modifikovaný ITG sa vo všeobecnosti vyznačuje nižšou mierou vzájomnej nadväznosti liniek v uzloch, keďže dodržiavanie systémových jazdných dôb nie je také striktné než v prípade ideálneho ITG.



Obrázok 4: Fragment ITG s nejednotnou sieťovou periódou

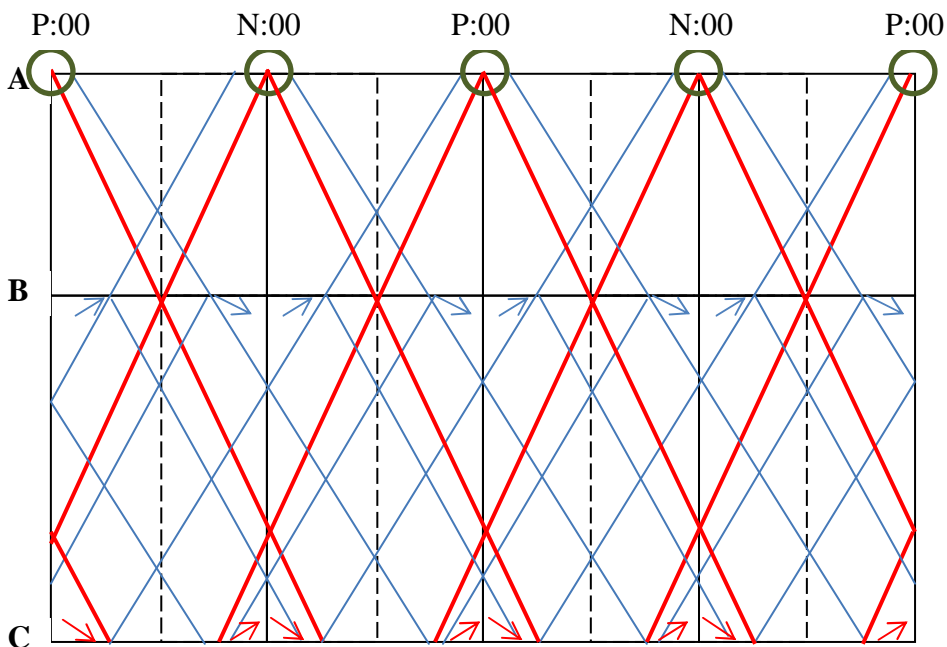
Zdroj: autor.

1.2.2 Modifikovaná verzia ITG

Modifikovaná verzia ITG z vyššie uvedeného dôvodu nemusí predstavovať optimum z hľadiska dosahovania sieťového charakteru, no na druhej strane sa snaží dosiahnuť kompromis medzi uskutočňovaním potrebných prestupných väzieb v rámci ekonomických

možností. Inými slovami, z ekonomického hľadiska je často výhodnejšie vzdať sa vybraných prestupných väzieb než masívne investovať do vozidiel a infraštruktúry za účelom dosiahnutia požadovaných systémových jazdných dôb. Takéto budovanie ITG je známe ako tzv. nemecký model reprezentovaný sloganom „tak rýchlo ako je to možné“.

Vstupné podmienky pre modifikovanú verziu ITG (vozidlá, infraštruktúra, jazdné doby rýchlych a pomalých liniek) odzrkadľujú často tradičný stav dopravného systému. Konkrétne ide najmä o nedosahovanie požadovaných systémových jazdných dôb a nedodržanie zásady dvojnásobnej rýchlostí rýchlej linky oproti pomalej. Ukážkou modifikovaného ITG je obrázok 5. V uvedenom príklade je ideálnym uzlom s „veľkou skupinou“ liniek jedine uzol A. Požadovaná systémová jazdná doba sa dosahuje výhradne pri rýchlej vrstve medzi uzlami A a B. Pomalá vrstva požadované jazdné doby nespĺňa vôbec. Je zrejmé, že uzly B a C nie je možné kvalitatívne budovať po vzore uzla A a je nutné vybrané smerové nadväznosti modifikovať. V uzle B síce bola zachovaná všesmerovosť, avšak na úkor predĺženého prestupného času. V uzle C všesmerovosť zachovaná nebola, na druhej strane v prípade vybraných smerových väzieb nedošlo k predĺženiu prestupného času. Kompenzáciou nedokonalých nadväzností v uzloch B a C bolo v tomto prípade zvolené zhustenie intervalu pomalej linky medzi uzlami B a C. Uvedený príklad vystihuje viacero modifikačných opatrení a znázorňuje praktické problémy spojené s implementáciou nemeckého modelu ITG.



Obrázok 5: Ukážka modifikovanej verzie ITG

Zdroj: autor.

Vytvorenie modifikovaného ITG spočíva predovšetkým v uplatnení parciálnych opatrení(3)(31) smerujúcich k:

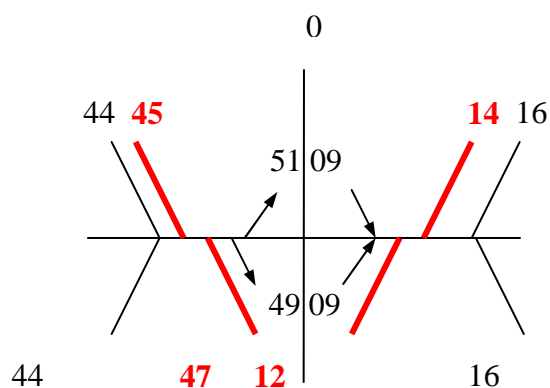
- nedodržaniu všesmerových prestupných väzieb v priestorových uzloch a zachovaniu len vybraných smerových prestupných väzieb,
- zhutneniu intervalu na vybraných linkách, resp. vybranej časti linky, prípadne zavedeniu nových liniek a to buď celodenne alebo len vo vybraných časoch,
- prechodeniu, resp. dodatočnému pridaniu miesta zastavenia,
- predĺženiu prestupných časov.

1.2.3 Uzly ITG

Kľúčovú rolu v systéme ITG zohrávajú práve uzly. Ideálna verzia ITG počíta so stotožnením uzlov priestorových s uzlami taktovými, čím dosahuje všesmerové prestupné väzby v uzloch (obrázok 7). Modifikovaná verzia ITG spravidla túto vlastnosť nespĺňa, preto je nutné voliť požadované prestupné väzby v jednotlivých uzloch v rámci siete. Často je tak nutné rozhodovať, ktoré prestupné väzby realizovať a ktoré vynechať, resp. kde voliť prípoj a kde systémový neprípoj. Podobne je nutné rozhodovať o možnosti predĺženia prestupných časov medzi vybranými linkami. Pri tejto skutočnosti je ale nutné zvážiť atraktivitu takýchto predĺžených prestupných časov v kontraste ich skrátenia na úkor vynechania prestupných väzieb v menej dôležitých smeroch. Podobnú situáciu znázorňuje obrázok 6, kde boli v uzle vynechané vybrané prestupné väzby na úkor skrátenia prestupných časov v hlavnom smere.

Z hľadiska uzlov ITG je nutné, najmä v ideálnej verzii, zabezpečiť ich infraštruktúralnu a technologickú vybavenosť, vrátane vybavenosti vstupných komunikácií. Základnou požiadavkou je umožniť vzájomné stretanie sa liniek a uskutočniť prestupné väzby medzi nimi v uzloch. Z tohto dôvodu je potrebné zabezpečiť:

- dostatočný počet nástupných hrán,
- požadované rozmiestnenie vozidiel (vlakov) jednotlivých liniek umožňujúc vzájomné prestupy vrátane minimalizácie prestupných dôb,
- v prípade koncových staníc zabezpečiť obrat vozidiel, resp. vlakových súprav,
- konkrétne postupné vchody vozidiel (vlakov) do uzla.

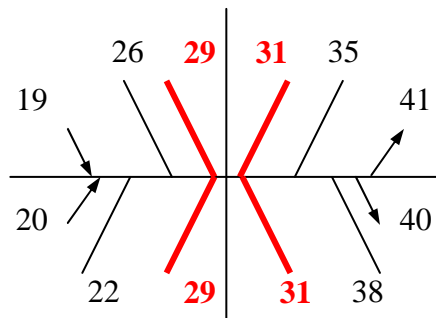


Obrázok 6: Ukážka uzla v modifikovanom ITG (uzol typu „45/15“)

Zdroj: autor.

V prípade koľajovej dopravy je nutné navyše zohľadniť jej špecifickosť v podobe vozidlového parku a priepustnej výkonnosti vstupujúcich tratí (14). Konkrétne ide v prípade koncových liniek o dosiahnutie potrebnej doby pobytu určenej na obrat súpravy, resp. výber kompromisu medzi použitím vratnej súpravy alebo zmeny smeru klasickej nevratnej súpravy, alebo nasadením ďalšej súpravy určenej na obratový spoj. S poslednou alternatívou je navyše spojená potreba disponovať dodatočnou nástupnou hranou. Alternatíva so zmenou smeru zase zvyšuje nároky na obsadenosť staničného zhlavia a pod. Komplikácie môžu taktiež spôsobiť postupné vchody a odchody vlakov do uzlov. Táto skutočnosť si tak často môže vynucovať skracovanie systémových jazdných dôb výraznejšie než len na požadovanú polovicu taktového intervalu, resp. zmeny v koľajovom usporiadaní alebo zabezpečovacom zariadení stanici tak, aby boli umožnené súčasné vchody a odchody vlakov viacerých liniek. Z definície požiadaviek na ITG, najmä na rýchlosti vlakov, vyplýva ďalšia systémová požiadavka na zväzkové vedenie spojov rýchlej a pomalej linky na úseku trate nachádzajúcom sa v bezprostrednom okolí uzla. V tomto smere je možné vidieť kvalitatívny rozdiel požiadaviek na vybavenosť a priepustnú výkonnosť infraštruktúry z pohľadu taktového grafikonu a tradičných postupov založených na kvantitatívnych ukazovateľoch počtu vlakov a priemerných dobách obsadenia (napr. predpis SŽDC a ŽSR D24), ktorých použitie je v tomto prípade krajne nevhodné a prakticky nemožné.

Ako bolo uvedené, uzly v modifikovanej verzii ITG by mali spĺňať najmä požiadavky smerových prestupných väzieb. Tejto požiadavke by samozrejme mala zodpovedať aj vybavenosť uzlov, aj keď na druhej strane determinovanosť v tomto prípade nie je až v takej miere než v ideálnej verzii. Súčasne pri modifikovanej verzii platí aj opačný vzťah, že vybavenosť uzlov do určitej miery determinuje celý systém GVD.



Obrázok 7: Ukážka uzla v ideálnom ITG (uzol typu „O“)

Zdroj: autor.

Vonka a kol. (31) uvádzajú ako príklad uzlov ITG typy používané v Nemecku. Prvý typ uzla je charakteristický tzv. veľkou skupinou spojov stretajúcou sa v osi symetrie (obrázok 7). Ide tak o uzol ideálneho ITG, v ktorom dochádza k súčasnému stretaniu sa spojov rýchlych aj pomalých liniek a prestup medzi ľubovoľnou dvojicou liniek je možný okamžite bez zbytočného čakania. V prípade druhého typu uzla ide o modifikáciu v smere rozčlenenia na skupinu spojov rýchlych liniek a skupinu spojov pomalých liniek. Rýchle linky tak prechádzajú uzlom vždy v osi symetrie v celú hodinu, pomalé linky zase využívajú dvojicu osí v 15. a 45. minútu (uvažuje sa o polovičnom, 30min intervale). Podobnú modifikáciu je možné vykonať aj v prípade 60min taktu pomalej vrstvy tak, že skupina spojov pomalej vrstvy sa bude v uzle stretať v 30. minútu, t.j. skupiny budú vzájomne posunuté o cca 30 min (obrázok 9). Takáto konštelácia sítě predlžuje prestupné časy medzi rýchlymi a pomalými linkami v uzle, na druhej strane však výrazne znižuje náročnosť na priestorové usporiadanie a kapacitu uzlov, súčasne umožňuje rýchlejší prechod uzla pomalým (regionálnym, prímestským) linkám, ktoré nemusia byť predchádzané rýchlymi linkami, čo môže zvýšiť atraktivitu prímestského, prípadne až vnútromestského cestovania.

1.2.4 Časové a priestorové typy taktových uzlov

Predošlá podkapitola uviedla základné rozdiely medzi požiadavkami na taktové uzly v ideálnej a modifikovanej verzii ITG. Z praktického hľadiska však pre potreby konštrukcie ITG takéto strohé definovanie nepostačuje a je nutné rozlíšiť časové typy uzlov. V prípade modifikovanej verzie je navyše potrebné rozlíšiť aj priestorové formy uzlov. Toto členenie má význam najmä pre konštrukciu trás jednotlivých liniek a definovanie požiadaviek na realizáciu smerových prestupných väzieb.

Pod pojmom časový typ taktového uzla budeme pre potreby tejto diplomovej práce rozumieť časové rozloženie liniek prechádzajúcich daným taktovým uzlom. Pojem priestorový typ uzla znázorňuje vzájomnú polohu, resp. uhol dopravných ciest zaústených do uzla. V prípade modifikovaného ITG, kde je jasné, že nie je možné dosiahnuť všesmerové prestupné väzby, je podľa kritéria priestorového typu uzla nutné vybrať tie smerové väzby, ktoré je nutné realizovať, resp. uprednostňovať a iné, naopak s argumentom protismernosti marginalizovať, resp. nerealizovať. Je možné tvrdiť, že v celom rade prípadov existuje súvislosť medzi priestorovými a časovými typmi uzlov v zmysle existencie postačujúcej podmienky definujúcej minimálnu kvalitu požadovaného časového typu uzla. Úlohou konštrukcie ITG je teda ohodnotenie jednotlivých uzlov na zvolenej sieti priestorovými typmi a na základe nich následne definovať požadované časové typy, pre ktoré budú konštruované trasy jednotlivých liniek.

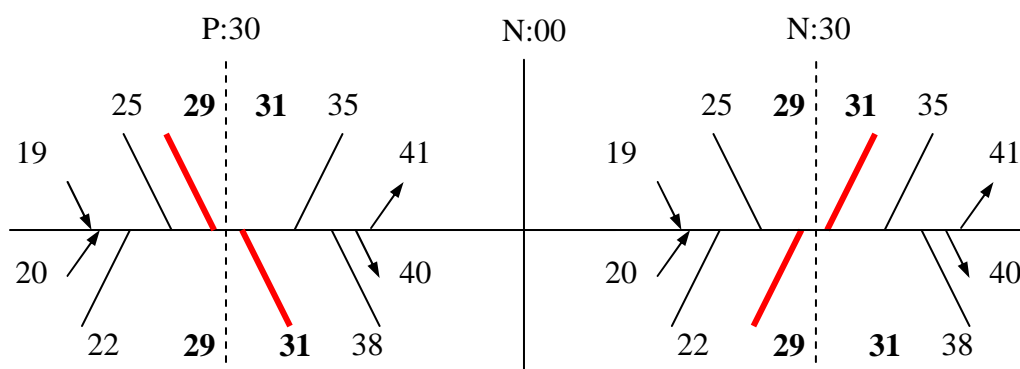
Časové typy uzlov

Z časového hľadiska budeme pre potreby tejto diplomovej práce deliť taktové uzly na nasledovné typy:

Uzol v osi symetrie (uzol typu „O“) je uzlom, v ktorom sa všetky prechádzajúce linky stretajú v čase osi symetrie a garantuje všesmerové prestupné väzby. Príklad uzlu typu „O“ znázorňuje obrázok 7. Tento typ uzla je typický pre ideálnu verziu ITG. Z praktického hľadiska je nutné definovať konkrétnu časovú polohu tohto typu uzla podľa osi symetrie, do ktorej je umiestnený. V praxi je tak možné tieto uzly v závislosti od zvoleného sieťového taktu umiestniť najčastejšie do osi symetrie v 0. minútu (aspoň 2h takt), 30. minútu (aspoň 1h takt), 15. a 45. minútu (aspoň 30min takt).

Uzol typu „30“ je modifikovaným uzlom, kde sú obvykle pomalé linky sústredené do osi symetrie v 30. minútu a rýchle linky prechádzajú uzlom striedavo v 30. minútu (v párnú hodinu jedným smerom a nepárnú hodinu opačným smerom)³. Pomalé linky tak tvoria optimálny uzol opakujúci sa každých 60 min. Prestup medzi pomalými a rýchlymi linkami je však možný len každých 120 min (obrázok 8). Vstupnou podmienkou pre realizáciu tohto typu uzla je existencia dvoch rôznych sieťových periód, kde jedna skupina liniek je vedená v intervale 60 min a druhá skupina v intervale 120min.

³ Možná je aj presne opačná konštelácia, kde rýchle linky vytvárajú symetrický uzol v 30. min, a pomalé linky prechádzajú uzlom striedavo v párnú hodinu 30. min jedným smerom a nepárnú hodinu 30. min opačným smerom.

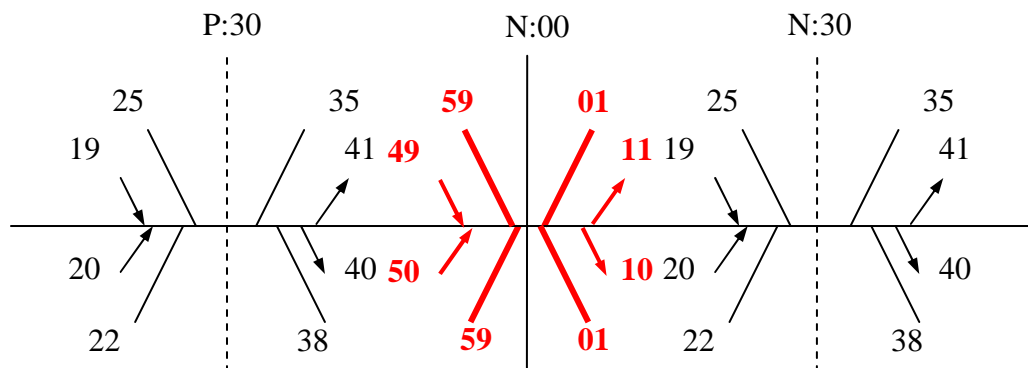


Obrázok 8: Ukážka modifikovaného uzla typu „30“

Zdroj: autor.

Uzol typu „45/15“ je uzlom, ktorým vybraná tranzitná linka neprechádza v čase osi symetrie, ale cca okolo 45. minúty jedným smerom a 15. minúty opačnými smerom (obrázok 6). V uzle je preto možnosť realizácie všesmerových prestupných väzieb len pod podmienkovou pomerne dlhých čakacích časov (cca 30 min), čo môže viesť k neatraktivite takýchto prestupných väzieb. Z tohto dôvodu sa volí realizácia okamžitých prestupných väzieb v požadovanom smere, na úkor jej vynechania v iných smeroch (obrázok 6). Tým pádom sa v uzloch realizujú len vybrané smerové prestupné väzby.

Dvojuzly (uzly typu „0+30“, „0+45/15“, „30+45/15“ a pod.) je súhrnné označenie pre uzly, v ktorých sa striedajú 2 rôzne taktové skupiny, t.j. ide o 2 samostatné taktové uzly, každý v inej osi symetrie. Spravidla tvoria pomalé linky optimálny uzol v jednej osi symetrie (napr. v 30. min) a rýchle linky uzol v inej osi symetrie (napr. v 0. min). Takáto konštelácia vyplýva jednak z charakteristiky ideálneho ITG s jednotnou sieťovou periódou (obrázok 3a uzol B), a súčasne ide aj o charakteristický rys pre modifikovanú verziu ITG (uzly typu „0+45/15“). Takýto typ uzla je typický najmä pre významné prestupné uzly na hlavných ťahoch (napr. české stanice Břeclav a Ústí nad Labem) a centrálné uzly veľkomestských aglomerácií s intenzívne vedenou prímestskou dopravou (napr. rakúska stanica Innsbruck). Príklad dvojuzla (uzla typu „0+30“) znázorňuje obrázok 9.



Obrázok 9: Príklad modifikovaného uzla typu „0+30“

Zdroj: autor.

Uvedené delenie uzlov je nutné brať orientačne, pretože neexistuje presná hranica medzi jednotlivými časovými typmi. Hlavným kritériom by mali byť charakteristické črty jednotlivých typov, a to najmä realizácia všesmerových prestupných väzieb v jednotnej sieťovej perióde, alebo len v základnej sieťovej perióde⁴, alebo len realizácia vybraných smerových prestupných väzieb. Platí pravidlo, že kvalitatívne najvyššou úrovňou je uzol typu „O“, nasledovaný uzlom typu „30“, naopak najmenšiu kvalitu prestupných väzieb poskytuje uzol typu „45/15“.

Z hľadiska časových typov uzlov je vhodné zmieniť súvislosti s obsluhou regionálnych centier. Platí, že cieľom verejnej dopravy by malo byť minimalizovanie celkového prepravného času osôb tzv. od dverí k dverám, resp. dosiahnutia optimálneho času príchodu a odchodu do cieľa cesty (5)(31). S touto skutočnosťou súvisí optimalizácia časových polôh príchodov a odchodov liniek do regionálnych centier. V našich krajinách⁵ je tradíciou najmä v pracovných a školských prevádzkach začínať pracovný a vyučovací proces obvykle v celú hodinu. V závislosti od časovej vzdialenosti medzi cieľovou zastávkou verejnej dopravy a cieľom skutočnej cesty je vhodné voliť optimálny časový rozdiel potrebný na takýto presun. V prípade menších miest navrhujeme tento čas spravidla ohodnotiť na cca 20-30 min, v prípade veľkomiest na 30 a viac minút. Z tohto dôvodu sa javí ako vhodné racionalizovať voľbu časových typov uzlov aj podľa toho, či ide o regionálne centrum alebo nie. V prípade, ak je taktovým uzlom regionálne centrum, tak je v rámci racionalizácie vhodné voliť takýto uzol podľa možnosti na uzol typu „30“, resp. dvojuzol s taktovým uzlom pomalých liniek v 30. minútu.

⁴ Pod základnou sieťovou periódou budeme v sieti s rozdielnymi linkovými intervalmi rozumieť takú hodnotu linkovej periódy, ktorá je totožná pre všetky linky. Ide tak o najväčšiu hodnotu linkovej periódy v danej sieti (napr. linka s najdlhším intervalom premáva každé 2h a zvyšné linky premávajú v zhustenom 1h intervale).

⁵ Česku a Slovensku.

Priestorové typy uzlov

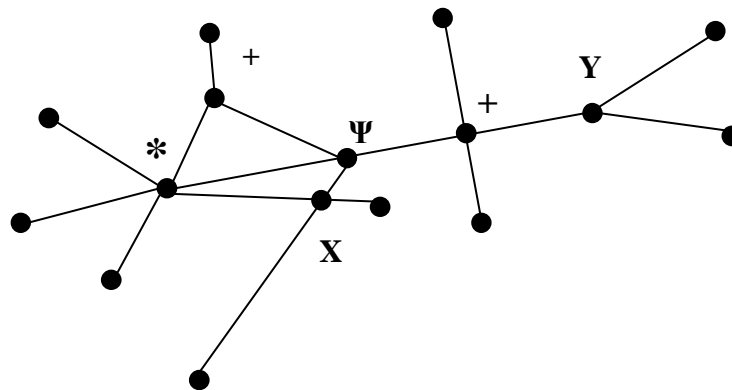
Drdla(6) uvádza v rámci optimalizácie technologických procesov delenie uzlov z prevádzkovo-organizačného hľadiska na uzly typu X, Y a ψ . Kritériom v tomto prípade je smerovanie liniek (tranzitné vs. končiace, diametrálne vs. tangenciálne) a vzájomné nadväznosti liniek v uzle. Pre potreby tejto diplomovej práce zavedieme definovanie priestorových prestupných uzlov mierne odchýlne, s apelom na kritérium vzájomnej priestorovej polohy liniek, t.j. priestorového smerovania liniek a najmä vzájomne zvieraných uhlov smerníc týchto liniek. Pôvodné uzly typu X, Y a ψ preto doplníme o uzly typu + a *. Jednotlivé typy uzlov na príklade fiktívnej dopravnej siete znázorňuje obrázok 10.

Uzol „typu X“ definujeme ako uzol, v ktorom dochádza k stretaniu sa dvojice tranzitných liniek. Ich smernice zvierajú uhol menší než 90° . Tento fakt vytvára predpoklad nepotrebnosti realizácie všesmerových prestupných väzieb s argumentáciou dvojice protismerných relácií (ramená liniek zvierajúce uhol menší než 90°). Na druhej strane je však vhodné realizovať smerové prestupné väzby v smeroch, ktoré zvierajú uhol väčší než 90° . Z tohto pohľadu je pre tento typ uzla spravidla postačujúca realizácia časového uzla typu „45/15“.

Uzol „typu +“ sa od uzla „typu X“ líši tým, že dvojica tranzitných liniek zvierá približne uhol 90° , pričom za uzol „typu +“ budeme považovať aj taký priestorový uzol, do ktorého ústia len 3 hrany, avšak všetky medzi sebou zvierajú uhol cca 90° a viac. V takýchto prípadoch sa javí ako účelné realizovať prestupné väzby medzi všetkými smermi, čo implikuje požiadavku vytvorenie uzla v osi symetrie (uzol typu „O“), resp. uzla typu „30“.

Uzly „typu Y a ψ “ sú charakteristické tým, že v nich dochádza k rozdvojeniu, resp. roztrojeniu dopravnej cesty z nosného smeru. Platí, že rozdvojené ramená zvierajú uhol menší než 90° a uhly medzi nosným smerom a týmito ramenami je viac než 90° . V týchto typoch uzlov je nutné realizovať prestupné väzby medzi nosným smerom a z neho odbočujúcimi ramenami. Prestupná väzba medzi ramenami navzájom je vzhľadom k protismernosti považovaná za marginálnu. Z tohto dôvodu je pre tieto typy uzlov postačujúce realizovať uzol typu „45/15“.

Pre **uzol „typu *“** je typické, že z neho radiálne vybiehajú linky. Spravidla ide o viac ako 4 linky, pričom smernice dvojíc susedných liniek zvierajú uhol menší ako 90° . V tomto type uzla je vhodné realizovať všesmerové prestupné väzby, preto sa ako optimum javí voliť takýto typ uzla ako časový uzol typu „O“, resp. v prípade nejednotnej sieťovej periódy aj modifikovaný uzol typu „30“. Kvalitatívne horšou možnosťou je voľba tzv. dvojuzla, čo však na druhej strane môže priaznivo vplyvať na požadovanú kapacitu uzlu.



Obrázok 10: Fiktívna dopravná sieť s vyznačenými priestorovými typmi uzlov
Zdroj: autor.

1.3 Vybrané problémy konštrukcie periodických grafikonov

S konštrukciou periodických grafikonov je spojených viacero praktických problémov. Okrem spomínaného problému prestupných uzlov v ITG, ide najmä o voľbu intervalov, problematiku počtu liniek, resp. vrstiev (pomalé, zrýchlené, rýchle, expresné), reflexia prepravných nerovnomerností a s ňou spojená problematika zhust'ovania a redukcie intervalov, resp. počtu liniek v priebehu dňa.

1.3.1 Voľba počtu liniek a intervalov

Ideálna verzia ITG počíta podľa odbornej literatúry (6)(15)(31) s jednotným sieťovým intervalom. Ako však bolo uvedené vyššie, je otázne, či je možné túto axiómu považovať za správnu v prípade viacvrstvovej siete⁶, vzhľadom k systematickému výskytu tzv. taktových „dvojuzlov“ v prípade jej dodržiavania. Z tohto dôvodu sme vytvorili domnienku, že už samotná ideálna verzia ITG požaduje v prípade heterogénnej viacvrstvovej siete realizáciu polovičného intervalu pomalej vrstvy oproti vrstve rýchlej. V praxi sa však vzhľadom k obtiažnosti realizácie ideálneho ITG nedodržia striktné požadované hranové časy ako ani pomer hranových časov rýchlej a pomalej vrstvy 1:2. Taktiež sa nemusí dodržiavať doplnená požiadavka polovičných intervalov. Otázkou preto zostáva aký počet vrstiev v sieti voliť a aké intervaly jednotlivým linkám pripisovať.

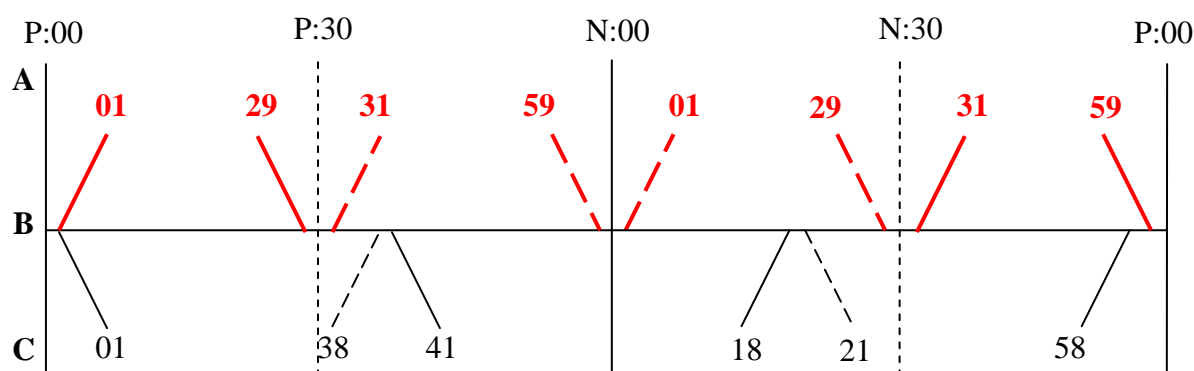
V prípade nejednotných sieťových intervalov je v rámci ITG nutné zohľadňovať vzájomnú skladebnosť rôznych taktových modelov (6). Konkrétne ide o to, aby bolo možné

⁶ Pod viacvrstvou sieťou bude rozumieť takú sieť, kde sa vyskytujú hrany, po ktorých je vedených viacero liniek. Spravidla ide o dvojicu liniek s rôznobežnými trasami (rýchla a pomalá linka; heterogénna sieť). Na druhej strane môže najmä v prípade MHD reprezentovať viacvrstvovú sieť aj linky s rovnobežnými trasami (homogénna sieť).

vykonávať prestupy medzi linkami s čo možno najkratšou periódou. V prípade základného 120min taktu je možné doň vnášať viacero kratších taktových modelov. Menovite:

- 2 modely dĺžky 60 min (t.j. linky vedené v 60. min intervale),
- 3 modely dĺžky 40 min (t.j. linky vedené v 40. min intervale),
- 4 modely dĺžky 30 min (t.j. linky vedené v 30. min intervale),
- 6 modelov dĺžky 20 min (t.j. linky vedené v 20. min intervale),
- 8 modelov dĺžky 15 min (t.j. linky vedené v 15. min intervale). a pod.

Problém nastáva v situácii, ak v nejakom uzle na sieti dochádza k stretaniu sa viacerých modelov súčasne, resp. na jednotlivých úsekoch siete je volený rozdielny počet modelov. Tým pádom nastáva vzájomná nekompatibilita modelov a problémy spojené s prestupnými väzbami, v prípade dráhovej dopravy dokonca aj problémy so samotnou realizovateľnou taktového grafikonu.



Obrázok 11: Fragment grafikonu s rôznymi taktovými modelmi
Zdroj: autor.

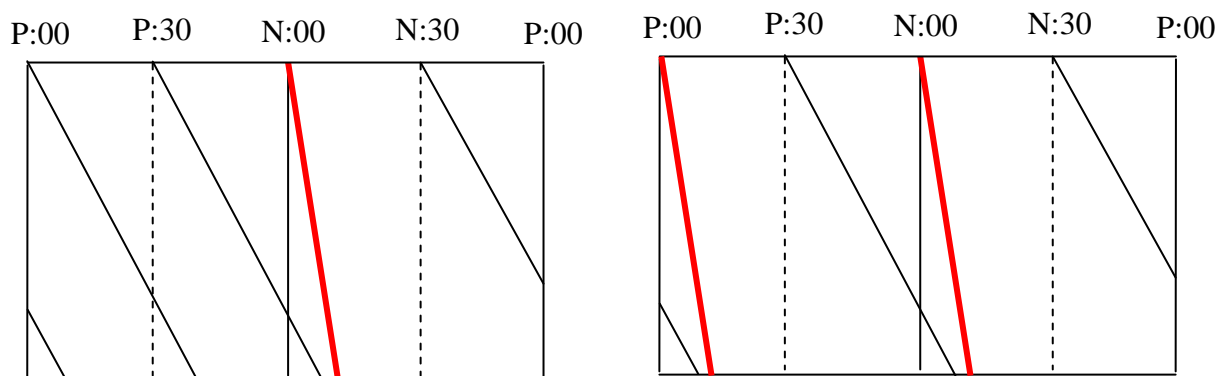
Problém nejednotných taktových modelov znázorňuje obrázok 11, kde napriek dvojici linkových intervalov 30 a 40 min dochádza k vytváraniu adekvátnych prestupných väzieb v uzle B len pri 2/3 spojov smerujúcich zo smeru C, zo smeru A dokonca len pri 1/2 spojov. V praxi je tak spojenie z A do C možné striedavo po 30 a 90 minútach. V prípade opačného smeru ide o intervaly 40 a 80 min. Samozrejmosťou sú v tomto prípade tzv. systémové neprípaje. Z tohto dôvodu je vhodné voliť vzájomne súdeliteľné dĺžky taktových modelov na jednotlivých hranách siete. Inými slovami základný sieťový interval obvyklej dĺžky 120 min deliť vždy výhradne jednou z nasledujúcich postupností čísiel(15):

- a) 2, 4, 8 (t.j. modely dĺžky 60, 30 a 15 min),
- b) 2, 6, 12 (t.j. modely dĺžky 60, 20, 10 min),
- c) 3, 6, 12(t.j. modely dĺžky 40, 20, 10 min).

V prípade homogénnych viacvrstvových sietí s periodicky vedenými linkami sa vynára otázka vzájomnej koordinácie trás liniek. V praxi ide o dvojicu protichodných riešení. V prvom prípade sa hľadá možnosť súbežného vedenie dvojíc trás. Ide najmä o krátke ramená v blízkosti uzlov, po ktorých prechádza viacero liniek smerujúcich z rôznych smerov do jedného taktového uzlu. V druhom prípade ide o hľadanie optimálneho rozstupu liniek na hrane tak, aby dochádzalo k najmenším časovým stratám pre čakajúcich cestujúcich (30). V prípade tzv. jednotných linkových intervalov je optimálny rozstup liniek rovný linkovému intervalu vydeleného počtom súbežných liniek, inými slovami linky sú vedené v tzv. optimálnom preklade. Je však nutné konštatovať, že takáto konštelácia nie je vždy realizovateľná. Na príklade MHD tento fakt dokladá napr. Nielsena kol. (22)so záverom, že optimálne preklady je možné riešiť spravidla len na hranách s čo možno najmenším počtom liniek, pričom ani pri počte 2 liniek na hrane nie je táto úloha vždy riešiteľná globálne. Na tomto mieste je však nutné poznamenať kvalitatívne a technologické rozdiely medzi mestskou dopravou, vedenou rádovo v niekoľkokomínútových intervaloch, a regionálnymi a diaľkovými linkami s intervalmi na úrovni 30 – 120 min. Ide najmä o to, že v prípade regionálnych a diaľkových liniek je možné spravidla bez problémov sústrediť linky do uzlov, kde sa uskutočnia vzájomné prestupy medzi linkami a vďaka variabilnej dĺžke pobytu linky v uzle aj synchronizovať odchody liniek z uzla na sporné hrany a prispôbiť ich požiadavkám optimálnych prekladov. V prípade MHD je často podobný stav nerealizovateľný. Jednotlivé spoje majú väčšiu náchylnosť na meškanie, premávajú v pomerne krátkych intervaloch a preto nie je vhodné, a de facto ani potrebné vzájomné čakanie sa liniek v uzloch. Veľmi častý je aj príklad, že jednotné uzly ani neexistujú (linky sa stretávajú na odbočkách a križovatkách), resp. uzol (zastávka MHD) ani požadovaný počet spojov nemusí byť schopný kapacitne naraz obslúžiť. Z tohto dôvodu sú problémy s realizovateľnosť prekladov v prípade MHD výrazne väčšie, než pri ostatných dopravných subsystémoch.

V prípade rozdielnych linkových intervalov pri homogénnej viacvrstvovej sieti navrhujú problém optimálnych časových rozstupov riešiť Tuzar a kol. (30) metódami operačnej analýzy, konkrétne pomocou tzv. žilinskej kružnice. Je však nutné upozorniť na skutočnosť, že týmto krokom sa nedoceli rovnomerná ponuka spojov v čase, tým pádom ani ich rovnomerná obsadenosť, čo môže vyvolať nároky na rozdielnu kapacitu súprav. V tomto smere je možné vysloviť autorskú hypotézu prítomnosti **precedensu najdlhšieho následného intervalu**. Ide o to, že ak sa napr. periodicky každé 2 h opakuje taktový model s linkami v rozstupoch 30, 60, 30, 30 min (1. linka vedená v 60min intervale, 2. linka v 120min), tak spoj idúci až po 60 min bude pravdepodobne výrazne viac obsadený než ostatné 3 spoje.

Hypotéza spočíva v tom, že ak pri 1 dvojici postačuje následný interval až 60 min, tak tento bude postačovať aj tam, kde je volený následný interval 30 min. Z tohto dôvodu sa 2. linka so 120min intervalom javí ako nepotrebná. Zo systémového hľadiska navrhujeme túto linku buď viesť v spornom úseku v odlišnom režime⁷ alebo reorganizovať intervaly a linkové vedenie na 1 linku s jednotným intervalom 40 min, v krajnom prípade túto linku zrušiť⁸. Je nutné pripomenúť, že spomínaný problém je typický aj pre dráhovú dopravu, kde po 1 hrane premávajú 2 rôzne rýchlostné vrstvy. Rýchla vrstva v základnom intervale (120min) a pomalá s cieľovým štvrtinový intervalom (30 min). Dopravná cesta však takéto trasovanie neumožňuje a preto musí byť 1 spoj pomalej linky vynechaný na úkor vedenia spoja prioritnejšej rýchlej linky. Takýto scenár je typický pre viaceré železničné trate v okolí Prahy (091 SŽDC, 231 SŽDC) a Brna (240 SŽDC, 340 SŽDC). V tomto prípade navrhujeme podľa vyššie uvedeného postupu všetky spoje pomalej vrstvy s jednotným intervalom rovným najdlhšiemu následnému intervalu. Vynechaný spoj (linku) preradiť do odlišného režimu tak, aby bol vedený v preklade s existujúcou rýchlou linkou. Vytvorí sa tak jednotný taktový model s dvojicou liniek (rýchlou a pomalou) vedenými v novom jednotnom základnom intervale na úrovni polovice predošlého. Inými slovami ide o zníženie samostatných taktových modelov taktovom grafikone. Uvedenú optimalizáciu znázorňuje obrázok 12.



