

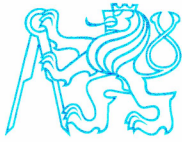
**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ V PRAZE**  
Fakulta dopravní

Bc. Jakub Dufek

**PROVOZNÍ NÁVRH DVOUSEGMENTOVÉ  
REGIONÁLNÍ OBSLUHY NA TRATI PRAHA -  
KOLÍN**

Diplomová Práce

**2016**



**K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy**

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Jakub Dufek**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy**

Název tématu (česky): **Provozní návrh dvousegmentové regionální  
obsluhy na trati Praha - Kolín**

Název tématu (anglicky): Two Segment Operating Concept of Regional Operation on  
the Track Praha - Kolín

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Analýza přepravních vztahů v řešené oblasti
- Analýza disponibilních tras ve vazbě na taktové uzly
- Technologický návrh dvousegmentové obsluhy regionální dopravou
- Provozní ověření technologického návrhu
- Sumarizace provozních ukazatelů vztahených k návrhu

Rozsah grafických prací: podle charakteru tématu diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Kol. autorů: Merkblatt zum Integralen Taktfahrplan, FGSV Berlin, 2001  
Weidmann, U.: System- und Netzplanung, Band 1.2, Angebotskonzepte des Personenverkehrs, ETH Zürich, 2008

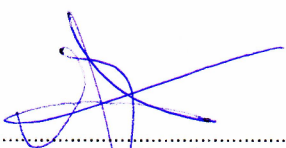
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vít Janoš Ph.D.**

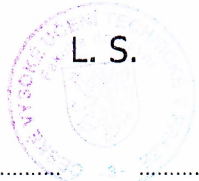

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2015**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **1. června 2016**

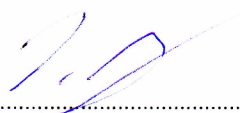
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia

b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
.....  
doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu logistiky a managementu dopravy

 L. S.  
  
.....  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

  
.....  
Bc. Jakub Dufek  
jméno a podpis studenta

V Praze dne .....30. června 2015

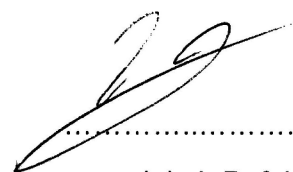
## Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr magisterského studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 1. června 2016



.....

Jakub Dufek

## **Abstrakt**

Autor:	Jakub Dufek
Název práce:	Provozní návrh dvousegmentové regionální obsluhy na trati Praha – Kolín
Škola:	České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní
Rok obhajoby:	2016
Počet stran:	76
Vedoucí práce:	Ing. Vít Janoš, Ph.D

Tato práce se zabývá návrhem dvousegmentové dopravní obsluhy na trati Praha – Kolín. Cílem práce je analyzovat poptávku po dopravě a na jejím základě navrhnout provozní koncepci na trati Praha – Kolín, která bude odpovídat zásadám integrovaného taktového jízdního řádu. Nový koncept bude navržen na současné infrastruktuře a za současného provozu dálkové dopravy. První polovina práce je věnována sběru dat o infrastruktuře a podrobné analýze přepravních vztahů. Ve druhé části je metodou postupných iterací navržen komplexní systém regionální dvousegmentové obsluhy na trati Praha – Kolín, který je postaven na základě dvoupásmového provozního konceptu. Tento systém je navržen včetně jízdního řádu pro celý den.

**Klíčová slova:** Integrovaný taktový jízdní řád, grafikon vlakové dopravy, pásmový provoz, dvousegmentová obsluha, integrovaný dopravní systém, příměstská železnice, denní dojíždka, infrastruktura, isochrona

## **Abstract**

Author: Jakub Dufek

Title of the thesis: Two Segment Operating Concept of Regional Operation on the Track Praha - Kolín

University: Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences

Year of publication: 2016

Number of pages: 76

Thesis advisor: Ing. Vít Janoš, Ph.D

This thesis deals two segment operating concept of regional operation on the track Prague – Kolín. The aim is to analyse traffic demand and on this basis propose the new operating concept. This concept will be in accordance with the principles of the integrated periodic timetable. The new concept will be proposed on existing infrastructure and in accordance with existing long distance passenger transportation. In the first part is provided information about infrastructure and very detail analysis of the traffic demand on the track Praha – Kolín. The second part deals with complex two segment operating concept on the track Praha – Kolín.

Key words: integrated periodic time-table, train traffic diagram, zonal traffic, two segment operating draft, integrated public transport system, suburban railway, daily commuting, infrastructure, isochrone

## Obsah

Seznam zkratk .....	8
Úvod .....	10
1 Železniční trať Praha – Kolín.....	11
1.1 Stručná historie trati Praha – Kolín – Česká Třebová .....	11
1.2 Popis trati Praha - Kolín .....	12
1.3 Odbočná trať 060 .....	13
1.4 Parametry trati.....	13
1.5 Osobní doprava .....	15
1.5.1 Linka S1 .....	15
1.5.2 Linka S7 .....	15
1.6 Sídla na Trati 011 .....	16
1.7 Stanice na trati 011 .....	17
1.8 Jízdní doby .....	22
1.9 Vozidla .....	22
1.9.1 Elektrická jednotka řady 471 .....	23
1.9.2 Motorová jednotka 814 .....	24
1.9.3 Motorové vozy 854.....	24
1.9.4 Spěšné vlaky na trati 011 .....	25
1.9.5 Kapacita vozidel .....	25
2 Analýza přepravních vztahů v řešené oblasti .....	26
2.1 Zdroj dat .....	26
2.2 Nedostatky výstupů ze SLDB .....	26
2.2.1 Přesnost dat.....	26
2.2.2 Dopravní mód.....	27
2.2.3 Praha.....	27
3 Matice přepravních vztahů .....	28
3.1 Zpracování matice přepravních vztahů .....	28
3.1.1 Matice přepravních vztahů – dojíždějící celkem .....	29

3.1.2	Matice přepravních vztahů – dojíždějí denně .....	29
3.2	Počty cestujících na úsecích trati 011 .....	32
3.3	Shrnutí .....	34
4	Integrální taktový jízdní řád .....	37
4.1	Zásady integrovaného taktového jízdního řádu .....	37
4.1.1	Jednotná doba taktu .....	38
4.1.2	Jednotná osa symetrie.....	38
4.1.3	Taktové uzly .....	38
4.1.4	Hranová rovnice .....	38
4.1.5	Obvodová rovnice .....	39
4.1.6	Taktová skupina .....	39
5	Princip pásmového GVD .....	40
5.1	Princip obsluhy spěšným a zastávkovým vlakem .....	41
5.2	Porovnání pásmové obsluhy a obsluhy pomocí zastávkového a spěšného vlaku.....	42
6	Použitý software .....	44
7	Podmínky návrhu .....	45
7.1	Analýza disponibilních tras ve vazbě na taktové uzly .....	45
8	Postup při tvorbě návrhu .....	47
9	Technologický návrh dvousegmentové obsluhy regionální dopravou .....	48
9.1	Varianta A.....	49
9.1.1	Linkové vedení .....	49
9.1.2	Hranice pásem .....	50
9.1.3	Vozidlo.....	51
9.1.4	Doba taktu .....	51
9.1.5	Zahrnutí současné linky Praha hl. n. – Český Brod (S7) .....	53
9.1.6	Sedlo a špička.....	53
9.2	Varianta B.....	54
9.3	Shrnutí .....	55



10	Provozní ověření technologického návrhu .....	57
10.1	Ověření varianty A .....	57
10.2	Ověření varianty B .....	59
11	Výsledný návrh.....	60
11.1	Značení linek .....	60
11.2	Prodloužení linky S7 .....	60
11.3	Sedlo a špička .....	62
11.4	Jízdní řád .....	63
11.5	Oběhy vozidel.....	64
11.6	Shrnutí .....	65
12	Sumarizace provozních ukazatelů vztahených k návrhu .....	68
	Závěr .....	70
	Seznam obrázků.....	73
	Seznam Tabulek.....	74
	Seznam příloh.....	75
	Zdroje: .....	76

## Seznam zkratek

ČR	Česká republika
IAD	Individuální automobilová doprava
ITG	Integrální taktový grafikon
JŘ	Jízdní řád
MHD	Městská hromadná doprava
NJŘ	Nákresný jízdní řád
PID	Pražská integrovaná doprava
ROPID	Regionální organizátor pražské integrované dopravy
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
TTP	Tabulky traťových poměrů
VD	Veřejná doprava

## Úvod

Moderní a vyspělá metropole by měla fungovat co možná nejefektivněji, a to ve všech oblastech. Jednou z nejdůležitějších oblastí je doprava. Naprostá většina evropských metropolí preferuje veřejnou dopravu, a to zejména kvůli omezení počtu automobilů v centru města. Systém veřejné dopravy by měl být natolik kvalitní, aby obyvatelé metropole a její aglomerace neměli potřebu využívat individuální automobilovou dopravu (IAD), pokud to není nezbytně nutné.

Hlavní město Praha prochází v posledních letech poměrně dynamickým vývojem. Jedním z aspektů tohoto rozvoje, je rozšiřování pražské aglomerace. Lidé se stále stěhují do rodinných domů v obcích přiléhajících k vnější hranici hlavního města, což způsobilo v některých případech i několikanásobný nárůst počtu obyvatel v těchto obcích. Dopravní infrastruktura, která spojuje vnější pásmo pražské aglomerace s jejím centrem, by měla být tomuto vývoji uzpůsobena. K tomu v naprosté většině případů, bohužel, nedochází a vývoj dopravní infrastruktury je jen velmi pomalý.

Tento stav značně nahrává příměstské železniční dopravě. Automobily, a spolu s nimi i autobusy veřejné dopravy, stojí v kongescích na hlavních tazích do centra aglomerace. Vlaky příměstské železnice mohou zajistit rychlé spojení okrajových pásem s centrem. Pokud jsou navíc spolehlivé a jezdí dostatečně často, stávají se výrazným konkurentem pro individuální automobilovou dopravu.