Obrázok 12: Problém vynechaného spoja a jeho riešenie

Zdroj: autor.

Uvedený problém ilustruje obmedzujúce podmienky vyplývajúce z priepustnosti dráhových tratí, špeciálne tratí železničných. Kódex UIC 406 (17) poukazuje na skutočnosť, že so vzrastajúcou heterogenitou rýchlostných kategórií vlakov klesá kapacita dopravnej cesty. Tento fakt je determinujúci aj pre zostavu periodických grafikónov, keďže platí, že

⁷ Pod odlišným režimom sa v tomto prípade rozumie preradenie linky do inej rýchlostnej vrstvy.

⁸ Najmä v prípade ak ide o minimálny počet nesystémových spojov, ktoré navyše neslúžia ako špičková posila.

úmerne s rastúcou heterogenitou vzrastá aj požadovaný minimálny časový odstup pre dvojicu po sebe idúcich spojov rozdielnych rýchlostí, čiže narastá tak požadovaná dĺžka taktového modelu, čo vedie k praktickej nemožnosti skracovania intervalov vybraných liniek, spravidla pomalých, pod určitú minimálnu hranicu. V prípade taktových grafikonov sa okrem problému rýchlostnej heterogenity spojov vynára aj problém s následnými intervalmi rovnobežných, resp. kvázi rovnobežných liniek, ktorého podstatou je zložitosť synchronizácie rýchlych a pomalých liniek. Platí, že v prípade nejednotných následných intervalov 1 vrstvy (rýchlej alebo pomalej) nie je možné z pohľadu taktového grafikonu takéto spoje považovať za 1 vrstvu, ale za viacero samostatných vrstiev danej rýchlostnej kategórie. Tým pádom vzniká problém s možnosťou rozdelenia základného taktového intervalu do viacerých samostatných taktových modelov. Inými slovami, čím viac vrstiev sa v taktovom modeli nachádza, tým je taktový model spravidla dlhší a tým je menšia pravdepodobnosť vedenia spojov vybraných liniek v kratších intervaloch. Preto navrhujeme:

- a) rovnobežné, resp. kvázi rovnobežné linky viesť vždy v optimálnom preklade, čím sa zníži počet vrstiev a skráti sa požadovaná dĺžka taktového modelu, ako aj základného sieťového intervalu, resp.
- b) znížiť počet rôznobežných vrstiev na čo možno najmenší počet, s čo možno najhustejšími intervalmi s podobným efektom, alebo
- c) trasy rýchlych liniek viesť vo zväzku, čím sa síce taktový model ani základný sieťový interval neskrátí, na druhej strane vďaka predĺženému maximálnemu následnému intervalu sa vytvorí širší priestor pre variabilné vedenie pomalých vrstiev.

V praxi teda navrhujeme 2 skupiny riešení. Body a) a b) sú založené na skracovaní taktového modelu a základného intervalu. Tento cieľ sa snažia dosiahnuť znížením heterogenity vlakov pomocou zníženia počtu vrstiev, na úkor ich častejšej premávky. Uvedená optimalizácia je vhodná pre trate s vysokou intenzitou pomalej (prímestskej) a rýchlej (diaľkovej dopravy). Na Slovensku ide napríklad o trať Bratislava – Trnava. V Česku je podobný scenár aplikovaný napr. na hlavnej trati Praha – Beroun. Bod c) je zas vhodný pre trate s nižšou intenzitou pomalej (prímestskej) dopravy a naopak vyššou intenzitou nákladnej dopravy.

1.3.2 Reflexia prepravných nerovnomerností

V osobnej preprave sa veľmi často stretávame s prítomnosťou tzv. prepravných nerovnomerností, čiže stavmi, kedy v určitom období (časť dňa, týždňa, mesiaca, roka), resp. v jednotlivých častiach dopravných sietí cestuje výrazne viac alebo menej cestujúcich než

inokedy, resp. inde. Vonka a kol. (31) rozoznávajú prepravné nerovnomernosti časové a priestorové. Časové nerovnomernosti definujú ako nerovnomernosti na základe časového intervalu, t.j. rozdielna intenzita prepravy v jednotlivých častiach roka, mesiac, týždňa, dňa a extra aj hodinovej prepravnej špičky. Priestorové nerovnomernosti rozumejú ako rôzny obrat cestujúcich v jednotlivých miestach zastavenia, smeroch jazdy, rozdielne zaťaženie jednotlivých úsekov dopravnej cesty, nerovnomerná obsadenosť vozňov, nástupíšť a dverí.

V rámci snahy o efektivitu dopravného systému je vhodné najmä z ekonomického hľadiska na prepravné nerovnomernosti reflektovať. V praxi tak ide o zvýšenie ponuky spojov (prípadne kapacity spojov) v čase prepravnej špičky a naopak jej zníženie v čase prepravného sedla. Z pohľadu periodických grafikonov sa tak javí ako ideálne riešenie nerovnomerností variabilita intervalov. Na druhej strane existuje viacero spôsobov zhustenia intervalu, ako aj ďalšie varianty riešenia nerovnomerností.

Reflexia časových nerovnomerností v čase špičiek spočíva vo všeobecnosti v:

- zvýšení ponúkanej kapacity dopravných prostriedkov,
- skrátení následného intervalu bez zvýšenia kapacity dopravných prostriedkov,
- zavedením zvláštnych posilových liniek.

Všetky riešenia sú postavené na zvýšení ponúkanej hodinovej kapacity spojov v danom smere. V praxi je možné stretnúť sa aj s kombináciou uvedených riešení. Na tomto mieste je súčasne vhodné diskutovať prínosy a ekonomickú efektívnosť jednotlivých riešení. Pri zvýšení ponúkanej kapacity spojov ide o buď o nasadenie rozdielnych vozidiel v sedle a v špičke (napr. štandardný autobus v sedle a kĺbový v špičke), alebo o pridávanie vozidiel do súpravy (napr. v špičke vlak radený z väčšieho počtu vozňov než v sedle). V prvom prípade nastávajú problémy s efektívnym využitím vozidlového parku (jedna skupina vozidiel jazdí len v špičke, druhá len v sedle), v druhom prípade môžu nastať komplikácie s manipuláciou, s privesovaním a odvesovaním vozidiel v obratových stanicách. Z uvedených dôvodov sa javí ako efektívnejšie voliť druhú dvojicu riešení, ktorá je postavená na rozdielnej výprave vozidiel v čase prepravnej špičky a sedla. Otázkou je taktiež, či je z ekonomického hľadiska vôbec výhodné znižovať ponúkanú kapacitu v čase prepravného sedla. Viaceré empirické príklady totiž rozdielnosť ponuky sedla a špičky nepotvrdzujú⁹.

Reflexia priestorových nerovnomerností je spravidla založená na zavádzaní tzv. pásmovej obsluhy (31). Iným spôsobom môže byť nasadenie vozidiel rozdielnej kapacity. Samotnú

⁹ Napr. totožná kapacita súprav pri jednotnom celodennom intervale (60 alebo 120 min) na celom rade diaľkových železničných ramien v Česku a na Slovensku, príkladom z MHD sú zas bratislavské električky (v pracovný deň celodenne interval 8 min).

pásmovú dopravu je možné vo všeobecnosti realizovať formou pásma rovnobežného (v optimálnom preklade, prípadne inak) ako aj rôznobežného (zavádzanie liniek rôznych rýchlostí). Rozhodnutie výberu konkrétneho variantu pásmovej dopravy je obvykle stanovené na základe optimalizácie účelovej funkcie minimalizácie počtu osobohodín (5). Iným spôsobom môže byť minimalizácia celkových nákladov dopravcu.

2 SÚČASNÝ STAV VEREJNEJ DOPRAVY NA SLOVENSKU

Súčasný stav verejnej dopravy na Slovensku je jednak výsledkom historického vývoja a súčasne odrazom platného legislatívneho prostredia. Legislatívny rámec vo všeobecnosti predstavuje dvojica zákonov – Zákon NR SR 514/2009 Z.z. o doprave na dráhach a Zákon NR SR 56/2012 Z.z. o cestnej doprave. Z uvedenej dvojice zákonov vyplýva, že:

- diaľková autobusová doprava je prevádzkovaná na čisto komerčnom princípe a platí pre ňu deregulované cestovné,
- dopravnú obsluhu v železničnej, prímestskej a mestskej doprave, ktorá nie je v dostatočnej miere zabezpečená komerčnými spojmi môže byť subvencovaná objednávatelom dopravy,
- objednávatel dopravy uzatvára za uvedeným účelom s dopravcom (resp. železničným podnikom) zmluvu o dopravných službách vo verejnom záujme,
- licencie a reguláciu cestovného v mestskej doprave vykonáva príslušná obec, v prímestskej doprave samosprávny kraj a v železničnej doprave Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR (MDVaRR) spolu s Úradom pre reguláciu železničnej dopravy,
- cestovné poriadky pravidelnej dopravy schvaľuje dotknutý orgán verejnej správy¹⁰.

Okrem uvedených skutočností by sa podľa platnej legislatívy na charaktere verejnej dopravy mali podieľať aj plány dopravnej obsluhy. Tie vypracúva objednávatel dopravy (štát, kraj alebo obec podľa hierarchickej úrovne) a mali by definovať požiadavky na charakter verejnej dopravy v ich územnej pôsobnosti. Konkrétne ide o definovanie požadovaného rozsahu dopravy a časových polôh jednotlivých spojov, zabezpečenie nadväzností medzi jednotlivými druhmi dopravy a vyriešenie problematiky súbežných spojov. V súlade s plánmi dopravnej obsluhy by mali byť udeľované licencie a schvaľované cestovné poriadky. V praxi je však veľmi časté porušovanie príslušnej legislatívy v podobe ignorovania plánu dopravnej obsluhy a zostava grafikonov verejnej dopravy na báze tradicionalizmu (9).

2.1 *Diaľková doprava*

Diaľková verejná doprava na Slovensku je prevádzkovaná podľa 2 rôznych koncepcií. Zatiaľ čo všetky diaľkové autobusové linky sú prevádzkované na základe komerčného rizika, t.j. bez subvencií, v diaľkovej železničnej doprave sa pristupuje zväčša k dotačnému mechanizmu. Komerčne sú vedené len vlaky InterCity na ramene Bratislava – Žilina – Košice

¹⁰ MDVaRR v medzinárodnej preprave, kraj všade s výnimkou MHD, obec v MHD.

(4 páry) s komerčnou značkou InterCity a 3 páry expresných vlakov na trase Žilina – Čadca – Ostrava – (Praha). Všetky ostatné diaľkové vlaky sú subvencované zo štátneho rozpočtu formou Zmluvy o dopravných službách vo verejnom záujme.

Z hľadiska periodickej dopravy sa takýto spôsob obsluhy aplikuje takmer výhradne iba na poli železničnej dopravy. V autobusovej doprave je možné sa so spojmi vedenými v takte stretnúť výhradne na jednej z mnohých autobusových liniek medzi Nitrou a Bratislavou, kde spoje odchádzajú po väčšinu v dňa v 1h takte. Vo všetkých ostatných prípadoch sú autobusy prevádzkované na báze účelových spojov systémom „odvšadiaľ všade priamo“. Na rozdiel od autobusovej dopravy sú na slovenskej železnici periodické grafikony zastúpené značne častejšie, aj keď v porovnaní s okolitými štátmi je táto úroveň stále pomerne nízka.

Počiatky taktovej dopravy na sieti ŽSR do roku 1994, kedy bol zavedený 2h takt rýchlikov na 445km dlhom ramene Bratislava – Žilina – Košice, ktorý v takmer nezmenenej podobe pretrval dodnes. Tu je nutné poznamenať postupne sa meniaci charakter rýchlikov. V minulosti vďaka povinným rýchlikovým príplatkom slúžili ako vlaky diaľkovej prepravy, t.j. na prepravu cestujúcich na dlhšie vzdialenosti. Dnes, jednak v súvislosti so zrušením príplatkov a súčasne zväčšujúcich sa denných dochádzkových vzdialeností do práce a škôl, slúžia rýchliky aj rýchlej regionálnej preprave, čím v nich dochádza k miešaniu diaľkovej a regionálnej frekvencii. Túto skutočnosť potvrdzuje aj postupné zhustenie 2h taktu v špičkách pracovných dní na takt 1h v najexponovanejších úsekoch (Košice – Poprad a Žilina – Bratislava) ako aj špičková nerovnomernosť v obsadenosti týchto vlakov v pracovných dňoch v uvedených úsekoch.

Okrem tzv. severnej trate, sú v 2h taktovom režime vedené ešte expresy na ramenách (Praha) Břeclav – Bratislava – Nové Zámky – Štúrovo – Budapešť (komerčná kategória EuroCity) ako aj Žilina – Čadca – Ostrava (Praha). V 2-4h takte sú vedené expresy zo Žiliny cez Vsetín do Prahy. Na všetkých uvedených ramenách ide o použitie symetrického taktového grafikonu¹¹. Nesymetrický taktový grafikon (1h takt) je použitý na tratiach Bratislava hlavná stanica – Marchegg – Wien a Bratislava - Petržalka – Kittse – Wien. Kvázi taktové grafikony, kde sa spravidla dodržiava jednotná odchodová minúta z východiskovej stanice, avšak trasy vlakov nie sú rovnobežné¹², sa uplatňujú na tratiach Bratislava – Zvolen a Košice – Humenné. Na ostatných rýchlikových ramenách je ponuka spojení relatívne nízka a spoje nie sú vedené v takte. Napr. na ramene Zvolen - Žilina premáva denne 5 párov rýchlikov (samozrejmosťou

¹¹ Symetrickým sa v tomto prípade rozumie výhradne grafikon so štandardne uznávanou základnou osou symetrie pre 2h takt v 0. minútu.

¹² Z dôvodu rozdielnych normatívov hmotnosti súprav, hnacích vozidiel alebo miest zastavenia, mimoriadneho vynechania spoja alebo doplnenia spoja navyše)

je v tomto prípade vedenie vlakov výhradne ráno a popoludní, t.j. nulová ponuka v čase prepravného sedla), na ramene Zvolen – Košice ide o 4 páry rýchlikov (z nich 1 pár premáva v noci), opäť s niekoľkohodinovou pauzou v čase okolo obeda. Poslednými rýchlikovými ramenami sú trate Bratislava – Prievidza a Košice – Budapešť s 2 párami vlakov a Banská Bystrica – Margecany – Košice s 1 párom sezónnych vlakov. Samostatnú skupinu tvoria nesystémové jednotlivé vlaky vedené na tratiach obsluhovaných taktovými, resp. pseudotaktovými linkami. Konkrétne ide o vlaky Ex 120 a 121 „Košičan“, EN 444 a 445 „Slovakia“ (Košice – Praha) a Ex 530 a 531 „Hron“ (Banská Bystrica – Bratislava), ktoré sú doplnkom k existujúcej taktovej ponuke, resp. v druhom prípade doslova náhradou vynechaného pseudotaktového spoja. Tieto vlaky sa od taktového štandardu odlišujú jednak miestami zastavenia, a čiastočne tiež kvalitou vozidlového parku. K posledným menovaných ramenám a vlakom je nutné poznamenať, že napriek svojej nesystémovosti sú tieto samostatné vlaky de facto v nezmenených koncepciách vedené už desiatky rokov. Táto skutočnosť len dokrešľuje aktuálny prístup k plánovaniu verejnej dopravy na Slovensku. Aktuálnu ponuku dopravnej obsluhy vlakmi diaľkovej dopravy je znázorňuje tabuľka 1.

Tabuľka 1: Súčasný charakter obslužnosti diaľkovou železničnou dopravou

Typ	Rameno	Počet vlakov [páry]	Režim obsluhy	Poznámka
IC	Bratislava – Žilina – Košice	3-4	Pseudotaktový	Rozdielne zastavovanie
R	Bratislava – Žilina – Košice	10-12	2h takt, 1h v špičke	Os symetrie 0. min.
R	Bratislava – Zvolen – B. Bystrica	7-8	Pseudotaktový (2-4h)	Rozdielne zastavovanie, rozdielne intervaly
R	Zvolen – Košice	4	Komerčný	V sedle bez obsluhy
R	Banská Bystrica – Žilina	5	Komerčný	V sedle bez obsluhy
Ex	Žilina – Ostrava – (Praha)	10	2h takt	Os symetrie 0. min
Ex	Žilina – Vsetín – (Praha)	4	2-4h takt	Os symetrie 0. min
EC	(Praha) – Břeclav – Bratislava – Štúrovo – (Budapešť)	7-8	2h takt	Os symetrie 0. min
REX	Viedeň – Marchegg – Bratislava	17	1h takt, večer 2h	Os symetrie 05. minúta
IC	Budapešť – Košice	2	12h takt	Os symetrie 0. min
R	Košice – Humenné	10	Pseudotaktový (2h)	Nerovnoběžné trasy

Zdroj: Pomôcky GVD 2011/2012 ŽSR, spracoval autor.

Pomyselná „vlajková loď“ slovenskej diaľkovej železničnej dopravy, InterCity vlaky na ramene Bratislava – Košice sú taktiež vedené mimo štandardného taktového režimu. Smerom z Bratislavy premávajú v 4h pseudotakte s nerovnoběžnými trasami (rozdielne zastávky), opačným smerom sú vedené len 3 spoje. Je nutné poznamenať, že od GVD 2012/2013 sa pripravuje vedenie týchto vlakov v štandardnom 2h takte s jednotnými miestami zastavenia.

2.2 Regionálna, prímestská a mestská doprava

Podobne ako na poli diaľkovej dopravy, aj doprava regionálna a prímestská je koncipovaná dvojmo. Autobusová doprava je plne v kompetencii vyšších územných celkov (samosprávnych krajov), ktoré podľa zákona 56/2012 Zb. licencujú a subvencujú dopravcov v prímestskej autobusovej doprave. Na druhej strane, regionálnu železničnú dopravu subvencuje štát. Inými slovami, regionálna autobusová aj železničná doprava sú verejne dotované, avšak koordináciu medzi nimi nezabezpečuje jeden orgán, ale dva, navyše bez jasného hierarchického a politického vzťahu. V praxi táto skutočnosť vedie k nekonceptnému a neefektívnemu dotovaniu súbežných, resp. konkurujúcich si dopravných subsystémov (9). Ďalšou skutočnosťou podporujúcou tento fakt je legislatívny rámec vplývajúci na konštrukciu grafikonov. Podľa § 15 zákona 56/2012 Zb. a § 20 zákona 514/2009 Zb. zostavuje v autobusovej aj železničnej doprave cestovný poriadok dopravca a správny orgán, prípadne objednávateľ, ho len schvaľuje, pričom ako podklad pre tento proces slúži plán dopravnej obsluhy. Čiže vzťah objednávateľ dopravy je v procese konštrukcie grafikonu vždy len druhoradou inštanciou a rozhodujúce slovo má dopravca. Uvedený legislatívny rámec sa vzťahuje aj na pole mestskej dopravy. Tu je kompetentným orgánom verejnej správy, ktorý licencuje dopravcov, reguluje cestovné a subvencuje dopravné výkony na úrovni svojej územnej pôsobnosti obec.

2.2.1 Periodické grafikony v regionálnej doprave

V regionálnej a prímestskej doprave na Slovensku sa periodické grafikony, tradične, využívajú minimálne. Prakticky jediným miestom, kde je možné stretnúť sa so skutočne tuhým taktovým grafikonom v regionálnej doprave je železničná trať Bratislava – Dunajská Streda – Komárno. V západnej časti trate premávajú osobné vlaky (pomalá vrstva) celodenne pevne každých 60min (vrátane víkendov a sviatkov), vo východnej časti potom každých 120 min. V špičke sú takty doplnené zrýchlenými vlakmi (rýchla vrstva) vedenými v rovnakých intervaloch (60 a 120 min). K zavedeniu taktového grafikonu na tejto trati došlo v súvislosti so zahájením prevádzky dopravcu RegioJet od marca 2012. Na zvyšku železničnej siete, obsluhovanej dopravcom Železničná spoločnosť Slovensko, sa v regionálnej doprave tuhé periodické grafikony nepoužívajú. Aktuálne platný grafikon (2011/2012) síce na viacerých tratiach¹³ uplatňuje určité náznaky periodicity, avšak vo všetkých prípadoch ide o nedodržiavanie jednotných taktových polôh trás (odchýlky z taktu) a nerovnoběžnosť trás,

¹³Bratislava – Kúty, Bratislava – Trnava, Čadca – Žilina, Košice – Čierna nad Tisou, Michalany – Trebišov, Humenné – Medzilaborce.

vynechanie taktových spojov, resp. nekompatibilné taktové intervaly (napr. do Čiernej nad Tisou sa využíva 3-4h takt). Niekde sa tiež uplatňujú odlišné taktové modely v rannej špičke, v sedle a v popoludňajšej špičke.

V prípade autobusovej dopravy sa periodické grafikony vo všeobecnosti nevyužívajú. Dôvodom môže byť rozdielny odbavovací systém oproti železničnej ako aj mestskej doprave, vďaka ktorému dĺžka pobytov jednotlivých spojov na zastávkach variuje podľa počtu nastupujúcich cestujúcich. Ďalším dôvodom bude pravdepodobne, najmä v okolí väčších miest rozdielna intenzita dopravy na cestných komunikáciách v priebehu dňa.

Pre úplnosť dodajme, že na Slovensku doposiaľ nefunguje nijaký plnohodnotný integrovaný dopravný systém (13). Čiastočné prvky integrácie je možné badať v prípade Bratislavskej integrovanej dopravy a Žilinského regionálneho integrovaného dopravného systému. V oboch prípadoch ide výhradne o tarifnú integráciu, resp. vydávanie spoločných cestovných dokladov vo vozidlách mestského a prímestskeho dopravcu. Nijaká dopravná integrácia založená na báze nadväzností spojov, realizácii prestupných väzieb alebo integrovaných taktových grafikonoch sa v tomto prípade neuskutočňuje.

2.2.2 Periodické grafikony v mestskej hromadnej doprave

Práve MHD vo viacerých slovenských mestách reprezentuje najčastejšie využívanie periodických grafikonov. S periodickými grafikonmi je možné sa stretnúť spravidla vo väčších mestách, kde mestskú dopravu zabezpečuje mestský dopravný podnik (Bratislava, Košice, Žilina, Prešov, Banská Bystrica), z iných miest¹⁴ je častejšie využitie periodických grafikonov typické len pre Nitru. V ostatných mestách je MHD koncipovaná podobne ako pri prímestskej autobusovej doprave, t.j. systémom účelových spojov s rozdielnymi jazdnými dobami, rozdielnymi miestami zastavenia, variantným vedením liniek a pod.

Z miest, kde je MHD prevádzkovaná v periodickom režime dochádza vo viacerých prípadoch k realizovaniu systému nosných liniek s minimálnymi intervalmi (Bratislava, Košice, Prešov). V prípade ďalších miest (Banská Bystrica, Nitra a Žilina) je typické extenzívne vedenie vysokého počtu liniek v relatívne dlhých intervaloch.

¹⁴ kde dopravu zabezpečuje na základe zmluvy s mestom vybraný autobusový dopravca.

3 NÁVRH UPLATNENIA PERIODICKÝCH GRAFIKONOV

V predošlej kapitole bol stručne analyzovaný charakter verejnej dopravy na Slovensku, vrátane legislatívneho prostredia, ktorý tento stav ovplyvňuje a čiastočne aj podmieňuje. Z charakteristiky vyplýva, že využitie periodických grafikonov je na Slovensku v porovnaní s vyspelými krajinami pomerne nízke. Z tohto dôvodu bude v rámci tejto diplomovej práce predvedená aplikácia periodických grafikonov na príklade slovenskej diaľkovej železničnej dopravy, ktorá dodnes využíva prevažne tzv. komerčné grafikony, a ktorá je ideálnym príkladom pre modelové zavedenie periodických grafikonov, keďže práve železničná doprava by mala na celoštátnej úrovni tvoriť akúsi pomyselnú kostru verejnej dopravy.

Cieľom tejto práce je preto znázornenie viacerých variantných prístupov ku konštrukcii uvedenej základnej kostry na základe autorsky definovanej metodiky. Vo všeobecnosti ide o návrhy postavené na teoretických prístupoch týkajúcich sa periodickej dopravy, definovaných v kapitole 1. Menovite ide o problematiku integrovaných taktových grafikonov, vrátane prístupov k plánovaniu liniek, intervalov a časových polôh, pričom pri plánovaní diaľkovej dopravy nie je možné ignorovať dopravu regionálnu, s ktorou by mala práve diaľková doprava kooperovať, t.j. nie je možné ignorovať systémové zákonitosti a požiadavky na koexistenciu diaľkovej a regionálnej dopravy. Súčasne sa pri plánovaní musí vychádzať z dostupných štatistických a geografických údajov, najmä o intenzite dopravných a prepravných prúdov ako aj aktuálnej obsadenosti vlakov. Samostatnú časť plánovania predstavujú obmedzujúce technologické podmienky železničnej dopravy týkajúce sa najmä priepustnosti dopravnej siete a technologickej vybavenosti uzlov ako aj úrovne dostupného vozidlového parku.

3.1 *Východiská pre zostavu návrhu*

Východiskami pre konštrukciu ITG na Slovensku sú najmä:

1. podobné systémy fungujúce v zahraničí,
2. hlavné smery prepravných a dopravných prúdov,
3. vstupné požiadavky dopravnej siete, vozidlového parku, legislatívy a pod.

3.1.1 Inšpirácia zahraničnými skúsenosťami

Inšpiráciou pre zostavu racionalizovaného grafikonu slovenskej diaľkovej železničnej dopravy môžu byť skúsenosti z okolitých krajín, ktoré reformu v smere zavedenia periodickej dopravnej obsluhy v minulosti uskutočnili (napr. Nemecko, Rakúsko, Česko, Maďarsko). Na

druhej strane je nutné konštatovať, že nie je možné úplne kopírovať celý vybraný zahraničný model, vzhľadom k miestnym špecifikám ako aj k viacerým nedokonalostiam uvedených modelov. Taktiež nie je možné jednoznačne určiť, ktorý zahraničný model je najlepší. Z tohto dôvodu v ďalšej časti práce aplikujeme len vybrané prvky z týchto modelov.

Maďarsko

Taktová doprava je v Maďarsku zavádzaná postupne od roku 2004, kedy bol tento model obsluhy pilotne uvedený do prevádzky v prímestskej doprave na trati Budapešť – Vác – Szob. Od roku 2005 bol takt rozšírený aj na diaľkové vlaky. V prvej etape boli zavedené v 2h takte tzv. „okružné“ InterCity vlaky na ramene Budapest – Miskolc – Nyíregyháza – Cegléd – Budapest a späť (zhustené na 1h takt v úseku Budapest – Miskolc) a InterCity vlaky Budapest – Cegléd – Szeged v 1h takte. Výsledkom tohto kroku bol prakticky okamžitý nárast počtu cestujúcich o 10 % a vysoká spokojnosť cestujúcich, ktorú navyše podčiarkuje minimálny počet sťažností(18). Dnes je prakticky všetka diaľková doprava v Maďarsku prevádzkovaná periodicky, základom je 2h takt rýchlikov na hlavných tratiach radiálne vybiehajúcich z Budapešti, ktorý je v najbližšom pásme k hlavnému mestu zhustený spravidla v špičke na 1h takt. Viacvrstvomá rýchla doprava je praktizovaná na tratiach Budapest – Győra , Budapest – Miskolc (1h takt Ex, 1-2h takt R, pričom R ide v časti trate ako pomalá vrstva). Zvláštnosťou maďarského systému je vedenie tzv. hybridných diaľkových vlakov na jednokol'ajnej trati Budapest – Szeged. Formálne ide síce o vlaky značky InterCity (expresná vrstva), avšak charakterom zastavenia sa jedná skôr o obyčajnú rýchlu vrstvu. Hybridnosťou je v tom prípade vedenie jedného vlaku v 2 rôznych tarifných kategóriách (pre diaľkových cestujúcich ako povinne miestenková a príplatková kategória InterCity, pre úsekovú frekvenciu obyčajne bezpríplatkové rýchliky).

Diaľková doprava v Maďarsku je predovšetkým smerovaná radiálne do Budapešti, pričom tangenciálne spojenia sú realizované len okrajovo. Prakticky jediným prípadom je 4h takt rýchlikov na trati Szombathely – Pécs. Funkciu tangenciálnych spojení spravidla zabezpečujú vlaky kategórie InterRegional, čo sú v maďarskom prípade de facto tradičné osobné vlaky s ramenami dlhými nezriedka 150 km. Pre maďarský model je ďalej charakteristické vedenie priamych vlakov systémom „odvšadiaľ priamo do Budapešti“, čo v praxi znamená časté spájanie a delenie diaľkových vlakov vo vybraných staniach a následné vetvenie ich trás smerom od Budapešti. Okrem toho sú na viacerých tratiach vedené vlaky nesystematicky v počte niekoľkých spojov denne (predovšetkým v medzištátnej doprave). (19)

Rakúsko

Rakúsky taktový systém je z okolitých krajín najmenej dokonalý. Napriek relatívne vysokému objemu dopravných výkonov (na viacerých hlavných ťahov základný 2h takt doplnený extra spojmi) sa systém vyznačuje pomerne vysokým počtom výnimiek a nápadne sa podobá na tradičné komerčné grafikonov založené na smerovaní spojov „odvšadiaľ všade priamo“, aspoň raz denne. Nezriedka sa vyskytujú nesystematicky vedené vlaky v počte niekoľkých denne na vybraných tratiach. Rakúskemu taktovému grafikonu chýba vo všeobecnosti jednotné linkové vedenie spojov a je postavený na systéme jednotlivých vlakov vedených na úsekoch medzi uzlami periodicky. Rovnobežné trasy sa síce periodicky opakujú, avšak cieľové stanice jednotlivých vlakov sú spravidla rozdielne, čo vedie k odlišným miestam prestupu pri použití rozdielnych dvojíc vlakov a nevyužívaniu potenciálu efektivity periodických grafikonov. Rakúsky systém sa navyše vyznačuje pomerne veľkým množstvom odchýlok od taktových trás, čo je spôsobené predovšetkým nejednotným zastavovaním vlakov. (8)

Česko

Taktový grafikon diaľkovej osobnej železničnej doprave sa uplatňuje od prelomu rokov 2003 a 2004, kedy došlo k zavedeniu štandardného 2h taktu na viacerých hlavných ramenách. Medzi rokmi 2004 a 2009 dochádzalo permanentne k zvyšovaniu ponuky spojov (medziročné nárasty vlkm priemerne okolo 5-10 %), pričom nedochádzalo k zvyšovaniu potreby vozidiel(1). Z hľadiska počtu cestujúcich, došlo medzi rokmi 2006 a 2008 v prípade diaľkovej dopravy k 29% nárastu, pričom objem dopravných výkonov (variabilných nákladov) vzrástol len o 15 %.

Dnes tvorí základnú kostru diaľkovej dopravy v Česku súhrnný 1h takt expresnej vrstvy na ramenách Ústí nad Labem – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav a Praha – Česká Třebová – Olomouc – Hranice na Moravě. Platí postupnosť, že všade, kde je vedená expresná vrstva je vedená aj obyčajná rýchla vrstva, čím sa dosahuje jednak ponuka rýchleho spojenia aj pre relatívne menej frekventované tarifné body a súčasne to umožňuje využívať výhody pásmovej obsluhy. Pásmová obsluha sa ďalej využíva aj tradičným spôsobom, že diaľkový vlak je v časti trate vedený ako štandardná rýchla vrstva (zastavuje vo významnejších centrách regionálneho významu) a po odchode z pásmovej stanice predstavuje expresný vlak (so zastavením len v centrách celoštátneho významu a významných uzloch). Uvedeným systémom sú vedené vlaky na tratiach Cheb – Ústí nad Labem – Praha a Praha – Hranice – Vsetín – Žilina.(16)

Rýchla vrstva premáva v rámci celého štátu v základnom 2h intervale¹⁵, ktorý je najmä na radiálnych tratiach smerujúcich z Prahy¹⁶ zhustený na 1h (vrátane preloženia 2 rôznych liniek v 2h takte). Na rozdiel od Maďarska, nie je v Česku diaľková doprava vedená výhradne do hlavného mesta, ale existujú tu aj pomerne časté tangenciálne väzby¹⁷ vedené spravidla opäť v 2h intervale, v prípade trate Ostrava – Brno, dokonca v takte 1h. Je nutné poznamenať, že v Česku sú okrem nočných vlakov všetky diaľkové vlaky vedené systematicky, t.j. v takte s rovnobežnými, periodicky sa opakujúcimi trasami. Jedinou výnimkou môže byť zhustené zastavovanie prvých a posledných vlakov v priebehu dňa.

Tradičný prístup organizácie dopravy v zmysle vedenia priamych vlakov „odvšadiaľ všade“, resp. po každej trati aspoň 1 rýchlik denne bol taktiež opustený. Rovnako je pre taktovú dopravu v Česku typické, že okrem vedenia rovnobežných trás na jednotlivých tratiach sú vlaky vedené takmer výhradne v linkách, čo garantuje nielen periodické vkladanie trás do GVD a jednoduchosť pri jeho konštrukcii, ale taktiež periodicitu pri vykonávaní technologických úkonov a zjednodušenie zostavy obehov vozidiel a prestupných väzieb. Ďalšou výhodou takto koncipovaného modelu je racionalizácia nákladov a zvyšovanie efektivity. Český model je z tohto pohľadu veľmi dobrou inšpiráciou pre racionalizáciu slovenského grafikonu diaľkovej dopravy a to aj z pohľadu historicky veľmi podobnej technologickej základne.

3.1.2 Intenzita prepravných prúdov

Intenzita prepravných prúdov je základná skutočnosť znázorňujúca skutočný dopyt po doprave. Práve znalosť skutočných prepravných prúdov môže pomôcť pri plánovaní verejnej dopravy. V rámci dostupnosti budú analyzované 2 samostatné zdroje o intenzitách prepravných prúdov. Prvým sú údaje o priemernom počte cestujúcich pre jednotlivé trate získané na základe softvérových výstupov z databázy predaja cestovných dokladov ZSSK. Druhým sú sčítania intenzity dopravy na slovenskej cestnej sieti z roku 2010.

Intenzita osobnej železničnej prepravy

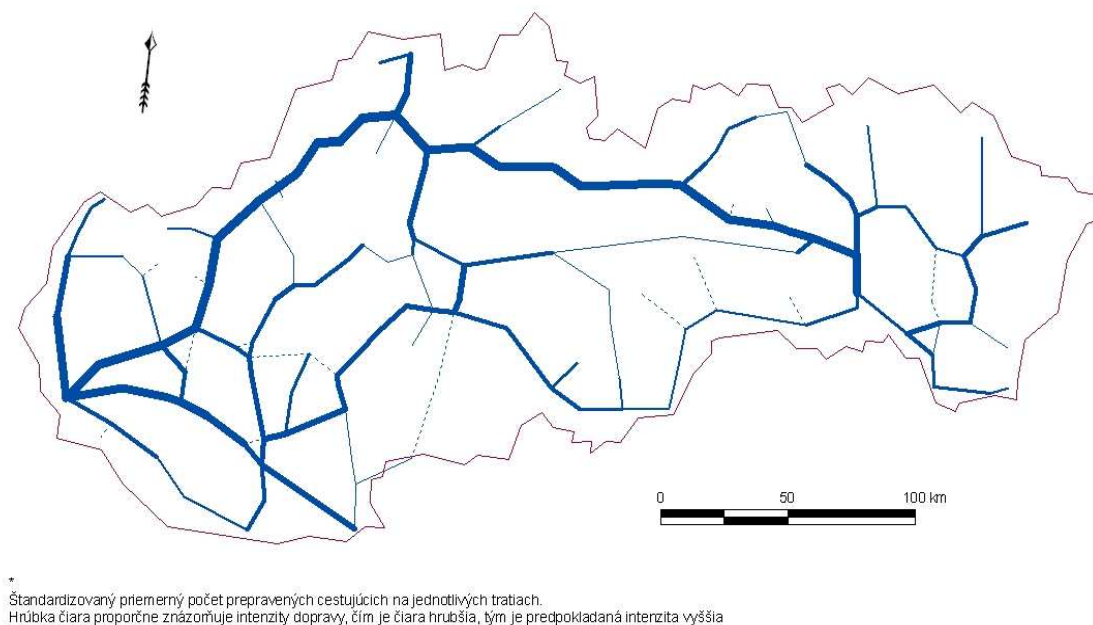
Údaje o intenzite osobnej prepravy vychádzajú zo štatistík ZSSK za rok 2010. Ide o priemerný počet platiacich cestujúcich, ktorý za rok 2010 cestovali na jednotlivých slovenských tratiach. Ide o súhrnné hodnoty pre regionálnu a diaľkovú dopravu, preto je

¹⁵ V rámci úsporných opatrení po roku 2009 s vynechaním vybraných spojov, prevažne v sedle.

¹⁶ Praha – Plzeň, Praha – České Budějovice, Praha – Hradec Králové, Praha – Ústí nad Labem, Praha – Česká Třebová.

¹⁷ Most – Plzeň, Plzeň – České Budějovice – Jihlava – Brno, Ústí nad Labem – Liberec, Liberec – Pardubice, Kolín – Rumburk, Ostrava – Opava – Olomouc, Břeclav – Olomouc, Olomouc – Brno, Brno – Ostrava (1h takt).

nutné tieto údaje brať len približne. Vzhľadom k dosahovaným hodnotám je navyše nutné konštatovať, že do výpočtov pravdepodobne neboli zahrnutí cestujúci v medzištátnej preprave (podozrivo nízke hodnoty v pohraničných traťových úsekoch). Z tohto dôvodu nie je možné pri týchto údajoch vychádzať pri plánovaní medzištátnej dopravy, ale výhrade dopravy vnútroštátnej.



Obrázok 13: Intenzita osobnej železničnej prepravy na Slovensku

Zdroj: (12)

Proporčné znázornenie intenzity prepravy ukazuje obrázok 13. Z obrázku je zrejmé, že najvyššia intenzita je dosahovaná na trati Bratislava – Žilina – Košice, ktorej je možné vzhľadom k hodnotám jednoznačne pripísať funkciu nosnej diaľkovej trate spájajúcej západné a východné Slovensku. Vysoké hodnoty dosahujú aj úseky Malacky – Bratislava a Bratislava – Šaľa, kde však vzhľadom k blízkosti Bratislavy ide predovšetkým o regionálnu, resp. prímestskú frekvenciu. Pomerne vysoké hodnoty sú dosahované aj na tratiach Bratislava – Štúrovo, Nové Zámky – Zvolen – Banská Bystrica a Košice – Prešov – Lipany. V prvej dvojici prípadov ide s vysokou pravdepodobnosťou o frekvenciu diaľkových, v poslednom menovanom prípade ide o frekvenciu výhradne z regionálnych vlakov. Avšak vzhľadom k excentrickej polohe mesta Prešov mimo hlavného ťahu, ide v prípade trate Kysak – Prešov zrejme prevažne o frekvenciu diaľkových, ktorá je však v tomto úseku prevážaná takmer výhradne regionálnymi vlakmi. Relatívne vysokých hodnôt dosahujú aj trate Čadca – Žilina a ponitrianska trať Komárno – Nové Zámky – Nitra – Prievidza, v prípade ktorých pravdepodobne dominuje regionálna doprava, keďže ide o trate vedené husto zaľudneným

územím v zázemí významných regionálnych centier. Naopak regionálnu dopravu je možné úplne vylúčiť na nadpriemerne využitej trati Banská Bystrica – Turčianske Teplice (Vrútky), keďže táto trať je vedená v horskom teréne, v pomerne zlej dostupnosti sídiel. Poslednými traťami, kde sa dosahujú nadpriemerné hodnoty sú trate Humenné – Trebišov – Košice, Banská Bystrica – Brezno, Zvolen – Lučenec a Nitra – Leopoldov. Pomer regionálnej a diaľkovej frekvencie je v prípade týchto tratí otázný, je možné sa len domnievať, že v prípade trate Humenné – Košice, kde dominujú rýchle vlaky ide zrejme o diaľkovú dopravu. Podobne na trati Nitra – Leopoldov bude pravdepodobne základ tvoriť frekvencia smerujúca z Nitry na Považie, resp. východné Slovensko. V prípade ostatných dvoch tratí ide vzhľadom k razantnej dominancii regionálnych vlakov, populačnej veľkosti obcí v blízkosti trate a funkčného významu regionálnych centier pravdepodobne takmer výhradne k regionálnej preprave.

Na základe uvedených údajov je možné vyvodiť nasledujúce závery:

1. základnou dopravnou osou v diaľkovej doprave je trať Bratislava – Žilina – Košice, s odbočkou Kysak – Prešov,
2. podružnú dopravnú os predstavuje trať Bratislava – (Nové Zámky) – Banská Bystrica s odbočkou Nové Zámky – Štúrovo,
3. nosnou pre spojenie najvýchodnejšej časti štátu je trať Humenné – Trebišov – Košice,
4. intenzívna prímestská a regionálna preprava je dosahovaná na tratiach v okolí Bratislavy, Prešova, Zvolena, Nitry, Martina a Nových Zámkov.

Súčasne je nutné konštatovať, že uvedené údaje znázorňujú dopyt na základe aktuálne platnej ponuky dopravných spojení. Je možné predpokladať, že po skvalitnení ponuky môže dôjsť k zmenám v hodnotách.

Intenzita cestnej dopravy

Údaje o intenzite cestnej dopravy zdanlivo nesúvisia s osobnou železničnou dopravou, na druhej strane je však nutné konštatovať, že práve individuálny motorizmus dnes na Slovensku dosahuje cca 75 % prepravných výkonov v osobnej doprave. Inými slovami realizovaný prepravu a skutočný dopyt po preprave viac ako čokoľvek iné znázorňujú práve dopravné prúdy. Podľa výsledkov sčítania dopravy z roku 2010 (4) je možné tvrdiť:

- najvýznamnejší dopravný ťah vedie z Bratislavy cez Žilinu do Martina (25 – 54 tis. vozidiel za 24 h), s odbočkou Trnava – Nitra (43 tis),

- spojenie v smere východ – západ je koncentrované do ramien Nitra/Trenčín – Zvolen – Lučenec – Košice – Michalovce (8 – 14 tis.) a Martin – Poprad – Prešov – Humenné (11 – 19 tis) s intenzívnym spojovacím ramenom Prešov – Košice (20 tis.).
- pre spojenie s Českom slúži dominantne rameno Bratislava – Malacky – Brno (16 tis.) a Žilina – Čadca – Ostrava (15 tis.).

Podobne ako v prípade osobnej železničnej prepravy, aj v tomto prípade je problematické rozdeliť regionálnu a diaľkovú dopravu. V prípade diaľničnej siete je možné pripísať dominantný smer práve diaľkovej doprave, podobne ako intenzívnym spojovacím úsekom a dlhým ramenám spájajúce stredné a východné Slovensko.

3.1.3 Obsadenosť diaľkových vlakov

Ďalším zo vstupných údajov vhodných pre plánovanie ponuky diaľkovej železničnej dopravy sú údaje o obsadenosti jednotlivých aktuálne premávajúcich vlakov. Údaje pochádzajú zo sčítania cestujúcich vo vlakoch ZSSK z prelomu marca a apríla 2011. Z týchto údajov je možné zistiť jednak proporčnosť medzi jednotlivými ramenami a súčasne aj časové rozloženie prepravných prúdov v priebehu dňa a týždňa. Na základe zistených hodnôt je následne možné dospieť k záveru o nutnosti posilnenia, resp. oslabenia dopravy v určitom úseku siete. Ďalšie využitie je možné nájsť pri plánovaní kapacity jednotlivých vlakov, resp. ramien.

Najpodstatnejšie údaje o obsadenosti konkrétnych spojov prezentuje tabuľka 2. Z údajov vyplýva:

1. existuje značná nerovnomernosť v obsadenosti vlakov na jednotlivých ramenách, najvyššie hodnoty sú dosahované na tratiach Bratislava – Žilina a Bratislava – Šaľa,
2. existujú nerovnomernosti medzi jednotlivými dňami v týždni, najvyššie hodnoty sa dosahujú v piatky a nedele. Konkrétne ide o diaľkovú frekvenciu smerujúcu v nedele do Bratislavy, Košíc a Česka (cez všetky hraničné prechody), prípadne tiež Banskej Bystrice a v piatky opačným smerom,
3. diaľkové vlaky sú využívané v špičkách pracovných dní na dennú dochádzku do Bratislavy, Košíc a Žiliny, čím dochádza k miešaniu diaľkovej a regionálnej frekvencie a často aj k preťažovaniu vlakov.

Tabuľka 2: Počet cestujúcich vo vlakoch na jednotlivých diaľkových ramenách

Typ	Rameno	Počet cestujúcich			
		Párny smer		Nepárny smer	
		↔	↻	↔	↻
R	Zvolen – Šaľa	200 – 300	400 – 800	200 – 300	200 – 300
	Šaľa – Bratislava	300 – 400	400 – 800	500 – 600	200 – 300
R	Košice – Zvolen	100 – 200	200 – 400	100 – 200	200 – 400
R	Zvolen – Žilina	100 – 250	100 – 250	100 – 250	200 – 400
R	Žilina – Čadca	100 – 150	200 – 400	150 – 200	100 – 150
R	Žilina – Horní Lideč (CZ)	100 – 150	250 – 500	150 – 300	100 – 150
R	Humenné – Košice	200 – 300	400 – 700	200 – 300	100 – 200
R	Košice – Žilina	300 – 400	400 – 700	300 – 500	600 – 1 000
	Žilina – Bratislava	400 – 600	400 – 700	500 – 800	700 – 1 200
Ex	Bratislava – Břeclav (CZ)	200 – 300	300 – 500	200 – 300	200 – 500
Ex	Nové Zámky – Bratislava	150 – 300	300 – 350	200 – 300	200 – 300
	Štúrovo – N. Zámky	100 – 150	150 – 200	150 – 200	200 – 300
R	Prievidza – Bratislava	200 – 300	500 – 800	200 – 400	200 – 400

Zdroj: Sčítanie cestujúcich vo vlakoch ZSSK, marec 2011; spracoval autor.

3.1.4 Technologické možnosti a priepustnosť dopravnej siete

Limitujúcim faktorom pri plánovaní dopravy sú technologické možnosti. Nie je totiž možné vytvárať ideálny návrh využívajúci v tomto momente nereálne vstupné parametre, ktorých realizácia by znamenala značnú investičnú činnosť s relatívne vysokými nákladmi. Z tohto dôvodu nebude v tejto práci predvedená ukážka konštrukcie taktových grafikonov tzv. švajčiarskym štýlom (podľa hesla „tak rýchlo ako je potrebné“), ale štýlom nemeckým (podľa hesla „tak rýchlo ako je možné“). V práci tak budeme vychádzať najmä z možností dnešnej dopravnej siete a dopravcov¹⁸. Menovite ide o konštrukcie trás na existujúcej železničnej sieti, vrátane obmedzení z toho titulu plynúcich, najmä na poli priepustnosti. Z hľadiska charakteru vlakovej súpravy, potrebného pre výpočet jazdných dôb, pôjde o konvenčný vozidlový park, ktorým momentálne disponuje dominantný dopravca, ZSSK.

Priepustnosť dopravnej siete

V rámci priepustnosti je nutné dodržať všetky požiadavky vplývajúce na zostaviteľnosť GVD. Konkrétne ide o problematiku:

- skutočných jazdných dôb zodpovedajúcich nasadeným vozidlám,
- stretania sa protismerne idúcich vlakov (križovania na jednokoľajných tratiach, jazda vlakov na staničných koľajach a zhlaviach a s tým súvisiace intervaly),
- perónových intervalov na dvojkolejných tratiach v prípade zastavenia v staniach bez ostrovných nástupíšť, prípadne ako minimálne následné medzidobie pri všetkých typoch nástupíšť v prípade, ak vlaky pravidelne vchádzajú na tú istú traťovú koľaj.

¹⁸ predovšetkým dominantného dopravcu ZSSK

- prestupných intervalov medzi vlakmi, usporiadania zhlaví a s tým spojených možností súčasných vchodov a odchodov, resp. intervaly postupných vchodov a odchodov v uzloch,
- následných medzidobí a intervalov následnej jazdy ako premennej závislej na vybavenosti zabezpečovacieho zariadenia v prípade realizovania pásmovej obsluhy,
- požadované technologické postupy a intervaly v prípade manipulácie s vlakmi v konečných a nácestných staniách¹⁹,
- požadovaný sled vlakov na traťovom úseku za účelom maximalizácie priepustnosti trate²⁰. Za týmto účelom je možné pristúpiť k zníženiu rýchlostnej heterogenity tu prechádzajúcich vlakov.

V rámci priepustnosti je vhodné doplniť aktuálne požiadavky na jazdu vlakov maximálnou traťovou rýchlosťou. Podľa predpisu Ž1 je možné jazdiť bez prenosu návěsti na vozidlo do rýchlosti najviac 120 km/h. Pri rýchlosti najviac 160 km/h je možné mať zabezpečený prenos návěsti na vozidlo buď konvenčným spôsobom pomocou líniového vlakového zabezpečovača alebo prostredníctvom európskeho vlakového zabezpečovača ETCS. Rýchlosťou najviac 140 km/h je možné konvenčným takýmto spôsobom jazdiť na tratiach Kúty – Bratislava – Nové Zámky a Žilina – Čadca. Na modernizovanej trati Bratislava – Nové Mesto nad Váhom (Žilina) s maximálnou traťovou rýchlosťou 160 km/h je však prenos návěsti zabezpečený výhradne systémom ETCS (Level 1), čo v praxi znamená, že jazdiť rýchlosťou vyššou než 120 km/h je umožnené len vozidlám disponujúcim mobilnou časťou ETCS.

Vozidlový park

V rámci práce bude uvažované s konvenčným vozidlovým parkom, ktorým momentálne disponuje dominantný dopravca ZSSK. V rámci detailov ide o

- tradičné zloženie vlaku v podobe hnacieho vozidla a klasických vozňov, bez použitia radiacich vozňov a ucelených jednotiek,
- elektrické rušne radov 163, 240 a 363 pre jazdu rýchlosťou do 120 km/h,
- elektrické rušne radov 162 a 362 vybavené výhradne konvenčným prenosom návěsti umožňujúcim pre jazdu rýchlosťou maximálne 140 km/h²¹,

¹⁹ Obiehanie súpravy pri zmene smeru, prepraha, pridávanie a odvesovanie vozňov a pod.

²⁰ Vychádzajúc z kódexu UIC 406, ktorý pripúšťa, že kapacita dráhy závisí od počtu vlakov, priemerných rýchlostí, rýchlostnej heterogenity a požiadaviek na stabilitu, pričom vzájomné pôsobenie týchto premenných môže byť protichodné.

²¹ Okrem trate Bratislava – Nové Mesto nad Váhom.

- elektrické rušne radu 350 a 361 vybavené systémom prenosu návesti ETCS pre jazdu vlakov viac ako 120 km/h na trati Bratislava – Žilina,
- motorové rušne radu 754, prípadne modernizované stroje radu 757, pre jazdu najmä na neelektrifikovaných tratiach rýchlosťou do 100 km/h.

Pri plánovaní radenia vlakov je nutné zohľadniť jednak obmedzený počet vozidiel a dosiahnuť tak realizovateľnú turnusovú potrebu (táto skutočnosť sa najviac týka práve trate Bratislava – Žilina – Košice, kde prakticky jedinými vozidlami schopnými ísť rýchlosťou vyššou ako 120 km/h sú stroje radu 350) a súčasne dodržať požadované doby obratov v konečných staniach. Taktiež je nutné brať do úvahy čistenie a údržbu vozidiel.

3.2 Metodika zostavy periodického grafikonu

Metodika zostavy periodického grafikonu diaľkovej železničnej dopravy vychádza vo všeobecnosti zo zásad a princípov ITG uvedených v kapitole 1. Pre potreby práce budú uvedené zásady prevedené do konkrétnych situácií odzrkadľujúcich v predošlom paragrafe uvedené východiská pre zostavu grafikonu.

V rámci zostavy grafikonu bude definovaná metodika dodržiavajúca nasledujúce zásady:

1. Všetky spoje budú vedené systematicky, t.j. v pevnom takte, s rovnobežnými trasami, jednotnými miestami zastavovania a jednotnými normatívmi hmotností. Výnimkou môžu byť výhradne prvé ranné a posledné večerné vlaky.
2. Všetky denné vlaky budú vedené formou liniek s jednotnými východiskovými a cieľovými stanicami (s možnou výnimkou pri prvých a posledných spojoch). Z hľadiska obratu náležitostí bude linkové vedenie taktiež dodržiavané.
3. Nesystémové denné vlaky, vedené mimo taktu a definovaných liniek, budú podľa možnosti obmedzené.
4. Zvolený bude základný sieťový interval dĺžky 2h a základná os symetrie v 0. minútu, čo reflektuje zahraničné skúsenosti ako aj požiadavky v medzištátnej doprave.
5. V prípade zvýšenej frekvencie cestujúcich, najmä v čase prepravných špičiek bude základný 2h interval zhustený na 1h, čím sa vytvorí systém nosných liniek v pevnom 1h takte.
6. Na intenzívne využitých tratiach bude opäť preferované zhustenie 2h taktu na celodenný 1h takt na rozdiel od riešenia v podobe pridania ďalšej rýchlej vrstvy, toto sa netýka systémov pásmovej obsluhy.

7. 4h takt spravidla nebude na jednokoľajných tratiach s viacvrstvovou obsluhou aplikovaný vzhľadom k problematickej kompatibilite pomalej a rýchlej vrstvy²². V takomto prípade bude buď snaha viesť diaľkovú vrstvu v kompatibilnom 2h takte alebo uvedenú dvojicu vrstiev zjednotiť do vrstvy jednej vedenej aspoň v základnom intervale.
8. Dbat' na súlad diaľkovej a regionálnej dopravy. Regionálna doprava by mala byť preferovaná vzhľadom k hustejším intervalom (predpoklad v špičke 60 min, v intenzívnej prímestskej doprave interval 30 min), preto je na intenzívne vyťažených tratiach nutné diaľkové vlaky vedené v 60min, resp. 120min intervale viesť takým spôsobom, aby regionálnu dopravu neobmedzovali²³.
9. V prípade diaľkových vlakov vedených v trase dlhej cca 200 km a viac dbať na čo možno najväčšiu homogenitu obsadenosti súpravy v jednotlivých úsekoch (ako aj vlakov celej linky), čo vedie k maximálnej obsadenosti súprav a eliminácii prázdnych behov. Za týmto účelom je nutné v prípade viacerých diaľkových vlakov obmedziť miešanie prímestskej a diaľkovej frekvencie v jednom vlaku ako aj manipulovať s počtom miest zastavania v jednotlivých častiach trate²⁴.
10. V prípade linkových ramien s výraznými odchýlkami v obsadenosti vlakov v jednotlivých úsekoch ramena uvažovať o zavedení pásmovej obsluhy. V prípade dlhých ramien (nad 200 km) uvažovať o pásmovej obsluhu vo forme nerovnoběžných grafikonov (t.j. zavedenie expresnej vrstvy).
11. V prípade ak prevažnú časť frekvencie diaľkových vlakov tvorí frekvencia prímestská a regionálna je nutné takúto vrstvu viesť v režime regionálnej dopravy, t.j. špičkovom intervale aspoň 60 min.
12. Vychádzať pri plánovaní ponuky skutočným ako aj potenciálnym dopytom. Skutočným dopytom sú informácie o aktuálnej obsadenosti vlakov a prepravných výkonov, potenciálnym dopytom údaje o intenzite cestnej dopravy,

²² Ide o problémy s kompatibilitou 4h taktu rýchlikov a 1-2h taktom osobných vlakov. V prípade tratí, kde sa nachádzajú stanicami so zastaraným zabezpečovacím zariadením (ručne stavané výmeny, nemožnosť súčasných vchodov), tak osobné vlaky budú musieť byť v prípade vedenia rýchlikov v 4h takte, taktiež vedené výhradne v totožnom 4h takte a tento takt nebude môcť byť zhusťovaný, ale len doplnený ďalšími, od základnej taktovej trasy vychýlenými vrstvami osobných vlakov (kvôli eliminácii pobytov z dopravných dôvodov). Ďalšou alternatívou v takomto prípade je preferovanie pomalej vrstvy s 1-2h taktom pred rýchlou vrstvou, ktorá tak bude musieť absolvovať predĺžené pobyty z dopravných dôvodov v staniach pri križovaniach. Táto alternatíva však predstavuje predĺženie cestovných časov a zníženie atraktivity týchto vlakov.

²³ Príkladom konfliktného vedenia diaľkovej a regionálnej dopravy je trať Bratislava – Trnava, kde nevhodná konštrukcia trás diaľkových vlakov (vzájomné rozstupy) znemožňuje viesť osobné vlaky v špičke v 30min takte.

²⁴ Ide o český a maďarský model, kde je 1 linka vedená v jednotlivých častiach trate v odlišných rýchlostných vrstvách. Napr. v časti trate vo forme vrstvy expresnej a v časti trati štandardnej rýchlej.

13. Štandardizovať systémy obsluhy v smere doplnenia expresnej vrstvy nadväznou pomalšou vrstvou. Z tohto dôvodu použiť jeden z dvojice modelov:
 - a. expresná vrstva – rýchla vrstva – pomalá vrstva,
 - b. expresná vrstva – zrýchlená (pásmová) vrstva – pomalá vrstva.
14. Pri konštrukcii trás dbať na optimalizáciu časovej polohy prechodu linky uzlom podľa zásad definovaných v kapitole 1.2.4, s dôrazom na prechod diaľkovej linky:
 - a. priestorovým uzlom „typu +“ a „*“ v maximálnej možnej miere v čase osi symetrie, t.j. definovať ich ako taktové uzly typu „O“,
 - b. priestorovým uzlom, ktorý je zároveň regionálne centrum, podľa možnosti v čase osi symetrie pomalšej vrstvy v 30. minútu, čiže definovať tieto uzly ako uzly typu „30“ (vrátane modifikovanej verzie), prípadne ako dvojuzly „0+30“²⁵.
15. Dodržať všetky technologické požiadavky vozidlového parku a dopravnej infraštruktúry (viď kapitola 3.1.4).

Na základe uvedených zásad budú vypracované 3 rôzne varianty racionalizácie systému diaľkovej osobnej železničnej dopravy na Slovensku. Uvedené 3 varianty sa budú líšiť vo forme prístupu organizátora (objednávateľa) dopravy na dopravnú obslužnosť. Ide o filozofickú diskusiu na tému požadovanej úrovne liberalizácie osobnej dopravy a rozsahu štátnych povinností pri subvencovaní dopravnej obslužnosti. V súčasnosti je časť expresnej diaľkovej dopravy prevádzkovaná na základe vlastného podnikateľského rizika dopravcov a prevažnú časť dopravných výkonov štát objednáva a subvencuje u štátneho dopravcu, ktorý má v tomto smere momentálne monopol. Objem subvencovaných výkonov je rovný podielu finančných možností štátneho rozpočtu a požadovanej dotácie ZSSK na 1 vlkm. V smere prípravy koncepcie diaľkovej dopravy je preto nutné zodpovedať si nasledujúce základné otázky:

1. Bude ZSSK naďalej jediným dopravcom v subvencovanej diaľkovej osobnej doprave, alebo sa pristúpi k verejným súťažiam na dopravcov?
2. Bude v prípade liberalizácie dopravy smerodajným ukazovateľom dopravnej obsluhy objem dopravných výkonov (vlkm), alebo kvalitatívne štandardy vrátane požadovanej frekvencie obsluhy a celková finančná náročnosť?

²⁵ V tomto prípade vzniká problém dvojice regionálnych centier vzdialených cca 30 min, kde vždy jedno z tejto dvojice bude musieť byť definované ako uzol typu „0“ a druhé ako uzol typu „30“ alebo obe ako uzly typu „45/15“.

3. Bude štát dlhodobo aj naďalej subvencovať diaľkovú železničnú dopravu alebo ju prenechá na vlastné komerčné riziko?

Na základe rôznych alternatív pri odpovedaní na tieto otázky budú konštruované 3 samostatné modelové variantné riešenia. Prvý model, konzervatívny, vychádza zo súčasného stavu, kde dominantným dopravcom je ZSSK a dominantným merateľným ukazovateľom je objem vlkm. Druhý model, alternatívny, bude predpokladať liberalizáciu dopravy s dopadom na zvýšenie efektivity dopravného subsystému a zníženie jednotkových nákladov na vlkm, čo umožní zavádzať kvalitatívne štandardy aj v podobe požadovaných intervalov. Tretí model bude vychádzať z podmienok plne liberalizovanej diaľkovej osobnej dopravy, kde nijaké spoje nebudú subvencované z verejných rozpočtov.

3.3 Variantné riešenie A

Variant A reprezentuje konzervatívny variant. Jeho charakteristickou črtou je skutočnosť, že sa snaží vychádzať z dnešných obmedzení týkajúcich sa celkového objemu verejnej objednávky dopravných výkonov. V tomto smere je vhodné spomenúť prístup, akým na Slovensku dochádza k financovaniu verejnej dopravy. Vybrané vlaky sú prevádzkované na vlastné podnikateľské riziko dopravcu. V prípade týchto vlakov je rozhodujúca pre počty vlakov a ich časové polohy obchodná politika železničného podniku.²⁶ Vlastná regulácia podnikania v oblasti takejto formy regulácie sa vzťahuje výhradne na licenčné, bezpečnostné a administratívne požiadavky podľa platnej legislatívy. Medzi tieto požiadavky nepatrí koncesovanie dopravných výkonov, resp. súťaž o štátom pridelované trasy. Druhým spôsobom financovania je prevádzkovanie dopravy na základe uzatvorených Zmlúv o dopravných službách vo verejnom záujme pri prevádzkovaní osobnej (železničnej) dopravy. Tieto zmluvy uzatvára verejný orgán (štát, kraj, obec) s dopravcami, kde sa zmluvné strany zaväzujú za stanovenú finančnú kompenzáciu odvieť stanovený rozsah dopravných výkonov pri možnom definovaní ďalších kvalitatívnych požiadaviek (trasy spojov, kvalita vozidlového parku, požiadavky na taktový režim a pod.). V praxi sa však často celá verejná objednávka obmedzuje na prosté stanovenie rozsahu dopravných výkonov (vlkm) pri určenej jednotkovej subvencii za 1 vlkm. V takomto prípade nie je prioritná požiadavka kvality v podobe zabezpečenia určitého štandardu, ale prostá kvantita. Celý systém sa často vyznačuje

²⁶ pojem „železničný podnik“ označuje podľa §5 Zákona 514/2009 Zb. spoločnosť, ktorá poskytuje dopravné služby na železnici a „dopravca“ (§6), ktorým je taký železničný podnik, ktorý navyše uzatvára zmluvu o preprave s cestujúcim alebo prepravcom. V praxi sa však pojem „dopravca“ používa ako synonymum k pojmu „železničný podnik“.

deformáciami, počas ktorých je optimalizácia prevádzkových nákladov druhoradou, a hlavný apel je kladený na spočítavanie vlkm. Dodajme, že práve uvedený scenár je typický pre slovenskú železničnú dopravu.

Konzervatívny návrh prezentovaný v tejto diplomovej práci bude vychádzať práve z dnešného deformovaného stavu, ktorý sa bude snažiť v obmedzenej miere korigovať.

Konkrétne korekcie budú predstavovať nasledujúce kroky:

1. optimalizácia časových polôh existujúcich vlakov do podoby trás systémových,
2. presun nesystémovo realizovaných výkonov na tratiach s „dostatočnou obsluhou“ na iné trate, kde je dnešná ponuka diaľkovej dopravy vzhľadom k „základným štandardom“ nedostatočná.
3. v obmedzenej miere zvyšovať na vybraných takýchto ramenách výkony na úkor znižovania potreby náležitostí s cieľom zavádzania „obmedzeného minimálneho štandardu“, resp. ponúkať celodenne „minimálny štandard“ za podmienky nezvyšovania potreby náležitostí.

Pre potreby racionalizácie je nutné definovať v rámci tejto práce nasledujúce termíny:

Dostatočná ponuka – bude v tejto práci chápaná ako taký počet spojov vyjadrený vo forme linkového intervalu, ktorý je vzhľadom k objemu vlkm minimálne potrebný, vychádzajúc pri tom z autorsky definovaného precedensu najdlhšieho následného intervalu znázorneného v kapitole 1.3.1. Podľa uvedeného princípu budú takto definované nesystémové spoje vyškrtnuté spomedzi subvencovaných výkonov.

Základný štandard – bude definovaný ako minimálne 2h takt diaľkových vlakov štandardnej rýchlostnej vrstvy, t.j. nie vrstvy expresnej. V prípade regionálnej prepravy bude tento štandard chápaný ako 2h takt v sedle a 1h v špičke. V tomto smere je nutné podotknúť, že na viacerých tratiach plní diaľková doprava funkciu rýchlej regionálnej prepravy. V takýchto prípadoch bude kladený dôraz na vedenie diaľkových vlakov v špičkách v 1h takte.

Obmedzený minimálny štandard – bude uvažovaný ako minimálny štandard ponúkaný výhradne v špičkách. V ostatných časoch pôjde o 4h takt. Dôvod pre takúto koncepciu je nedostatočný limit dopravných výkonov.

3.3.1 Definovanie obsluhovaných ramien

V konzervatívnom návrhu budú všetky diaľkové ramená zodpovedať dnešku s výnimkou trate Banská Bystrica – Margecany, kde však je už aj dnes obsluha realizovaná výhradne sezónne, resp. posilovo. Mapu riešených tratí znázorňuje príloha 1. Prípadnou zmenou môže

byť predĺženie, resp. skrátenie vybraných ramien a zmena charakteru niektorých ramien, vrátane zmien v zastavovaní vlakov a tým pádom preradeniu vlakov do nižšej rýchlostnej vrstvy.

Bratislava – Žilina - Košice

Na ramene Bratislava – Žilina – Košice, kde je aktuálne ponúkaný 2h takt rýchlikov, posilnený vo vybraných úsekoch v špičkách na 1h takt, bude tento model obsluhy, aj napriek celému radu svojich nedostatkov ponechaný. Plánovaný 2h takt komerčných vlakov InterCity bude taktiež bez koncepcnej zmeny. Inými slovami, navrhujeme ponechať dnešnú koncepciu dvojvrstvovej diaľkovej dopravy realizovanú v 2h takte.

Dôvodom pre ponechanie dnešného modelu rýchlikov Bratislava – Košice je nedostatok dopravných výkonov potrebných na zmenu v podobe pásmovej obsluhy, ktorá sa tu javí ako najvhodnejšia forma obsluhy. V prípade tohto 445 km dlhého ramena, tak bude naďalej dochádzať k značnému zmiešavaniu regionálnej a diaľkovej frekvencie, ktorého sprievodným znakom bude značne nerovnomerná obsadenosť vlakov v jednotlivých traťových úsekoch a častiach dňa. Výsledkom bude súčasne značné jalové vozenie nedostatočne obsadených súprav v jedných úsekoch trate a následne preťaženosť v úsekoch iných. Charakteristické pre takúto formu obsluhy bude aj relatívne nízka priemerná cestovná rýchlosť (70-80 km/h) v diaľkovej preprave, ktorá nedokáže konkurovať jazdám po súbežnej diaľnici D1. Je možné namietat', že nosnú úlohu v diaľkovej preprave na tomto ramene zohrávajú komerčné vlaky InterCity, avšak tieto obsluhujú len vybranú časť najvýznamnejších tarifných bodov a viaceré ďalšie, pomerne silné tarifné body na ramene Žilina – Košice, majú možnosť spojenia so západnou časťou štátu výhradne relatívne pomalými rýchlikmi. V tomto smere je zaujímavé aj porovnanie dôb prepravy napr. do Bratislavy z dvojice veľkostonne a významovo podobných miest, zo Žiliny a z Martina (stanica Vrútky), ktoré sú vzájomne vzdialené cca 20 km. V prvom prípade je možné cestovať vlakom IC za 1:59 h, v druhom prípade len R za 2:52 h. Poznamenajme, že cesta po diaľnici trvá podľa internetových vyhľadávačov trás pri ceste zo Žiliny (celá cesta po diaľnici) cca 1:45 h a z Martina cca 2 h.

V smere zrýchlenia prepravy medzi významnejšími tarifnými bodmi navzájom sa javí na prvý pohľad ako vhodná možnosť rozdelenia rýchlikového ramena v Žiline, kde dochádza k najvýznamnejšiemu zlomu frekvencie, a následného vzájomného previazania rýchlejšej a expresnej vrstvy, čiže predchodenie rýchlikov InterCity vlakmi. Táto alternatíva je však vzhľadom k špičkovej preťaženosti oboch rýchlych vrstiev nevhodná. Inou možnosťou je zrušenie zastavovania rýchlikov vo vybraných slabších tarifných bodoch. Tento postup je

však tiež pomerne ťažko uskutočniteľný a to hneď z dvoch dôvodov. Prvým je fakt, že do úvahy prichádzajú de facto len 1-3 zastávky (Trenčianska Teplá, prípadne tiež Kraľovany a Margecany), druhým je navyše politická nepriechodnosť nezastavovania v týchto tarifných bodoch. Z týchto príčin sa ako najvhodnejšia alternatíva javí práve rozdelenie rýchlikového ramena v Žiline a následné zavedenie pásmovej dopravy v úseku Bratislava – Žilina, ktorej výsledkom by bolo zrýchlenie prepravy v smere východ – západ o cca 30 min. Tento model je však vzhľadom k limitu vlkm momentálne nerealizovateľný.

V rámci nesystémových vlakov navrhujeme vyňať z limitu vlkm dnešné vlaky Ex 120 a 121 „Košičan“ a EN 444 a 445 „Slovakia“ v úseku Žilina – Košice na základe vysloveného precedensu najdlhšieho následného intervalu. Adekvátnou náhradou by v tomto prípade bolo rozšírenie prestupných možností medzi existujúcimi rýchlikmi Košice – Žilina a v zhustenom režime vedenými expresmi Žilina – Vsetín – Praha. Dnes sú takto cez deň ponúkané 4 prestupné spojenia, v rámci práce navrhujeme ich realizovanie v 2h takte (t.j.8 spojení). Ďalej navrhujeme zrušiť popoludňajší rýchlik Žilina – Bratislava, ktorý zhusťuje medzi 14. a 16.hodinou ponuku na 1h takt. Dôvodom je jednak nepárovosť tohto spojenia, ktorému chýba obratový spoj, ako aj zvýšenie potreby náležitostí o 1 súpravu s HDV, ktorá by dopravovala výhradne tento vlak. Adekvátnu náhradu tomuto spoju by však vzhľadom k jeho obsadenosti mala zabezpečiť systematicky regionálna doprava²⁷.

Bratislava – Zvolen – Banská Bystrica

Aktuálna ponuka dopravných služieb na tomto ramene predstavuje cca 2-4 h takt diaľkových vlakov, ktorý je doplnený o 1 pár expresných vlakov a 1 pár vlakov nočných, pričom jednotlivé vlaky sa odlišujú miestami zastavenia. Vzhľadom k tejto skutočnosti navrhujeme vedenie výhradne 1 vrstvy diaľkových vlakov (štandardná rýchla vrstva) v celodennom a celotýždennom 2h takte. Oproti dnešku táto skutočnosť znamená prevedenie vlakov Ex 530 a 531 „Hron“ do režimu štandardných rýchlikov s rovnakými zastaveniami ako pri ostatných vlakoch. Z hľadiska možnosti prechodenia staníc je táto alternatíva prípustná výhradne v stanicách Kozárovce (obec, bez nadväzujúcej regionálnej dopravy), Hronská Dúbrava (obec, prestup na nadväzujúcu regionálnu dopravu smer Kremnica a Banská Štiavnica veľmi nízky, početná obsluha osobnými vlakmi z 10 km vzdialeného Zvolena), prípadne tiež Žarnovica (mesto, obrat cestujúcich minimálny). Ďalšou možnosťou racionalizácie obsluhy v ramene Levice – Zvolen je realizovanie pásmovej dopravy, kde by

²⁷ Tá dnes zabezpečuje ranné zrýchlené vlaky z Púchova do Žiliny, popoludní sa však vlaky vracajú buď ako Os alebo R. V tomto smere navrhujeme vedenie výhradne cca 2 párov zrýchlených regionálnych spojov, ktoré budú vedené ráno smerovať do Žiliny a popoludní opačným smerom.

diaľkové vlaky zastavili výhradne v koncových staniach a v Žiari nad Hronom, pričom obsluha staníc Kozárovce, Nová Baňa, Žarnovica a Hronská Dúbrava by zostávala na osobných, prípadne zrýchlených vlakoch. V konzervatívnom návrhu však s poslednou alternatívou vzhľadom k nekonvenčnosti nebudeme uvažovať a prípadné prechodenie budeme pripúšťať výhradne v stanici Kozárovce a Hronská Dúbrava. V úseku Zvolen – Banská Bystrica navrhujeme ponechať aktuálne zastavovanie rýchlikov s výnimkou zastávky Zvolen mesto, ktorá je využívaná prevažne na regionálnu prepravu a je vzdialená od hlavnej zvolenskej stanice (Zvolen os. st.) cca 1 km. Túto skutočnosť umocňuje aj fakt, že hlavným dopravným uzlom v regionálnej aj diaľkovej doprave v meste Zvolen je práve spomínaná osobná stanica so susednou autobusovou stanicou. V tomto smere je badať rozdiel medzi Banskou Bystricou, kde je dvojica zastávok vzdialená obdobne 1 km, avšak neexistuje tu jednotný prestupný uzol, a tým pádom prechodenie zastávky Banská Bystrica mesto nie je vhodné.

Problematickým bodom diaľkových vlakov Zvolen – Bratislava je premiešavanie silnej regionálnej a diaľkovej frekvencie v úseku Bratislava – Šaľa. Dôsledkom je potom preťažovanie vlakov v úseku Bratislava – Šaľa ako aj následné prevážanie predimenzovanej súpravy v úseku Šaľa – Banská Bystrica. Tento jav je charakteristický pre ranné vlaky v smere do Bratislavy a popoludňajšie vlaky opačným smerom v pracovných dňoch. Z tohto dôvodu je nutné viesť v úseku Bratislava – Šaľa v týchto časoch alternatívne rýchle regionálne spoje, ktorých úlohou by bolo odľahčiť diaľkovým vlakom²⁸.

V prípade nočných R 800 a 801 „Poľana“ navrhujeme tieto vlaky ponechať len v režime posilových piatkovo - nedeľných vlakov a ušetrené výkony presunúť na doplnenie ponuky do 2h taktu. Kurzové vozne vedené R 800 a 801 z Košíc do Bratislavy navrhujeme prepravovať cez Žilinu, čo si v úseku Bratislava – Žilina vyžiada vedenie nového večerného rýchlika.

V rámci racionalizácie vozby vlakov na ramene Bratislava – Zvolen – Banská Bystrica s cieľom zrýchlenia prepravy navrhujeme zrušiť prepravu priamych vozňov v relácii Bratislava – Zvolen – Košice. Táto skutočnosť spôsobí jednak skrátenie pobytov vybraných vlakov v stanici Zvolen o cca 15 min, súčasne povedie tiež k zefektívneniu obehov vozňov a zníženiu ich potreby.

²⁸ Precedensom sú obdobné technologické riešenia v úsekoch Wien – Wiener Neustadt v Rakúsku. Konkrétny návrh pre trať Bratislava – Šaľa bol spracovaný napr. v práci (10).