Bohužel, i na železnici jsou problémy s kapacitou infrastruktury, a to zejména na tratích, spadajících do tranzitních železničních koridorů. Tato diplomová práce tematicky navazuje na mou bakalářskou práci, ve které bylo prověřeno, které trati pražské aglomerace jsou vhodné k zavedení pásmového provozu. Pásmový provoz značně zvyšuje kvalitu a atraktivitu příměstské železnice. Výsledkem bakalářské práce bylo zjištění, že tratě 011 a 231 jsou pro pásmový provoz vhodné.

V této diplomové práci bude navržen komplexní systém pražské příměstské železniční dopravy na trati 011. Tento systém by měl zvýšit atraktivitu příměstské železniční dopravy, zejména přidáním rychlých spojení na nejvytíženějších relacích. Tento systém bude navržen za současného stavu infrastruktury a současného provozu dálkové železniční dopravy na trati 011.

# 1 Železniční trať Praha – Kolín

První kapitola práce je věnována popisu železniční tratě 011 (Obrázek 1) Praha – Kolín. Jsou zde zmíněny traťové charakteristiky získané z aktuálně platných tabulek traťových poměrů (TTP) [1]. Další část bude věnována popisu stanic a zastávek zejména z hlediska velikosti sídel v jejich okolí, vzdálenosti od středu obce nebo osídlení. Dále zde jsou zmíněny další charakteristiky stanic, jako je napojení jiného druhu veřejné dopravy a možnost parkování v okolí. [1]

## 1.1 Stručná historie trati Praha – Kolín – Česká Třebová

Úsek trati z Prahy do Kolína je součástí tratě označované 011. Tato trať vedla z Prahy přes Kolín, Českou Třebovou až do města Olomouc. Výstavba započala v září roku 1842 a byla dokončena v srpnu roku 1845. Cílem stavby této trati bylo vybudovat spojení Čech a Moravy, ale zároveň také dovedení železnice až do Prahy. Tato trať měří přibližně 250 km a termín otevření stanovený na srpen roku 1845 byl opravdu šibeniční. I přesto se však trať podařilo zprovoznit včas a 20. srpna roku 1845 do Prahy přijel první vlak. Vlak přijel na dnešní Masarykovo nádraží a absolvoval celou trasu z Olomouce do Prahy. [2]



Obrázek 1 Trasa trati 011, zdroj: [3]

Prvního září téhož roku byl na trati zahájen pravidelný provoz. Nejdříve jezdily v každém směru dva vlaky denně. Od té doby prošla trať několika rekonstrukcemi, v roce 1957 proběhla elektrizace trati a v roce 2004 byl dokončen první železniční koridor v úseku Úvaly – Kolín. Na území Prahy bylo roku 2008 dokončeno budování Nového Spojení, jednalo se o nové řešení pražského železničního uzlu. Cílem tohoto projektu bylo zejména zvýšení kapacity tratě.

V roce 2015 byla dokončena rekonstrukce úseku Úvaly – Běchovice. Součástí této rekonstrukce bylo, mimo jiné, vybudování nové zastávky Praha-Běchovice střed.

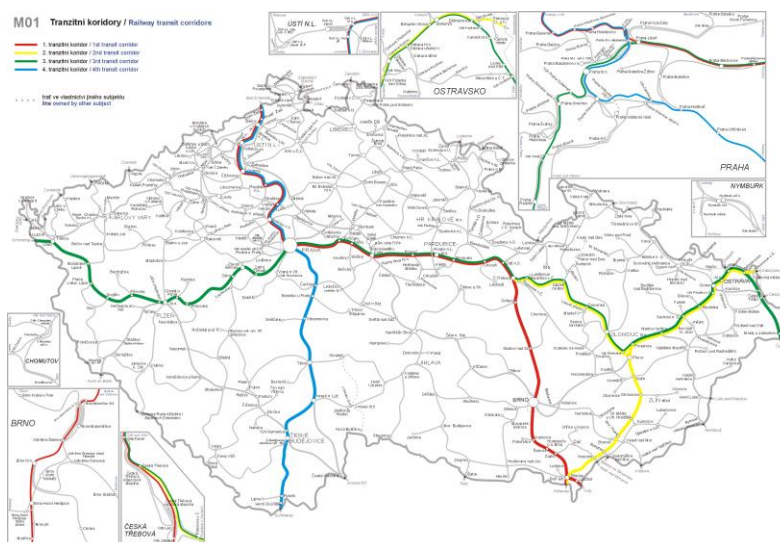
## 1.2 Popis trati Praha - Kolín

Trať Praha – Kolín nese označení 011. V celé své délce je elektrizovaná a minimálně dvoukolejná. V úseku Praha-Libeň – Poříčany je trať trojkolejná. Délka úseku Praha – Kolín je 62 km. Provozovatelem dráhy je Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (SŽDC). Rozchod kolejí je normální, tedy 1435 mm. Napájecí soustava je stejnosměrná o napětí 3 kV. Maximální sklon trati je 7 ‰ a nejvyšší rychlost 160 km/h. [1]

Trať 011 je součástí 1. železničního koridoru (Obrázek 2), tedy hlavního dálkového železničního tahu mezi Děčínem a Břeclaví. Tento koridor je na obrázku vyznačen červenou barvou a zahrnuje následující trati SŽDC:

- Dolní Žleb - Děčín (v jízdním řádu pro cestující trať 083),
- Děčín - Ústí nad Labem - Kralupy nad Vltavou - Praha-Holešovice (trati 090 a 091),
- Praha-Holešovice - Kolín - Pardubice - Česká Třebová (trati 010 a 011),
- Česká Třebová - Svitavy - Brno (trať 260),
- Brno - Břeclav – Lanžhot.

První železniční koridor je, mimo jiné, součástí čtvrtého panevropského koridoru, koridoru TEN-T 22 a úsek Praha – Kolín je součástí železničních nákladních koridorů RFC 7 a RFC 9. [2]



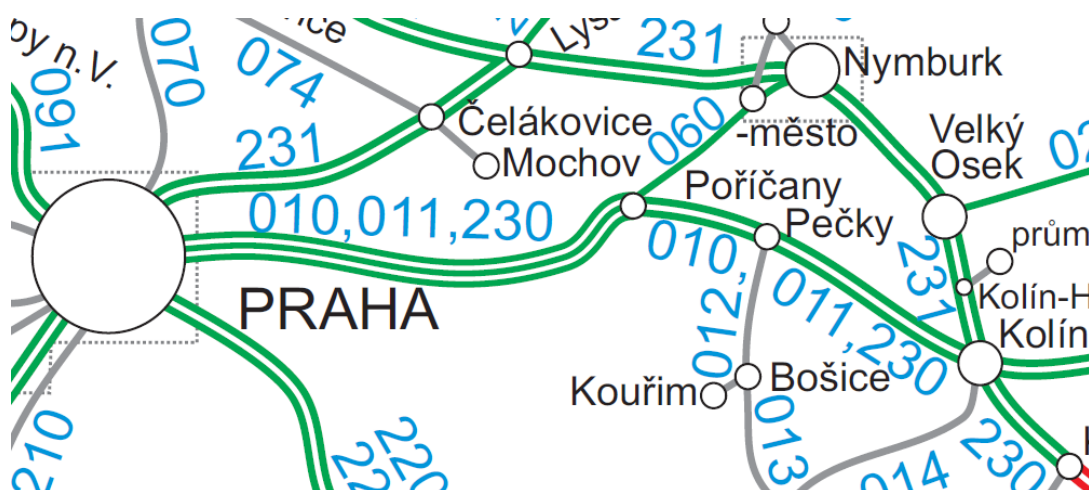
Obrázek 2 Mapa železničních koridorů na území ČR, zdroj: [2]

### 1.3 Odbočná trať 060

Tato jednokolejná trať odbočuje z trati 011 v Poříčanech. Trať 060 je po celé délce elektrizovaná. Trať končí ve městě Nymburk. Dalším dopravně významným sídlem na trati je Sadská, která se nachází 6 km od Poříčan. Křižování na této trati je možné právě v Sadské a pak až ve stanici Nymburk-město [1, 3].

### 1.4 Parametry trati

Parametry trati jsou uvedeny formou tabulky (Tabulka 1) ve které jsou uvedeny všechny mezistaniční úseky trati Praha – Kolín a jejich parametry. Vysvětlující popis některých parametrů je uveden dále v této kapitole. Na obrázku (Obrázek 3) je výřez z mapy železniční sítě ČR, na kterém je vyznačen počet traťových kolejí a čísla tratí [1, 3].



Obrázek 3 Schéma trati Praha - Kolín a okolních tratí, zdroj: Pomůcky GVD

**Průjezdny průřez** je obrys obrazce v rovině kolmé k ose koleje. Vymezuje prostor, do kterého nesmí zasahovat žádné stavby ani jiné předměty. Průjezdných průřezů existuje velké množství, na trati 011 je použit průjezdny průřez GČD [4].