Zvolen – Košice

Vzhľadom k nízkemu limitu objemu dopravných výkonov, ktorý na tejto trati umožňuje vedenie výhradne 4 párov rýchlikov plánujeme na tejto trati so zavedením obmedzeného štandardu, t.j. 2-4h taktu v prevažnej časti dňa. Súčasne vzhľadom k limitu navrhujeme zrušiť najprázdnejší pár vlakov na tejto trati, nočné R 800 a 801 „Poľana“, ktoré okrem piatkov a nediel' vykazujú vysoko podpriemernú obsadenosť vo väčšej časti trasy. V úseku s relatívne vyšším záujmom cestujúcich (ráno cca od Tornale do Košíc) navrhujeme tento vlak ponechať aj v pracovných dňoch, rovnako ako obratový pár vlakov.

Súčasne je vhodné posilniť ponuku rýchlikov v úseku Lučenec – Zvolen na cca 2h takt. Dôvodom je to, že tento úsek vykazuje najvyššiu obsadenosť vlakov z celého ramena a súčasne možnosť umocnenia synergického efektu ITG s tým, že by v stanici Zvolen vznikli od rána až do večera prípoje na R Bratislava – Zvolen, prípadne tiež aj v smere Zvolen – Žilina. Ďalším dôvodom je snaha o odľahčenie regionálnych vlakov a celkové skrátenie doby prepravy pre diaľkových cestujúcich. Je nutné podotknúť, že všetky uvádzané návrhy uvažujú s nárastom dopravných výkonov. Tento nárast je však na druhej strane bezpodmienečne nutné kompenzovať zachovaním aktuálnej potreby náležitostí.

Banská Bystrica – Žilina

Napriek limitu vlkm na tejto trati navrhujeme zaviesť celodenný 2h takt diaľkových vlakov. Aktuálna ponuka vlakov je vzhľadom k potenciálu tejto trate, ktorá na 96 km spája 2 krajské mestá (Žilinu a Banskú Bystricu, každé s cca 80 tis. obyvateľmi) a populačne veľké dvojmestie Martin a Vrútky (dovedna cca 70 tis. obyvateľov), absolútne nedostatočná²⁹. Táto trasa plní funkciu nosnej spojnice medzi stredným a severným Slovenskom na jednej strane a vďaka prestupom v Žiline súčasne aj s Českom. Z týchto dôvodov nenavrhujeme obmedzený štandard, ale práve plnohodnotný základný štandard. Zastavovanie vlakov ponecháme rovnaké ako v súčasnosti pri vlakoch kategórie Ex.

Žilina – Ostrava/Vsetín – Praha

Pre spojenie severného, východného a stredného Slovenska s Českom slúži rameno Žilina – Hranice – Praha s vetvami cez Púchov a Vsetín (južná vetva) na jednej strane a Čadcu, Český Těšín a Ostravu (severná vetva) na druhej strane. Na severnej vetve je v súčasnosti ponúkaný 2h takt rýchlej vrstvy doplnený o 2 páry komerčných spojov. Uvedený základný štandard navrhujeme ponechať bez zmeny. V prípade južnej vetvy ide dnes o vedenie 2-4 h

²⁹ Údaje o populačnej veľkosti podľa (20),

taktu vlakov, pričom prvý vlak odchádza zo Žiliny o 7.40 a posledný už o 15.40. Z tohto dôvodu navrhujeme zhustiť aktuálnu ponuku na tomto ramene na celodenný 2h takt, ako aj pridať nový vlak s odchodom po 17. h. Tento krok navrhujeme súčasne ako kompenzáciu za zrušenie predĺženého ramena 1 páru vlakov (Ex 120 a 121) až do Košíc. Na úkor tohto jedného nesystémového priameho spojenia by vznikla celodenná 2h ponuka spojení s prestupom. To zrušenie by navyše viedlo aj k úspore náležitostí (1 súprava a 1 HDV). Na druhej strane navrhované zhustenie taktu na 2h v úseku Žilina – Vsetín³⁰ nespôsobí nijaké zvýšenie potreby náležitostí, keďže by viedlo výhradne k zefektívneniu obehov vozidlového parku nasadzovaného na existujúce vlaky a obmedzeniu jeho prestojov.

(Praha) – Břeclav – Bratislava – Štúrovo – (Budapešť)

Na tomto ramene premáva dnes táto expresná vrstva v 2h takte. Okrem svojho čiastočného charakteru štandardnej rýchlej vrstvy v úseku Bratislava – Břeclav³¹ je z tarifného hľadiska pre tieto vlaky charakteristické platenie príplatkov k základnému cestovnému. Na tomto mieste sa však črtá otázka, či je možné toto príplatkové cestovné považovať za prípustné v subvencovanej osobnej doprave a uvedené tzv. globálne ceny nepovažovať za reprezentanta komerčne vedených spojov. Z tohto uhla pohľadu navrhujeme vedenie týchto vlakov v bezpríplatkovom režime a to aj vzhľadom k návrhu viesť tieto vlaky ako štandardnú rýchlu vrstvu, t.j. so zastavovaním v rýchlikových staniaciach. Dôvodmi pre takúto pomerne radikálnu zmenu sú skutočnosti, že

- limit vlkm neumožňuje vedenie súbežnej rýchlej, resp. zrýchlenej vrstvy vlakov, ku ktorým by mala expresná vrstva predstavovať kvalitatívnu nadstavbu. Na vedenie tejto požadovanej alternatívnej zrýchlenej vrstvy existuje limit vlkm výhradne v špičkách pracovných dní³²(10), čo je však vzhľadom k požadovaným nadväznostiam nedostatočné,
- nízka obsadenosť vlakov okrem špičiek, ktorá je napr. polovičná oproti štandardnej rýchlej vrstve vedenej v jednovrstvovom režime na ťahu Bratislava – Žilina,
- charakter jazdy týchto vlakov v úseku Štúrovo – Budapešť, kde vzhľadom k frekvencii zastavení nie je možné v žiadnom prípade hovoriť o expresnej vrstve³³.

³⁰V úseku Vsetín – Praha je už dnes 2h takt prítomný.

³¹Kde na rozdiel od klasickej rýchlej vrstvy nezastavuje iba v jedinom prípade, t.j. v stanici Malacky.

³² V úseku Bratislava – Nové Zámky sú v smere Bratislava – Galanta – Šaľa vedené aj štandardné rýchliky. Tieto však nie možné považovať za štandardné pásmové vlaky v rámci skúmaného ramena, ale ako ďalšiu linku, keďže nepremávajú do Nových Zámkov. Z tohto dôvodu nie je opodstatnenie pre vedenie expresnej vrstvy medzi Bratislavou a Novými Zámkami.

³³Na 70 km dlhej trati medzi Štúrovom a Budapešťou zastavuje v 3 nácestných staniaciach. Pre porovnanie v úseku Bratislava – Nové Zámky (91 km) nezastavuje ani raz.

Z uvedených dôvodov navrhujeme tieto vlaky zastaviť medzi Kútmi a Bratislavou aj v Malackách a medzi Bratislavou a Novými Zámkami vo všetkých rýchlikových staniach s výnimkou Šale. V opačnom prípade navrhujeme tieto vlaky vyňať spomedzi štátom spolufinancovaných liniek a ako namiesto nich viesť v úseku Břeclav – Bratislava a Bratislava – Nové Zámky štandardné rýchliky.

Bratislava – Prievidza

Tradičným rýchlikovým ramenom je trať Bratislava – Prievidza, kde je však desiatky rokov ponúkaný rovnaký rozsah dopravných služieb v podobe 2 párov denných a 1 páru posilových rýchlikov. Uvedená frekvencia obsluhy okrem toho, že ide o udržiavanie historického stavu je aj riešením pre dnešnú dobu nevhodným a anachronickým. Taktiež ide o riešenie vysoko neefektívne³⁴ a z pohľadu cestujúcej verejnosti neatraktívne. Z uvedených dôvodov navrhujeme na tomto ramene zvýšiť ponuku vlakov na obmedzený štandard. Nutnou podmienkou je zachovanie existujúcej potreby náležitostí. Výsledným stavom by mal byť 2h takt v špičkách a 4h v ostatných časoch.

Košice – Humenné

Aktuálne na tomto ramene premávajú rýchle regionálne vlaky (Humenné – Košice) a nočné diaľkové vlaky (Humenné – Bratislava a Humenné – Praha) v súhrnnom cca 2h takte. Rozdiel medzi vlakmi Zr a R spočíva najmä v hmotnosti súprav (radenie lôžkových a ležadlových vozňov) a s tým spojeným predlžovaním jazdných dôb a prechodením vybraných zastávok. V tejto diplomovej práci uvažujeme s vedením týchto vlakov striktno v 2h celodennom takte v rámci jedinej kategórie R. Najťažší pár vlakov na trati, nočné R 614 a 615 „Zemplín“ navrhujeme viesť naďalej vzhľadom k svojej hmotnosti s príprahom a prechodením vybraných frekvenčne slabých zastávok (Brekov, Bánovce nad Ondavou a Košice predmestie).

Vzhľadom k celkovému regionálnemu charakteru linky navrhujeme v špičke pracovných dní viesť 1 pár posilových spojov. S výnimkou nočných rýchlikov uvažujeme všetky vlaky ukončiť v Košiciach a zrušiť tak prepravy priamych vozňov. Cieľom je zefektívnenie obrátov vozidiel ako aj možnosť zníženia celkovej turnusovej potreby vozňov.

³⁴ Nízke kilometrické behy súprav, vysoká potreba hnacích vozidiel. Na 2 páry pravidelných vlakov sú turnusovo nasadzované 2 súpravy a 4 HDV. Na posilový rýchlik je nasadzovaná ďalšia súprava a HDV, ktoré sú však stiahnuté z regionálnej dopravy.

3.3.2 Konštrukcia sieťového grafu a definovanie taktových trás

V rámci konštrukcie ITG diaľkovej dopravy je najpodstatnejšou úlohou definovanie trás a prestupných väzieb a následná zostava sieťového grafu. Dosiahnutie optimálneho stavu z hľadiska prípojnosti s dôrazom na väzby medzi regionálnou a diaľkovou dopravou v prípade modifikovaného ITG znázorňuje kapitola 1.2.4. V praxi je však v prípade diaľkovej dopravy nutné aplikovanie uvedeného postupu založeného na maximalizácii zhody jednotlivých priestorových uzlov s adekvátnymi uzlami taktovými čiastočne obmedziť a to predovšetkým kvôli medzištátnej doprave. V rámci konštrukcie sieťového grafu totiž často dochádza k rozporom medzi požiadavkami na trasy vnútroštátnych spojov a realizovaním požadovaných prestupných väzieb medzi medzištátnymi a vnútroštátnymi linkami.

Vstupné podmienky

Vstupnými podmienkami z pohľadu diaľkovej dopravy sú podľa GVD 2012/2013 systematické trasy vlakov na:

- **linke Praha – Ostrava – Žilina**, ktoré do Čadce prichádzajú v N:13 a naopak odchod z Čadce do Česka v P:47, čo znamená príchod do Žiliny cca N:40 a odchod cca P:20,
- **linke Praha – Púchov – Žilina**, ktoré do Púchova prichádzajú v N:46 a odchod opačným smerom P:14, čo znamená príchod do Žiliny cca P:25 a odchod N:35,
- **linke Praha – Bratislava**, ktoré prichádzajú do Kútov v N:08 a odchádzajú P:52, čo následne predstavuje príchod do Bratislavy cca N:50 a odchod P:10,
- **linka Viedeň – Marchegg – Bratislava**, ktorá je vedená nesymetricky, keďže jej príchod na bratislavskú hlavnú stanicu je X:27 a odchod vždy X:42.
- **linka Budapešť – Košice** prichádza do Košíc N:50 a odchádza v P:10.

S uvedenými trasami nie je predpoklad možných posunov, z tohto dôvodu budú uvedené vstupné podmienky brané ako fixné. Na druhej strane za jedinú variabilnú systematicky vedenú linku je možné považovať diaľkové vlaky na ramene Bratislava – Štúrovo – Budapešť. Jednak kvôli tomu, že toto rameno je ukončené v Budapešti a súčasne vďaka veľkému počtu liniek (vedených spravidla v 1h takte) zaústených do budapeštianskeho uzla, kde nie je predpoklad nutnosti dodržiavať striktne dnešnú časovú polohy linky Bratislava – Budapešť.

Z vyššie vymenovaných vstupných parametrov vyplýva nasledujúca charakteristika uzlov:

- **uzol Bratislava** je linkou Praha – Bratislava – Budapešť definovaný ako uzol „typu O“ v párnú hodinu, resp. uzol typu „45/15“, linkou Viedeň – Bratislava ide však jednoznačne o uzol „typu 30“. Následkom tejto konštelácie je, že uzol Bratislava nie je

možné definovať ako jednotný uzol, ale ako dvojuzol, z čoho vyplýva, že vnútroštátne trasy budú v Bratislave nadväzovať buď na viedenské vlaky s cca 40min čakáním na pražské vlaky alebo na pražské vlaky s cca 30min čakáním na viedenské vlaky,

- **uzol Košice** ako uzol „typu O“ v párnú hodinu,
- **uzol Žilina** linkou od Ostravy ako uzol typu „45/15“ a linkou od Vsetína ako modifikovaný uzol „typu 30“. V prípade uzla Žilina vzniká navyše problém s dosiahnutím prípojných väzieb medzi uvedenou dvojicou liniek a vnútroštátnou linkou Bratislava – Žilina – Košice. V praxi je možné túto vnútroštátnu linku sprípojiť výhradne s jednou z uvedenej dvojice medzištátnych liniek³⁵, pričom pri druhej linke bude vždy dochádzať k systémovému neprípoju, keďže k obdobnému systémovému neprípoju dochádza aj medzi dvojicou spomínaných liniek navzájom.³⁶

Ďalšou skutočnosťou je dlhodobá fixácia vybraných vnútroštátnych diaľkových trás. Komerčné InterCity vlaky Bratislava – Košice premávajú tradične s odchodmi z Košíc a Bratislavy vždy v cca N:30, a analogicky príchodmi v P:30. Dôvodom sú nadväznosti na MHD v Bratislave a Košiciach v prípade prvých ranných a posledných večerných spojov (cca 5.30 a 22.30 h). K tejto linke je dlhodobo naviazaná linka Košice – Humenné, ktorá odchádza z Košíc cca P:45 a do Humenného prichádza cca P:30, symetricky opačným smerom. Vzhľadom k svojmu komerčnému a tradicionalistickému charakteru nie je predpoklad na výraznejšie posuny trás uvedenej komerčnej linky.

Definovanie uzlov

V rámci slovenskej siete diaľkovej dopravy dochádza k vymedzeniu výhradne 7 priestorových uzlov, v ktorých dochádza k stretaniu sa diaľkových liniek troch rôznych smerov (viď príloha 1). Okrem nich je možné definovať ďalšie uzly, z ktorých sú vedené odbočky v podobe spojovacích tratí medzi rôznymi linkami diaľkovej dopravy³⁷ alebo uzlov, kde regionálna doprava plní funkciu nosnej linky diaľkovej dopravy³⁸.

³⁵Vytvorenie prípojných väzieb na obe linky je možné jedine v prípade, ak vnútroštátne spoje linky Bratislava – Košice prídu do Žiliny v čase pred odchodom vlakov smer Ostrava a odídu po príchode vlakov od Vsetína. Ide tak o predĺženie pobytu vlaku na súčet minimálneho prestupného času od R smer Ostrava (3 min), časového rozdielu medzi odchodom a príchodom dvojice medzištátnych liniek (cca 5 min) a minimálneho prestupného času zo smeru Vsetín na R (6 min), čo znamená minimálne 14 min, t.j. predĺženie pobytu oproti súčasnosti o 10 min a zhoršenie atraktivity takéhoto spojenia.

³⁶Príchod vlakov od Ostravy je do Žiliny v cca P:40 a odchod vlakov smer Vsetín v cca P:35, t.j. 5 min pred príchodom ostravskej linky. Symetricky opačným smerom.

³⁷Spojovacia trať Trnava – Galanta, kde stanica Trnava leží na ramene Bratislava – Žilina (obe linky) a stanica Galanta leží na ramene Bratislava – Zvolen/Budapešť (obe linky), pričom na tejto trati je vedená výhradne regionálna doprava.

³⁸Uzol Kysak a trať Košice – Kysak – Žilina/Prešov.

Tabuľka 3: Vstupná charakteristika dopravných uzlov

Uzol	Požadované prestupné väzby/ priame spojenia	Požadovaná časová poloha	Determinovaná časová poloha*
Bratislava	Žilina [R]/Budapešť/Zvolen – Praha, Žilina/Budapešť/Zvolen – Viedeň.	Lubovoľný jednotný uzol	Dvojuzol „45/15+30“
Žilina	Bratislava/Zvolen/Košice – Ostrava, Zvolen/Košice – Vsetín Košice/Zvolen/Ostrava – Bratislava	Uzol typu „O“ alebo modifikovaný uzol typu „30“	Dvojuzol „45/15+30“
Košice	Žilina/Zvolen/Budapešť – Humenné Budapest/Žilina – Humenné	Uzol typu „O“ alebo modifikovaný uzol typu „30“	Dvojuzol „0+30“
Zvolen	Bratislava/Žilina – Košice Bratislava/Košice – Žilina	Uzol typu „O“	-
Vrútky	Zvolen/Košice – Žilina Zvolen – Košice	Modifikovaný uzol typu „30“ alebo uzol „typu 45/15“	-
Púchov	Bratislava/Vsetín – Žilina Bratislava - Vsetín	Modifikovaný uzol typu „30“ alebo uzol „typu 45/15“	-
Leopoldov	Žilina/Prievidza – Bratislava	Lubovoľne	-
Trnava	Žilina – Bratislava Žilina – Galanta	Lubovoľne	-
Galanta	Budapešť/Zvolen – Bratislava Budapešť/Zvolen – Trnava	Lubovoľne	-

* podľa vstupných požiadaviek medzištátnej a komerčnej dopravy.

Zdroj: autor.

Zoznam jednotlivých uzlov, vrátane požadovaných prestupných väzieb a časových polôh znázorňuje tabuľka 3. Z tabuľky vyplýva, že ide o uzly:

- **Bratislava**, kde dochádza k vzájomnému stretaniu sa liniek zo smerov Praha, Viedeň, Budapešť, Zvolen a Košice. Z časového hľadiska je tento uzol vzhľadom k vstupným podmienkam medzištátnej dopravy definovaný ako kombinovaný ako dvojuzol typu „0+30“, z priestorového hľadiska ide o uzol „typu X“, čomu postačuje definovanie časového uzla typu „45/15“.
- **Žilina**, kde dochádza k stretaniu sa liniek od Bratislavy, Košíc, Ostravy, Zvolena a Vsetína. Z časového hľadiska je aj tento uzol medzištátnou dopravou definovaný ako dvojuzol „30+45/15“, resp. „0+30“; z priestorového hľadiska (uzol „typu +“) by však bolo ideálne Žilinu koncipovať ako uzol typu „O“, čo však nie je možné.
- **Zvolen**, kde dochádza k stretaniu sa liniek smerom od Žiliny (Banskej Bystrice), Košíc a Bratislavy. Z priestorového hľadiska ide o uzol „typu +“, z tohto pohľadu je optimálne Zvolen definovať ako uzol „typu O“,
- **Košice**, kde sa stretávajú linky Košice – Žilina – Bratislava, Košice – Zvolen, Košice – Humenné a Košice – Budapešť. Z priestorového hľadiska ide v prípade takejto konštelácie o kombináciu uzol „typu +“ a uzla „typu Y“, inými slovami ideálne je uzol definovať ako časový uzol typu „O“, prípadne vzhľadom k dvojvrstvovej obslužnosti na ramene do Žiliny aj ako modifikovaný „uzol 30“. Vstupné podmienky však tento uzol determinujú na koncept „dvojuzlu 0+30“,

- **Leopoldov**, v ktorom sa rozvetvuje trať z Bratislavy na dvojicu rovnobežne smerovaných tratí do Žiliny a Prievidze. Z tohto dôvodu ide u priestorový uzol „typu Y“, kde nie je nutné brať ohľad na prestupné väzby medzi linkami,
- **Vrútky**, kde dochádza, podobne ako v Leopoldove k vetveniu trate od Žiliny smerom na východ do Košíc a na juh do Zvolena. Oproti Leopoldovu, však prestup medzi dvojicou liniek potenciálny je (priestorový uzol „typu +“) a vzhľadom k tomu, že do Žiliny sú vedené 2 linky je pre tento uzol postačujúca definícia ako modifikovaný uzol „typu 30“ alebo „45/15“,
- **Púchov**, charakterom podobný Vrútkam (priestorový uzol „typu +“, stretanie sa 2 liniek, z ktorých obe vedú jedným smerom po tej istej trati), takže v tomto prípade opäť postačuje definovanie ako uzol typu „30“, resp. „45/15“.
- **Trnava**, s odbočujúcou spojovacou traťou do Galanty. Z hľadiska prestupných väzieb je nutné zabezpečiť prípoj v smere Žilina – Trnava – Galanta.
- **Galanta**, s odbočkou do Trnavy, pričom rozhodujúca prestupná väzba je v smere Trnava – Galanta – Zvolen/Budapešť.
- **Kysak**, v prípade ktorého ide o priestorový uzol „typu +“, kde sa rozvetvujú linky vedené z Košíc smerom do Prešova a Žiliny. Požadovaná časová konštelácia je rovnaká ako v prípade Vrútok a Púchova, t.j. uzol typu „30“, resp. „45/15“.

Konštrukcia sieťového grafu

V rámci konštrukcie sieťového grafu ITG je kľúčové definovať požadované prípojné väzby v závislosti od splnenia vstupnej požiadavky ITG, ktorou je tzv. kruhová rovnica. Vo všeobecnosti ide o vytvorenie okruhov s dĺžkou rovnou vždy n-násobku základného sieťového intervalu, v tomto prípade dĺžky 2 h. Časové dĺžky jednotlivých uzatvorených okruhov na definovanej dopravnej sieti v závislosti od determinujúcich požiadaviek existujúcej infraštruktúry a vozidlového parku znázorňuje tabuľka 4. Z dosahovaných časových hodnôt vyplýva, že požadovaný n-násobok je dosiahnuteľný v prípade okruhu Košice – Vrútky – Zvolen – Košice (8 h) a Košice – Vrútky – Žilina – Bratislava – Zvolen – Košice (12 h). Na základe uvedenej dvojice okruhov je možné konštruovať ITG s dosiahnutím prestupných väzieb v smere oboch okruhov, pričom nie je bezpodmienečne nutné využívať pri spojení severnej a južnej trasy spojovaciu trať Trnava – Galanta a prestupnú väzbu je možné uskutočniť v Bratislave.

Tabuľka 4. Časové trvanie jednotlivých okruhov v sieti

Okruh	Vrstva	Trvanie
Košice – Vrútky – Zvolen – Košice	R	8 h
Žilina – Vrútky – Zvolen – Galanta – Trnava – Žilina	R	7 h 5 min
	R+Ex	6 h 35 min
Žilina – Vrútky – Zvolen – Bratislava – Žilina	R	7 h 30 min
	R+Ex	7 h 5 min
Žilina – Košice – Zvolen – Bratislava – Žilina	R	12 h
	R+Ex	11 h 15 min
Žilina – Košice – Zvolen – Galanta – Trnava – Žilina	R	11 h 35 h
	R+Ex	10 h 45 min

Zdroj: (23), výpočty autor.

Vzhľadom k požiadavke všesmerových prestupných väzieb v uzle Zvolen, je tento uzol nutné definovať ako časový uzol „typu O“, t.j. v závislosti od 2h taktu s časom prechodu vždy v celú hodinu. Z tejto konštelácie vyplývajú nasledujúce približné časové polohy vlakov v sieti:

- Zvolen (N:00) – Košice (P:20),
- Košice (N:40) – Zvolen (N:00),
- Košice (P:25) – Vrútky (N:10) – Žilina (N:30-35) – Trnava (N:35) – Bratislava (P:05),
- Bratislava (N:55) – Trnava (P:25) – Žilina (P:25-30) – Vrútky (P:50) – Košice (N:35),
- Zvolen (N:05) – Galanta (N:25) – Bratislava (P:00),
- Bratislava (P:00) – Galanta (P:35) – Zvolen (P:55),
- Zvolen (N:05) – Vrútky (P:45) – Žilina (N:05),
- Žilina (P:55) – Vrútky (N:15) – Zvolen (P:55).

V rámci uvedenej koncepcie dochádza k relatívne ostrým prestupným časom v dĺžke 5 min vo všetkých prestupných uzloch (Zvolen os. st., Košice, Vrútky, Bratislava - Vinohrady), čo môže byť vzhľadom ku konštrukcii GVD a technologickým obmedzeniam infraštruktúry problematické. Druhým limitujúcim faktorom sú determinované trasy medzištátnych vlakov, kde napr. navrhovaná trasa rýchlíkov v úseku Púchov – Žilina kolide s medzištátnymi vlakmi. Z tohto dôvodu je nutné vykonať posun celého systému o 5 min do nasledujúcich časových polôh:

- Zvolen (P:55) – Košice (P:15),
- Košice (N:45) – Zvolen (N:05),
- Košice (P:20) – Vrútky (N:05) – Žilina (N:25-30) – Trnava (N:30) – Bratislava (P:00),
- Bratislava (P:00) – Trnava (P:30) – Žilina (P:30-35) – Vrútky (P:55) – Košice (N:40),
- Zvolen (N:10) – Galanta (N:30) – Bratislava (P:05),
- Bratislava (N:55) – Galanta (P:30) – Zvolen (P:50),

- Zvolen (N:10) – Vrútky (P:50) – Žilina (N:10), Žilina (P:50) – Vrútky (N:10) – Zvolen (P:50).

Tým posunom došlo k predĺženiu čakacích časov v stanici Zvolen os. st. z max. 10 min (prestupná väzba Bratislava – Zvolen – Vrútky) až na 20 min., čo je vzhľadom k atraktivite spojenia smerom od Bratislavy do Banskej Bystrice riešenie veľmi sporné³⁹. Alternatívou voči tomuto scenáru je vedenie duplicitného počtu súbežných diaľkových vlakov v úseku Zvolen – Banská Bystrica cca v 20min slede. Toto riešenie je však vzhľadom k limitu vlkm, zvýšeným nákladom ako aj priepustnosti trate taktiež nevhodné. Z týchto dôvodov navrhujeme vypustiť v Košiciach prestupnú väzbu v smere Zvolen – Košice – Žilina s argumentom protismernosti⁴⁰ a viezť vlaky Košice – Zvolen cca 10 min skôr, čím sa docieli skrátenie prestupnej väzby vo Zvolene v smere Bratislava – Banská Bystrica na max. 5 min⁴¹. Po uvedenej úprave budú trasy vlakov nasledovné:

- Zvolen (N:10) – Košice (P:30),
- Košice (N:30) – Zvolen (P:50),
- Košice (P:20) – Vrútky (N:05) – Žilina (N:25-30) – Trnava (N:30) – Bratislava (P:00),
- Bratislava (P:00) – Trnava (P:30) – Žilina (P:30-35) – Vrútky (P:55) – Košice (N:40),
- Zvolen (N:00) – Galanta (N:20) – Bratislava (N:55),
- Bratislava (P:05) – Galanta (P:40) – Zvolen (N:00),
- Zvolen (N:05) – Vrútky (P:45) – Žilina (N:05),
- Žilina (P:55) – Vrútky (N:15) – Zvolen (P:55).

Časová poloha liniek v uzle Bratislava umožňuje realizovať okamžité prestupné väzby smerom od vlakov z Česka, ktoré do Bratislavy prichádzajú N:50 a odchádzajú P:10, na rýchliky smer Žilina a Zvolen. Okrem rozviazania prípojnej väzby v Košiciach došlo na druhej strane k predĺženiu prestupnej väzby vo Vrútkach z cca 5 min na 10 min, čo predstavuje vyššiu stabilitu v prípade meškaní a nepravidelností prevádzky. Podobne došlo k zvýšeniu stability prestupov aj v stanici Zvolen. Z pohľadu komerčných vlakov InterCity Bratislava – Žilina – Košice je nutné tieto vlaky viezť vždy buď 4 alebo 10 min pred

³⁹ V GVD 2011/2012 je štandardný cestovný čas medzi Bratislavou a Banskou Bystricou rýchlikom 3 h 30 min, expresom 3 h. Po uplatnení 20min pobytu vo Zvolene by sa cestovný čas predĺžil až na 3 h 40 min.

⁴⁰ Spojenie od Zvolena do Košíc je od Rožňavy vedené výhradne východným smerom a spojenie od Žiliny taktiež východným, resp. juhovýchodným smerom. Z hľadiska reálneho dopytu je možné uvažovať jedine s požiadavkou po spojení zo smeru Zvolen do stanice Kysak, ktorá je však výhradne prestupným uzlom a v smere od Košíc je pomerne komfortne obslužená regionálnou dopravou.

⁴¹ Skrátenie na max. 5 min je možné aj vedením priamych vlakov Bratislava – Zvolen – Banská Bystrica – Vrútky.

rýchlikmi⁴² alebo 20 min po rýchliku. V kombinácii s požadovanými časovými polohami cca N:30 z Bratislavy aj Košíc pripadajú do úvahy cca nasledovné trasy InterCity vlakov:

- a) Bratislava N:50 – Trnava (N:15) – Žilina (N:50) – Košice (P:35),
Košice (N:25) – Žilina (P:10) – Trnava (P:45) – Bratislava (P:10).
- b) Bratislava N:55 - Trnava (N:20) – Žilina (N:55) – Košice (P:40),
Košice (N:20) – Žilina (P:05) – Trnava (P:40) – Bratislava (P:20).
- c) Bratislava N:30 - Trnava (P:55) – Žilina (N:30) – Košice (P:15),
Košice (N:45) – Žilina (P:30) – Trnava (N:05) – Bratislava (P:30),

pričom variant C si vynucuje v okolí Žilina predchádzať R Bratislava – Žilina – Košice. Variant A zas znamená systémový cca 0min neprípoj od determinovaných medzištátnych vlakov Praha – Břeclav – Bratislava v Bratislave. Variant B naopak oba uvedené nedostatky eliminuje, navyše v úseku Kysak – Košice je vedený cca v preklade s rýchlikmi, čo umožňuje pomerne komfortne riešiť v 1h takte prestupnú väzbu smerom do Prešova, ako aj väzbu z Košíc smerom na Humenné. Z tohto dôvodu navrhujeme aplikovať práve variant C.

Na komerčné InterCity vlaky Bratislava – Košice sú tradične naviazané aj rýchliky z Košíc do Humenného. Vzhľadom k polohe uvedených komerčných vlakov navrhujeme viesť tieto prípojné vlaky nasledovne:

- Košice (P:45) – Trebišov (N:30-40) – Michalovce (P:00) – Humenné (P:25),
- Humenné (N:35) – Michalovce (P:00) – Trebišov (P:20-P:30) – Košice (N:15).

3.3.3 Výsledný návrh sieťového grafu

V rámci paragrafu 3.3.2 došlo k definovaniu približných koncepčných časových polôh jednotlivých liniek. Z hľadiska technologických možností infraštruktúry bolo nutné uvedené koncepčné trasy konštruovať do GVD.

V rámci vlastnej konštrukcie GVD boli definované jazdné doby na základe radení vlakov. Uvažované maximálne kapacity vlakov (na základe údajov z kapitoly 3.1.3) a im zodpovedajúce maximálne použité normatívy hmotnosti znázorňuje tabuľka 5. Je nutné poznamenať, že všetky použité jazdné doby boli prevzaté na základe uvedených údajov z platných, resp. v minulosti platných Zošitových cestovných poriadkov⁴³(23).

Príloha 2 znázorňuje tabelárne cestovné poriadky pre všetky definované linky a všetky prechádzané stanice, v prílohe 3 sú graficky konštruované cestovné poriadky pre trate

⁴²Z hľadiska priepustnosti trate Bratislava – Trnava je nutné v záujme realizácie 30min taktu prímestských Os vlakov v úseku Bratislava – Pezinok viesť vlaky v nasledujúcom poradí Os do Trnavy (X:00), R (X:25), Os do Pezinka (X:30), IC (X:45), R (X:49), R (X:55).

⁴³ V prípade trate Nové Mesto nad Váhom – Púchov jazdné doby bez aktuálnych výlukových prírážok.

s viacvrstvovou obsluhou⁴⁴. V prípade tratí s jednovrstvovou diaľkovou dopravou sú časové polohy možných kolíznych bodov znázornené výhradne v nasledujúcich paragrafoch. Tie taktiež zobrazujú konštruované časové polohy jednotlivých ramien a sledu vlakov v uzloch.

Tabuľka 5: Vstupné požiadavky pre stanovenie jazdných dôb

Typ	Rameno	HDV	Rýchlosť	Hmotnosť	Radenie	Kapacita
R	Bratislava – Zvolen – B. Bystrica	240	120 km/h	400 ton	5xB, 1xBDs, 1xA	590
R	Banská Bystrica – Žilina	754	100 km/h	200 ton	3xB, 1xBDs	290
R	Břeclav – Bratislava	350	140 km/h	500 ton	7xB, 1xWr, 1xA	540
	Bratislava – Budapešť	240	120 km/h			
R	Bratislava – Žilina – Košice	362	120 km/h	630 ton	8xB, 1xBDs, 1xWr, 1xA	760
R	Zvolen – Košice	754	100 km/h	200 ton	3xB, 1xBDs	290
R	Košice – Trebišov	163	100 km/h	350 ton	6xB, 1xBDs	540
	Trebišov – Humenné	754				
Ex	Bratislava – Žilina – Košice	350	160 km/h	610 ton	8xB, 1xBDs, 1xWr, 1xA	760
R	Bratislava – Prievidza	750	100 km/h	350 ton	8xB	640

Zdroj: autor.

Trat' Břeclav – Bratislava – Štúrovo

V rámci tejto diplomovej práce bolo navrhnuté dnešnú expresnú vrstvu týchto vlakov preklasifikovať do štandardnej rýchlej vrstvy, čo znamená pridanie zastavenia navyše v staniciach Malacky, Bratislava - Vinohrady a Galanta s fixovanou časovou polohou týchto vlakov v stanici Kúty. Vzhľadom k častému mimoriadnemu prepriahaniu v Bratislave hl. st. navrhujeme predĺžiť pobyt v tejto stanici na cca 10 min, čo by znamenalo jednak časovú rezervu pre mimoriadne vykonávané preprahy a súčasne časovú rezervu pre skracovanie meškania. Vzhľadom k dvojkoľajnosti tejto trate v celom úseku nie je nutné brať ohľad na vzájomné stretanie sa protismerných vlakov v staniciach, na druhej strane je však v prípade stretania sa takýchto vlakov v staniciach nutné dodržiavať perónové intervaly vrátane sledu vlakov v staniciach, s výnimkou staníc Nové Zámky a Bratislava hl. st., ktoré sú peronizované. Konštruované časové polohy vlakov sú nasledovné:

- Břeclav (P:57) – Kúty (N:08-09) – Malacky (N:23-24) – Bratislava hl. st. (N:48-N:57) – Bratislava - Vinohrady (P:02-03) – Galanta (P:29-31) – Nové Zámky (P:56-58) – Štúrovo (N:23),
- Štúrovo (P:37) – Nové Zámky (N:02-04) – Galanta (N:29-30) – Bratislava- Vinohrady (N:57-58) – Bratislava hl. st. (N:03-N:12) – Malacky (N:37-38) – Kúty (N:51-52) – Břeclav (N:03).

⁴⁴ V prípade týchto tratí je komplikované tabelárne identifikovať možnú prítomnosť kolíznych bodov v staniciach, kde dochádza k stretaniu sa protismerne idúcich vlakov, predovšetkým však situáciách, keď jeden z dvojice vlakov v stanici nezastavuje a druhý áno.

Trat' Bratislava – Žilina – Košice

Ku konštrukcii trás na tejto trati prispieva niekoľko sporných bodov. Prvým je sled vlakov v stanici Bratislava hl. st., druhým sú úrovňové nástupištia vo väčšine nácestných rýchlikových staníc v úseku Vrútky – Košice⁴⁵, vrátane stanice Púchov, čo vzhľadom k vzájomnému stretaniu sa protismerných vlakov môže vyvolať kolízne situácie. Okrem tradičného problému kolíznych situácií v osi symetrie je však vzhľadom k viacvrstvovej obsluhu tento problém umocnený aj vo všetkých prípadoch stretania sa protismerných rýchlikov a expresov. Posledný problém je spojený s determinovanými medzištátnymi vlakmi, s ktorými trasy vnútroštátnych vlakov nemôžu kolidovať.

Na základe uvedených obmedzujúcich podmienok boli definované nasledujúce trasy:

- **rýchlik** Bratislava (N:57) – Trnava (P:27-29) – Nové Mesto n. V. (N:05-07) – Trenčín (N:23-25) – Žilina (P:29-33) – Vrútky (P:49-51) – Kľačany (N:03-05) – Ružomberok (N:20-22) – Liptovský Mikuláš (N:39-41) – Štrba (P:08-10) – Poprad (P:23-25) – Spišská Nová Ves (P:43-45) – Margecany (N:09-11) – Kysak (N:25-27) – Košice (N:39),
- **rýchlik** Košice (P:21) – Kysak (P:33-35) – Margecany (N:49-51) – Spišská Nová Ves (N:16-18) – Poprad (N:36-39) – Štrba (P:02-04) – Liptovský Mikuláš (P:20-22) – Ružomberok (P:39-41) – Kľačany (P:54-56) – Vrútky (N:09-11) – Žilina (N:27-30) – Trenčín (P:34-36) – Nové Mesto n. V. (N:51-53) – Trnava (N:29-31) – Bratislava (P:03),
- **InterCity** Bratislava (N:53) – Trnava (P:18-19) – Trenčín (P:58-59) – Žilina (N:52-55) – Liptovský Mikuláš (P:50-52) – Poprad (N:31-33) – Kysak (N:26-27) – Košice (N:39),
- **InterCity** Košice (N:21) – Kysak (P:33-35) – Poprad (P:29-31) – Liptovský Mikuláš (N:07-09) – Žilina (P:06-09) – Trenčín (N:02-03) – Trnava (N:41-42) – Bratislava (P:07).