**Třída zatížení** je parametr trati, který udává schopnost konkrétní trati nést vozidlo o určité maximální hmotnosti. Třída zatížení D4 znamená, že trať je schopna nést vozidlo s maximální hmotností 22,5 tuny na nápravu a 8 tun na běžný metr vozidla. [2]

Tabulka 1 Úseky trati Praha - Kolín, Zdroj: [1]

Úsek		Délka [km]	Rychlost [km/h]	Počet kolejí	Napájecí soustava	Průjezdny průřez	Maximální sklon [%]	Třída zatížení	Zabezpečovací zařízení	ERTMS	Maximální délka vlaku [m]
Praha (Masarykovo nádraží)	Praha-Libeň	5,331	105-120	2		GČD		D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Praha-Libeň	Praha-Kyje	3,200	160	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Praha-Kyje	Praha-Praha Dolní Počernice	2,001	160	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Praha-Praha Dolní Počernice	Praha-Běchovice	2,283	160	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Praha-Běchovice	Praha-Běchovice střed	1,240	160	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Praha-Běchovice střed	Praha-Klánovice	3,461	160	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Praha-Klánovice	Úvaly	4,620	160	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Úvaly	Tuklaty	3,668	140	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Tuklaty	Rostoklaty	2,388	140	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Rostoklaty	Český Brod	4,594	140	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R	600
Český Brod	Klučov	3,560	130	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Klučov	Poříčany	3,376	130	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Poříčany	Tatce	3,694	160	3	3 kV DC	GČD	7	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Tatce	Pečky	3,241	160	2	3 kV DC	GČD	4	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Pečky	Cerhenice	3,959	160	2	3 kV DC	GČD	4	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Cerhenice	Velím	3,420	160	2	3 kV DC	GČD	4	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Velím	Nová Ves u Kolína	2,380	160	2	3 kV DC	GČD	4	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Nová Ves u Kolína	Kolín (zastávka)	4,100	160	2	3 kV DC	GČD	4	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Kolín (zastávka)	Kolín	1,561	160	2	3 kV DC	GČD	4	D4	AVV MIB-6	GSM-R, ETCS L2 (Zkušební provoz)	600
Délka úseku Praha - Kolín		62,077									

## 1.5 Osobní doprava

Pravidelné osobní vlaky jsou integrovány do Pražské integrované dopravy (PID), plná integrace je zavedena v úseku Praha – Pečky. Plná integrace do PID znamená, že je v daném úseku možné cestovat na krátkodobé přestupní jízdenky MHD a PID. Osobní vlaky integrované, nebo částečně integrované v PID, jsou součástí takzvaných S linek. Na trati 011 se jedná konkrétně o linky S1, S11 a S7 (v úseku Praha – Úvaly). Interval příměstských vlaků je v úseku Český Brod – Kolín celodenně 60 minut, ve špičce 30 minut. V úseku Praha – Český Brod je v době provozu linky S7 interval 15 minut. [5]

### 1.5.1 Linka S1

Linka S1 (Tabulka 2) je vedena z Prahy do Kolína. Jedná se o jednu z nejvytíženějších linek v rámci PID. Provozována je v intervalu 30 minut. V úseku Český Brod – Kolín pak, mimo špičku, jezdí každých 60 minut. V plné integraci jezdí v rámci v úseku Praha Masarykovo nádraží – Pečky. Z této stanice linka S1 již nejedí v rámci PID [6].

Tabulka 2 Linka S1, zdroj: [5, 6]

S1	Intervaly (min)			
	Pracovní den ráno	Pracovní den dopoledne	Pracovní den odpoledne	Sobota a neděle
Úsek Praha Masarykovo nádraží - Český Brod	30	30	30	30
Český Brod – Kolín	30	60	30	60

### 1.5.2 Linka S7

Linka S7 (Tabulka 3) je vedena z Úval přes Prahu do Berouna. Jedná se o jednu z nejvytíženějších linek v rámci PID. Po celé délce je linka plně integrována v PID. Linka jezdí převážně v 30 minutových nebo kratších intervalech. V úseku Praha – Úvaly jezdí pouze ve špičce. Z Pražského hlavního nádraží do Radotína má ve špičce interval 10 - 20 minut, mimo špičku a o víkendu pak 30 minut. V úseku Praha Radotín – Řevnice je ve špičce interval 10 – 20 minut, jinak 30 – 60 minut. V posledním úseku, tedy Řevnice – Beroun, je 30 minutový interval mimo špičku prodlužován na 60 minut [5, 6].



Tabulka 3 Linka S7, zdroj: [5, 6]

S7	Intervaly (min)			
	úsek	Pracovní den ráno	Pracovní den dopoledne	Pracovní den odpoledne
Uvaly – Praha Hl.n.	30	-	30	-
Praha Hl.n. – Praha-Radotín	10-15	30	10-20	30
Praha-Radotín – Řevnice	10-20	30	10-20	30-60
Řevnice – Beroun	30	30-60	30	30-60

## 1.6 Sídla na Trati 011

Přehled sídel přímo ležících na trati 011 je uveden v následující tabulce (Tabulka 4). Jsou zde uvedena i některá sídla na přilehlých tratích, která se při vyhodnocení přepravních vztahů, ukázala být důležitá [7].

Tabulka 4 Přehled sídel na trati 011, Zdroj: [7]

Město	Počet Obyvatel	Kraj	Okres
Praha	1259000	Hlavní město Praha	město Praha
Kolín	31000	Středočeský	Kolín
Nymburk	15000	Středočeský	Nymburk
Ceský Brod	7000	Středočeský	Kolín
Uvaly	6400	Středočeský	Praha-východ
Pečky	4500	Středočeský	Kolín
Sadská	3300	Středočeský	Nymburk
Velim	2200	Středočeský	Kolín
Cerhenice	1600	Středočeský	Kolín
Poříčany	1600	Středočeský	Kolín
Nová Ves u Kolína	1300	Středočeský	Kolín
Klučov	1000	Středočeský	Kolín
Tuklaty	900	Středočeský	Kolín
Tatce	600	Středočeský	Kolín
Rostoklaty	500	Středočeský	Kolín

## 1.7 Stanice na trati 011

Přehled stanic na trati je uveden formou tabulky (Tabulka 5) včetně kilometráže. Níže jsou pak vypsány jednotlivé stanice spolu se stručným popisem. [1, 3]

Tabulka 5 Stanice na trati 011, zdroj: [1]

Stanice	Kilometráž
Praha (Masarykovo nádraží)	409,816
Praha-Libeň	404,485
Praha-Kyje	401,285
Praha-Praha Dolní Počernice	399,284
Praha-Běchovice	397,001
Praha-Běchovice střed	395,761
Praha-Klánovice	392,300
Úvaly	387,680
Tuklaty	384,012
Rostoklaty	381,624
Český Brod	377,030
Klučov	373,470
Poříčany	370,094
Tatce	366,400
Pečky	363,159
Cerhenice	359,200
Velim	355,780
Nová Ves u Kolína	353,400
Kolín (zastávka)	349,300
Kolín	347,739

### Praha hlavní nádraží

Pražské hlavní nádraží je největší nádraží v Praze. Leží v centru Prahy a jedná se o hlavní přestupní bod dálkových vlaků. Nádraží má 7 nástupišť a je přímo napojeno na metro C. V těsné blízkosti hlavního nádraží se také nachází tramvajová a autobusová zastávka. [1, 3]

### Praha Masarykovo nádraží

Masarykovo nádraží je hlavové nádraží v centru Prahy. V současné době zde končí několik linek systému Pražské příměstské dopravy. Nádraží má 4 nástupiště a je přímo napojeno na metro B. Před nádražím se nachází tramvajová zastávka. [1, 3]

### **Praha-Libeň**

Nádraží Praha – Libeň leží na východě Prahy. Nádraží disponuje celkem třemi nástupišti a je plně peronizované. Zastavují zde všechny osobní i spěšné vlaky a většina rychlíků. Nádraží leží v blízkosti tramvajové i autobusové zastávky a stanice metra B. [1, 3]

Nástupiště:

- č. 3, mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 404,467,
- č. 2, mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 404,467,
- č. 1, mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 404,467.

### **Praha-Kyje**

Zastávka na katastrálním území Prahy. Jedná se o zastávku se dvěma nástupišti. Zastávka leží lehce mimo centrum části Kyje, ale stále v zastavěné oblasti. [1, 3]

### **Praha-Dolní Počernice**

Zastávka ležící na katastrálním území Prahy. Zastávka má dvě nástupiště a leží v těsné blízkosti obydlené oblasti. [1, 3]

### **Praha-Běchovice**

Stanice na katastrálním území Prahy. Nádraží se dvěma nástupišti leží ve vzdálenosti přibližně 500 metrů od centra části Běchovice 2. Protože se však nachází více jak kilometr od části Běchovice, byla zřízena ještě zastávka Běchovice střed. V blízkosti nádraží Praha-Běchovice se nachází parkoviště a autobusová zastávka. [1, 3]

Nástupiště:

- č. 1, mimoúrovňové, ostrovní, podchod v km 397,044,
- č. 2, mimoúrovňové, ostrovní, podchod v km 397,044,
- č. 1a, úrovňové, vnější, pro mimořádnosti.

### **Praha-Běchovice střed**

Nově zřízená zastávka na trati. Zastávka v bezprostřední blízkosti obce Běchovice. Nástupiště jsou umístěna na vnějších stranách kolejí. Ve vzdálenosti cca 150 metrů od zastávky se nachází autobusová zastávka. [1, 3]

### **Praha-Klánovice**

Zastávka u obce Klánovice. Nachází se v těsné blízkosti obce, je však na okraji obce a v docházkové vzdálenosti pouze části obyvatel obce. Nástupiště jsou

umístěna na vnějších stranách kolejí. V blízkosti zastávky se nachází parkoviště a autobusová zastávka. [1, 3]

### **Úvaly**

Nádraží se nachází téměř v centru obce. Díky svému umístění je dostupné pro velkou část obyvatel Úval. U nádraží je autobusová zastávka, chybí však větší parkoviště. [1, 3]

Nástupiště:

- č. 2, jednostranné, přístup od výpravní budovy (VB),
- č. I, mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 387,695,
- původní č. I, vnější, přístup od výpravní budovy (VB), z části u manipulační koleje č.3a,
- původní č. 1a, jednostranné, sypané, přístup od výpravní budovy (VB).

### **Tuklaty**

Zastávka Tuklaty se nachází na okraji obce. Centrum obce se nachází ve vzdálenosti větší než 600 metrů. Ve vzdálenosti do 300 metrů se nachází pouze přibližně dvacet domů. Zastávka je vybavena dvěma nástupišti na vnějších stranách kolejí. Autobusová zastávka se nachází téměř na druhém konci obce, tedy ve vzdálenosti skoro jednoho kilometru. [1, 3]

### **Rostoklaty**

Tato zastávka leží mimo zastavěnou oblast. Centrum obce je vzdáleno téměř tři čtvrtě kilometru. V okruhu 300 metrů se nachází pouze přibližně deset domů. Zastávka disponuje nástupišti na vnějších stranách kolejí. Ve vzdálenosti cca 150 metrů se nachází autobusová zastávka. [1, 3]

### **Český Brod**

Nádraží se nachází v zastavěné oblasti. Centrum města je vzdáleno přibližně 400 metrů. U nádraží je parkoviště i autobusová zastávka. [1, 3]

Nástupiště:

- č. 2., mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 377,000,
- č. 3., mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 377,000,
- č. 1, vnější, přístup od DK (dopravní kanceláře).