Trat' Bratislava – Zvolen – Banská Bystrica – Žilina

Vzhľadom k skutočnosti, že trať je z väčšej časti jednokoľajná⁴⁶ je nutné vyriešiť problematiku križovaní v adekvátnych dopravných, podľa možnosti pritom eliminovať pobyty z dopravných dôvodov. Na dvojkolejných úsekoch je navyše nutné riešiť sled vlakov

⁴⁵ Ostrovnými nástupišťami nie sú vybavené rýchlikové stanice Kľačany, Ružomberok, Liptovský Mikuláš, Štrba, Spišská Nová Ves, Margecany a Kysak.

⁴⁶ v úseku Palárikovo – Zvolen – Odb. Dolná Štubňa

a perónové intervaly. V návrhu sa navyše počíta s vykonávaním preprahov medzi elektrickou a nezávislou trakciou v stanici Banská Bystrica.

Vzájomné stretanie sa protismerných vlakov je naplánované v dvojkoľajných úsekoch Palárikovo – Tvrdošovce a Žilina – Varín a v staniciach Kozárovce, Zvolen os. st. a z dopravných dôvodov aj Harmanec jaskyňa. Konštruované trasy sú nasledovné:

- Bratislava hl. st. (P:04) – Galanta (P:34-36) Palárikovo (prechod N:01) – Šurany (N:08-10) – Kozárovce (P:00-P:01) – Zvolen os. st. (P:58-N:01) – Banská Bystrica (N:23-N:35) – Harmanec jaskyňa (N:59-P:02) – Vrútky (P:45-47) – Žilina (N:04),
- Žilina (P:56) – Vrútky (N:12-14) – Harmanec jaskyňa (prechod P:01) – Banská Bystrica (P:23 – P:36) – Zvolen os. st. (P:59-N:02) – Kozárovce (P:59-01) – Šurany – (P:50-51) – Palárikovo (prechod P:59) - Galanta(N:21-23) – Bratislava hl. st. (N:56).

Trat' Zvolen – Lučenec – Košice

Na trati Zvolen – Košice, ktorá je čiastočne dvojkoľajná sa opäť vyskytujú problémy križovaní a perónových intervalov. Vzhľadom k atypickému 4h taktu s vloženými vlakmi po 2 h vo vybraných špičkových časoch je nutné uvažovať so systémovými jazdnými dobami dĺžky 1 h. Konštruované trasy tak počítajú s križovaním vlakov v staniciach Lučenec a Lenartovce a vzájomnému stretaniu sa na dvojkoľajnom úseku medzi stanicami Hrhov a Dvorníky. Konkrétne ide o trasy:

- Zvolen os. st. (N:13) – Lučenec (N:59-P:01) – Lenartovce (P:58-N:01) – Rožňava (N:39-40) – Košice (P:37),
- Košice (N:25) – Rožňava (P:20-P:21) – Lenartovce (P:59-N:00) – Lučenec (N:58-P:02) – Zvolen os. st. (P:47).

Grafikon je navyše konštruovaný aj vzhľadom k obmedzeniu potreby vozidiel. Celková potreba súprav a HDV sú 4 kusy. Na obraty súprav je v stanici Košice vždy 48 min, vo Zvolene 144 min a v Lučenci 123 min, vždy s použitím toho istého HDV.

Trat' Bratislava – Prievidza

Na tejto trati neboli stanovené koncepčné časové polohy vzhľadom k skutočnosti, že nie je nutné dodržať v podstate žiadne prestupné väzby v nácestných staniciach a jedinou potenciálnou prestupnou väzbou sú regionálne vlaky z Prievidze cez Hornú Štubňu do Turčianskych Teplíc (na ramene Zvolen – Žilina). V rámci ITG by tieto regionálne vlaky mali nadväzovať v oboch koncových staniciach.

V rámci konštruovaných trás bolo zvolené vozidlo nezávislej trakcie v celom úseku Prievidza – Bratislava, bez preprahu za elektrický rušeň v stanici Leopoldov. Na jednej strane

je síce jazdná doba z Leopoldova do Bratislavy o 6 min dlhšia, na druhej strane je pobyt vlakov v Leopoldove skrátenej z cca 10 min len na 2 min. V rámci tohto riešenia sa docieli súčasne zníženie potreby vozidiel. Vzhľadom k priepustnosti trate Bratislava – Trnava je použitie pomalšieho vozidla nezávislej trakcie taktiež výhodnejšie, keďže znižuje rýchlostnú heterogenitu vlakov a tým pádom umožňuje relatívne variabilnejšie vedenie dotknutých vlakov. V rámci konštrukcie GVD je možné na tejto trati uvažovať s nasledujúcimi trasami:

- a) Bratislava (P:03) – Prievidza (N:40), prípoj Prievidza (N:45) – Turč. Teplice (N:00),
- b) Bratislava (P:33) – Prievidza (N:15), prípoj Prievidza (N:25) – Turč. Teplice (P:40),
- c) Bratislava (N:03) – Prievidza (P:40), prípoj Prievidza (P:45) – Turč. Teplice (P:00),
- d) Bratislava (N:33) – Prievidza (P:15), prípoj Prievidza (P:25) – Turč. Teplice (N:40),

variant a) je vzhľadom ku kapacite stanice Bratislava hl. st. neuskutočniteľný, v prípade variantov b) a c) nemá prípojná linka do Turčianskych Teplíc prípoje na nijaké diaľkové vlaky. Z tohto dôvodu bude aplikovaný variant d). Po jeho aplikácii sú získané trasy nasledovné:

- Bratislava (N:31) – Trnava (P:05-07) – Leopoldov (P:21-23) – Hlohovec (P:29-31) – Koniarovce (P:56-N:02) – Topoľčany (N:15-16) – Nováky (N:59-P:00) – Prievidza (P:09),
- Prievidza (N:47) – Nováky (N:56-P:02) – Topoľčany (P:46) – Koniarovce (N:00-01) – Hlohovec (N:27-31) – Leopoldov (N:37-39) – Trnava (N:52-54) – Bratislava (P:29),
- prípojná linka Prievidza (P:25) – Handlová (P:56-N:02) – Horná Štubňa (N:26-29) – Turčianske Teplice (N:38-39) – Diviaky (N:42),
- prípojná linka Diviaky (P:28) – Turčianske Teplice (P:31-32) – Horná Štubňa (P:43-P:46) – Handlová (P:59-N:00) Prievidza (N:31).

GVD na trati Bratislava - Prievidza je konštruovaný podobne ako v prípade trate Zvolen - Košice na základe minimalizácie potreby vozidiel, čoho dôsledkom je základný cca 4h takt doplnený v špičke na 2h. Celková potreba vozidiel činí 3 súpravy a 3 HDV.

Trat' Košice – Humenné

Trat' Košice – Humenné je podobne ako trat' Zvolen – Košice alebo Bratislava – Zvolen čiastočne dvojkolažná. Na dvojkolažnom úseku zastavujú vlaky výhradne v zastávke Košice predmestie, čiže nie je potrebné zaoberať sa perónovými intervalmi. Na jednokolažnej trati je naopak nutné riešiť križovanie vlakov. Vzhľadom k špičkovému 1h taktu vlakov na tejto trati musí byť dodržaná 30min systémová jazdná doba, v stanici Trebišov navyše dochádza

k preprahom z elektrickej do nezávislej trakcie. Na základe koncepcnej polohy vlakov boli konštruované trasy:

- Košice (P:46) – Trebišov (N:27-37) – Michalovce (N:59-P:00) – Strážske (P:11-13) – Humenné (P:24),
- Humenné (N:36) – Strážske (N:46-47) – Michalovce (N:58-P:00) – Trebišov (P:22-32) – Košice (N:15).

Medzištátne trate

Na tratiach Žilina – Čadca – Ostrava – Praha, Žilina – Púchov – Vsetín – Praha, Bratislava – Devínska Nová Ves – Viedeň a Košice – Budapešť nebudú v rámci tejto diplomovej práce uvažované posuny časových polôh cez štátnu hranicu. V prípade vybraných liniek však budú vykonané mierne modifikácie na slovenskom úseku vďaka pridaniu dodatočných zastavení. Konkrétne ide o zastavenie vlakov v staniach Považská Bystrica a Kysucké Nové Mesto. Výsledné časové polohy vlakov budú potom nasledovné:

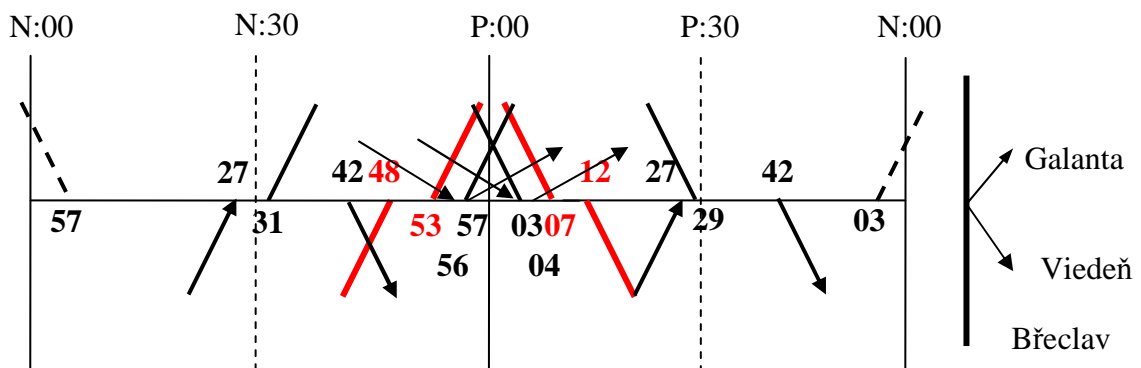
- Žilina (P:19) – Kysucké Nové Mesto (P:26-27) – Čadca (P:45-47) – Ostrava,
- Ostrava – Čadca (N:13-15) – Kysucké Nové Mesto (N:32-33) – Žilina (N:41),
- Žilina (N:35) – Považská Bystrica (P:00-02) – Púchov (P:12-14) – Vsetín,
- Vsetín – Púchov (N:46-48) – Považská Bystrica (N:58-P:00) – Žilina (P:25),
- Košice (P:03) – Budapešť,
- Budapešť – Košice (N:57),
- Bratislava hl. st. (X:42) – Devínska Nová Ves (X:55-56) – Viedeň,
- Viedeň – Devínska Nová Ves (X:12-13) – Bratislava hl. st. (X:27).

3.3.4 Výsledný návrh prestupných väzieb v uzloch

V rámci definovanej siete dochádza k stretaniu sa diaľkových vlakov v uzloch Bratislava, Žilina, Košice, Zvolen a Vrútky. V nasledujúcej časti budú znázornené realizované prestupné väzby v jednotlivých uzlových staniach.

Uzol Bratislava

V uzle Bratislava dochádza k stretaniu sa vlakov zo smeru Břeclav, Viedeň, Budapešť, Žilina a Zvolen. V stanici Bratislava hl. st. sú vo všeobecnosti umožnené prestupné väzby zo smeru Břeclav smer Nové Zámky (priamy vlak), Zvolen (16 min), Žilina (IC – 5 min, R – 9 min) a zo smeru Viedeň na všetky smery. Prestup medzi R Bratislava – Žilina smer Galanta je možný v zastávke Bratislava - Vinohrady. Pri prestupe na R smer Zvolen ide o čakací čas 14 min, v prípade R smer Nové Zámky 7 min.



Obrázok 14: Schéma prestupných väzieb v stanici Bratislava hl. st.
Zdroj: autor.

Schému prestupných väzieb v stanici Bratislava hl. st. znázorňuje obrázok 14. Je zjavné, že najväčšia koncentrácia dopravy je sústredená v okolí celej párnej hodiny, čo vyvoláva problematickú situáciu z hľadiska sledu vlakov na staničných koľajach a zhlaviach. Z hľadiska možných kolíznych bodov je najväčším problémom relatívne krátky čas (6 min) medzi odchodom a príchodom vlakov v smere Galanta a Trnava. Uvedený 6min interval je síce postačujúci, avšak z hľadiska stability GVD je relatívne krátky. Z tohto dôvodu je vhodné uvedené vlaky viesť zhlavím tak, aby nevznikal nijaký kolízny bod. Rovnako, vzniká problematická situácia aj v prípade naraz odchádzajúcich vlakov smer Trnava a Galanta, ktorých vlakové cesty sa nesmú krížiť. Z hľadiska stability GVD je vzhľadom k vstupnej konštrukcii trás vlakov nutné dosiahnuť nasledujúce charakteristiky:

1. podľa možnosti umožniť súčasný odchod smer Galanta, odchod smer Trnava, príchod smer Galanta, príchod smer Trnava, t.j. uskutočniť súčasne 4 vlakové cesty na zhlaví,
2. umožniť v čase vyššie uvedeného sledu vlakov vykonať na východnom zhlaví stanice preprah vlakov smerujúcich z Břeclavi do Galanty,
3. vlaky smer Galanta viesť bezpodmienečne na koľaje č. 1, 1c, 2, 4 a 10,
4. vychádzajúce a končiacie vlaky nechať stáť pri nástupišti aspoň 10 min.
5. vlaky z Viedne viesť k tomu istému nástupišťu ako vlaky smerom do Prievidze.

Z hľadiska 1. podmienky je možná výhradne taká konštelácia, že vlak do Galanty odchádza z koľaje 1 alebo 1c, z Galanty prichádza na 2. alebo 4. koľaj, do Trnavy odchádza z 10. a z Trnavy prichádza na 14., 16., 18., 20. alebo 22. koľaj. Podľa tohto scenára vlak z Břeclavi do Galanty pravidelne prichádza a odchádza z 1. koľaje. Preprah tohto vlaku (2. podmienka) je možný taktiež bezkolízne a to tak, že striedajúci rušeň čaká na koľaji 1c

a vlakový rušeň odstúpi na koľaj 1b, resp. presne opačne⁴⁷. Vzhľadom k 4. podmienke je však nutné v stanici počítať so súčasným pobytom dvojice vlakov smer Galanta (R do Budapešti a R do Zvolena), ktoré odchádzajú, resp. prichádzajú vždy v 7min slede, pričom dvojica protismerne idúcich vlakov zo Zvolena sa súčasne stretáva v stanici. Bezkolízny sled všetkých týchto vlakov (1 pár smer Trnava, 2 páry smer Galanta) je možný výhradne takým spôsobom, že vlak do Zvolena odchádza z koľaje 1c. Takéto riešenie je vzhľadom ku krátkemu nástupištiu na tejto koľaji (149 m, t.j. dĺžka pre 5-6 vozňov) nevhodné, keďže zvolenské vlaky sú štandardne radené zo 7 vozňov (dĺžka vozňov 175, celej súpravy 190 m) a navyše na tejto koľaji sa plánuje uskutočniť v inkriminovanom čase aj státie rušňa určeného na preprah diaľkových vlakov z Břeclavi do Nových Zámkov. Z tohto dôvodu je nutné pristúpiť k scenáru s relatívnou stabilitou GVD, kde R z Nových Zámkov a R do Zvolena nebudú môcť mať postavenú vlakovú cestu súčasne s ostatnými vlakmi a budú musieť čakať na uvoľnenie zhlaví. V prípade prvého vlaku tak ide o vchod vlaku 6 min po odchode iného vlaku prechádzajúceho cez kolízny bod, v prípade druhého vlaku o odchod 1 min po príchode iného vlaku. Uvedené riešenie nie je síce v rozpore s prevádzkovými intervalmi stanice, avšak jeho stabilita je v prípade meškaní vlakov obmedzená a hrozí tak presúvanie meškaní aj na ďalšie vlaky.

Výsledné usporiadanie vlakov pri nástupištiach je nasledovné:

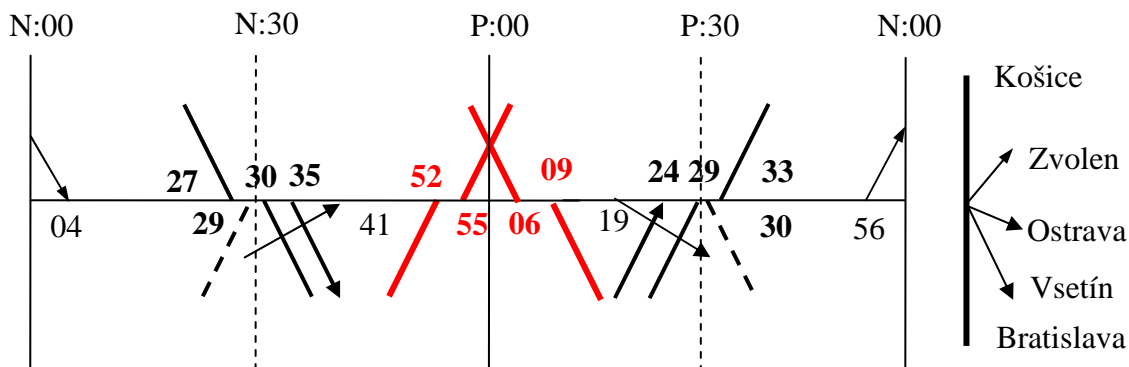
- R Břeclav – Nové Zámky na 1. koľaj,
- R Nové Zámky – Břeclav na 1. alebo 10. koľaj,
- R Bratislava – Zvolen z 2. koľaje,
- R Zvolen – Bratislava na 4. koľaj,
- R Bratislava – Žilina z 10. koľaje,
- R Žilina – Bratislava na 14. koľaj,
- IC Bratislava – Žilina zo 14. koľaje,
- IC Žilina – Bratislava na 10. koľaj,
- vlaky z a do Viedne na 18. koľaj,
- vlaky z a do Prievidze na 16. koľaj.

Uzol Žilina

V stanici Žilina dochádza k stretaniu sa diaľkových vlakov z 5 smerov. Schematické znázornenie prestupných väzieb v tejto stanici znázorňuje obrázok 15. Z obrázku vyplýva, že

⁴⁷ Možná je aj kolízna situácia, že striedací rušeň čaká na zhlaví (koľaj 2a) a vlakový rušeň odstupuje na koľaj 1c. V takomto prípade je však blokové vchodové zhlavie zo smeru Galantu.

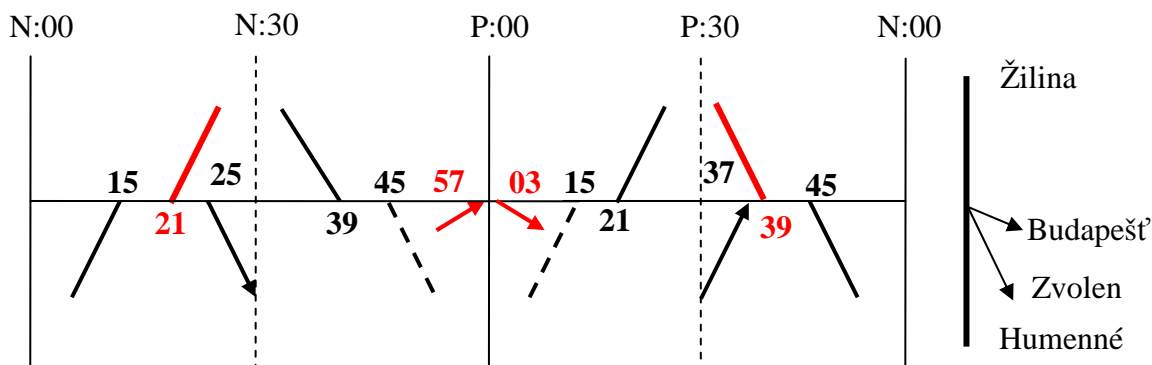
uzol Žilina je definovaný ako modifikovaný dvojuzol. Rýchliky vytvárajú modifikovaný uzol „typu 30“ (stretania sa vlakov a realizovanie prestupných väzieb výhradne v smere východ - západ a opačne), diaľkové IC vlaky a rýchliky smer Ostrava uzol typu „O“ v celú párnú hodinu. Z hľadiska sledu vlakov v stanici a na trati nedochádza ku kolíznym situáciám.



Obrázok 15: Schéma prestupných väzieb v stanici Žilina
Zdroj: autor.

Uzol Košice

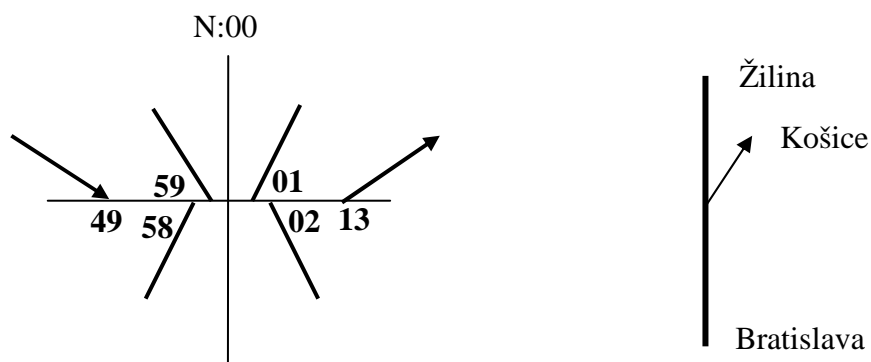
Uzol Košice je podobne ako uzol Žilina definovaný ako modifikovaný dvojuzol typu „0+30“ (obrázok 16). V celú párnú hodinu sa v stanici stretávajú vlaky z Budapešti s rýchlikmi smer Žilina. V nepárnej hodine a cca 30. minúte prichádza do stanice vlak z Humenného a vytvára prestupnú väzbu na IC smer Bratislava (6 min) a R smer Zvolen (10 min), v párnú hodinu cca 30. minútu nastáva sled vlakov presne opačný. Z hľadiska kolízných situácií nedochádza k výskytu takejto situácie. V rámci stability GVD je vhodné vlaky linky Košice – Humenné a Bratislava – Košice (IC) smerovať k tomu istému nástupišťu.



Obrázok 16: Schéma prestupných väzieb v stanici Košice
Zdroj: autor.

Uzol Zvolen

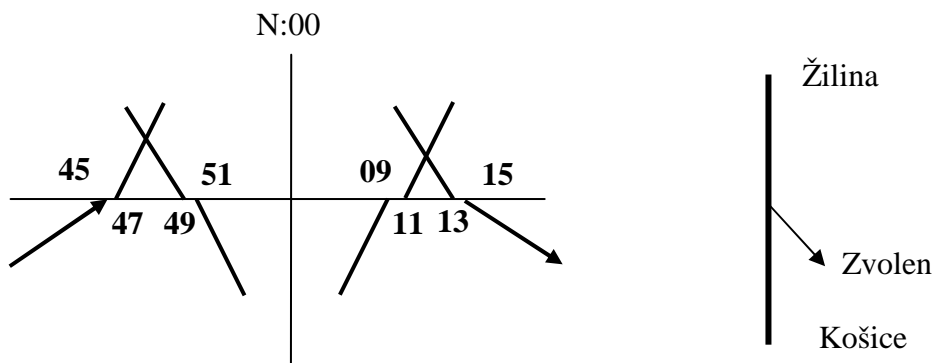
V stanici Zvolen os. st. sa stretajú vlaky zo smerov Žilina, Bratislava a Košice. Schému prestupných väzieb v tejto stanici znázorňuje obrázok 17. Vlaky v smere Žilina – Bratislava sú vedené priamo, pri prestupe smer Košice je nutné absolvovať vždy cca 15min čakací čas, čo je vzhľadom k stabilite GVD riešenie priaznivé. Z pohľadu kolíznych situácií k nijakým nedochádza.



Obrázok 17: Schéma prestupných väzieb v stanici Zvolen
Zdroj: autor.

Uzol Vrútky

Vo Vrútkach dochádza k rozdvojeniu ramena zo Žiliny smerom do Zvolena a Košíc. Schematické riešenie prestupných väzieb medzi dvojicou liniek predstavuje obrázok 18. Prestupný čas v smere Zvolen – Košice je 6 min, rovnako ako časová rezerva pre jazdu dvojice vlakov kolíznym bodom na zhlaví stanice. Vlaky v smere do Žiliny jazdia pravidelne po 2. koľaji a vlaky smerom zo Žiliny vchádzajú vždy na 1. koľaj. Vzhľadom k vybavenosti stanice Vrútky ostrovným nástupišťom, nie je nutné uvažovať o perónových intervaloch a interval odchod - vchod môže byť ľubovoľný.



Obrázok 18: Schéma prestupných väzieb v stanici Vrútky
Zdroj: autor.

3.4 Variantné riešenie B

Variantné riešenie B sa od riešenia A odlišuje predovšetkým diametrálne odlišným prístupom k filozofii dopravnej obslužnosti. Kvantitatívny ukazovateľ objemu dopravných výkonov (vlkm) je nahradený ukazovateľom kvalitatívnym jednak v podobe maximálneho požadovaného taktu a súčasne v podobe rýchlosti prepravy a adekvátnej obsadenosti súprav. Najväčšou odchýlkou oproti variantu A je tak vyšší počet vlakov takmer na všetkých ramenách, predovšetkým vďaka zavedeniu minimálneho štandardu v podobe 2h taktu vlakov. Najväčšie posilnenia dopravy bolo vďaka tomuto pravidlu vykonané na tratiach Bratislava – Prievidza a Zvolen – Košice, súčasne bolo definované nové rameno Bratislava – Leopoldov – Nitra slúžiace pre napojenie krajského mesta Nitra cez stanicu Leopoldov na ostatnú diaľkovú sieť. V prípade rýchlikového ramena Žilina – Bratislava došlo k zavedeniu pásmovej obsluhy. Zmena koncepcie obsluhy na trati Bratislava – Žilina – Košice si vyžiadavala jednak zmenu časových polôh týchto vlakov a súčasne čiastočne aj zmenu časových polôh prípojných liniek.

Z hľadiska vstupných a technologických podmienok ostávajú všetky tvrdenia uvedené v prípade variantu A platné aj pre tento variant ak nie je uvedené inak. Jediným rozdielom je spomínané rýchlikové rameno Bratislava – Žilina – Košice a dvojica nových liniek.

3.4.1 Výsledný návrh sieťového grafu

V rámci sieťového grafu bolo nutné reflektovať zmenené podmienky na ramene Bratislava – Žilina – Košice, čoho dôsledkom je uplatnenie viacerých posunov trás a zavedeniu trás nových. Súčasne bolo nutné trasovať nové linky do systematických taktových polôh podľa zákonitostí ITG. Výsledný návrh jednotlivých trás znázorňujú nasledujúce paragrafy, detailnejšie informácie o trasách obsahuje príloha 2 a v prípade vybraných tratí aj príloha 3.

Trat' Bratislava – Žilina – Košice

Na základe uplatnenia kvalitatívnych štandardov bolo možné vyhovieť argumentom spísaným v kapitole 3.3.1 a zaviesť pásmovú obsluhu v úseku Bratislava – Žilina. Cieľom je jednak skrátenie cestovných časov medzi severným a východným Slovenskom s najzápadnejšou časťou štátu, súčasne odľahčenie preťažným vlakom na trati Bratislava – Žilina, v ktorých sa premiešava diaľková a regionálna frekvencia.

Pásmovou stanicou bola zvolená Žilina. V úseku Košice – Žilina premávajú vlaky v rovnakom režime ako dosiaľ, t.j. obsluhujú všetky rýchlikové stanice vrátane pridania zastavenia v Krompachoch, v úseku Žilina – Bratislava sú však košické rýchliky vedené rovnobežne s trasami IC vlakov, t.j. so zastavením výhradne v Trenčíne a Trnave. Súčasne sú

tieto vlaky vedené v preklade s IC vlakmi, čím sa vytvára v priebehu väčšej časti dňa 1h takt expresnej vrstvy medzi Bratislavou a Žilinou. Z uvedených dôvodov je nutné rýchliky Bratislava – Žilina – Košice v úseku Bratislava – Žilina rýchlou 160 km/h, t.j. nasadzovať na ne modernizované osobné vozne a rušne radu 350, prípadne rekonštruované stroje radu 361 vybavené mobilnou súčasťou ETCS. Obsluhu ostatných rýchlikových staníc medzi Žilinou a Bratislavou vykonajú prípojné rýchliky Žilina – Bratislava vedené v 1-2h takte, v úseku neďaleko Žiliny budú mať tieto vlaky taktiež zhustené zastavovanie (zastavia navyše v staniaciach Bytča, Ilava, Dubnica nad Váhom).

Z hľadiska trás vlakov je nutné naďalej počítat' s obmedzujúcim úsekom Trnava – Bratislava a definovaným sledom vlakov. Z tohto dôvodu musí vždy pomalší vlak zo Žiliny do Bratislavy odchádzať 40 alebo 36 min pred odchodom expresného vlaku, resp. 20 alebo 24 min po jeho odchode⁴⁸. Z hľadiska umožnenia požadovaných prípojných väzieb v Žiline v smere Ostrava a Vsetín je aj napriek zvýšeniu počtu vlakov na trati Bratislava – Žilina táto úloha naďalej neriešiteľná⁴⁹. Úloha bude preto riešená rovnako ako v prípade variantu A, čiže rýchliky Košice – Žilina sú previazané s vlakmi Žilina – Vsetín a IC vlaky Košice – Žilina zas s vlakmi Žilina – Ostrava. V rámci trás IC vlakov je opäť aktuálna otázka uskutočnenia prestupných väzieb v Bratislave od týchto vlakov smerom na Břeclav. V prípade najneskoršej možnej trasy z Košíc do Bratislavy, tieto vlaky prichádzajú do Bratislavy v P:14, čiže 2 min po odchode vlakov do Břeclavi. Z tohto dôvodu navrhujeme v Bratislave, rovnako ako vo variante A vytvoriť prestupnú väzbu a ponechať trasy rovnako ako vo variante A, čiže s príchodom do Bratislavy X:07. Príchody pomalých rýchlikov do Bratislavy navrhujeme vzhľadom k priepustnosti koľají a zhlavia stanice Bratislava hl. st. taktiež ponechať na X:03. Výsledné trasy sú potom nasledovné:

- **diaľkový rýchlik** Bratislava (P:53) – Trnava (N:18-19) – Trenčín (N:58-59) – Žilina (P:52-55) – Vrútky (N:11-13) – Kral'ovany (P:26-28) – Ružomberok (N:43-46) – Liptovský Mikuláš (P:03-05) – Štrba (P:32-34) – Poprad (P:47-50) – Spišská Nová Ves (N:08-10) – Krompachy (N:28-29) – Margecany (N:36-38) – Kysak (N:52-54) – Košice (P:06),
- **diaľkový rýchlik** Košice (N:55) – Kysak (P:07-09) – Margecany (P:23-25) – Krompachy (P:32-33) – Spišská Nová Ves (P:52-54) – Poprad (N:13-16) – Štrba

⁴⁸ Vzhľadom k 1h taktu expresných vlakov.

⁴⁹ Vlaky zo smeru Košice prichádzajú do Žiliny presne každých 60 min, expresy smer Bratislava tiež. Aby bola zaručená prípojná väzba od Košice smer Vsetín aj Ostrava, musia vlaky z Košíc prichádzať do Žiliny najneskôr v 14. minútu, čo znamená odchod smer Bratislava vždy v cca 17. minútu. Požiadavka na vedenie rýchlikov zo Žiliny je vždy 20 alebo 24 minút po exprese, tzn. odchod vždy v 37. alebo 41. minútu. Vlaky zo smeru Ostrava však prichádzajú vždy v 41. minútu, čo znamená 0min systémový neprípoj.

- (N:39-41) – Liptovský Mikuláš (N:57-59) – Ružomberok (P:16-19) – Kľačany (P:32-34) – Vrútky (P:47-50) – Žilina (N:06-09) – Trenčín (P:02-03) – Trnava (P:41-42) – Bratislava (N:07)
- **rýchlik** Bratislava (N:57) – Trnava (P:27-29) – Nové Mesto n. V. (N:05-07) – Trenčín (N:23-25) – Žilina (P:35),
 - **rýchlik** Žilina (N:26) – Trenčín (P:34-36) – Nové Mesto n. V. (N:51-53) – Trnava (N:29-31) – Bratislava (P:03),
 - **InterCity** Bratislava (N:53) – Trnava (P:18-19) – Trenčín (P:58-59) – Žilina (N:52-55) – Liptovský Mikuláš (P:50-52) – Poprad (N:31-33) – Kysak (N:26-27) – Košice (N:39),
 - **InterCity** Košice (N:21) – Kysak (P:33-35) – Poprad (P:29-31) – Liptovský Mikuláš (N:07-09) – Žilina (P:06-09) – Trenčín (N:02-03) – Trnava (N:41-42) – Bratislava (P:07).

Je nutné konštatovať, že trasy rýchlikov v úseku Košice – Žilina sú z hľadiska väzieb na regionálnu dopravu vo všeobecnosti horšie, než v prípade variantu A. Na druhej strane, zachovanie trás podľa variantu A by znamenalo rozviazanie prípojných väzieb od IC vlakov z Košíc smerom na Ostravu a taktiež rozviazanie prípojných väzieb od Žiliny smerom na Břeclav. Vo všeobecnosti sa v tomto smere javí ako výhľadovo najvhodnejšie riešenie posun trás vlakov na ramene Žilina – Ostrava o cca 10 min. V smere zo Žiliny o 10 min neskôr a v smere do Žiliny o 10 min skôr, čím by tieto vlaky vchádzali do uzlu Žilina ako uzlu „typu 30“ a v stanici Žilina by vznikli prestupné väzby od Ostravy smerom na R do Bratislavy, prípadne tiež Ex do Bratislavy a opačne. Taktiež by potom bolo možné posunúť trasy rýchlikov medzi Žilinou a Košicami do prijateľnejších časových polôh zhodných s variantom A.

Trat' Bratislava – Prievidza a Bratislava – Nitra

Oproti variantu A dochádza na ramene Bratislava – Leopoldov – Prievidza k posilneniu dopravy na štandardný 2h takt rýchlikov. Novinkou však je zavedenie linky Bratislava – Leopoldov – Nitra v štandardnom 2h takte, ktorá slúži ako prípojná väzby od rýchlikov zo smeru Žilina smerom do Nitry. Vďaka týmto návrhom je tak v úseku Bratislava – Hlohovec dosiahnutý 1h takt rýchlych vlakov, pričom z Hlohovca vlaky pokračujú striedavo do Prievidze alebo Nitry. Trasy vlakov vychádzajú z trás prievidských rýchlikov podľa variantu A. Oproti variantu A sa však navyše počíta s križovaním vlakov v stanici Hlohovec v 30. minútu. Výsledné trasy sú nasledovné:

- Bratislava (N:31) – Trnava (P:05-07) – Leopoldov (P:21-23) – Hlohovec (P:29-31) – Koniarovce (P:56-N:02) – Topoľčany (N:15-16) – Nováky (N:59-P:00) – Prievidza (P:09),
- Bratislava (P:31) – Trnava (N:05-07) – Leopoldov (N:21-23) – Hlohovec (N:29-31) – Nitra zastávka (N:54-55) – Nitra (N:58),
- Prievidza (N:47) – Nováky (N:56-P:02) – Topoľčany (P:46) – Koniarovce (N:00-01) – Hlohovec (N:27-31) – Leopoldov (N:37-39) – Trnava (N:52-54) – Bratislava (P:29),
- Nitra (P:02) – Hlohovec (P:27-31) – Leopoldov (P:37-39) – Trnava (P:52-54) – Bratislava (N:29),

Trat' Žilina – Zvolen – Košice

V úseku Zvolen – Košice je v rámci variantu B ponúkaný celodenne 2h takt rýchlíkov. V úseku Zvolen – Žilina došlo v rámci posunov rýchlíkov Košice – Žilina k posunu ich trás. Oproti variantu A, tak rýchlíky Žilina – Banská Bystrica odchádzajú zo Žiliny o 5 min skôr s odchodom P:51 a príchodom do Vrútok N:08. Zo stanice Vrútky však už pokračujú v pôvodnom čase, t.j. N:15. V rámci toho 7min prevoja vo Vrútkach sú tieto vlaky predhodené rýchlíkom Bratislava – Žilina – Košice (Vrútky N:11-13) a prestup v smere Bratislava – Banská Bystrica je umožnený práve vo Vrútkach. Opačným smerom sú trasy rýchlíkov zo Zvolena do Žiliny v úseku Vrútky – Žilina urýchlené cca o 2 min. Po novom je odchod z Vrútok P:45 a príchod do Žiliny N:02. Dôvodom je požadovaný príchod do Žiliny v následnom medzidobí pred rýchlíkom Košice – Žilina – Bratislava.

Ostatné trate

Na ostatných tratiach zostáva koncepcia obsluhy rovnaká ako v prípade variantu A, s možnými rozdielmi v pridaní nových vlakov do skorých ranných, resp. večerných hodín s cieľom vytvoriť kvalitatívny štandard obsluhy diaľkovými vlakmi v čase od cca 5.30 do 22.30 h.

V prípade trate Košice – Budapešť je nutné posunúť trasy vlakov cca o 7 min, z dôvodu vytvorenia nadväzností na rýchlíky smer Žilina. Tento posun je realizovateľný vďaka vynechaniu preprahu v slovensko-maďarskej pohraničnej prechodovej stanici Hidasnémeti a jazdou so slovenským dvojsystémovým rušňom až do Budapešti.

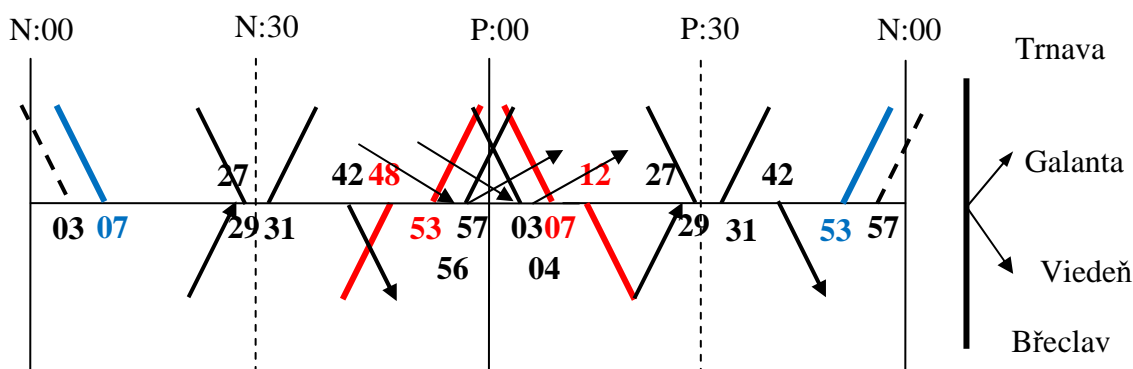
3.4.2 Výsledný návrh prestupných väzieb v uzloch

Oproti variantu A dochádza k zmenám v prípojnosti v stanicích na ramene Bratislava – Žilina – Košice, predovšetkým vďaka posunom trás diaľkových rýchlíkov a zavedením

pásmovej obsluhy. Konkrétne došlo k zmenám v uzloch Bratislava, Leopoldov (vďaka zavedeniu rýchlikov do Nitry), Žilina, Vrútky, Košice.