## **Klučov**

Zastávka na okraji obce Klučov. Zastávka je ve vzdálenosti 300 metrů od středu obce. Zastávka je vybavena nástupišti na vnějších stranách kolejí. V blízkosti se nachází autobusová zastávka. [1, 3]

## **Poříčany**

Nádraží se nachází na okraji obce ve vzdálenosti cca 400 metrů od centra. V blízkosti nádraží se nachází parkoviště a autobusová zastávka. [1, 3]

Nástupiště:

- č. 2, mimoúrovňové, ostrovní,
- č. 3, mimoúrovňové, ostrovní,
- č. 1, úrovňové, vnější, pro mimořádnosti,
- č. 4, mimoúrovňové, ostrovní.

## **Tatce**

Zastávka Tatce se nachází ve vzdálenosti více jak půl kilometru od okraje obce. Od centra obce je vzdálena přibližně kilometr vzdušnou čarou. V blízkosti zastávky je však autobusová zastávka linky, která projíždí obcí Tatce. Vlaková zastávka disponuje nástupišti na vnějších stranách kolejí. [1, 3]

## **Pečky**

Nádraží se nachází uprostřed zastavěné oblasti v těsné blízkosti centra obce. U nádraží je parkoviště a stanice autobusu. [1, 3]

- č. 3, mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 363,140,
- č. 2, jednostranné vnitřní,
- č. 1, vnější,
- č. 4, mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 363,140.

## **Cerhenice**

Zastávka se nachází uprostřed obce. V blízkosti však chybí autobusová stanice. Malé parkoviště je ve vzdálenosti přibližně 100 metrů od zastávky vybavené nástupišti na vnějších stranách obou kolejí. [1, 3]

## **Velim**

Nádraží se nachází na okraji obce a je vzdáleno přibližně jeden a půl kilometr vzdušnou čarou od centra. Nádraží se však nachází v těsné blízkosti zastavěné

oblasti a je tedy dostupné alespoň pro část obyvatel. V blízkosti nádraží je autobusová zastávka i parkoviště. [1, 3]

Nástupiště:

- č. 3, mimoúrovňové, ostrovní, přístup podchodem v km 355,800,
- č. 2, jednostranné vnitřní,
- č. 1, vnější, přístup od DK.

### **Nová Ves u Kolína**

Zastávka se dvěma nástupišti, umístěnými na vnější straně obou kolejí, se nachází na okraji obce. Centrum obce je vzdáleno cca 500 metrů. V blízkosti zastávky není autobusová zastávka ani parkoviště. [1, 3]

### **Kolín zastávka**

Tato zastávka se nachází v hustě zastavěné oblasti města Kolín. Disponuje dvěma nástupišti na vnější straně kolejí. V blízkosti zastávky je pouze malé parkoviště. [1, 3]

### **Kolín**

Nádraží Kolín je důležitý železniční uzel Středočeského kraje. Nádraží se nachází v zastavěné oblasti, ale mimo centrum obytné zástavby. V blízkosti nádraží je parkoviště a autobusové nádraží. [1, 3]

Nástupiště:

- č. 1, úrovňové, vnější,
- č. 1.A, úrovňové, oboustranné,
- č. 2, mimoúrovňové, ostrovní, podchod v km 347,745,
- č. 3, mimoúrovňové, ostrovní, podchod v km 347,745,
- č. 4, mimoúrovňové, ostrovní, podchod v km 298,303,
- č. 5, mimoúrovňové, ostrovní, podchod v km 298,303.

## 1.8 Jízdní doby

Velmi důležitým parametrem pro cestující, jsou jízdní doby (Tabulka 6). Tedy skutečná doba, kterou cestující stráví v dopravním prostředku. Tento údaj je z pohledu vnímání cestujícího daleko důležitější, než skutečná vzdálenost mezi zdrojem a cílem cesty. Jízdní doba je i důležitým parametrem pro porovnání různých variant obsluhy území. Z těchto důvodů byla provedena analýza jízdních dob vlaků regionální dopravy mezi jednotlivými stanicemi a zastávkami na trati.

Tabulka 6 Jízdní doby, zdroj: [5]

Úsek		Jízdní doba	
		Os	Sp
Praha (Masarykovo nádraží)	Praha-Libeň	0:06	0:07
Praha-Libeň	Praha-Kyje	0:03	0:19
Praha-Kyje	Praha-Praha Dolní Počernice	0:02	
Praha-Praha Dolní Počernice	Praha-Běchovice	0:03	
Praha-Běchovice	Praha-Běchovice střed	0:02	
Praha-Běchovice střed	Praha-Klánovice	0:03	
Praha-Klánovice	Úvaly	0:05	
Úvaly	Tuklaty	0:04	
Tuklaty	Rostoklaty	0:03	
Rostoklaty	Český Brod	0:05	
Český Brod	Klučov	0:03	
Klučov	Poříčany	0:04	
Poříčany	Tatce	0:03	
Tatce	Pečky	0:05	
Pečky	Cerhenice	0:03	0:11
Cerhenice	Velim	0:04	
Velim	Nová Ves u Kolína	0:02	
Nová Ves u Kolína	Kolín (zastávka)	0:04	
Kolín (zastávka)	Kolín	0:03	0:46
	<b>Celkem</b>	<b>1:07</b>	

## 1.9 Vozidla

Vozidla, využívaná pro osobní dopravu na trati 011, lze rozdělit do dvou základních kategorií. První tvoří vozidla dálkové dopravy. Druhou pak vozidla regionální dopravy, kterým je vzhledem k zaměření této práce, věnován prostor v této kapitole.

Trat' 011 je plně elektrizovaná. Regionální doprava na této trati plní zejména úlohu Pražské příměstské dopravy. Vlaky příměstské dopravy, zejména v případě větších aglomerací, by měly být nízkopodlažní a umožňovat rychlou výměnu cestujících. Regionální doprava na trati 011 spadá pod Linky S Pražské příměstské dopravy. Níže jsou uvedena vozidla, která jsou využívána na pražských příměstských S Linkách. [1, 2]

## 1.9.1 Elektrická jednotka řady 471

Tato jednotka splňuje většinu výše uvedených parametrů a je tvořena celkem třemi rozdílnými vozy, elektrickým vozem 471, řídicím vozem 971 a jedním vloženým vozem 071. Vložený vůz 071 může být vynechán a tím je vytvořena dvouvozová jednotka, tato konfigurace se však v praxi nepoužívá. V našich podmínkách je však provozována výhradně jako třívozová. Jednotky jsou schopny provozu s vícečleným řízením, je tedy možné spřáhnout více jednotek a to až do počtu čtyř. Ke spřážení slouží automatické spřáhlo. Maximální provozní rychlost jednotky je 140 km/h. Na následující fotografii (Obrázek 4) jsou zachyceny tři ze čtyř variant jednotky 471, známé jako CityElefant. Chybí pouze varianta s černým čelem, menším oknem a hranatým reflektorem. [8, 9]



Obrázek 4 Jednotky 471, Zdroj: článek

Obrysy i konstrukční prvky všech tří vozů jsou stejné. Jedná se o dvoupodlažní vozy se dvěma velkoprostorovými oddíly nad sebou. Na každém konci vozu jsou dvojice dveře, na každé straně jedny. Dveře jsou ve výšce nástupiště, tedy 550 mm nad temenem kolejnice. Skříň všech vozů je vyrobena z hliníku a je osazena dvěma dvounápravovými podvozky. [8, 9]

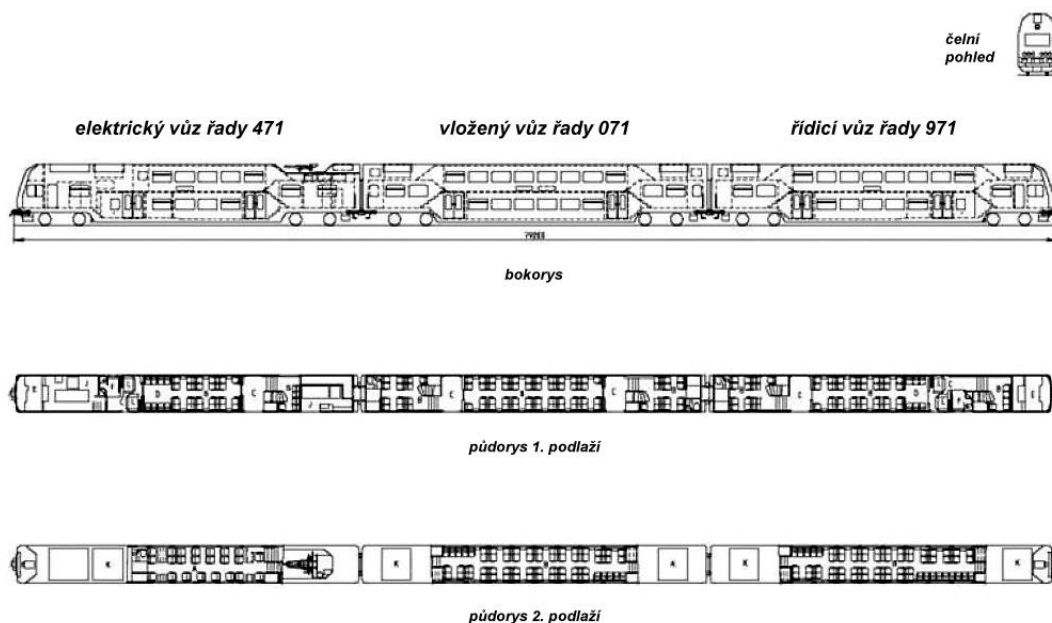
Spodní velkoprostorová část se nachází uprostřed vozu. Na obou stranách velkoprostorového oddílu jsou umístěny dveře a na úplných krajích vozu pak



vyvýšené části spojené se schodištěm do horního velkoprostorového oddílu. Ten se nachází přesně nad spodním velkoprostorovým oddílem. [8, 9]