Uzol Bratislava

V stanici Bratislava hl. st. dochádza vo všeobecnosti k zachovaniu existujúcich prestupných väzieb (obrázok 19). Rozdielom oproti predošlému variantu je len pridanie viacerých nových liniek, čím dochádza k skráteniu prestupných časov v smere (Košice) – Trnava – Viedeň. Vďaka dvojici liniek Bratislava – Prievidza a Bratislava – Nitra, dochádza k vytvoreniu 1h taktu rýchlikov v úseku Bratislava – Trnava – Hlohovec, a tým pádom k vytvoreniu prípojovod všetkých vlakov z Viedne v smere Trnava, Leopoldov a Hlohovec s prestupným časom 4 min, resp. 15 min opačným smerom.



Obrázok 19: Schéma prestupných väzieb v stanici Bratislava hl. st. (Variant B)

Zdroj: autor.

Vďaka skrátenému prestupnému času na úrovni 4 min stále platí, že prievidské a nitrianske vlaky musia odchádzať z toho istého nástupišťa, na ktoré príde vlak z Viedne. Vzhľadom k zhusteniu taktu týchto vlakov z 2h na 1h je nevyhnutné mierne modifikovať technologické úkony v stanici a smerovanie vlakov k nástupným hranám. K rovnakému problému dochádza aj v prípade expresnej vrstvy smerujúcej zo Žiliny, ktorá taktiež premáva v zhustenom, 1h takte⁵⁰. V prípade rýchlikov a expresov⁵¹ smerom do Žiliny zostáva technológia presne rovnaká ako v prípade variantu A. Čiže expresy odchádzajú vždy zo 14. koľaje, na ktorú neskôr vchádzajú rýchliky, pričom odchod rýchlikov a vchod expresov sa koná vždy na 10. koľaj. Po príchode sú súpravy vlakov vždy vhodnou trasou prestavené na odstavné koľajisko. V prípade vlakov zo smeru Prievidza a Nitra, tieto vždy vchádzajú na 14. koľaj (3. nástupište) a vo vhodnom čase okamžite po príchode sú ich súpravy prestavené

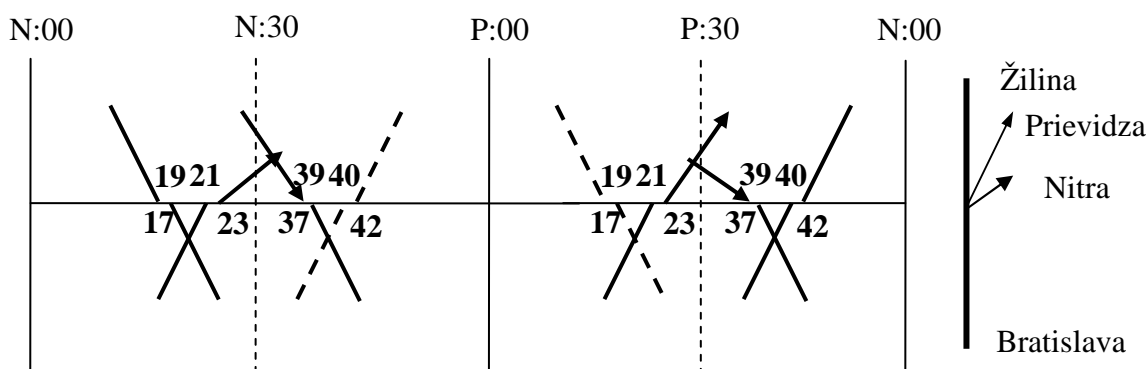
⁵⁰ Vďaka zavedeniu pásmovej obsluhy pri diaľkových rýchlikoch došlo k skráteniu doby prepravy z rýchlikových staníc na ramene Košice – Žilina do Viedne o 1 h.

⁵¹ expresmi sa v tomto prípade rozumejú vlaky expresnej vrstvy, t.j. diaľkové rýchliky a InterCity vlaky Bratislava – Žilina – Košice.

na 16. koľaj (4. nástupište), z ktorej odchádzajú po 62 min od príchodu smerom späť do Nitry alebo Prievidze. Vlaky z Viedne vchádzajú a odchádzajú vždy z 18. koľaje (4.nástupište).

Uzol Leopoldov

Novodefinovaným uzlom diaľkovej dopravy je Leopoldov. Oproti predošlému variantu, kde v Leopoldove dochádzalo výhradne k rozdvojeniu liniek smerujúcich z Bratislavy do dvojice paralelných trás smerom do Žiliny a Prievidze, bola pridaná linka v 2h takte do Nitry. Táto nová linka vytvára v Leopoldove prípoj v smere Žilina – Nitra. Prestupné väzby v stanici Leopoldov znázorňuje obrázok 20. Pri spojení smerom zo Žiliny do Nitry je čakací čas 6 min, resp. 5 min opačným smerom. V prípade spojenia Žilina – Prievidza je prestupná väzby s rovnakými čakacími časmi ponúkaná výhradne v špičkách pracovných dní.



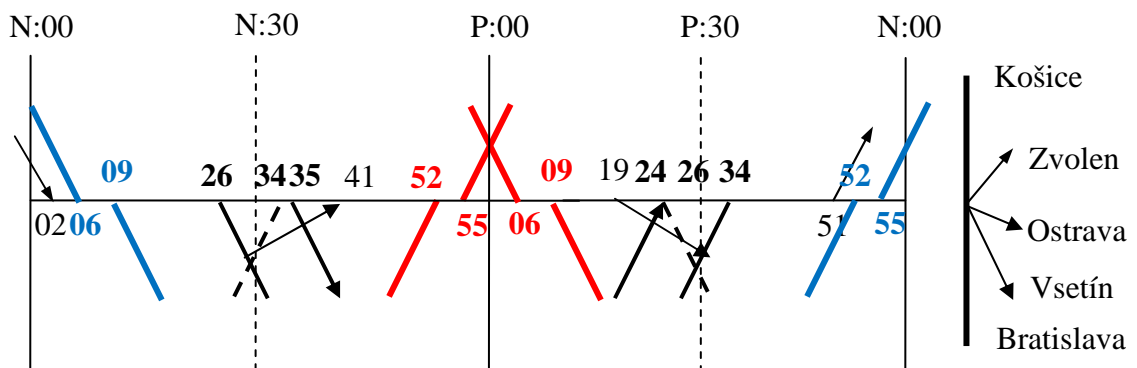
Obrázok 20: Schéma prestupných väzieb v stanici Leopoldov (Variant B)

Zdroj: autor.

Uzol Žilina

V stanici Žilina dochádza v rámci variantu B k posunu trás rýchlíkov na ramene Košice – Žilina – Bratislava a tým pádom aj k zmenám v prestupných časoch medzi touto linkou a ostatnými (obrázok 21). V smere Košice – Vsetín dochádza k predĺženiu čakania z 10 na cca 30 min, naopak pri spojení Zvolen – Žilina – Bratislava ide o vytvorenie okamžitých prestupných väzieb bez čakania⁵².

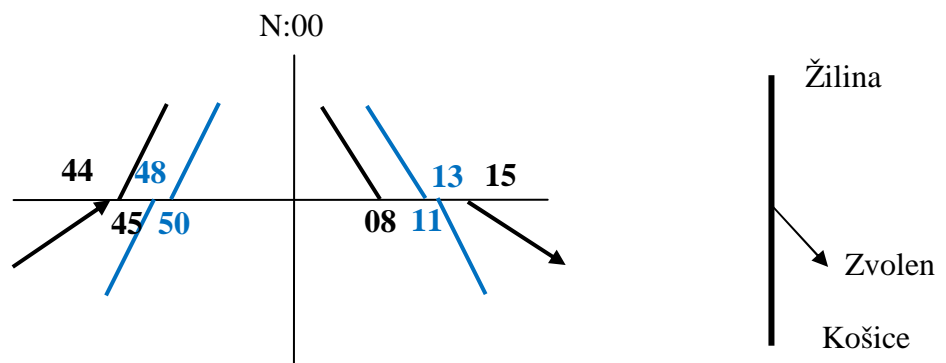
⁵² Opačný smerom, t.j. Bratislava – Žilina – Zvolen sa prestup uskutočňuje v stanici Vrútky.



Obrázok 21: Schéma prestupných väzieb v stanici Žilina (Variant B)
Zdroj: autor.

Uzol Vrútky

Posunom trás diaľkových rýchlikov Bratislava – Žilina – Košice došlo ku kolidovaniu s trasami rýchlikov Zvolen – Žilina. Z tohto dôvodu došlo k zmene prestupných väzieb v stanici Vrútky. Prestupný čas v smere Zvolen – Vrútky – Košice bol oproti predošlému variantu (5 min) predĺžený až na cca 30 min. Súčasne došlo k presunu prestupného miesta v smere Bratislava – Žilina – Zvolen (iba uvedeným smerom) zo Žiliny do Vrútok. Vo Vrútkach tak dochádza k vytvoreniu okamžitej prestupnej väzby od Zvolena a Banskej Bystrice do Trenčína, Trnavy a Bratislavy (obrázok 22).



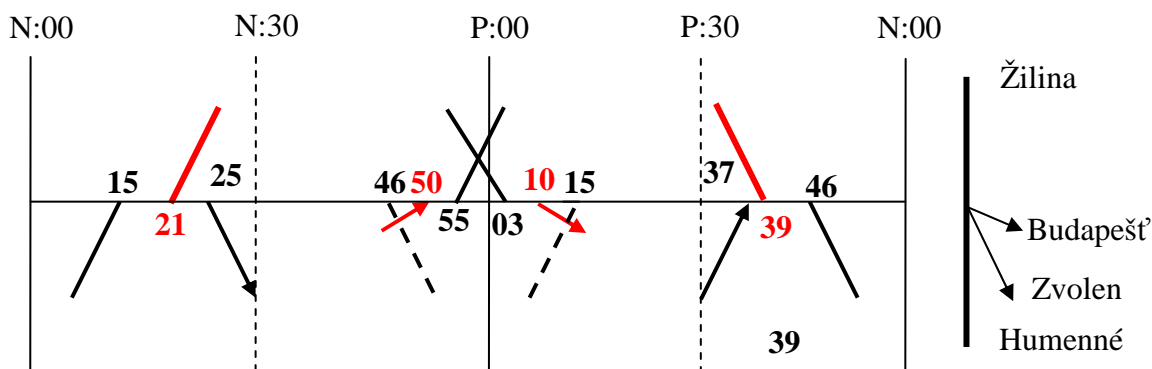
Obrázok 22: Schéma prestupných väzieb v stanici Vrútky (Variant B)
Zdroj: autor.

Uzol Košice

V rámci variantu B dochádza v Košiciach (obrázok 23) v špičke pracovných dní k rozviazaniu prestupnej väzby od rýchlika zo smeru Žilina na rýchliky smer Humenné. Na druhej strane je prestupná väzba v smere Žilina – Budapešť skrátená na 5 min. Ostatné väzby zostávajú bez zmeny.

Z technologických dôvodov je sled vlakov v špičke pracovných dní v smere Budapešť a Humenné, ktoré prechádzajú v úseku Košice – Barca St.1 po spoločnej dvojkolajnej trati,

nutné riešiť bezkolíznym spôsobom, keďže pri konštrukcii uvedených trás dochádza k stretaniu vlakov v kolíznom bode v blízkosti Barca St. 1. Z tohto dôvodu budú v problematickej časti dňa vlaky Košice – Budapešť vedené v úseku Košice – Barca St. 1. – Barca vedené vždy po 1. traťovej koľaji a vlaky Košice – Humenné v úseku Košice – Barca St. 1. vždy po 2. traťovej koľaji.



Obrázok 23: Schéma prestupných väzieb v stanici Košice (Variant B)

Zdroj: autor.

3.5 Variantné riešenie C

Variantné riešenie C predstavuje variant liberálny a snaží sa ilustrovať prípadný budúci stav, v rámci ktorého bude verejná doprava dotovaná z verejných zdrojov len v minimálnej miere, pričom diaľková doprava nebude subvencovaná vôbec. Inšpiráciou pre takýto prístup je spôsob organizovania verejnej dopravy napr. vo Veľkej Británii. Vo všeobecnosti je celý variant C postavený na dohadoch a predpokladoch, ktoré nie sú deterministické a konečné slovo by mal voľný trh a ním formované linky. Predpokladom k periodickej konštrukcii variantu C sú skúsenosti z Česka, Rakúska a Nemecka⁵³, kde dopravcovia prevádzkujú komerčné diaľkové vlaky v taktovom režime.

Ideové zameranie liberálneho variantu vychádza z nasledujúcich predpokladov:

1. dotovania verejnej dopravy spôsobuje deformáciu tržného prostredia, kde sa štátom podporujú neefektívne a nekonkurencieschopné procesy a zamedzuje sa príchodu inovácií,
2. dotácie priamo likvidujú súkromné podnikanie, keďže súkromný sektor vďaka nerovnej súťaži nedokáže s dotovaným dopravcom súťažiť,

⁵³ Spoločnosť České Dráhy a RegioJet prevádzkujú medzi Prahou a Ostravou svoje vlaky v 2h takte, spoločnosť Westbahn vlaky z Viedne do Salzburgu v 1h alebo 2h takte (7).

3. diaľková autobusová doprava je prevádzkovaná komerčne a diaľková železničná doprava je prevažne dotovaná, čo vytvára nerovný konkurenčný boj na poli verejnej dopravy,
4. snaha odbremeniť verejné rozpočty od časti výdavkov.

Z tohto dôvodu liberálny variant bude uvažovať výhrade s komerčnými diaľkovými spojmi, pričom presný rozsah dopravy a smerovanie liniek bude len subjektívne predpokladané na základe analýzy súčasného stavu a potenciálu definovaného v kapitole 3.1.2. Ako rozhodujúci ukazovateľ bude použitý počet cestujúcich vo vlakoch. Za etalón komerčnej úspešnosti budú v rámci tohto predpokladu považované spoje s viac než 150 cestujúcimi⁵⁴, za spoje, ktoré dosiahnu bod zvratu a prekonajú tak variabilné náklady spoje s viac než 100 cestujúcimi⁵⁵. Súčasne je však nutné konštatovať, že uvedené hodnoty sú len približné a skutočné výsledky sú závislé na politike dopravcu, konkrétne ide najmä o:

- náklady na zaobstaranie vozidiel,
- náklady na údržbu vozidiel,
- náklady na personál,
- režijné náklady,
- hmotnosti súpravy a s ňou súvisiacimi nákladmi na trakčnú energiu a naftu,
- využitia vozidiel a personálu,
- stanoveného cenníka cestovného a pod.

Cieľom dopravcu bude minimalizovať náklady a maximalizovať tržby z cestovného. Z hľadiska znižovania nákladov bude kladený dôraz predovšetkým na dosahovanie minimálnej potreby vozidiel s dôrazom na minimalizáciu prestojov a obratových časov vozidiel a personálu. Dôsledkom tohto kroku bude úprava trás vlakov do takej podoby, pri ktorej bude celková turnusová potreba podľa možnosti čo najnižšia a priemerný denný beh vozidla čo najväčší. V rámci zvyšovania tržieb bude zase kladený dôraz na maximálnu vyťaženosť vlakov (počet cestujúcich na 1 vlkm).

Z pohľadu trás vlakov uvedené fakty spôsobia:

1. racionalizáciu taktových intervalov podľa dopytu cestujúcich,
2. zostavu GVD podľa požiadaviek efektívnych obehov HDV a personálu.

⁵⁴ Priemerné náklady na 1 vlkm dopravcu České Dráhy sú cca 6,3 € (Poďa (33), spracoval autor), Železničnej spoločnosti Slovensko 11,2 € (Poďa (32), spracoval autor). Priemerná tržba z 1 vlkm činí v oboch prípadoch 0,04 €. Na základe uvedených údajov je možné konštatovať, že v prípade Českých Dráh je potrebné dosiahnuť obsadenosť vlaku na úrovni aspoň 158 cestujúcich, aby bol vlak ziskový.

⁵⁵ Podľa správy uverejnenej dňa 30.3.2012 na portáli idnes.cz (25) potrebuje dopravca České Dráhy na dosiahnutie bodu zvratu na trati Praha – Ostrava viesť vo vlaku aspoň 70 cestujúcich, dopravca RegioJet na rovnakej trase aspoň 100 cestujúcich.

3.5.1 Návrh liniek a linkových intervalov

Na základe uvedeného predpokladu obsadenosti spojov aspoň 150, resp. 100 cestujúcimi, ako nutnej podmienky pre komerčnú rentabilitu v kontexte aktuálnej a potenciálnej obsadenosti boli stanovené jednotlivé linky a očakávaný rozsah výkonov. Údaje o jednotlivých ramenách znázorňuje tabuľka 6. Z údajov v tabuľke vyplýva, že je predpoklad zachovania obsluhy na väčšine existujúcich rýchlikových ramien. Vo viacerých prípadoch dokonca s posilnením dopravy na 1h takt (Bratislava – Žilina, Bratislava - Nitra). V prípade ďalších tratí sa predpokladá oslabenie dopravy na základný 4h takt (Žilina – Ostrava, Banská Bystrica – Žilina, Prievidza – Bratislava). V prípade ramien Zvolen – Košice a Budapešť – Košice sa predpokladá zastavenie rýchlikovej dopravy.

Tabuľka 6: Očakávaný rozsah dopravnej obsluhy vo variante C

Typ	Rameno	Interval*	Rozsah obsluhy**		Súprava
			Párny smer	Nepárny smer	
Ex	Košice – Žilina	2 h	8.00 – 20.00	5.30 – 17.30	HDV + vozne
E	Košice – Žilina	1-2 h	6.00 – 18.00	7.00 – 19.00	HDV + vozne
Ex	Žilina – Bratislava	1 h	4.00, 6.00 – 20.00	6.00 – 20.00, 22.00	HDV + vozne
R	Žilina – Bratislava	1 h	5.00 – 20.00	6.00 – 21.00	HDV + vozne
R	Banská Bystrica – Žilina	4 h	6.30 – 18.30	8.00 – 20.00	DMU
R	Banská Bystrica – Bratislava	2 h	5.30 – 17.30	7.00 – 19.00	EMU
R	Košice – Zvolen	bez taktu	bez obsluhy	bez obsluhy	
Ex	Košice – Budapešť	bez taktu	bez obsluhy	bez obsluhy	
R	Košice – Humenné	2 h	5.30 – 17.30, 21.30	6.30 – 20.30	HDV + vozne
R	Žilina – Ostrava	4 h	6.30 – 18.30	9.30 – 21.30	HDV + vozne
R	Žilina – Vsetín – (Praha)	4 h	7.30 – 15.30	11.00 – 19.00	HDV + vozne
Ex	Bratislava – Břeclav – Praha	2 h	6.00 – 18.00, 22.00	5.00, 9.00 – 21.00	HDV + vozne
R	Bratislava – Štúrovo – Budapešť	2 h	6.00 – 20.00	6.30 – 20.30	HDV + vozne
R	Šaľa – Bratislava	1 h	5.30 – 21.30	6.00 – 20.00	HDV + vozne
R	Bratislava – Prievidza	4 h	5.30 – 17.30	6.30 – 18.30	DMU
R	Bratislava – Nitra	1 h	6.00 – 20.00	5.30 – 19.30	DMU

* základný interval je interval prevádzkový vo väčšej časti dňa. V špičke môže byť prípadne kratší, v sedle naopak vďaka vynechaniu spojov dlhší.

** Orientačné odchody vlakov z východiskových staníc. Rozsah obsluhy sa môže v jednotlivých dňoch v týždni meniť.

Zdroj: autor.

3.5.2 Výsledný návrh siet'ového grafu

Výsledný návrh trás liniek v rámci návrhu vychádza z Variantu B, na druhej strane je však nutné konštatovať, že vzhľadom k vývoju situácie v komerčnej diaľkovej železničnej doprave v Česku a Rakúsku nemusí dochádzať ku kooperácii dopravcov na jednotlivých ramenách, ale naopak k ich konkurenčnému boju, čoho výsledkom nemusí byť dosahovanie navrhovaných prekladových intervalov, ale naopak aplikácia viacerých modelov taktového grafikonu

s rozdielnou dĺžkou.⁵⁶ Z tohto dôvodu nie je možné objektívne určiť presné trasy, ale skôr sa len dohadovať nad ich približnou polohou. Predvedený návrh vychádzajúci z Variantu B tak viac-menej zodpovedá možnostiam aktuálne monopolného dopravcu, ktorý by bol nútený začať vozit' vlaky na komerčné riziko bez dotácie. Vzhľadom k všeobecnej inšpirácii Variantom B, tak budú v nasledujúcej časti znázornené výhradne pravdepodobne vzniknulé odchýlky.

Trat' Bratislava – Zvolen – Banská Bystrica

Pravdepodobne dôjde k posunom trás vlakov o 60 min z dôvodu snahy o dosiahnutie prekladu vlakov v úseku Bratislava – Šaľa a vhodnejšej časovej polohy pre prechod uzlami Zvolen a Banská Bystrica (odchod prvého vlaku po 5.30). Nová trasa tak bude nasledovná:

- Bratislava (N:04) – Zvolen (N:57-P:00) – Banská Bystrica (P:22),
- Banská Bystrica (N:35) – Zvolen (N:58-P:01) – Bratislava (P:56).

Celková potreba súprav v návrhu sú 4 kusy. Obratové časy v koncových staniách sú 1:13 h a 2:08 h. V prípade zostavy návrhu pre 3 súpravy by musela byť časová poloha cca nasledovná:

- Bratislava (X:25) – Zvolen (X:20) – Banská Bystrica (X:45),
- Banská Bystrica (X:15) – Zvolen (X:40) – Bratislava (X:35).

Trat' Bratislava – Štúrovo – Budapešť

Vzhľadom k pomerne nízkej obsadenosti spojov bude zrejme využité zhustenie zastavenia, menovite v staniách Šaľa a Galanta. V prípade, ak túto linku bude prevádzkovať ten istý dopravca ako rameno Bratislava – Zvolen pôjdu vlaky v úseku Bratislava – Šaľa zrejme v optimálnom 1h preklade, v opačnom prípade sa nedá vylúčiť súbežné vedenie spojov.

Trat' Banská Bystrica – Žilina

Dnešná frekvencia cestujúcich vo vlakoch na tejto trati zaplní najpravdepodobnejšie len 4h takt komerčných diaľkových vlakov. Dopravca bude mať snahu vo Vrútkach vytvoriť nadväznosti v smere Banská Bystrica – Košice a v Žiline smerom na Bratislavu, Ostravu a Vsetín. Vzhľadom k jazdnej dobe na úrovni 1:30 h je možné aplikovať 4h takt s použitím

⁵⁶ Napr. namiesto 1h taktu R Bratislava – Žilina budú použité 2 samostatné 2h takty, bez aplikácie ideálneho prekladu. Tak isto nemusí dochádzať na tomto ramene k prekladu dvojice expresných vrstiev vedených v 2h takte. Dokonca nemusí dôjsť ani k zachovaniu koncepcie v podobe štandardnej expresnej a rýchlikovej vrstvy, ale k ich prieniku.

jedinej súpravy. Nutnou podmienkou v tomto smere je definovanie jednej konečnej stanice ako uzla „typu O-0“. Možné trasy sa tak pohybujú medzi dvojicou extrémov:

- a) Žilina (X:05) – Banská Bystrica (X:30), Banská Bystrica (X:30) – Žilina (X:55),
- b) Žilina (X:30) – Banská Bystrica (X:55), Banská Bystrica (X:05) – Žilina (X:30).

Trat' Žilina – Ostrava

Snahou dopravcov na tomto ramene bude vytvorenie dnes neprítomných prestupných väzieb v uzle Žilina. Z tohto dôvodu je možné očakávať posun trás vlakov o cca 10 min s príchodom do Žiliny o 10 min skôr a odchodom naopak o 10 min neskôr.

Trat' Bratislava – Nitra

Význam praktikovať osobnú dopravu na tejto trati má jedine v prípade použitia súpravy nezávislej trakcie schopné jazdiť rýchlosťou aspoň 120 km/h a vykonávať ostré obraty v koncových staniach. Dôvodom je dosiahnutie konkurenčného cestovného času voči autobusovým linkám na tomto ramene, ktorých štandardný cestovný čas je cca 75 min. Pri použití uvedenej súpravy je možné dosiahnuť cestovný čas na úrovni cca 75 min, v prípade spojenia z Nitry po zastávku Bratislava-Vinohrady čas 70 min. Možné trasy vlakov sú potom cca nasledovné:

- a) Bratislava (X:10) – Nitra (X:25), Nitra (X:35) – Bratislava (X:50),
 - b) Bratislava (X:40) – Nitra (X:55), Nitra (X:05) – Bratislava (X:20),
- s celkovou potrebou súprav na úrovni 3 ks.

4 VYHODNOTENIE NÁVRHOV

V rámci vyhodnotenia návrhov pristúpime jednak k vzájomnému porovnaniu kvalitatívnych a kvantitatívnych štandardov ako aj ekonomických ukazovateľov v kontexte jednotlivých variantov návrhu a aktuálneho stavu. Ako kvalitatívny ukazovateľ bude použitá analýza prestupných väzieb, kvantitatívnym ukazovateľom s väzbou na variabilné náklady bude objem dopravných výkonov a ukazovateľ fixných nákladov bude štandardná potreba vozidiel.

4.1 Prestupné väzby

Jednou z hlavných predností periodických grafikonov a najmä ITG je ponuka celodenných, periodicky sa opakujúcich relatívne výhodných prestupných väzieb. V rámci autorského návrhu predvedeného v tejto diplomovej práci dochádza k všeobecnému zlepšeniu prestupných väzieb v uzloch. Najväčšie zmeny sú dosahované najmä pri linkách prevedených z nesystematického do taktového režimu a linkách, pri ktorých došlo k skráteniu taktových intervalov. Porovnanie vybraných prestupných väzieb medzi návrhom a súčasným stavom znázorňuje tabuľka 7. Je zrejmé, že vo všetkých uvedených prípadoch došlo k zlepšeniu prestupných väzieb, jednak vďaka skráteniu priemerných čakacích časov a súčasne vďaka zvýšeniu počtu dostupných spojení.

Tabuľka 7: Porovnanie vybraných prestupných väzieb

Stanica	Spojenie v smere	Počet spojení		Priemerný čakací čas	
		GVD 2012	Návrh	GVD 2012	Návrh*
Bratislava hl. st.	Praha – Zvolen	6	7	42	16
	Zvolen – Praha	5	7	31	16
Žilina	Košice – Vsetín	4	6	30	8
	Zvolen – Vsetín	3	6	41	31
	Vsetín – Košice	3	6	26	9
	Vsetín – Zvolen	3	6	37	32
Vrútky	Zvolen – Košice	6	8	18	6
	Košice – Zvolen	5	8	21	6
Košice	Zvolen – Humenné	1	4	43	9
	Humenné – Zvolen	3	4	41	10
Zvolen os. st.	Košice – Žilina	2	7	8	12
	Žilina – Košice	2	6	20	14

* Údaje platné pre variant A.

Zdroj: autor.

4.2 Dopravné výkony

Za ukazovateľom variabilných nákladov je možné štandardne považovať dopravné výkony (objem vlkm). Na Slovensku je tento ukazovateľ kľúčový pri objednávke dopravnej obsluhy v železničnej doprave, kde sa z pragmatických dôvodov nesprávne počítajú

náklady na dopravnú obsluhu úmerne s rozsahom dopravných výkonov, čím sa úplne ignoruje podiel fixných nákladov ako aj možnosti znižovania jednotkových nákladov (11).

Tabuľka 8: Porovnanie dopravných výkonov podľa jednotlivých ramien

Rameno	Objem výkonov [tis. vlkm]				Priemerný počet vlakov [páry]			
	GVD 2012	GVD 2013	Variant A	Variant B	GVD 2012	GVD 2013	Variant A	Variant B
Bratislava – Trenčín	984,8	982,6	1 042,8	1 706,2	10,9	10,9	11,6	18,9
Trenčín – Žilina	607,7	586,5	624,9	1 008,0	10,6	10,2	10,9	17,5
Žilina – Poprad	1 225,0	1 252,1	1 010,1	1 010,1	11,9	12,2	9,8	9,8
Poprad – Košice	953,2	997,9	774,1	774,1	13,0	13,6	10,5	10,5
Košice – Humenné	687,1	661,9	732,5	732,5	9,7	9,4	10,4	10,4
Košice – Tornaľa	271,6	354,2	354,2	522,6	3,7	4,9	4,9	7,2
Tornaľa – Lučenec	209,1	272,7	244,2	402,4	3,7	4,9	4,4	7,2
Lučenec – Zvolen	146,7	191,3	287,2	288,3	3,7	4,9	7,3	7,3
Zvolen – Banská Bystrica	163,3	111,3	137,6	137,6	10,7	7,3	9,0	9,0
Banská Bystrica – Žilina	338,5	509,0	549,7	549,7	4,8	7,3	7,9	7,9
Žilina – Čadca št. hr.	269,4	269,4	269,4	269,4	10,0	10,0	10,0	10,0
Žilina – Horní Lideč št. hr.	189,3	189,3	324,9	324,9	4,0	4,0	6,9	6,9
Zvolen – Levice	421,5	486,6	458,2	458,2	7,5	8,4	8,2	8,2
Levice – Bratislava	756,9	802,6	785,4	785,4	7,9	8,4	8,2	8,2
Bratislava – Kúty št. hr.	413,5	465,2	422,7	422,7	8,0	9,0	8,2	8,2
Bratislava – Nové Zámky	515,2	530,0	475,6	475,6	7,8	8,0	7,2	7,2
N. Zámky – Štúrovo št. hr.	294,2	332,0	297,9	297,9	7,1	8,0	7,2	7,2
Košice – Prešov	48,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
Bratislava – Nitra	0,0	0,0	0,0	537,0	0,0	0,0	0,0	7,5
Bratislava – Prievidza	211,7	396,9	539,1	786,8	1,8	3,5	4,7	6,8
Spolu	8 706,6	9 391,4	9 324,6	11 489,4	7,4	8,2	8,1	9,4
[%]	100,0	107,9	107,1	132,0	100,0	110,1	109,4	126,8

Zdroj: (21)(23), vlastné výpočty, spracoval autor,.

Prehľad rozsahu dopravných výkonov v jednotlivých variantoch návrhu v porovnaní s rozsahom v GVD 2012 a GVD 2013 znázorňuje tabuľka 8. Z hodnôt vyplýva:

- konzervatívny variant A navrhuje zvýšiť výkony o cca 7,2 % oproti súčasnému stavu a približne tak korešponduje s návrhom GVD 2013,
- progresívny variant B navrhuje zvýšiť výkony o tretinu oproti súčasnosti,
- k najväčšiemu nárastu v rámci variantu A dochádza na ramenách Bratislava – Prievidza (+150 %), Žilina – Horní Lideč št. hr. (+72 %), Banská Bystrica – Žilina (+62 %), Zvolen – Košice (+41 %), naopak k najväčším úsporám na tratiach Zvolen – Banská Bystrica (-16 %) a Košice – Žilina (-18 %),
- vo všeobecnosti nastáva vo variante A štandardizácia počtu vlakov podľa skutočného dopytu a potenciálu na úroveň cca 10 párov na najsilnejších tratiach, cca 8 párov na ostatných významných diaľkových tratiach a cca 5 párov na okrajových tratiach,
- variant B predstavuje najmarkantnejšie zvýšenie výkonov taktiež na tratiach Bratislava – Prievidza (+372 %), Zvolen – Košice (+92 %), Žilina – Horní Lideč št. hr. (+72 %), Žilina – Bratislava (+70 %) a Banská Bystrica – Žilina (+62 %), úbytok je dosahovaný rovnako ako v predošlom prípade na tratiach Žilina – Košice (-18 %) a Zvolen – Banská Bystrica (-16 %),

- variant B modifikuje štandardy obsluhy tým, že na nosnej trati Bratislava – Žilina uvažuje s vedením až 18 párov vlakov a minimálny štandard kladie na úroveň cca 7 párov vlakov.

4.3 Potreba vozidiel

Jedným z rozhodujúcich ukazovateľ návrhu GVD je ekonomická náročnosť vyjadrená prostredníctvom ukazovateľa potreby vozidiel. Vo všeobecnosti je prijímané, že tento ukazovateľ charakterizuje jednu zo zložiek fixných nákladov⁵⁷. V rámci tejto časti je porovnávaná potreba v GVD 2011/2012 a v autorskom návrhu. Potreba HDV v súčasnom GVD je určená podľa Zbierky obehov ZSSK a potreba vozidiel podľa zbierky Vlaky osobnej dopravy.

Tabuľka 9: Uvažované trvanie technologických úkonov rozhodujúce pre zostavu obehov vozidiel

typ	Rameno	Stanica	Čas* [h]	Úkon
R	Bratislava – B. Bystrica – Žilina	Bratislava hl. st. Banská Bystrica Žilina	2:08 1:13 0:13 1:52	čistenie, zbrojenie, obrat HDV obrat HDV preprah, manipulácia čistenie, obrat HDV, zbrojenie HDV
Ex	Bratislava – Žilina – Košice	Bratislava hl. st. Košice	0:46 1:46 0:42	Obrat HDV** čistenie, zbrojenie, obrat HDV čistenie, obrat HDV
R	Bratislava – Žilina – Košice	Bratislava hl. st. Košice	1:54 0:42	čistenie, zbrojenie, obrat HDV čistenie, obrat HDV
R	Zvolen – Košice	Zvolen Lučenec Košice	2:26 2:02 0:43	čistenie, zbrojenie, obrat HDV, zbrojenie HDV obrat HDV obrat HDV
R	Košice – Humenné	Košice Trebišov Humenné	1:30 0:11 1:12	čistenie, zbrojenie, obrat HDV preprah zbrojenie HDV, obrat HDV
R	Bratislava – Žilina**	Žilina Bratislava hl. st.	0:48 1:54	obrat HDV čistenie, zbrojenie, obrat HDV
R	Bratislava – Prievidza	Bratislava hl. st. Prievidza	1:02 1:38	čistenie, zbrojenie, obrat HDV zbrojenie HDV, obrat HDV
R	Bratislava – Nitra**	Bratislava hl. st. Prievidza	1:02 2:04	čistenie, zbrojenie, obrat HDV zbrojenie HDV, obrat HDV

* v prípade dvojice časov (napr. preprah párnym a nepárnym smerom) ide o minimálny čas; v špičke pracovných dní však môže byť skutočný čas kratší, v takomto špecifickom prípade sa nevykonávajú úkony čistenia a zbrojenia vozňov ani zbrojenia HDV.

**len Variant B

Zdroj: autor.

⁵⁷ Na druhej strane je nutné konštatovať skutočnosť, že tento vzťah platí len čiastočne a to iba v prípade, ak ide o vozidlá, ktoré sa buď stále odpisujú z pôvodnej kúpnej ceny (nové vozidlá) alebo vozidlá, ktorým bola zostatková cena zvýšená investíciami (rekonštruované vozidlá). V prípade relatívne starých vozidiel predstavujú odpisy čisto variabilnú zložku nákladov, keďže ich zostatková cena ja zvyšovaná výhradne nákladmi revízií, náhradných dielov a opráv.

Potreba vozidiel v návrhu vychádza z navrhovaných obehov súprav a HDV. Tie vo všeobecnosti dodržiavajú štandardizované radenie a kapacitu súprav v závislosti od vozbového ramena, čiže súprava podľa možnosti jazdí výhradne na jednej linke a neprebíha z danej linky na inú linku. Celková potreba súprav je potom definovaná ako pomer doby obratu vozidla na linke k linkovému intervalu. Použité časy technologických úkonov potrebné k definovaniu obratových časov súprav a HDV znázorňuje tabuľka 9.

V rámci periodického grafikonu sa na rozdiel od grafikonu komerčného môže vo väčšej miere uvažovať s nasadením homogénnych súprav. Štandardné radenie súprav podľa jednotlivých ramien v GVD 2012 a v autorského návrhu znázorňuje tabuľka 10. Vlastné porovnanie potreby podľa jednotlivých ramien predstavujú nasledujúce paragrafy.

Tabuľka 10: Štandardné radenie súprav

Typ	Rameno	Dnes	Variant A	Variant B
R	Bratislava – Zvolen – B. Bystrica	4xB, 1xBDs, 1xA	4xB, 1xBDs, 1xA	4xB, 1xBDs, 1xA
R	Banská Bystrica – Žilina	4xB	3xB	3xB
R	Břeclav – Bratislava – Budapešť	7xB, 1xWr, 1xA	7xB, 1xWr, 1xA	7xB, 1xWr, 1xA
R	Bratislava – Žilina – Košice	6xB, 1xBDs, 1xWr, 1xA	6xB, 1xBDs, 1xWr, 1xA	5xB, 1xBDs, 1xWr, 1xA
R	Košice – Poprad (posila v X)	4xB	4xB	4xB
R	Zvolen – Košice	3xB, 1xBDs	3xB	3xB
R	Košice – Humenné	4xB, 1xBDs	4xB, 1xBDs	4xB, 1xBDs
R	Bratislava – Žilina	5xB, 1xBDs, 1xA	5xB, 1xBDs, 1xA	3xB, 1xBDs, 1xA
R	Bratislava – Prievidza	6xB	4xB	4xB
R	Bratislava – Nitra	-	-	3xB

Zdroj: autor.

4.3.1 Trať Bratislava – Žilina – Košice

Dnes je turnusová potreba vozidiel v podobe 10 štandardných súprav, ďalšie 2 posilové súpravy premávajú medzi Košicami a Popradom a 2 medzi Žilinou a Bratislavou. V rámci návrhu je potreba štandardných súprav 7 kusov a potreba uvedených posilových súprav po 1 kuse. Porovnanie potreby vozidiel medzi aktuálnym stavom a návrhom znázorňuje tabuľka 11. Je zrejmé, že z hľadiska vozňov je variant A cca 30 % úspornejší oproti aktuálnemu stavu, variant B je aj napriek vzrastu dopravných výkonov o cca 20 % paradoxne úspornejší o 20 %. Z pohľadu HDV je variant A mierne úspornejší a variant B je na rovnakej úrovni ako aktuálny GVD.

Z hľadiska turnusovej potreby vozňov na nočné rýchliky je možné nad rámec uvádzaných prepočtov dôjsť k ďalšej úspore celých súprav. Algoritmus pre túto úsporu spočíva v tom, že súpravy nasadené na tieto vlaky by prechádzali podľa definovaných periodických obratov v konečných staniách a súprava by v takomto prípade opustila na noc svoju kmeňovú linku a premiestnila by sa na inú linku. Nasledujúci deň by sa uvedený scenár opakoval v opačnom

poradí. Konkrétnym príkladom by bola súprava na nočný rýchlik z Košíc o 18.21 do Prahy, ktorý by podľa existujúceho linkového vedenia nemal jazdiť a mal by byť v stanici Žilina rozdelený na 2 vlaky. Je však zámer tento vlak viesť priamou súpravou. Z tohto dôvodu dôjde v Košiciach k vykonaniu periodicky sa opakujúceho úkonu obratu súpravy (príchod N:39 a odchod P:21 opačným smerom). V tomto prípade by však súprava z linky Bratislava – Košice prešla cez noc na linku Žilina – Praha.

Tabuľka 11: Porovnanie potreby vozidiel na trati Bratislava – Košice

	Hnacie vozidlá			Osobné vozne			
	163	350, 361	362, 363	A	BDs	B	Wr
GVD 2012	3	0	11	12	12	87	10
Variant A	1	0	9	8	8	60	7
Variant B	1	6	6	12	12	66	7

Zdroj: autor.

4.3.2 Trať Žilina – Vsetín/Ostrava – Praha

Dnes je na ramene Žilina – Vsetín – Praha turnusová potreba na úrovni 6 slovenských súprav, pričom niekoľkých českých súprav zabezpečuje doplnený 2h takt na českom úseku trate. V rámci návrhu je potreba súprav na 2h takt na celej trati 5 súprav, pričom na českom úseku nie je nutné viesť doplnujúce súpravy. Z tohto dôvodu je celková úspora súprav na tomto ramene ešte vyššia, rovnako ako potreba HDV.

Na trati Žilina – Ostrava je návrh GVD koncepčne bez zmeny oproti aktuálnemu GVD, z tohto dôvodu sú počty a trasy vlakov identické, rovnako ako potreby vozidiel.

4.3.3 Trať Bratislava – Zvolen – Žilina (Košice)

Dnes na tejto trati nejazdia jednotné štandardné súpravy, ktoré dodržia linkové obehly, ale naopak rôzne skupiny vozňov, ktoré sa pohybujú po celom ramene Bratislava – Zvolen – Košice s odbočkou Zvolen – Žilina, ktoré sú následne skladané do skupín. Vybrané vlaky v úseku Bratislava – Zvolen sú takto spravidla zložené z viacerých skupín, ktoré následne zo Zvolena buď pokračujú ako priame vozne smer Žilina a Košice, alebo sú tu odstavené. Vybrané vlaky na tomto ramene sú zložené aj z ucelených súprav, s ktorými sa pri vlakoch nemanipuluje. Zo Žiliny do Zvolena navyše zachádzajú aj časti súprav z vlakov smerujúcich z Česka.

Autorský návrh uvažuje výhradne so skupinovými vlakmi na ramene Bratislava – Banská Bystrica – Žilina. V celej trase pôjde štandardne 3 vozne, v úseku Banská Bystrica – Bratislava doplnené o ďalšie 3 vozne, ktoré tu budú privesené v rámci prepriahania vlaku. Na trati Zvolen – Košice pôjde o uzavretý systém obehov vozidiel na linke. Celkovo je takto potrebných:

- 7 súprav (3xB) pre rameno celé Bratislava – Banská Bystrica – Žilina,
- 3 HDV (rad 754) pre úsek Banská Bystrica – Žilina,
- 5 súprav (1xA+BDs+B) vrátane HDV (rad 240) pre rameno Bratislava – Banská Bystrica,
- 4 súpravy (3xB) vrátane HDV (rad 754) pre rameno Zvolen – Košice.

Celkovú potrebu vozidiel v rámci návrhu a aktuálneho GVD znázorňuje tabuľka 12. Z údajov plynie, že v prípade potreby HDV dochádza k poklesu potreby elektrických rušňov o 2 kusy, na druhej strane dochádza k nárastu potreby rušňov nezávislej trakcie o 1 kus. Dôvodom pre uvedený nárast je zavedenie 2h taktu rýchlikov medzi Zvolenom a Lučencom. Pre ilustráciu doplníme, že v rámci pripravovaného GVD 2013 je potreba vozidiel medzi Zvolenom a Košicami taktiež zvýšená o 1 rušeň. Z pohľadu potreby vozňov je návrh vo všetkých ohľadoch úspornejší 15-20 %.

Tabuľka 12: Porovnanie potreby vozidiel na trati Bratislava – Zvolen – Žilina (Košice)

	Hnacie vozidlá			Osobné vozne			
	240, 242	754, 757	363	A	BDs	B	Wr
GVD 2012	8	6	0	6	7	49	0
Variant A	5	7	0	5	5	41	0
Variant B	5	8	0	5	5	44	0

Zdroj: autor.

4.3.4 Trať Košice – Humenné

Na trati Košice – Humenné je už dnes ponúkaný cca 2h takt vlakov, čo samo o sebe zvyšuje tlak na efektivitu obbehov vozidiel. Na druhej strane však do Humenného zachádzajú priame vozne z diaľkových rýchlikov z Prahy (1 pár) a Bratislavy (2 páry), čo zvyšuje celkovú potrebu vozidiel. V prípade aplikovania obbehov vozidiel pohybujúcich sa výhradne na tejto linke dôjde k potrebe celkovo 4 súprav (4xB), na druhej strane pri záujme zabezpečiť jazdu priamymi vozňami na nočnom vlaku z Bratislavy do Humenného sa potreba súprav zvyšuje o 1 súpravu. V oboch prípadoch však dochádza k celkovej úspore potreby vozňov (tabuľka 13).

Tabuľka 13: Porovnanie potreby vozidiel na trati Košice – Humenné

	Hnacie vozidlá			Osobné vozne			
	163, 363	754	363	A	BDs	B	Wr
GVD 2012	3	4	0	1	1	25	1
Variant A	3	4	0	0	0	*16	0
Variant B	3	4	0	0	0	*16	0

* v prípade záujmu viezť naďalej priame sedacie vozne na nočnom rýchliku z Bratislavy sa turnusová potreba zvyšuje o 4 vozne.

Zdroj: autor.

4.3.5 Trať Bratislava – Prievidza (Nitra)

Na trati Bratislava – Prievidza, kde dochádza k nárastu výkonov o viac než 150 % nedochádza k vzrastu turnusovej potreby vozidiel, ale paradoxne k presne opačnému javu. Dôvodom je najmä zrušenie preprav v Leopoldove a zefektívnenie trás vlakov, čím sa dosiahlo úspory potreby hnacích vozidiel na úrovni 40 % a zachovanie aktuálnej potreby vozňov (tabuľka 14).

V prípade progresívneho variantu B však už dochádza k nárastu potreby na ramene Bratislava – Prievidza o 1 HDV radu 750⁵⁸ a o 4 vozne. Na rameno do Nitry, ktoré dnes nepremáva je očakávaná potreba vozidiel na úrovni 3 HDV radu 750 a 3 súprav (3xB). Ideálnym radením vlakov na oboch ramenách, ktoré v budúcnosti môže byť reálnym, je nasadzovanie vratných motorových jednotiek. V prípade nasadenia takýchto vozidiel môže byť celková turnusová potreba pri 2h takte na úrovni 3 jednotiek smerom na Nitru a 3 jednotiek smerom na Prievidzu.

Tabuľka 14: Porovnanie potreby vozidiel na trati Bratislava – Prievidza (Nitra)

	Hnacie vozidlá			Osobné vozne			
	240	750	363	A	BDs	B	Wr
GVD 2012	2	*3	0	0	0	*12	0
Variant A	0	3	0	0	0	12	0
Variant B	0	7	0	0	0	25	0

* V nedeľu je vedený posilový vlak, na ktorý je nasadzovaná ďalší rušeň a súprava (6xB), tie sú však stiahnuté z regionálnej prepravy.

Zdroj: autor.

⁵⁸ Na celkovo 4 kusy, pričom potreba elektrických HDV je stále nižšia o 2 kusy

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo zhodnotiť použitie periodických grafikonov vo verejnej osobnej doprave na Slovensku a následne navrhnúť ich konkrétne uplatnenie v praxi na modelovom príklade diaľkovej železničnej dopravy. Predvedenou analýzou bolo zistené, že periodické grafikony sú na Slovensku využívané prevažne marginálne a prevažná väčšina dopravnej obslužnosti je realizovaná prostredníctvom tzv. komerčných grafikonov.

Vzhľadom k požiadavke navrhnúť aplikáciu periodických grafikonov na danom modelovom príklade bolo nutné definovať a analyzovať viacero vstupných teoretických, technologických a ekonomických východísk. Teoretickými východiskami boli predovšetkým požiadavky a zákonitosti taktových grafikonov, konkrétne integrovaných taktových grafikonov (ITG), ktoré je možné vzhľadom k charakteru diaľkovej osobnej dopravy považovať za ideálnu koncepciu dopravnej obslužnosti. Vzhľadom k vstupným technologickým podmienkam dopravnej infraštruktúry a vozidiel však nebolo možné zostaviť ideálny (švajčiarsky) model ITG, ale naopak model modifikovaný (nemecký). Z tohto dôvodu bolo nutné rozhodovať, ktoré prestupné väzby v uzloch budú realizované. Vstupným kritériom v tomto smere bola vykonaná analýza priestorovej formy uzlov a požadovaných prioritných prestupných väzieb.

Predvedený návrh GVD diaľkovej osobnej dopravy na báze periodických grafikonov bol zostavený v trojici variantných riešení líšiacich sa ekonomickým kritériom, resp. prístupom štátu k organizovaniu dopravnej obslužnosti. Variantné riešenie A vychádza zo súčasného systému, kde prevažnú väčšinu diaľkových vlakov objednáva a subvencuje verejný sektor a hlavným rozhodujúcim kritériom je objem dopravných výkonov. Napriek snahe o zachovanie aktuálneho objemu výkonov dochádza vo variante A v globále k zvýšeniu výkonov o cca 7 %, predovšetkým vďaka zavedeniu minimálnych štandardov na viacerých ramenách, kde je zotrvačne už desiatky rokov ponúkaný minimálny počet spojov. Na druhej strane však aj napriek uvedenému zvýšeniu výkonov dochádza celkovo k úspore potreby vozidiel, čo je predpokladom k zníženiu fixných nákladov, ktoré uvedené zvýšenie výkonov môžu plne kompenzovať. Príčinou úspory vozidiel je predovšetkým systematizácia trás vlakov na viacerých tratiach s dnes komerčným režimom obsluhy, vďaka čomu došlo k racionalizácii obehov a obrátov vozidiel.

Variantné riešenie B uvažuje so zavedením kvalitatívnych štandardov, ktoré by rešpektovali dopyt cestujúcej verejnosti ako aj tržný potenciál jednotlivých ramien. Z tohto dôvodu počítá so zavedením 2h taktu ako minimálneho štandardu na všetkých diaľkových

linkách a na najvyťaženejších linkách navyše s vedením posilových špičkových spojov, resp. zavedením pásmovej obsluhy. V globále variant B uvažuje so zvýšením rozsahu dopravných výkonov o 32 %, na druhej strane však taktiež uvažuje s poklesom potreby náležitostí oproti súčasnosti. Tretie variantné riešenie (Variant C) vychádza z plne liberalizovaného prostredia osobnej dopravy, prevádzkovej v režime bez dotácií. V takomto prípade sa počíta s vedením vlakov výhradne na podnikateľské riziko dopravcov a výsledný rozsah a charakter GVD je závislý od ich aktivity a marketingovej politiky. Z tohto dôvodu nie je možný výsledný stav predvídať, ale len vysloviť domnienky o jeho predpokladanom charaktere. Variant C preto poskytuje výhradne odpoveď na otázku možného rozsahu dopravnej obsluhy definovanú na základe predpokladov rentability spojov. Súčasne je nutné konštatovať, že variant C je dnes na rozdiel od predchádzajúcich variantov nemožné uspokojivo vyhodnotiť.

V prípade variantov A a B však vyhodnotenie a porovnanie s dnešným stavom možné je a bolo aj vykonané. Okrem analýzy objemu dopravných výkonov (ukazovateľ variabilných nákladov) boli porovnávané aj ponúkané prestupné väzby a turnusová potreba vozidiel. Z pohľadu turnusovej potreby (ukazovateľ fixných nákladov) dochádza vo všeobecnosti k poklesu potreby, čiže k dosiahnutiu vyššej efektívnosti systému. Rovnaký záver je dosiahnutý aj v prípade ukazovateľa prestupných väzieb, kde vo všeobecnosti dochádza v uzloch k skráteniu čakacích časov a zvýšeniu počtu spojení. Táto skutočnosť môže v prípade praktickej aplikácie autorských návrhov viesť v konečnom dôsledku k zvýšeniu tržieb z cestovného, čím sa celková ekonomická stránka dopravnej obsluhy môže taktiež zlepšiť.

Vo všeobecnosti tak predvedený autorský návrh potvrdzuje známe vedomosti o výhodách periodického grafikonu oproti grafikonu komerčnému. Potvrdzuje sa vyššia efektívnosť systému, nižšie fixné náklady ako aj výrazné zvýšenie kvalitatívneho štandardu v podobe počtu spojení, flexibility spojení a možnosti využívať prestupné väzby.

ZOZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÝCH ZDROJOV

- (1) BAUDIŠ, K. – JANOŠ, V – POSPÍŠIL, J. *Railway Timetable in Czech Republic*, zborník z konferencie. International Scientific Conference TRANSBALTICA 2009. Vilnius Gediminas Technical University. S. 7-10.
- (2) BAUDIŠ, K. – JANOŠ, V. *Integrální taktový grafikon*. Online. ČVUT, 2008. Cit. 2009-12-20. Dostupný z WWW: <euler.fd.cvut.cz/publikace/files/LPITG.pdf>
- (3) BAUDIŠ, K. – JANOŠ, V. *Plánování linek v integrálním taktovém grafikonu*. Online. ČVUT 2009. Cit. 2009-12-20. Dostupný z: <euler.fd.cvut.cz/publikace/files/LPITG.pdf>
- (4) *Celoštátné sčítanie dopravy v roku 2010*. Slovenská správa ciest 2011.
- (5) DRDLA, P. Taktový grafikon vlakové dopravy na radiálních příměstských tratích v monocentrických aglomeracích. In *Scientific Papers of the University of Pardubice 1999 : The Jan Perner Transport Faculty*. Pardubice : Ediční středisko Univerzity Pardubice, 2000. Series B. s. 223-230. ISBN 80-7194-283-9. ISSN 1211-6610.
- (6) DRDLA, P. *Teorie dopravních a telekomunikačních systémů*, studijné materiály. Online. DFJP Univerzita Pardubice 2011. Cit. 2012-02-10. Dostupný z: <<http://drdla.wz.cz/podklady.htm>>
- (7) Elektronická databáza cestovních poriadkov. Online 2012. Dostupné z: <cp.atlas.sk>
- (8) Fahrpläne Österreich 2011/2012.
- (9) FARKAŠ, R. *Konfrontácia dopravnogeografickej a sociogeografickej regionalizácie Slovenska na príklade mezoregiónu Bratislavy*, bakalárska práca. Praha 2010: Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova.
- (10) FARKAŠ, R. *Návrh zavedenia taktového grafikonu v prímestskej železničnej doprave v atrakčnom obvode Bratislavy*, bakalárska práca. Pardubice 2010, DFJP. 60 s.
- (11) FARKAŠ, R. *Rušenie vlakových spojov na Slovensku od 1. mája 2011*. Dráha. Praha 2011: Nadatur. Č. 7, s. 22-26.
- (12) FARKAŠ, R. *Železničná sieť Slovenska: analýza intenzity prepravy*, seminárna práca z predmetu Prostorová analýza dat. Praha 2011: Přírodovědecká fakulta UK.
- (13) HEJHALOVÁ, B. Štandardy kvality dopravnej obsluhy, ako nástroj zvyšovania atraktivity verejnej hromadnej osobnej dopravy v regiónoch. *Doprava a spoje – elektronický časopis Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej*

- univerzity v Žiline. Online 2010. Č. 1, s. 84 – 98. ISSN 1336-7676. Dostupný z: <<http://fpedas.uniza.sk/dopravaaspoje/2010/1/hejhalova.pdf>>
- (14) HRABÁČEK, J. – VANĚK, P. *Periodická doprava v celosíťovém měřítku*. Vědeckotechnický sborník ČD. Praha 2005: České Dráhy, č. 19. S. 1-11.
 - (15) HRABÁČEK, J. *Periodická doprava na dopravních sítích a její optimalizace*, dizertačná práca. DFJP Univerzita Pardubice. 187 s.
 - (16) Jízdní řád SŽDC 2011/2012.
 - (17) KÓDEX UIC 406.
 - (18) KORMÁNYOS, L. – VINCZE, B. *Introduction of the Periodical Timetable on the Hungarian Railway Network – Etappe 1*, příspěvek z konference. ŽELRAIL 2007. Online 2007. Cit. 2011-10-12. Dostupný z: <http://vbnet.hu/doc/2007_zel_periodic.pdf>
 - (19) Menetrend MÁV 2011/2012
 - (20) Mestská a obecná statistika. Online 2012. Štatistický úrad SR. Dostupné z: <<http://app.statistics.sk/mosmis/sk/run.html>>
 - (21) Návrh GVD ŽSR 2012/2013
 - (22) NIELSEN, G. a kol. *Public transport – planning the networks*. Skytta: Hitrans. 180 s. ISBN 82-990111-3-2
 - (23) Pomôcky GVD ŽSR, ročníky 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012.
 - (24) Predpis ŽSR D24.
 - (25) Predpis ŽSR Ž1
 - (26) Prevádzkové poriadky ŽST Bratislava hl. st., Košice, Zvolen, Žilina.
 - (27) *RegioJet překonal pendolino, žlutým vlakem jezdí do Ostravy víc lidí*. Spravodajský portál Idnes.cz 2012-03-30. Online 2012. Cit. 2012-05-05. Dostupný z: <http://ekonomika.idnes.cz/regiojet-je-zadanejsi-nez-pendolino-dbn-/ekonomika.aspx?c=A120329_210902_ekonomika_brm>
 - (28) Sčítanie cestujúcich vo vlakoch ZSSK, marec 2011
 - (29) ŠÍROKÝ, J. *Integrovaný taktový jízdní řád*. Scientific Papers of the University of Pardubice 2000. Pardubice: UPCE, č.5, s. 239-244. ISBN 80-7194-283-9. ISSN 1211-6610
 - (30) TUZAR A., MAXA P., SVOBODA V. *Teorie dopravy*. Praha 1997: DF ČVUT.
 - (31) VONKA, J., a kol. *Osobní doprava*. 1. vyd. Pardubice : Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2001. 170 s. Skripta DFJP. ISBN 80-7194-320-7
 - (32) Výročná správa Železničnej Spoločnosti Slovensko, a.s. za rok 2010.
 - (33) Výroční zpráva 2011 Skupiny České Drahy

- (34) Výstupy zo systému iKVC o počte cestujúcich vo vlakoch ZSSK za rok 2010.
- (35) Zákon NR SR 514/2009 Z.Z. o doprave na dráhach.
- (36) Zákon NR SR 56/2012 Z.Z. o cestnej doprave.
- (37) Zbierka Vlaky osobnej dopravy ZSSK 2011/2012.
- (38) Zbierky obehov ZSSK 2011/2012.

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Ukážka rôznych typov grafikonov	12
Obrázok 2: Ukážka využitia ITG	14
Obrázok 3: Frakment ITG s jednotnou sieťovou periódou 60 min.	16
Obrázok 4: Fragement ITG s nejednotnou sieťovou periódou	17
Obrázok 5: Ukážka modifikovanej verzie ITG.....	18
Obrázok 6: Ukážka uzla v modifikovanom ITG (uzol typu „45/15“)	20
Obrázok 7: Ukážka uzla v ideálnom ITG (uzol typu „O“)	21
Obrázok 8: Ukážka modifikovaného uzla typu „30“	23
Obrázok 9: Príklad modifikovaného uzla typu „0+30“	24
Obrázok 10: Fiktívna dopravná sieť s vyznačenými priestorovými typmi uzlov.....	26
Obrázok 11: Fragment grafikonu s rôznymi taktovými modelmi	27
Obrázok 12: Problém vynechaného spoja a jeho riešenie	29
Obrázok 13: Intenzita osobnej železničnej prepravy na Slovensku.....	42
Obrázok 14: Schéma prestupných väzieb v stanici Bratislava hl. st.....	70
Obrázok 15: Schéma prestupných väzieb v stanici Žilina	72
Obrázok 16: Schéma prestupných väzieb v stanici Košice	72
Obrázok 17: Schéma prestupných väzieb v stanici Zvolen	73
Obrázok 18: Schéma prestupných väzieb v stanici Vrútky	73
Obrázok 19: Schéma prestupných väzieb v stanici Bratislava hl. st. (Variant B)	78
Obrázok 20: Schéma prestupných väzieb v stanici Leopoldov (Variant B).....	79
Obrázok 21: Schéma prestupných väzieb v stanici Žilina (Variant B).....	80
Obrázok 22: Schéma prestupných väzieb v stanici Vrútky (Variant B).....	80
Obrázok 23: Schéma prestupných väzieb v stanici Košice (Variant B)	81

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Súčasný charakter obslužnosti diaľkovou železničnou dopravou.....	35
Tabuľka 2: Počet cestujúcich vo vlakoch na jednotlivých diaľkových ramenách.....	45
Tabuľka 3: Vstupná charakteristika dopravných uzlov	60
Tabuľka 4. Časové trvanie jednotlivých okruhov v sieti	62
Tabuľka 5: Vstupné požiadavky pre stanovenie jazdných dôb	65
Tabuľka 6: Očakávaný rozsah dopravnej obsluhy vo variante C	83
Tabuľka 7: Porovnanie vybraných prestupných väzieb.....	86
Tabuľka 8: Porovnanie dopravných výkonov podľa jednotlivých ramien	87
Tabuľka 9: Uvažované trvanie technologických úkonov	88
Tabuľka 10: Štandardné radenie súprav	89
Tabuľka 11: Porovnanie potreby vozidiel na trati Bratislava – Košice.....	90
Tabuľka 12: Porovnanie potreby vozidiel na trati Bratislava – Zvolen – Žilina (Košice) .	91
Tabuľka 13: Porovnanie potreby vozidiel na trati Košice – Humenné.....	91
Tabuľka 14: Porovnanie potreby vozidiel na trati Bratislava – Prievidza (Nitra).....	92

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

A	vozeň prvej triedy
B	vozeň druhej triedy
BDs	vozeň druhej triedy s oddielom pre batožinu a služobným oddielom
CZ	Česko
ČD	České dráhy (dopravca)
DB	DeutscheBahn (dopravca a manažér infraštruktúry)
EC	EuroCity (kategória vlaku)
EN	EuroNight (kategória vlaku)
ETCS	Európsky železničný zabezpečovací systém
Ex	expres (kategória vlaku) alebo vlak expresnej vrstvy
GVD	grafikon vlakovej dopravy
HDV	hnacie dráhové vozidlo
hl. st.	hlavná stanica
IC	InterCity (kategória vlaku)
ITG	integrovaný taktový grafikon
MDVaRR	Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja
MHD	mestská hromadná doprava
N:00	nepárna hodina nultá minúta (formát časového údajja)
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
os. st.	osobná stanica
P:00	párna hodina nultá minúta (formát časového údajja)
R	rýchlik (kategória vlaku) alebo vlaky rýchlej vrstvy
SR	Slovenská republika
St.	Stavadlo
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty (manažér železničnej infraštruktúry)

UIC	Medzinárodná železničná únia
Vlkm	vlakový kilometer (štatistický ukazovateľ)
Výh	Výhybňa
Wr	reštauračný vozeň
X:00	ľubovoľná hodina nultá minúta (formát časového údaj)
Z. Z.	Zbierka zákonov
Zb.	Zbierka
ZoDSvVZ	Zmluva o dopravných službách vo verejnom záujme
Zr	Zrýchlený (kategória vlaku)
ZSSK	Železničná spoločnosť Slovensko (dopravca)
ŽSR	Železnice slovenskej republiky (manažér železničnej infraštruktúry)
✕	pracovný deň
⑦	nedeľa

ZOZNAM PRÍLOH

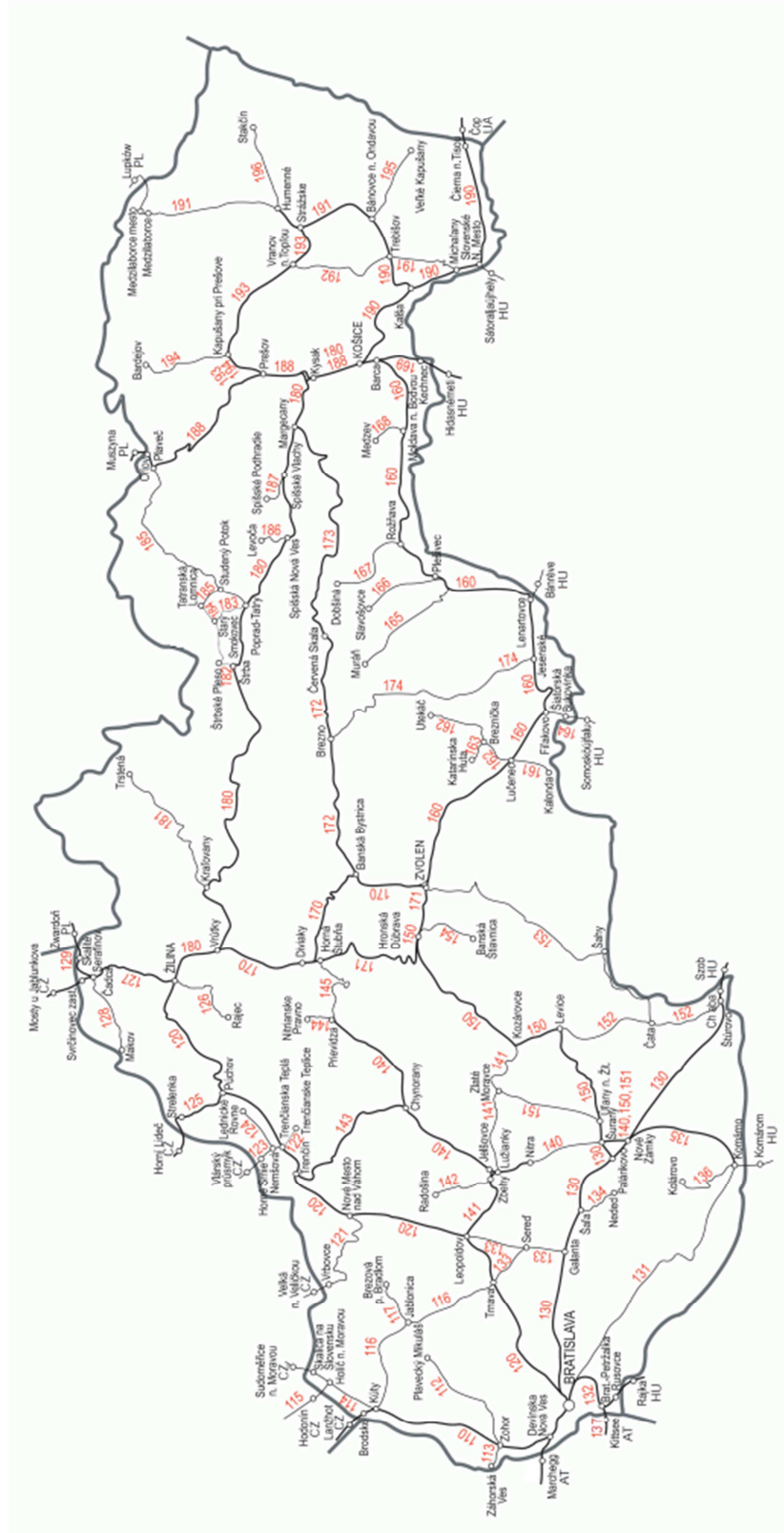
Príloha 1: Mapa slovenskej železničnej siete s vyznačenými skúmanými trasami

Príloha 2: Tabelárna forma autorského návrhu grafikonu (všetky trate)

Príloha 3: Grafická forma autorského návrhu grafikonu (vybrané trate)

Príloha 1: Mapa slovenskej železničnej siete s vyznačenými skúmanými trasami

Zdroj: www.zsr.sk



Príloha 2: Tabelárna forma autorského návrhu grafikonu (všetky trate)

Zostavil: autor.

Bratislava - Zvolen - Košice, Zvolen - Žilina (VARIANT A)

zo stanice											
Bratislava hl.st.	0 04					6 04		8 04		10 04	12 04
Bratislava-Vinohrady	0 10					6 10		8 10		10 10	12 10
Galanta	0 38					6 38		8 38		10 38	12 38
Šaľa	0 47					6 47		8 47		10 47	12 47
Surany	1 09					7 09		9 09		11 09	13 09
Podhájska	1 25					7 25		9 25		11 25	13 25
Levice	1 49			5 49	7 01	7 49		9 49		11 49	13 49
Kozárovce	2 01			6 01	7 21	8 01		10 01		12 01	14 01
Nová Baňa	2 16			6 16	7 23	8 16		10 16		12 16	14 16
Zarnovica	2 27			6 27	7 23	8 27		10 27		12 27	14 27
Ziar nad Hronom	2 40			6 40	7 23	8 40		10 40		12 40	14 40
Zvolen os.st.	2 58			6 58	7 23	8 58		10 58		12 58	14 58
Zvolen os.st.		5 01		7 01		9 01		11 01		13 01	15 01
Sliac kúpele		5 09		7 09		9 09		11 09		13 09	15 09
Banská Bystrica mesto		5 21		7 21		9 21		11 21		13 21	15 21
Banská Bystrica		5 23		7 23		9 23		11 23		13 23	15 23
Banská Bystrica		5 35		7 35		9 35		11 35		13 35	15 35
Turčianske Teplice		6 20		8 20		10 20		12 20		14 20	16 20
Martin		6 38		8 38		10 38		12 38		14 38	16 38
Vrútky		6 45		8 45		10 45		12 45		14 45	16 45
Žilina		7 04		9 04		11 04		13 04		15 04	17 04
Zvolen os.st.	3 13				7 13		9 13		11 13		13 13
Detva	3 32				7 32		9 32		11 32		13 32
Kriváň	3 37				7 37		9 37		11 37		13 37
Lučenec	3 59				7 59		9 59		11 59		13 59
Lučenec	4 01				8 01				12 01		16 01
Fíľakovo zast.	4 13				8 13				12 13		16 13
Jesenské	4 40				8 40				12 40		16 40
Cíž kúpele	4 53				8 53				12 53		16 53
Lenartovce	5 01				9 01				13 01		17 01
Tornala	5 13				9 13				13 13		17 13
Plešivec	5 27				9 27				13 27		17 27
Rožňava	5 40				9 40				13 40		17 40
Moldava nad Bodvou	6 13				10 13				14 13		18 13
Košice	6 37				10 37				14 37		18 37
do stanice											

zo stanice											
Bratislava hl.st.	14 04		16 04		18 04		20 04				
Bratislava-Vinohrady	14 10		16 10		18 10		20 10				
Galanta	14 38		16 38		18 38		20 38				
Šaľa	14 47		16 47		18 47		20 47				
Surany	15 09		17 09		19 09		21 09				
Podhájska	15 25		17 25		19 25		21 25				
Levice	15 49		17 49		19 49		21 49				
Kozárovce	16 01		18 01		20 01		22 01				
Nová Baňa	16 16		18 16		20 16		22 16				
Zarnovica	16 27		18 27		20 27		22 27				
Ziar nad Hronom	16 40		18 40		20 40		22 40				
Zvolen os.st.	16 58		18 58		20 58		22 58				
Zvolen os.st.	17 01		19 01		21 01		23 01				
Sliac kúpele	17 09		19 09		21 09		23 09				
Banská Bystrica mesto	17 21		19 21		21 21		23 21				
Banská Bystrica	17 23		19 23		21 23		23 23				
Banská Bystrica	17 35		19 35								
Turčianske Teplice	18 20		20 20								
Martin	18 38		20 38								
Vrútky	18 45		20 45								
Žilina	19 04		21 04								
Zvolen os.st.		17 13		19 13							
Detva		17 32		19 32							
Kriváň		17 37		19 37							
Lučenec		17 59		19 59							
Lučenec				20 01							
Fíľakovo zast.				20 13							
Jesenské				20 40							
Cíž kúpele				20 53							
Lenartovce				21 01							
Tornala				21 13							
Plešivec				21 27							
Rožňava				21 40							
Moldava nad Bodvou				22 13							
Košice				22 37							
do stanice											

0 ide v piatok, resp. v noci z piatka na sobotu

7 nejde v nedeľu

0 ide v nedeľu resp. v noci z nedeľe na pondelok

6 nejde v sobotu

6 ide v piatok a nedeľu, resp. v noci na sobotu a pondelok

X ide v pracovných dňoch

Žilina - Vsetín - Hranice na Moravě

zo stanice											
Žilina	5 35	7 35	9 35	11 35	13 35	15 35	17 35				
Považská Bystrica	6 02	8 02	10 02	12 02	14 02	16 02	18 02				
Púchov	6 14	8 14	10 14	12 14	14 14	16 14	18 14				
Horní Lideč	6 38	8 38	10 38	12 38	14 38	16 38	18 38				
Vsetín	7 06	9 06	11 06	13 06	15 06	17 06	19 06				
Valašské Meziříčí	7 24	9 24	11 24	13 24	15 24	17 24	19 24				
Hranice na Moravě	7 47	9 47	11 47	13 47	15 47	17 47	19 47				
do stanice		Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.

6 nejde v sobotu

7 nejde v nedeľu

Košice - Zvolen - Bratislava, Zilina - Zvolen (VARIANT A)

zo stanice											
Košice	9	23 25				7	5 25		7 25		11 25
Moldava nad Bodvou		23 49					5 49		7 49		11 49
Rožňava		0 22					6 22		8 22		12 22
Plešivec		0 33					6 33		8 33		12 33
Tornala		0 48					6 48		8 48		12 48
Lenartovce		1 00					7 00		9 00		13 00
Cíž kúpele		1 04					7 04		9 04		13 04
Jesenské		1 19					7 19		9 19		13 19
Fíľakovo zast.		1 46					7 46		9 46		13 46
Lučenec	o	1 58				7	7 58		9 58		13 58
Lučenec		2 02		7	6 02		8 02		10 02		12 02
Kriváň		2 27			6 27		8 27		10 27		12 27
Detva		2 32			6 32		8 32		10 32		12 32
Zvolen os.st.	o	2 49		7	6 49		8 49		10 49		12 49
Zilina								6 56	8 56		10 56
Vrútky								7 15	9 15		11 15
Martin								7 23	9 23		11 23
Turčianske Teplice								7 41	9 41		11 41
Banská Bystrica								8 23	10 23		12 23
Banská Bystrica			7	4 36	6 36		8 36		10 36		12 36
Banská Bystrica mesto				4 39	6 39		8 39		10 39		12 39
Sliac				4 52	6 52		8 52		10 52		12 52
Zvolen os.st.	o			4 59	6 59		8 59		10 59		12 59
Zvolen os.st.		3 02			7 02		9 02		11 02		13 02
Ziar nad Hronom		3 21			7 21		9 21		11 21		13 21
Zarnovica		3 34			7 34		9 34		11 34		13 34
Nová Baňa		3 46			7 46		9 46		11 46		13 46
Kozárovce		4 01			8 01		10 01		12 01		14 01
Levice		4 13			8 13		10 13		12 13		14 13
Podhájska		4 37			8 37		10 37		12 37		14 37
Surany		4 51			8 51		10 51		12 51		14 51
Sala		5 13			9 13		11 13		13 13		15 13
Galanta		5 23			9 23		11 23		13 23		15 23
Bratislava-Vinohrady		5 49			9 49		11 49		13 49		15 49
Bratislava hl.st.	9	5 56	7	7 56	9 56		11 56		13 56		15 56
do stanice											

zo stanice											
Košice									X	19 25	
Moldava nad Bodvou										19 49	
Rožňava										20 22	
Plešivec										20 33	
Tornala										20 48	
Lenartovce										21 00	
Cíž kúpele										21 04	
Jesenské										21 19	
Fíľakovo zast.										21 46	
Lučenec	o									21 58	
Lučenec		16 02			18 02					22 02	
Kriváň		16 27			18 27					22 27	
Detva		16 32			18 32					22 32	
Zvolen os.st.	o	16 49			18 49				o	22 49	
Zilina			14 56		16 56		18 56		o	20 56	
Vrútky			15 15		17 15		19 15			21 15	
Martin			15 23		17 23		19 23			21 23	
Turčianske Teplice			15 41		17 41		19 41			21 41	
Banská Bystrica			16 23		18 23		20 23		o	22 23	
Banská Bystrica			16 36		18 36		20 36		o	22 36	
Banská Bystrica mesto			16 39		18 39		20 39			22 39	
Sliac			16 52		18 52		20 52			22 52	
Zvolen os.st.	o		16 59		18 59		20 59		o	22 59	
Zvolen os.st.			17 02		19 02		o	21 02			
Ziar nad Hronom			17 21		19 21			21 21			
Zarnovica			17 34		19 34			21 34			
Nová Baňa			17 46		19 46			21 46			
Kozárovce			18 01		20 01			22 01			
Levice			18 13		20 13			22 13			
Podhájska			18 37		20 37			22 37			
Surany			18 51		20 51			22 51			
Sala			19 13		21 13			23 13			
Galanta			19 23		21 23			23 23			
Bratislava-Vinohrady			19 49		21 49			23 49			
Bratislava hl.st.			19 56		21 56		o	23 56			
do stanice											

- o ide v piatok, resp. v noci z piatka na sobotu
7 nejde v nedeľu
o ide v nedeľu resp. v noci z nedeľe na pondelok
o nejde v sobotu
o ide v piatok a nedeľu, resp. v noci na sobotu a pondelok
X ide v pracovných dňoch

Hranice na Moravě - Vsetín - Zilina

zo stanice								
Hranice na Moravě	8 13	10 13	12 13	14 13	16 13	18 13	20 13	
Valašské Meziříčí	8 38	10 38	12 38	14 38	16 38	18 38	20 38	
Vsetín	8 56	10 56	12 56	14 56	16 56	18 56	20 56	
Horní Lideč	9 24	11 24	13 24	15 24	17 24	19 24	21 24	
Púchov	9 48	11 48	13 48	15 48	17 48	19 48	21 48	
Považská Bystrica	9 59	11 59	13 59	15 59	17 59	19 59	21 59	
Zilina	10 24	12 24	14 24	16 24	18 24	20 24	22 24	
do stanice								

Břeclav - Bratislava - Stúrovo

	zo stanice	Praha hl.n.	Brno hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.		
Břeclav		4 57	6 57	8 57	10 57	12 57	14 57	16 57	18 57	20 57			
Kúty		5 09	7 09	9 09	11 09	13 09	15 09	17 09	19 09	21 09			
Malacky		5 24	7 24	9 24	11 24	13 24	15 24	17 24	19 24	21 24			
Bratislava hl.st.	o	5 48	7 48	9 48	11 48	13 48	15 48	17 48	19 48	21 48			
Bratislava hl.st.		5 57	7 57	9 57	11 57	13 57	15 57	17 57	19 57				
Bratislava-Vinohrady		6 03	8 03	10 03	12 03	14 03	16 03	18 03	20 03				
Galanta		6 31	8 31	10 31	12 31	14 31	16 31	18 31	20 31				
Saľa													
Nové Zámky		6 58	8 58	10 58	12 58	14 58	16 58	18 58	20 58				
Stúrovo	o	7 23	9 23	11 23	13 23	15 23	17 23	19 23	21 23				
	do stanice	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest				

Stúrovo - Bratislava - Břeclav

	zo stanice	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest	Budapest			
Stúrovo		6 36	8 36	10 36	12 36	14 36	16 36	18 36	20 36				
Nové Zámky		7 03	9 03	11 03	13 03	15 03	17 03	19 03	21 03				
Saľa													
Galanta		7 30	9 30	11 30	13 30	15 30	17 30	19 30	21 30				
Bratislava-Vinohrady		7 56	9 56	11 56	13 56	15 56	17 56	19 56	21 56				
Bratislava hl.st.	o	8 03	10 03	12 03	14 03	16 03	18 03	20 03	22 03				
Bratislava hl.st.		6 12	8 12	10 12	12 12	14 12	16 12	18 12	20 12	22 12			
Malacky		6 38	8 38	10 38	12 38	14 38	16 38	18 38	20 38	22 38			
Kúty		6 52	8 52	10 52	12 52	14 52	16 52	18 52	20 52	22 52			
Břeclav	o	7 03	9 03	11 03	13 03	15 03	17 03	19 03	21 03	23 03			
	do stanice	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.	Praha hl.n.				