Interiér jednotky je vybaven sedadly v kombinaci textilu a koženky. Prostorové řešení interiéru je zobrazeno na následujícím výkresu (Obrázek 5). Okna jsou ve většině případů pevná (některé vozy mají krajní okna oddílů s uzamykatelnou výklopnou částí). Vozy jsou plně vytápěny i klimatizovány. Informační systém pro cestující je vybaven optickou i akustickou signalizací. [8, 9]

Typový výkres elektrické jednotky řady 471:  
ŠKODA Vagonka



Obrázek 5 Typový výkres elektrické jednotky řady 471, zdroj: článek

## 1.9.2 Motorová jednotka 814

Motorová jednotka, která vzniká rekonstrukcí původních jednotek 810, je známa jako Regionova. Jednotka 814 se skládá z motorového vozu a částečně nízkopodlažního řídicího vozu. Modifikací této jednotky je její třívozová varianta s částečně nízkopodlažním vloženým vozem. Maximální provozní rychlost tohoto vozu je 80 km/h. [8, 10]

## 1.9.3 Motorové vozy 854

Tato řada motorových vozů vznikla modernizací motorových vozů z řad 852 a 853. Ve voze se nachází jeden velkoprostorový oddíl a zavazadlový oddíl. K těmto

vozům jsou postupně dodávány přípojné a řídicí vozy se shodně vybaveným interiérem. Maximální provozní rychlost tohoto vozu je 120 km/h. [8]

#### 1.9.4 Spěšné vlaky na trati 011

Spěšné vlaky na trati Praha – Kolín jsou tvořeny elektrickou lokomotivou CZ-ČD 162, čtyřmi vozy CZ-ČD Bdmtee281 a jedním vozem CZ-ČD A15. Vozy CZ-ČD Bdmtee281 mají tři velkoprostorové oddíly druhé třídy, nejsou klimatizované a mají maximální rychlost 160 km/h. Vozy CZ-ČD A15 jsou tvořeny oddíly první třídy, nejsou klimatizovány a maximální rychlost mají pouze 140 km/h. [10, 11, 12]

#### 1.9.5 Kapacita vozidel

Kapacita výše uvedených vozidel je pro přehlednost, a možnost porovnání, uvedena formou tabulky (Tabulka 7).

Tabulka 7 Kapacita vozidel používaných v systému S linek, zdroj: [11, 12]

Vozidlo	Kapacita		
	Sedících	Stojících	Celkem
<b>452</b>	294	380	674
<b>471</b>	310	333	643
<b>813</b>	84	115	199
<b>854</b>	48	60	108
<b>Sp</b>	438		438

## **2 Analýza přepravních vztahů v řešené oblasti**

### **2.1 Zdroj dat**

Primárním zdrojem dat pro analýzu přepravních vztahů byla data o dojížděcích, získaná při posledním sčítání lidu, domů a bytů (SLBD). Sčítání lidu, domů a bytů se provádí periodicky jednou za deset let. První sčítání v samostatné České Republice proběhlo v roce 2001. SLBD je nejrozsáhlejším plošným statistickým zjišťováním na území naší republiky. Přípravu a provedení SLBD má v kompetenci Český Statistický Úřad (ČSÚ). SLBD probíhá formou vyplnění dotazníku. [7]

Tato práce vychází z druhého a zatím posledního SLBD, které bylo provedeno v roce 2011. Rozhodným okamžikem sčítání byla půlnoc z 25. na 26. března 2011. Zpracování tak obrovského množství dat, jaké je získáno při SLBD, je velmi náročné a zabere spoustu času. Z tohoto důvodu jsou údaje o dojížděcích dostupné i s několikaletým zpožděním. [7]

Data o dojížděcích jsou dostupná online na stránkách ČSÚ. V centrálním registru jsou dostupné tabulky s daty o vyjížděcích a dojížděcích na úrovni krajů, okresů a měst, nikoliv však na úrovni obcí. Pro tuto práci bylo nezbytné získat data právě na úrovni obcí. Tato data jsou také dostupná zdarma online na webových stránkách ČSÚ. Musí se však hledat přes jednotlivé kraje. V tomto případě bylo nutné nejdříve vybrat Středočeský kraj, následně okresy Kolín, Nymburk a Praha Východ. [7]

### **2.2 Nedostatky výstupů ze SLDB**

Data o dojížděcích a vyjížděcích občanech z jednotlivých obcí jsou skvělým podkladem pro provedení analýzy přepravních vztahů. Na základě těchto dat je možné vytvořit matici přepravních vztahů (viz. níže) a zjistit poptávku po přepravě ve sledované oblasti. Samozřejmě nic není ideální a při práci s těmito daty bylo nalezeno několik zásadních nedostatků. Z níže uvedených nedostatků vyplývá, že data ze SLDB nezahrnují celkové počty cestujících, ale jedná se pouze o statistický vzorek.

#### **2.2.1 Přesnost dat**

Data o dojížděcích a vyjížděcích z jednotlivých obcí jsou velmi výrazně ovlivněna poctivostí dotazovaných. Protože SLDB probíhá formou vyplnění dotazníku, závisí jeho výsledky právě na tom, jak poctivě byl tento dotazník vyplněn. Data o

dojížděcích nepokrývají veškerý pohyb cestujících na trati. Ve SLDB nejsou zahrnuty nepravidelné cesty.

### **2.2.2 Dopravní mód**

V tabulkách o dojížděcích jsou uvedena celková data počtu dojíždějících. Tato data jsou dále dělena podle oblasti zaměstnání a doby strávené dojížděcí. V tabulkách o vyjížděcích jsou samozřejmě také uvedena celková data o počtu vyjíždějících, která jsou dále dělena podle věku a zda se jedná o studenta či pracujícího občana. Bohužel ani z jednoho výše uvedeného zdroje dat není možné určit, jakým druhem dopravy, tedy dopravním módem, lidé cestují. Z tohoto důvodu není možné navrhovat dopravní systém pouze na základě dat ze SLDB. Alespoň přibližná představa o volbě dopravního prostředku se dá získat na základě analýzy jízdních dob jednotlivých druhů dopravy a v případě veřejné dopravy je také velmi důležitým faktorem vzdálenost zastávky či stanice od obydli.

### **2.2.3 Praha**

Velkým problémem je fakt, že Praha je ve SLDB brána jako jeden bod. Z dat z SLDB je tedy možné zjistit přibližný počet dojíždějících denně například z Kolína do Prahy, ale už není možné zjistit, do které části Prahy tyto lidé míří. Právě tato informace je klíčová například při výběru nádraží, na kterém by měl vlak končit, zastávek ve kterých má smysl stavět a které je naopak možné projet. Pojetí Prahy ve SLDB jako jednoho bodu navíc znemožňuje analyzovat přepravní proudy na území Hlavního města. Při návrhu nového dopravního konceptu tedy chybí data, která by umožnila určit, zda by nebylo výhodnější novou linku prodloužit na některé z okrajových pražských nádraží, a tím odlehčit MHD.

Vzhledem k problémům, uvedeným výše, je nutné kromě analýzy dat získaných díky SLDB použít i další zdroje. Problém s relevancí dat se nijak snadno vyřešit nedá. Volba dopravního prostředku se však již dá poměrně spolehlivě odhadnout. Pokud leží stanice vlaku na okraji obce, nebo dokonce několik set metrů za hranicí obce, ve které se nachází zastávky autobusu, budou občané dané vesnice s velkou pravděpodobností využívat autobus. Dalším vodítkem může být porovnání jízdní doby dopravních prostředků. Pokud je jízdní doba vlaku výrazně vyšší než jízdní doba autobusu, nebo automobilu, s velkou pravděpodobností budou lidé volit jiný dopravní prostředek než vlak.

### 3 Matice přepravních vztahů

Výstupem analýzy přepravních vztahů je matice přepravních vztahů (Tabulka 9). Jedná se o tabulku, ve které jsou shromážděny dojíždějící do jednotlivých obcí dle místa, ze kterého vyjíždí.

#### 3.1 Zpracování matice přepravních vztahů

Matice byla zpracována na základě dat ČSÚ o dojíždějících a vyjíždějících z jednotlivých obcí. Tato data jsou jedním z výstupů SLDB 2011. Data jsou dostupná na stránkách ČSÚ ve formátu PDF i v podobě Excelovské tabulky. Pro potřeby této práce bylo nutné použít tabulky tří okresů, Kolín, Nymburk a Praha-východ. Celkem se jednalo o čtyři tabulky pro každý okres, tedy dvanáct tabulek:

- Tab. 714 **Vyjíždějící** do zaměstnání a do školy podle pohlaví, věku a podle obce vyjížděky a obce dojížděky,
- Tab. 715 **Vyjíždějící** do zaměstnání podle odvětví ekonomické činnosti, frekvence vyjížděky a času stráveného vyjížděkou a podle obce vyjížděky a obce dojížděky,
- Tab. 716 **Dojíždějící** do zaměstnání a do školy podle pohlaví, věku a podle obce dojížděky a obce vyjížděky,
- Tab. 717 **Dojíždějící** do zaměstnání podle odvětví ekonomické činnosti, frekvence dojížděky a času stráveného dojížděkou a podle obce dojížděky a obce vyjížděky. [7]

Do matice byla zahrnuta sídla na trati 011, dále byla prověřena sídla na přilehlých tratích. Dále byla do matice zahrnuta následující sídla, která jsou uvedena v tabulce (Tabulka 8) včetně trati na které leží (nemusí být uvedeny všechny tratě, které daným sídlem prochází, ale pouze tratě vybrané vzhledem k oblasti řešené v této práci). V tabulce jsou uvedena dvojí čísla tratí. Číslo trati dle jízdního řádu (JŘ).