1 ide v pondelok

2 ide v nedeľu

Prievidza - Bratislava (VARIANT A)

Prievidza		5 47	7 47	9 47	11 47	13 47	15 47	17 47					
Nováky		6 02	8 02	10 02	12 02	14 02	16 02	18 02					
Zemianske Kostolány		6 08	8 08	10 08	12 08	14 08	16 08	18 08					
Partizánske	o	6 24	8 24	10 24	12 24	14 24	16 24	18 24					
Chynorany		6 33	8 33	10 33	12 33	14 33	16 33	18 33					
Topoľčany		6 46	8 46	10 46	12 46	14 46	16 46	18 46					
Koniarovce		7 01	9 01	11 01	13 01	15 01	17 01	19 01					
Zbehy	o												
Zbehy		7 31	9 31	11 31	13 31	15 31	17 31	19 31					
Hlohovec		7 37	9 37	11 37	13 37	15 37	17 37	19 37					
Leopoldov	o	7 39	9 39	11 39	13 39	15 39	17 39	19 39					
Leopoldov		7 54	9 54	11 54	13 54	15 54	17 54	19 54					
Trnava		8 23	10 23	12 23	14 23	16 23	18 23	20 23					
Bratislava-Vinohrady		8 29	10 29	12 29	14 29	16 29	18 29	20 29					
Bratislava hl.st.	o	7	9	11	13	15	17	19					

Bratislava - Prievidza (VARIANT A)

Bratislava hl.st.		7 31	9 31	13 31	15 31	17 31	19 31						
Bratislava-Vinohrady		7 37	9 37	13 37	15 37	17 37	19 37						
Trnava		8 07	10 07	14 07	16 07	18 07	20 07						
Leopoldov	o	8 21	10 21	14 21	16 21	18 21	20 21						
Leopoldov		8 23	10 23	14 23	16 23	18 23	20 23						
Hlohovec		8 31	10 31	14 31	16 31	18 31	20 31						
Zbehy	o												
Zbehy		9 02	11 02	15 02	17 02	19 02	21 02						
Koniarovce		9 16	11 16	15 16	17 16	19 16	21 16						
Topoľčany		9 28	11 28	15 28	17 28	19 28	21 28						
Chynorany		9 38	11 38	15 38	17 38	19 38	21 38						
Partizánske		9 54	11 54	15 54	17 54	19 54	21 54						
Zemianske Kostolány		10 00	12 00	16 00	18 00	20 00	22 00						
Nováky		10 09	12 09	16 09	18 09	20 09	22 09						
Prievidza	o	7	9	13	15	17	19						

2 ide v sobotu a vo sviatok
3 ide v nedeľu

7 nejde v nedeľu
X ide v pracovných dňoch

Bratislava - Žilina - Košice (VARIANT B)

										IC		Ex	IC	
	zo stanice					Praha hl.n.				Praha hl.n.				
	Bratislava hl.st.			23 53										7 57
	Bratislava-Vinohrady			0 03										8 03
	Trnava			0 19										8 29
	Leopoldov													8 42
	Piešťany													8 54
	Nové Mesto n. Váhom													9 07
	Trenčín			0 58										9 23
				0 59										9 25
	Trenčín													9 33
	Trenčianska Teplá													9 39
	Dubnica nad Váhom													9 45
	Ilava													9 57
	Púchov													10 08
	Považská Bystrica													10 19
	Bytča													10 34
	Žilina			1 52										10 34
	Žilina					2 55		3 55		4 55		5 55		6 55
	Vrútky					Z 3 13		E 4 13		M 5 13		P 6 13		7 13
	Kraľovany					E 3 27		M 4 27		P 5 27		I 6 27		7 27
	Ružomberok					M 3 46		P 4 46		I 5 46		N 6 46		7 46
	Liptovský Mikuláš					P 4 05		I 5 05		N 6 05		X 7 05		8 05
	Strba					L 4 34		I 5 34		N 6 34		X 7 34		8 34
	Poprad-Tatry					L 4 47		I 5 47		N 6 47		X 7 47		8 47
						N 4 50		X 5 50		6 50		7 50		8 50
	Poprad-Tatry					X 5 10		6 10		7 10		8 10		9 10
	Spišská Nová Ves					5 29		6 29		7 29		8 29		9 29
	Krompachy					5 38		6 38		7 38		8 38		9 38
	Marqecany					5 52		6 52		7 52		8 52		9 52
	Kysak					6 06		7 06		8 06		9 06		10 06
	Košice													10 06
	do stanice													

		Ex	IC		Ex	IC		Ex	IC		Ex	IC	
	zo stanice												
	Bratislava hl.st.			8 53		9 53		9 57		10 53		11 53	
	Bratislava-Vinohrady							10 03					
	Trnava			9 19		10 19		10 29		11 19		12 19	
	Leopoldov							10 42					
	Piešťany							10 54					
	Nové Mesto n. Váhom							11 07					
	Trenčín			9 58		10 58		11 23		11 58		12 58	
				9 59		10 59		11 25		11 59		12 59	
	Trenčín							11 33					
	Trenčianska Teplá							11 39					
	Dubnica nad Váhom							11 45					
	Ilava							11 57					
	Púchov							12 08					
	Považská Bystrica							12 19					
	Bytča							12 34					
	Žilina			10 52		11 52		12 34		12 52		13 52	
	Žilina			10 55		11 55		12 55		13 55		14 55	
	Vrútky							13 13					
	Kraľovany							13 27					
	Ružomberok							13 46					
	Liptovský Mikuláš							14 05					
	Strba							14 34					
	Poprad-Tatry							14 47					
	Poprad-Tatry			12 50		13 33		14 50		15 33		16 50	
	Spišská Nová Ves							15 10					
	Krompachy							15 29					
	Marqecany							15 38					
	Kysak							15 52					
	Košice			14 06		14 39		16 06		16 39		18 06	
	do stanice												

		Ex	IC		Ex	IC	
	zo stanice						
	Bratislava hl.st.			16 53		17 53	
	Bratislava-Vinohrady						
	Trnava			17 19		18 19	
	Leopoldov						
	Piešťany						
	Nové Mesto n. Váhom						
	Trenčín			17 58		18 58	
	Trenčín			17 59		18 59	
	Trenčianska Teplá						
	Dubnica nad Váhom						
	Ilava						
	Púchov						
	Považská Bystrica						
	Bytča						
	Žilina			18 52		19 52	
	Žilina			18 55		19 55	
	Vrútky						
	Kraľovany						
	Ružomberok						
	Liptovský Mikuláš						
	Strba						
	Poprad-Tatry						
	Poprad-Tatry			20 50		21 33	
	Spišská Nová Ves						
	Krompachy						
	Marqecany						
	Kysak						
	Košice			22 06		22 39	
	do stanice						

0 ide v piatok, resp. v noci z piatka na sobotu
 6 nejde v sobotu
 X ide v pracovných dňoch

1 ide v pondelok
 7 nejde v nedeľu

Košice - Žilina - Bratislava (VARIANT B)

	Ex	Ex		Ex	IC	Ex	IC
Košice	23 55				7 3 55		5 21
Kysak	0 09				4 09		5 35
Maršecany	0 25				4 25		6 25
Krompachy	0 33				4 33		6 33
Spišská Nová Ves	0 54				4 54		6 54
Poprad-Tatry	1 16				5 16		7 16
Štrba	1 31				5 31		7 31
Liptovský Mikuláš	1 59				5 59		7 59
Ružomberok	2 19				6 19		8 19
Kraľovany	2 34				6 34		8 34
Vrútky	2 50				6 50		8 50
Žilina	3 06				7 06		9 06
Žilina		3 26	→	4 09	7 09		8 09
Bytča		3 42		4 42	7 26		8 26
Považská Bystrica		3 53		4 53	7 42		8 42
Púchov		4 04		5 04	7 53		8 53
Ilava		4 17		5 17	8 04		9 04
Dubnica nad Váhom		4 23		5 23	8 17		9 17
Trenčianska Teplá		4 28		5 28	8 23		9 23
Trenčín		4 34		5 34	8 28		9 28
Trenčín	3 36			5 36	8 34	9 02	10 02
Nové Mesto n. Váhom	3 53			5 53	8 36	9 03	10 03
Piešťany	4 05			6 05	8 53		9 53
Leopoldov	4 19			6 19	9 05		10 05
Trnava	4 31			6 31	9 19		10 19
Bratislava-Vinohrady	4 56			6 56	9 31	9 42	10 42
Bratislava hl.st.	5 03			7 03	9 42	10 42	11 42
do stanice					9 07	10 03	11 07
							12 03

	Ex	IC	Ex	IC	Ex	IC	Ex	IC
Košice	7 55		9 21	9 55	11 21	11 55	13 21	13 55
Kysak	8 09		9 35	10 09	11 35	12 09	13 35	14 09
Maršecany	8 25			10 25		12 25		14 25
Krompachy	8 33			10 33		12 33		14 33
Spišská Nová Ves	8 54			10 54		12 54		14 54
Poprad-Tatry	9 16		10 31	11 16	12 31	13 16	14 31	15 16
Štrba	9 31			11 31		13 31		15 31
Liptovský Mikuláš	9 59		11 11	11 59	13 11	13 59	15 11	15 59
Ružomberok	10 19			12 19		14 19		16 19
Kraľovany	10 34			12 34		14 34		16 34
Vrútky	10 50			12 50		14 50		16 50
Žilina	11 06		12 06	13 06	14 06	15 06	16 06	17 06
Žilina	11 09	11 26	12 09	13 09	14 09	15 09	16 09	17 09
Bytča		11 42		13 42		15 42		17 42
Považská Bystrica		11 53		13 53		15 53		17 53
Púchov		12 04		14 04		16 04		18 04
Ilava		12 17		14 17		16 17		18 17
Dubnica nad Váhom		12 23		14 23		16 23		18 23
Trenčianska Teplá		12 28		14 28		16 28		18 28
Trenčín	12 02	12 34	13 02	14 02	14 34	15 02	16 02	16 34
Trenčín	12 03	12 36	13 03	14 03	14 36	15 03	16 03	16 36
Nové Mesto n. Váhom		12 53		14 53		16 53		18 53
Piešťany		13 05		15 05		17 05		19 05
Leopoldov		13 19		15 19		17 19		19 19
Trnava	12 42	13 31	13 42	14 42	15 31	16 42	17 31	18 42
Bratislava-Vinohrady		13 56		15 56		17 56		19 56
Bratislava hl.st.	13 07	14 03	14 07	15 07	16 03	16 07	17 07	18 03
do stanice								20 03

	Ex	IC						
Košice	15 55		17 21	17 55			19 55	
Kysak	16 09		17 35	18 09			20 09	
Maršecany	16 25			18 25			20 25	
Krompachy	16 33			18 33			20 33	
Spišská Nová Ves	16 54			18 54			20 54	
Poprad-Tatry	17 16		18 31	19 16			21 16	
Štrba	17 31			19 31			21 31	
Liptovský Mikuláš	17 59		19 11	19 59			21 59	
Ružomberok	18 19			20 19			22 19	
Kraľovany	18 34			20 34			22 34	
Vrútky	18 50			20 50			22 50	
Žilina	19 06		20 06	21 06			23 06	
Žilina	19 09	19 26	20 09	21 09	21 26			
Bytča		19 42		21 42				
Považská Bystrica		19 53		21 53				
Púchov		20 04		22 04				
Ilava		20 17		22 17				
Dubnica nad Váhom		20 23		22 23				
Trenčianska Teplá		20 28		22 28				
Trenčín	20 02	20 34	21 02	22 34				
Trenčín	20 03	20 36	21 03					
Nové Mesto n. Váhom		20 53						
Piešťany		21 05						
Leopoldov		21 19						
Trnava	20 42	21 31	21 42					
Bratislava-Vinohrady		21 56						
Bratislava hl.st.	21 07	22 03	22 07					
do stanice				Praha hl.n.		Praha hl.n.		

7 nejde v nedeľu

✘ ide v pracovných dňoch

Košice - Zvolen - Bratislava, Zilina - Zvolen (VARIANT B)

zo stanice														
Košice	8	23 25			7	5 25			7 25			9 25		11 25
Moldava nad Bodvou		23 49				5 49			7 49			9 49		11 49
Rožňava		0 22				6 22			8 22			10 22		12 22
Plešivec		0 33				6 33			8 33			10 33		12 33
Tornala		0 48				6 48			8 48			10 48		12 48
Lenartovce		1 00				7 00			9 00			11 00		13 00
Číž kúpele		1 04				7 04			9 04			11 04		13 04
Jesenské		1 19				7 19			9 19			11 19		13 19
Filakovo zast.		1 46				7 46			9 46			11 46		13 46
Lučenec	o	1 58			7	7 58			9 58			11 58		13 58
Lučenec		2 02		X	6 02	8 02			10 02			12 02		14 02
Kriváň		2 27		X	6 27	8 27			10 27			12 27		14 27
Detva		2 32		X	6 32	8 32			10 32			12 32		14 32
Zvolen os.st.	o	2 49		X	6 49	8 49			10 49			12 49		14 49
Zilina									6 56			8 56		10 56
Vrútky									7 15			9 15		11 15
Martin									7 23			9 23		11 23
Turčianske Teplice									7 41			9 41		11 41
Banská Bystrica									8 23			10 23		12 23
Banská Bystrica				7	4 36	6 36			8 36			10 36		12 36
Banská Bystrica mesto					4 39	6 39			8 39			10 39		12 39
Sliac					4 52	6 52			8 52			10 52		12 52
Zvolen os.st.	o				4 59	6 59			8 59			10 59		12 59
Zvolen os.st.		3 02			7 02	9 02			11 02			13 02		15 02
Ziar nad Hronom		3 21			7 21	9 21			11 21			13 21		15 21
Zarnovica		3 34			7 34	9 34			11 34			13 34		15 34
Nová Baňa		3 46			7 46	9 46			11 46			13 46		15 46
Kozárovce		4 01			8 01	10 01			12 01			14 01		16 01
Levice		4 13			8 13	10 13			12 13			14 13		16 13
Podhájska		4 37			8 37	10 37			12 37			14 37		16 37
Surany		4 51			8 51	10 51			12 51			14 51		16 51
Sala		5 13			9 13	11 13			13 13			15 13		17 13
Galanta		5 23			9 23	11 23			13 23			15 23		17 23
Bratislava-Vinohrady		5 49			9 49	11 49			13 49			15 49		17 49
Bratislava hl.st.	8	5 56			9 56	11 56			13 56			15 56		17 56
do stanice														

zo stanice														
Košice		13 25		15 25		17 25			19 25					
Moldava nad Bodvou		13 49		15 49		17 49			19 49					
Rožňava		14 22		16 22		18 22			20 22					
Plešivec		14 33		16 33		18 33			20 33					
Tornala		14 48		16 48		18 48			20 48					
Lenartovce		15 00		17 00		19 00			21 00					
Číž kúpele		15 04		17 04		19 04			21 04					
Jesenské		15 19		17 19		19 19			21 19					
Filakovo zast.		15 46		17 46		19 46			21 46					
Lučenec	o	15 58		17 58		19 58			21 58					
Lučenec		16 02		18 02		20 02			22 02					
Kriváň		16 27		18 27		20 27			22 27					
Detva		16 32		18 32		20 32			22 32					
Zvolen os.st.	o	16 49		18 49		20 49			22 49					
Zilina			14 56		16 56		18 56		20 56					
Vrútky			15 15		17 15		19 15		21 15					
Martin			15 23		17 23		19 23		21 23					
Turčianske Teplice			15 41		17 41		19 41		21 41					
Banská Bystrica			16 23		18 23		20 23		22 23					
Banská Bystrica			16 36		18 36		20 36		22 36					
Banská Bystrica mesto			16 39		18 39		20 39		22 39					
Sliac			16 52		18 52		20 52		22 52					
Zvolen os.st.	o		16 59		18 59		20 59		22 59					
Zvolen os.st.			17 02		19 02									
Ziar nad Hronom			17 21		19 21									
Zarnovica			17 34		19 34									
Nová Baňa			17 46		19 46									
Kozárovce			18 01		20 01									
Levice			18 13		20 13									
Podhájska			18 37		20 37									
Surany			18 51		20 51									
Sala			19 13		21 13									
Galanta			19 23		21 23									
Bratislava-Vinohrady			19 49		21 49									
Bratislava hl.st.			19 56		21 56									
do stanice														

o ide v piatok, resp. v noci z piatka na sobotu
7 nejde v nedeľu
o ide v nedeľu resp. v noci z nedele na pondelok
o nejde v sobotu
o ide v piatok a nedeľu, resp. v noci na sobotu a pondelok
X ide v pracovných dňoch

Humenné - Košice (VARIANT B)

zo stanice														
Humenné	X	3 36	X	4 36	X	5 36	X	6 36	7 36	9 36	11 36	13 36	15 36	17 36
Brekov		3 42		4 42		5 42		6 42	7 42	9 42	11 42	13 42	15 42	17 42
Strážske		3 47		4 47		5 47		6 47	7 47	9 47	11 47	13 47	15 47	17 47
Michalovce		4 00		5 00		6 00		7 00	8 00	10 00	12 00	14 00	16 00	18 00
Bánovce nad Ondavou		4 10		5 10		6 10		7 10	8 10	10 10	12 10	14 10	16 10	18 10
Trebišov	o	4 21		5 21		6 21		7 21	8 21	10 21	12 21	14 21	16 21	18 21
Trebišov		4 32		5 32		6 32		7 32	8 32	10 32	12 32	14 32	16 32	18 32
Košice predmestie		5 12		6 12		7 12		8 12	9 12	11 12	13 12	15 12	17 12	19 12
Košice	o	5 15		6 15		7 15		8 15	9 15	11 15	13 15	15 15	17 15	19 15
do stanice														Bratislava hl. st.

X ide v pracovných dňoch

Vlak 21:36 z Humenného je odchýlený z taktu z dôvodu rozdielneho normatívu hmotnosti (vlak vezie priame lôžkové a ležadlové vozne)

Prievidza - Zbehy - Bratislava, Nitra - Zbehy (VARIANT A)

Prievidza			5 47		7 47		9 47		11 47		13 47		15 47		
Nováky			6 02		8 02		10 02		12 02		14 02		16 02		
Zemianske Kostolány			6 08		8 08		10 08		12 08		14 08		16 08		
Partizánske	○		6 24		8 24		10 24		12 24		14 24		16 24		
Chynorany			6 33		8 33		10 33		12 33		14 33		16 33		
Topoľčany			6 46		8 46		10 46		12 46		14 46		16 46		
Koniarovce			7 01		9 01		11 01		13 01		15 01		17 01		
Zbehy	○														
Nitra			6 02		8 02		10 02		12 02		14 02		16 02		18 02
Nitra zastávka	×		6 06		8 06		10 06		12 06		14 06		16 06		18 06
Zbehy	○														
Zbehy															
Hlohovec			6 31	7 31	8 31	9 31	10 31	11 31	12 31	13 31	14 31	15 31	16 31	17 31	18 31
Leopoldov	○		6 37	7 37	8 37	9 37	10 37	11 37	12 37	13 37	14 37	15 37	16 37	17 37	18 37
Leopoldov			6 39	7 39	8 39	9 39	10 39	11 39	12 39	13 39	14 39	15 39	16 39	17 39	18 39
Trnava			6 54	7 54	8 54	9 54	10 54	11 54	12 54	13 54	14 54	15 54	16 54	17 54	18 54
Bratislava-Vinohrady			7 23	8 23	9 23	10 23	11 23	12 23	13 23	14 23	15 23	16 23	17 23	18 23	19 23
Bratislava hl.st.	○		7 29	8 29	9 29	10 29	11 29	12 29	13 29	14 29	15 29	16 29	17 29	18 29	19 29

Prievidza		17 47													
Nováky		18 02													
Zemianske Kostolány		18 08													
Partizánske	○	18 24													
Chynorany		18 33													
Topoľčany		18 46													
Koniarovce		19 01													
Zbehy	○														
Nitra			20 02												
Nitra zastávka	×		20 06												
Zbehy	○														
Zbehy															
Hlohovec		19 31	20 31												
Leopoldov	○	19 37	20 37												
Leopoldov		19 39	20 39												
Trnava		19 54	20 54												
Bratislava-Vinohrady		20 23	21 23												
Bratislava hl.st.	○	20 29	21 29												

Bratislava - Zbehy - Prievidza, Zbehy - Nitra (VARIANT B)

Bratislava hl.st.	×	6 31	7 31	8 31	9 31	10 31	11 31	12 31	13 31	14 31	15 31	16 31	17 31	18 31	18 31
Bratislava-Vinohrady		6 37	7 37	8 37	9 37	10 37	11 37	12 37	13 37	14 37	15 37	16 37	17 37	18 37	18 37
Trnava		7 07	8 07	9 07	10 07	11 07	12 07	13 07	14 07	15 07	16 07	17 07	18 07	19 07	19 07
Leopoldov	○	7 21	8 21	9 21	10 21	11 21	12 21	13 21	14 21	15 21	16 21	17 21	18 21	19 21	19 21
Leopoldov		7 23	8 23	9 23	10 23	11 23	12 23	13 23	14 23	15 23	16 23	17 23	18 23	19 23	19 23
Hlohovec		7 31	8 31	9 31	10 31	11 31	12 31	13 31	14 31	15 31	16 31	17 31	18 31	19 31	19 31
Zbehy	○														
Zbehy															
Nitra zastávka		7 55		9 55		11 55		13 55		15 55		17 55		19 55	19 55
Nitra	×	7 58		9 58		11 58		13 58		15 58		17 58		19 58	19 58
Zbehy															
Koniarovce			9 02		11 02		13 02		15 02		17 02		19 02		
Topoľčany			9 16		11 16		13 16		15 16		17 16		19 16		
Chynorany			9 28		11 28		13 28		15 28		17 28		19 28		
Partizánske			9 38		11 38		13 38		15 38		17 38		19 38		
Zemianske Kostolány			9 54		11 54		13 54		15 54		17 54		19 54		
Nováky			10 00		12 00		14 00		16 00		18 00		20 00		
Prievidza	○		10 09		12 09		14 09		16 09		18 09		20 09		

Bratislava hl.st.	6	19 31	20 31												
Bratislava-Vinohrady		19 37	20 37												
Trnava		20 07	21 07												
Leopoldov	○	20 21	21 21												
Leopoldov		20 23	21 23												
Hlohovec		20 31	21 31												
Zbehy	○														
Zbehy															
Nitra zastávka			21 55												
Nitra	6		21 58												
Zbehy															
Koniarovce		21 02													
Topoľčany		21 16													
Chynorany		21 28													
Partizánske		21 38													
Zemianske Kostolány		21 54													
Nováky		22 00													
Prievidza	6	22 09													

6 nejde v sobotu
 × ide v pracovných dňoch

7 nejde v nedeľu

Príloha 3: Grafická forma autorského návrhu grafikonu (vybrané trate)

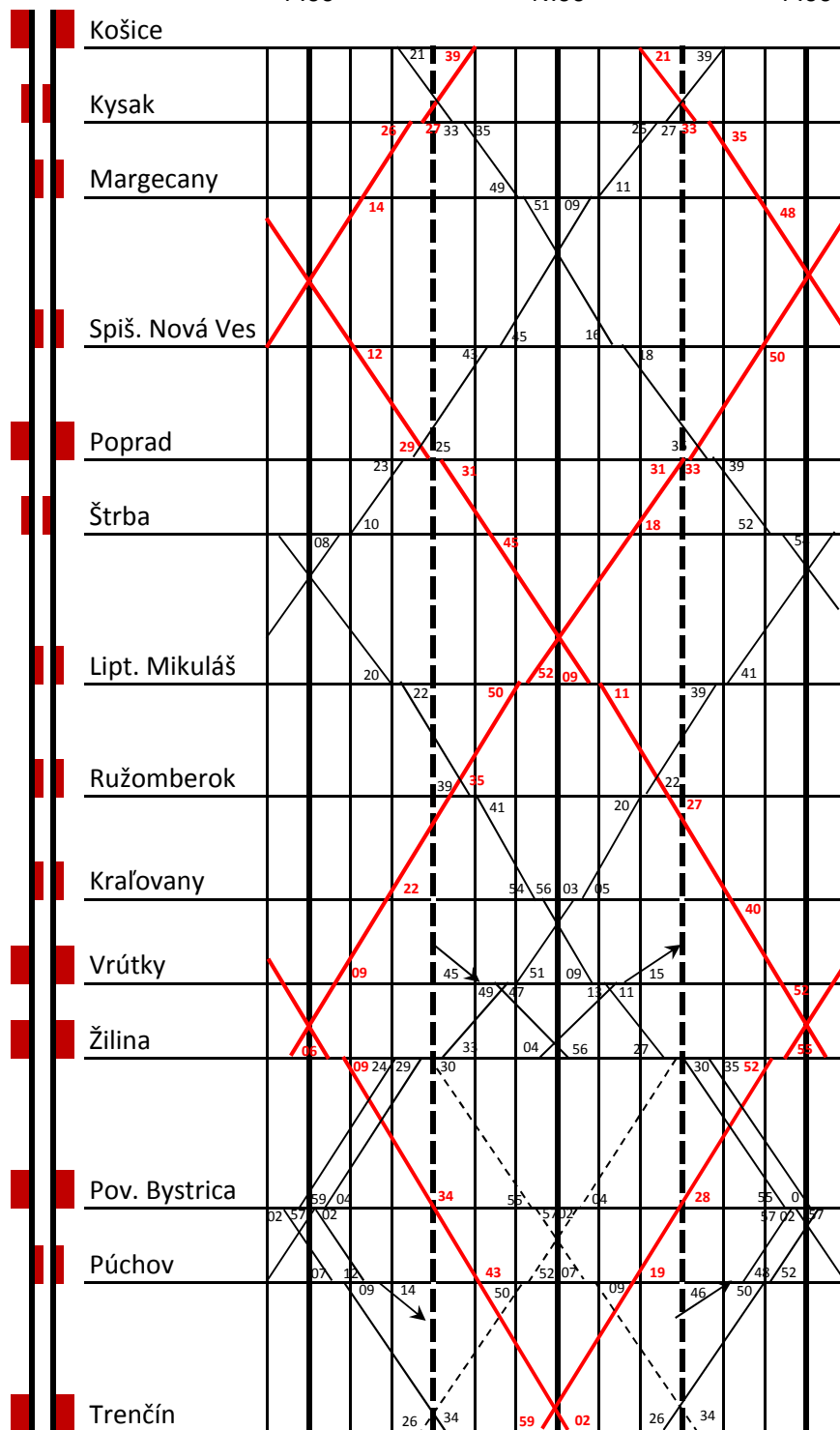
Zostavil: autor.

Košice - Žilina - Trenčín variant A




P:00

N:00

P:00



Vysvetlivky

-  stanica vybavená ostrovnými nástupištami
-  stanica s úrovňovými nástupištami (prístup sprava)
-  dvojkoľajná trať

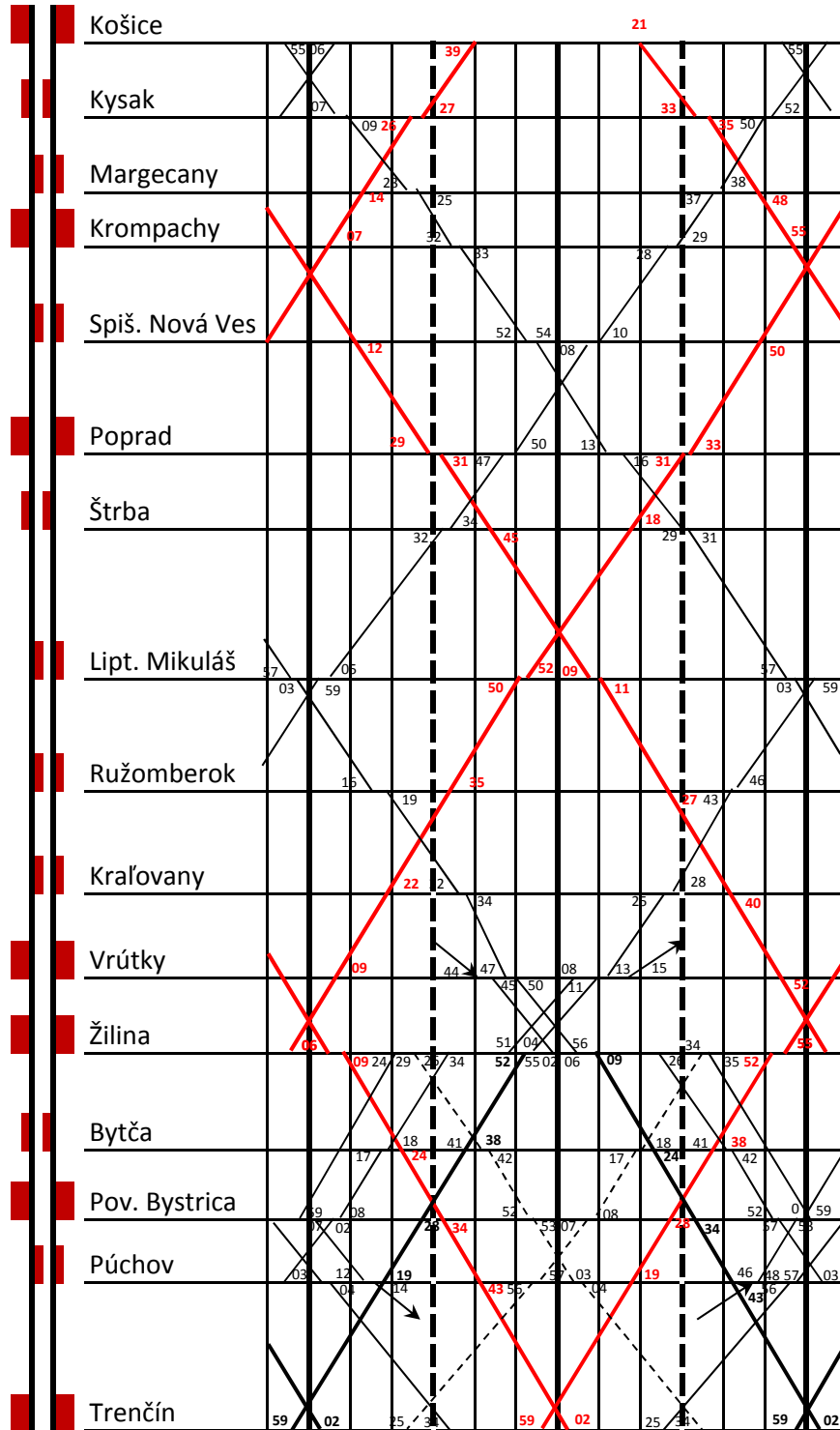
Pozn. v úseku Púchov - Trenčín - Bratislava hl. st. sú všetky stanice vybavené ostrovnými nástupištami.

Košice - Žilina - Trenčín variant B

P:00

N:00

P:00



Vysvetlivky

- stanica vybavená ostrovnými nástupištami
- stanica s úrovňovými nástupištami (prístup sprava)
- dvojkolačná trať

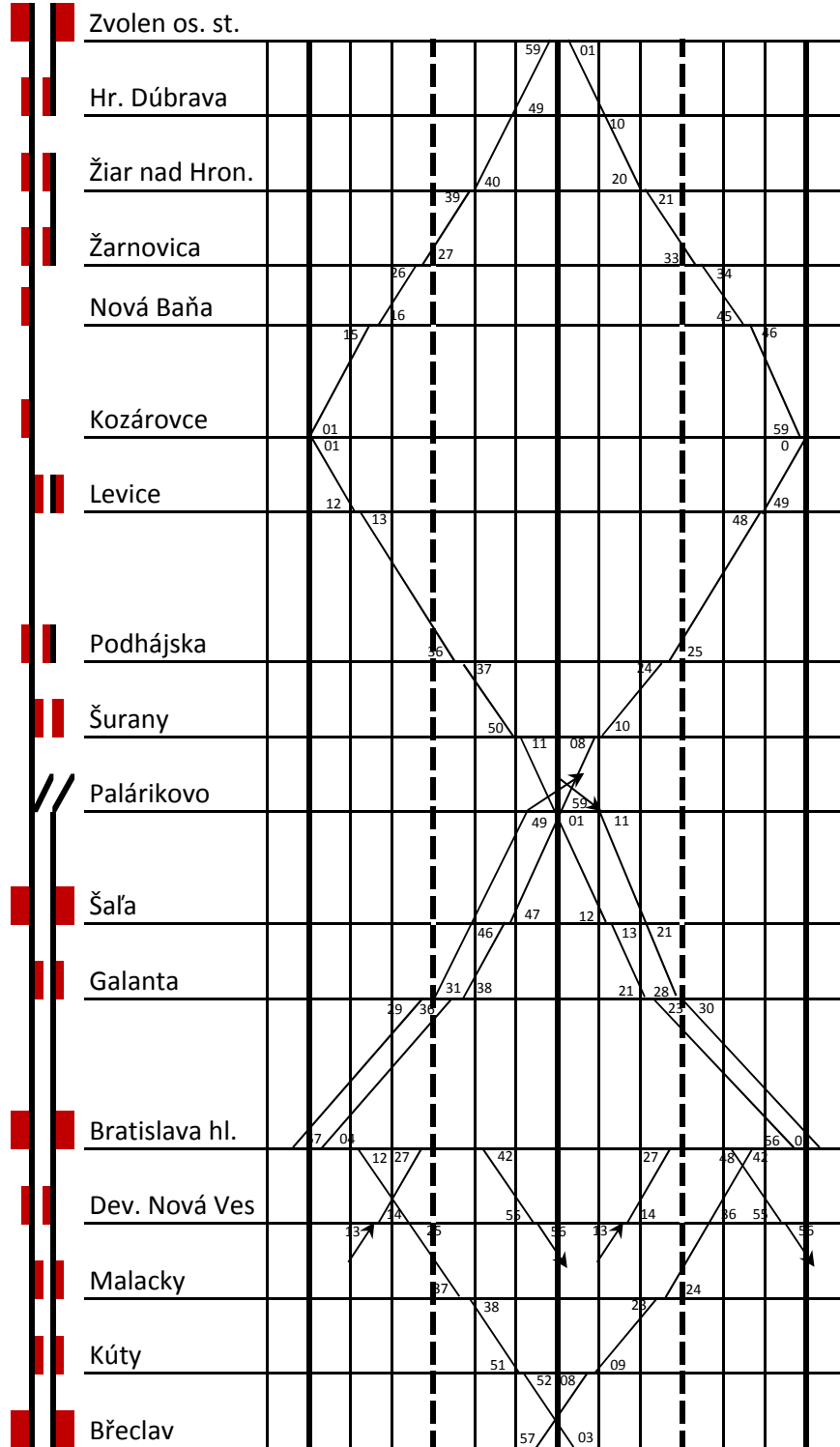
Pozn. v úseku Púchov - Trenčín - Bratislava hl. st. sú všetky stanice vybavené ostrovnými nástupištami

Zvolen - Bratislava - Břeclav

P:00

N:00

P:00



Vysvetlivky

- stanica vybavená ostrovnými nástupištami
- stanica s úrovňovými nástupištami (prístup sprava)
- dvojkoľajná trať
- jednokľajná trať