Tabulka 8 Sídla zahrnutá v matici přepravních vztahů, zdroj: [2, 3]

Město	Číslo trati dle JŘ
Praha	011, 010, 230
Kolín	011, 010, 230
Nymburk	231, 060
Český Brod	011, 010, 230
Úvaly	011, 010, 230
Pečky	011, 010, 230
Sadská	231, 060
Velim	011, 010, 230
Cerhenice	011, 010, 230
Poříčany	011, 010, 230
Nová Ves u Kolína	011, 010, 230
Klučov	011, 010, 230
Tuklaty	011, 010, 230
Tatce	011, 010, 230
Rostoklaty	011, 010, 230

### 3.1.1 Matice přepravních vztahů – dojíždějící celkem

První matice byla vytvořena pro celkový počet dojíždějících. Jsou zde tedy zahrnuti lidé cestující do školy i zaměstnání. Tito lidé nemusí ani dojíždět denně. Z výše zmíněného je zřejmé, že v této matici jsou uvedeni lidé, kteří cestují denně společně s lidmi, kteří cestují méně často. Pro potřeby zjištění skutečné poptávky po dopravě bylo nutné zpracovat další matici. [7]

### 3.1.2 Matice přepravních vztahů – dojíždějící denně

Aby bylo možné určit denní poptávku po dopravě, byla vytvořena druhá matice přepravních vztahů. V této matici jsou uvedeni lidé vyjíždějící denně. Tito lidé se dělí ještě na dvě skupiny. V tabulkách jsou uvedeni zvlášť pracující, kteří dojíždějí denně, a zvlášť studenti a žáci, kteří dojíždějí denně. Z tohoto důvodu byly vytvořeny další dvě matice přepravních vztahů, tedy Matice přepravních vztahů – dojíždějící denně do zaměstnání (Příloha 1) a Matice přepravních vztahů –

dojíždějící denně do škol (Příloha 2). Tyto dvě matice byly sečteny a výsledkem je Matice přepravních vztahů – denně dojíždějící celkem (Tabulka 9). [7]

Samozřejmě mohou denně dojíždět i jiní lidé než pracující a studenti, ale počty těchto cestujících není možné z výsledků sčítání získat. Z porovnání celkových a celkových denních dojížděk lze usuzovat, že tato skupina lidí je opravdu minoritní. To lze vyzorovat i z dalšího výstupu analýzy (Tabulka 10). V této tabulce jsou uvedeny počty cestujících na jednotlivých úsecích trati (viz níže). Konkrétně se jedná o celkový počet dojíždějících a celkový počet denně dojíždějících. Kompletní tabulka s rozlišením denně dojíždějících pracujících a žáků / studentů je uvedena v přílohách (Příloha 5). [7]

Tabulka 9 Matice přepravních vztahů – denně dojíždějící celkem, zdroj: [7]

Z/DO	Praha	Kolín	Český Brod	Poříčany	Nymburk	Úvaly	Tuklaty	Rostoklaty	Klučov	Tatce	Pečky	Cerhenice	Velim	Nová Ves u Kolína	Sadská
Praha	x	132	111		4	115									
Kolín	1088	x	46		75						81	12	64	14	
Český Brod	818	46	x			28									
Poříčany	196	5	64	x	14										7
Nymburk	729	97	10		x										42
Úvaly	1246	9	63			x									
Tuklaty	130					22	x								
Rostoklaty	55		20					x							
Klučov	82		69	11					x						
Tatce	58	10	11							x	26				
Pečky	437	130	28	11	37						x		14		25
Cerhenice	85	94	26								26	x	9		
Velim	88	190									13		x		
Nová Ves u Kolína	27	134											32	x	
Sadská	193	12			134						12				x



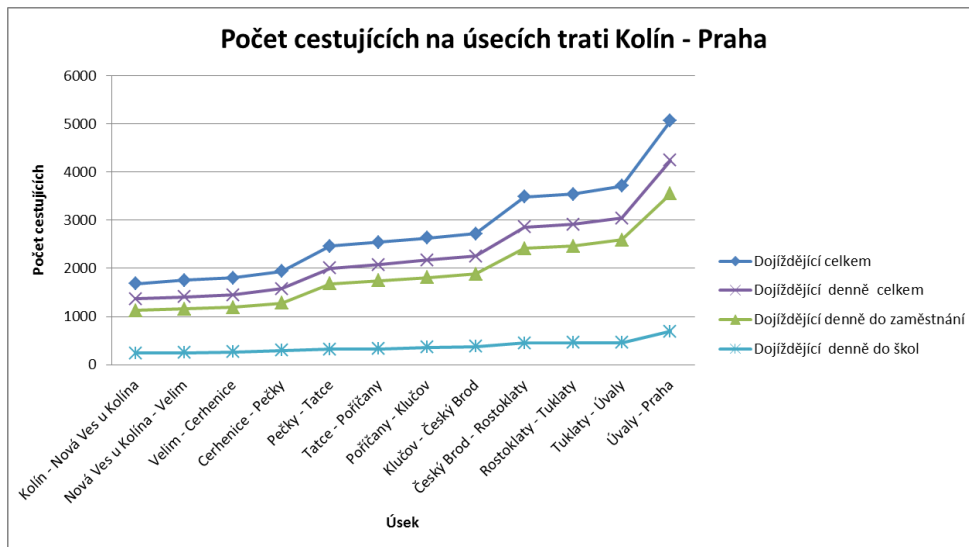
Tabulka 10 Počty dojíždějících na úsecích trati 011, zdroj: [7]

Úsek	Dojíždějící celkem	Dojíždějící denně celkem
Kolín - Nová Ves u Kolína	1681	1366
Nová Ves u Kolína - Velim	1752	1411
Velim - Cerhenice	1804	1448
Cerhenice - Pečky	1936	1573
Pečky - Tatce	2466	2004
Tatce - Poříčany	2546	2073
Poříčany - Klučov	2629	2175
Klučov - Český Brod	2720	2257
Český Brod - Rostoklaty	3486	2859
Rostoklaty - Tuklaty	3545	2914
Tuklaty - Úvaly	3715	3044
Úvaly - Praha	5061	4240

### 3.2 Počty cestujících na úsecích trati 011

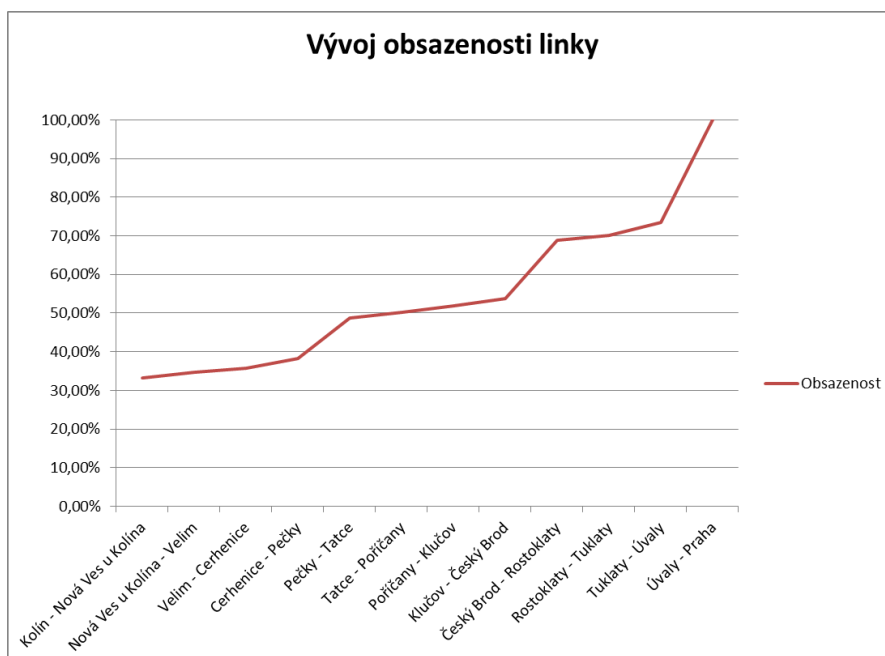
Z dříve vytvořených matic přepravních vztahů byla získána data k vytvoření tabulky počtu cestujících na jednotlivých úsecích. Tato tabulka vypovídá zejména o vytížení jednotlivých úseků trati. Hodnoty byly získány jako součet všech dojíždějících na relaci Praha – Kolín, kteří cestují na daném úseku. Lidé cestující z Kolína do Prahy jsou zahrnuti na všech úsecích, cestující mezi Kolínem a Velimí jsou zahrnuti pouze v úsecích Kolín – Nová Ves u Kolína, Nová Ves u Kolína – Cerhenice a Cerhenice - Velim. [7]

Jak již bylo zmíněno, tabulka výše obsahuje pouze celkové počty dojíždějících. V grafu (Obrázek 6) jsou znázorněny všechny skupiny dojíždějících. Z tohoto grafu je zřejmé, že jednotlivé skupiny cestujících se výrazně liší v počtech, ale trend všech křivek je přibližně stejný. Pouze počet dojíždějících žáků a studentů je téměř konstantní. Ostatní tři křivky jsou rostoucí a téměř rovnoběžné. Navíc s klesající vzdáleností od Prahy, tyto křivky rostou rychleji. [7]



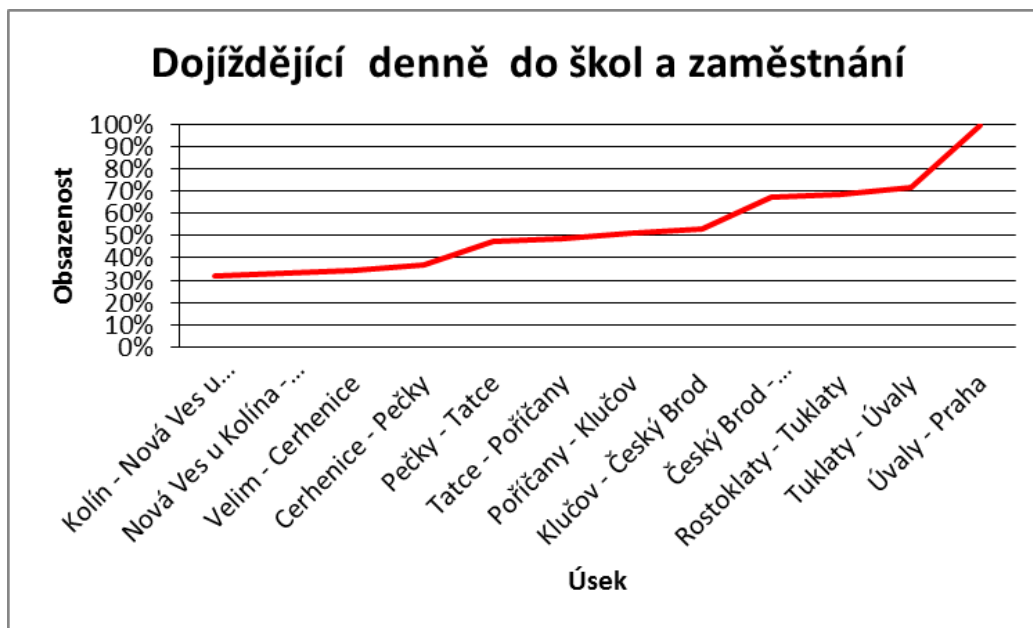
Obrázek 6 Počet cestujících na úsecích trati Kolín - Praha, zdroj: [7]

Z výše uvedených dat lze také posoudit obsazenost vozidel na relaci Praha – Kolín. Dojíždějící necestují ve stejnou dobu, jedním vlakem, ale zpravidla cestují v ranní špičce za prací nebo do školy a v odpolední špičce zpět domů. Z provedených analýz nelze přesně určit počty cestujících v jednotlivých spojích. Je však možné získat přibližnou představu vývoji obsazenosti vozidla na lince obsluhující relaci Praha – Kolín. Křivka znázorňující tento vývoj je uvedena v následujícím grafu (Obrázek 7). [7]



Obrázek 7 Vývoj obsazenosti linky, zdroj: [7]

Stejná analýza, jako výše, byla následně provedena i pro pravidelně dojíždějící do škol a zaměstnání (Obrázek 8). Z analýzy denních dojížděk do škol a za prací vyplývá, že optimální pásmovou stanicí jsou také Pečky. Ani jedna ze dvou výše uvedených skupin, bohužel, nereprezentuje přesně denní dojížděku, ale to je dáno strukturou výstupů ze SLDB. [7]



Obrázek 8 Dojíždějící denně do škol a zaměstnání, zdroj: [7]

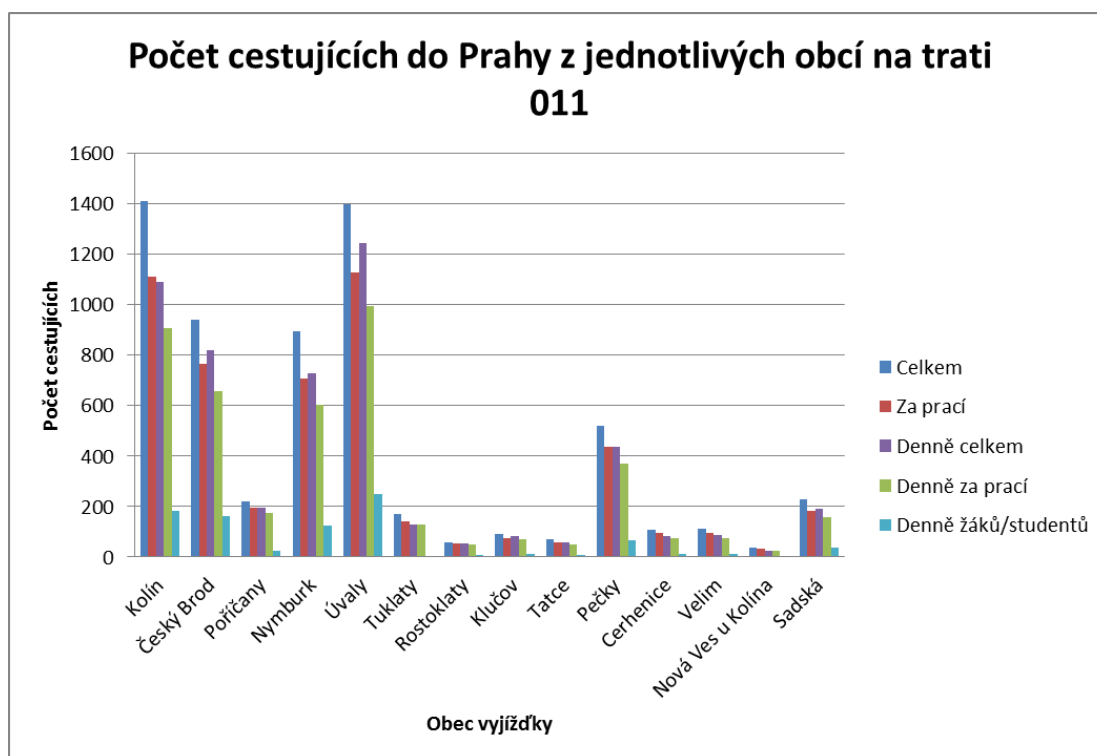
### 3.3 Shrnutí

V této kapitole byla provedena analýza přepravních vztahů na relaci Praha – Kolín. Výstupem je celkem pět matic přepravních vztahů:

- Matice přepravních vztahů – dojíždějící denně do zaměstnání (Příloha 1)
- Matice přepravních vztahů – dojíždějící denně do škol (Příloha 2)
- Matice přepravních vztahů – dojíždějící denně celkem (Tabulka 9)
- Matice přepravních vztahů – dojíždějící do zaměstnání celkem (Příloha 3)
- Matice přepravních vztahů – dojíždějící celkem (Příloha 4)

Nejvýznamnější dojížděkový proud je z Kolína do Prahy. Téměř stejně silný dojížděkový proud je z Úval do Prahy. Jen o trochu nižší vyjížděky do Prahy vykazují města Český Brod a Nymburk. Stejně tak i všechny další vykazují nejvyšší hodnoty vyjížděk do Prahy. Hodnota vyjížděk z těchto obcí se pak liší hlavně vzhledem k jejich velikosti a vzdálenosti od Prahy. Relativně silné dojížděkové proudy jsou mezi městy Kolín a Nymburk. Kolín stále přitahuje nezanedbatelné procento obyvatel okolních obcí. Počty dojíždějících do Prahy z jednotlivých obcí na tratích 011 a 060 jsou uvedeny

v následujícím grafu (Obrázek 9). V tomto jednom grafu je vidět souhrn dat ze všech matic přepravních vztahů, konkrétně z jejich prvních sloupců. [7]



Obrázek 9 Počet cestujících do Prahy z jednotlivých obcí na trati 011, zdroj: [7]

Z matice přepravních vztahů jsou jasně patrné dva základní trendy. První a výraznější trend je velký počet dojíždějících do Prahy. Hlavní město funguje jako velký magnet, který přitahuje dojíždějící z velké části Čech. Přirovnání k magnetu je zde opravdu na místě, protože podíl dojíždějících do Prahy do školy nebo za prací roste s klesající vzdáleností obce od Prahy. V tomto konkrétním případě je to nejlépe patrné ze srovnání obcí Úvaly a Kolín. Tyto dvě obce vykazují stejnou vyjíždku do Prahy, avšak Kolín je přibližně 5x větší než Úvaly. Vzdálenost Úval od centra Prahy je dvacet kilometrů, Kolín je vzdálen přibližně padesát pět kilometrů. [7]

Druhým trendem je přetrvávající vliv regionálních center. Města jako Kolín nebo Nymburk stále přitahují dojíždějící z regionu. V případě těchto dvou měst jsou patrné i dojížděkové proudy mezi nimi. To je dané zejména vzdáleností a dobrou dopravní dostupností obou měst. [7]

Vzhledem k výše uvedenému, by mělo být cílem nově navrhovaného dopravního systému, nabídnout rychlé a kapacitní spojení do Prahy. A také zachovat obsluhu regionálních center a možnost cestovat mezi nimi. [7]

Z matice, bohužel, není možné vyčíst, kam do Prahy lidé cestují. Pokud by SLDB nebralo Prahu jako jeden bod, ale rozlišilo alespoň městské části, nebo dokonce pražské čtvrti, bylo by možné dopravní systém navrhnout tak, aby umožnil lidem cestu co nejbližší k jejich cíli na území Prahy. Bez těchto dat je složité i rozhodnutí, na kterém pražském nádraží navrhované linky ukončit. Pokud by cíle cest dojíždějících byly převážně na trase metra B, bylo by výhodné ukončit linku na Masarykově nádraží. Pokud by naopak převažovaly cíle na trase metra C, bylo by výhodnější za cílovou stanicí zvolit hlavní nádraží. V Praze je samozřejmě daleko více nádraží a přesnější informace o cílech dojízdky na území Prahy by umožnily lépe využít kapacity dopravních systémů. Například informace, že cíle dojíždějících ze směru od Kolína se nacházejí v západní části metropole, by umožnila prodloužení linky až na Smíchovské nádraží. Toto opatření by ulehčilo lince metra B v centru města. [3, 7]

Dalším krokem vyhodnocení analýzy přepravních vztahů bylo zjištění, v jaké vzdálenosti od centra obce se nachází železniční stanice. Pokud obec vykazuje vysoké dojízdňkové proudy do Prahy, ale zastávka vlaku se nachází několik set metrů od centra obce mimo obydlenou oblast, je pravděpodobné, že lidé k cestám využijí jiný druh dopravy. Pokud je v takovéto obci možnost využít také jiný druh veřejné dopravy (VD), například zastávka autobusu v centru obce, je více než pravděpodobné, že většina dojíždějících se bude dělit právě mezi autobus a IAD. Proto byla také zjištěna vzdálenost železničních stanic od center obcí. Tyto informace umožňují upřednostnění obsluhy obcí, kde to má opravdu smysl. Projetí nevyužívané zastávky může ušetřit cenné minuty a umožnit lepší obsluhu míst s reálnou poptávkou po železničním spojení do Prahy. [7]

## **4 Integrální taktový jízdní řád**

Provozní řešení, tedy jízdní řád, veřejné dopravy, je velmi důležitou součástí dopravních projektů. Jízdní řád je část nabídky veřejné dopravy, kterou cestující vnímá velmi intenzivně. Pokud nabízený provozní koncept nereflektuje potřeby cestujících, nebo je složitý, nesnadno zapamatovatelný, lidé se spíše rozhodnou pro jiný druh dopravy, například IAD. [13, 14]

Pokud mají lidé ke svým cestám využívat veřejnou dopravu, musí VD nabízet dostatečnou kvalitu nejen z pohledu komfortu v dopravních prostředcích, ale i v oblasti jízdního řádu. Ten by měl být přehledný, jednoduchý, snadno zapamatovatelný. Zejména by měl nabízet dostatečně rychlé spojení s adekvátní frekvencí. Neméně důležitým parametrem je počet přestupů a doba, kterou cestující stráví čekáním během přestupu. Není možné nabízet přímé spojení na všech relacích. Proto je nutné garantovat přestupní vazby po celý den. Aby měl cestující jistotu, že přestoupí vždy ve stejném uzlu a měl na přestup dostatek času. [13, 14]

Taktový jízdní řád je založen na principu stanovení nabídky pro jednu časovou periodu, zvanou takt, detailně ji naplánovat a jejím opakováním zajistit tuto nabídku po celý den. Výsledkem nasazení taktového jízdního řádu by měla zejména optimalizace využití vozidel a personálu. Správně vytvořený taktový jízdní řád také garantuje přestupy v taktových uzlech (viz níže). [13, 14]

Aby taktový jízdní řád opravdu fungoval, musí být jednotný na celé síti. Měl by tedy být použit integrální taktový jízdní řád. Ten by se neměl omezovat pouze na jeden mód dopravy, ale naopak by veškerá doprava měla být organizována dle jednoho, tedy integrálního taktového jízdního řádu (ITG). Z hlediska infrastruktury je nejvíce omezena železnice. Právě fakt, že integrální taktový jízdní řád je po celý den stejný, umožňuje řešit například problémy s křížováním vlaků. Tyto problémy v naprosté většině silniční dopravu nepostihují, i zde má však integrální taktový jízdní řád své místo a to zejména s ohledem na přilákání cestujících do VD. [13, 14]

### **4.1 Zásady integrovaného taktového jízdního řádu**

Dále jsou uvedeny zásady pro tvorbu integrálního taktového JŘ. Tato práce se zabývá návrhem jízdního řádu na železnici, proto jsou zásady ITG vysvětleny na příkladu železnice.

### 4.1.1 Jednotná doba taktu

Všechny vlaky v ITG jezdí v linkách. Všechny linky mají po celý den stejný interval, který je rovný dvojnásobku základní doby taktu. Ta bývá zpravidla šedesát minut. [13, 14]

### 4.1.2 Jednotná osa symetrie

Vlaky všech linek se křižují ve stejný čas. Tento čas se nazývá čas symetrie a opakuje se vždy po uplynutí přesně poloviny doby taktu. Pokud mají spoje navazovat v obou směrech, se stejnou přestupní dobou, musí mít stejnou osu symetrie. V evropské dálkové železniční dopravě se používá nejčastěji tzv. nulová osa symetrie. Vlaky křižují v minutu 00, v praxi se tak děje v rozmezí minut cca 57 až 01. V příměstské dopravě s půlhodinovým taktům, se používají osy symetrie v minuty 00, 15, 30, a 45. [13, 14]

### 4.1.3 Taktové uzly

Taktový uzel je místo na dopravní síti, v němž se setkávají protijedoucí vlaky téže linky a to vždy v čase symetrie. Výhodou tohoto principu je možnost vázat přípoje z vedlejších tratí na oba směry na hlavní trati současně. Taktové uzly by měly být vytvářeny ve velkých městech, nebo v místech s velkým počtem přestupů. [13, 14]

### 4.1.4 Hranová rovnice

Z principu ITG vyplývá, že vlaky vyjedou z uzlu krátce po čase symetrie a do dalšího uzlu musí opět přijet krátce před časem symetrie. Čas symetrie se opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu, nebo násobku poloviny doby taktu, jak ukazuje hranová rovnice:

$$t_{j,A-B} = \frac{n}{2} * t_T$$

kde:

$t_{j,A-B}$  je jízdní doba mezi taktovými uzly A a B

$n$  je přirozené číslo

$t_T$  je doba taktu

[13, 14]

### 4.1.5 Obvodová rovnice

Jak je uvedeno v textu výše, čas symetrie se opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu. To v praxi znamená, že při použití hodinového taktu a výběru osy symetrie v minutu 00, bude symetrie nastávat též v minutě 30. V každém uzlu dochází ke sjezdu a rozjezdu vlaků okolo doby symetrie a vždy po uplynutí doby taktu. Každý uzel má jednu ze dvou os symetrie. V případě hodinového taktu se jedná o osy symetrie v minutě 00 nebo 30. Pro zajištění přestupů v rámci celé sítě, což je jeden z hlavních přínosů ITG, je třeba, aby doba jízdy mezi libovolnými dvěma uzly v síti byla násobkem doby taktu. Tím je dosaženo stejné osy symetrie ve všech uzlech. Tento princip je možné vyjádřit matematicky takto:

kde:

$$v(A, m): t_{j,A-A,m} = n * t_T$$

A                    je taktový uzel

$t_{j,A-A,m}$         je jízdní doba po m-té kružnici z uzlu A do uzlu A, obsahující nejméně dva taktové uzly

m, n                jsou přirozená čísla

[13, 14]

### 4.1.6 Taktová skupina

Taktová skupina je množina dob taktu, které jsou navzájem celočíselnými násobky nebo podíly. Jednu taktovou skupinu, jejíž součástí je doba taktu 60 minut, tvoří násobky doby taktu 7,5 minuty. Tedy doby taktu 120, 60, 30, 15, 7,5 minuty. Tato taktová skupina je častěji používána na železnici. Naopak taktová skupina 40, 20, 10 a 5 minut je častěji používána v MHD. [13, 14]

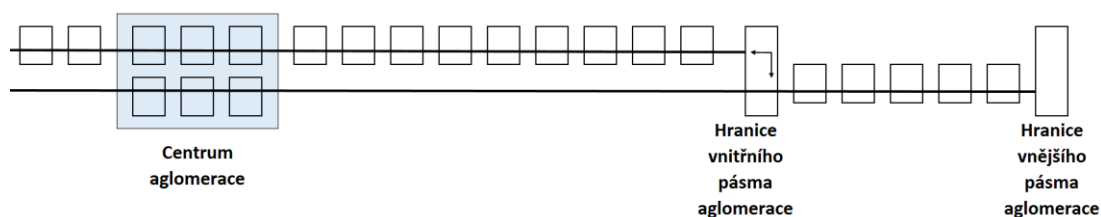
Z důvodu zachování a garantování pravidelných přestupních vazeb není vhodné kombinovat v jedné síti více taktových skupin. Například při přestupu mezi linkami s dobou taktu 20 a 30 minut by v některých případech docházelo k neúměrnému prodlužování čekacích dob. [13, 14]



## 5 Princip pásmového GVD

Základní princip pásmového provozu spočívá v nasazení více linek jedoucích po stejné trati. Všechny linky začínají ve stejné stanici, koncové stanice už se ale liší. Jednotlivé linky mohou plnit dvě funkce zároveň, a to sběrnou a tranzitní. Princip pásmového provozu bude vysvětlen na příkladu dvoupásmového provozu. [13, 14]

Relace, na které je zaveden pásmový provoz, je rozdělena na dvě pásma, vnitřní a vnější. Každé pásmo obsluhuje jedna linka. Obě mají stejnou počáteční stanici. Linka obsluhující vnitřní pásmo, pro případ tohoto příkladu nazvaná Krátká linka, má čistě sběrnou funkci. Její koncová stanice je blíže k počáteční stanici než koncová stanice druhé, Dlouhé, linky. Linka obsluhující vnější pásmo, Dlouhá linka, již plní funkce dvě, sběrnou i tranzitní. V úseku mezi počáteční stanicí a koncovou stanicí Krátké linky jede bez zastavení, nebo staví pouze v několika významných sídlech. Dále plní sběrnou funkci až do své koncové stanice. Schéma pásmového provozu je uvedeno na následujícím schématu (Obrázek 10). [13, 14]



Obrázek 10 Schéma pásmového provozu, zdroj: vlastní

Pásmový provoz je možné aplikovat na železnici, v dálkové autobusové dopravě i v MHD. Nejjednodušší je zavedení pásmového provozu v silniční dopravě, kde odpadají problémy s předjížděním linek na trase a kapacitou dopravní cesty. Právě předjíždění, popřípadě křižování, a kapacita dopravní cesty jsou výrazným omezením. To platí v případě extrémně vytížené trati 011 dvojnásobně.

Pásmový provoz se hodí zejména na obsluhu okolí velkých aglomerací. Hlavní výhodou je zejména zkrácení jízdních dob ze vzdálenějších sídel při zachování obsluhy husté sítě zastávek v blízkém okolí i uvnitř aglomerace. Když Dlouhá linka opustí území, ve kterém plní sběrnou funkci, pokračuje do centra aglomerace bez zastavení, tedy nepřistupují další cestující. Díky tomuto efektu je možné nasazovat méně kapacitní vozidla, která jsou lépe využita než v případě klasické obsluhy celého území zastávkovým vlakem. Vozidla jsou lépe vytížena, v ideálním případě opouští vozidlo obsluhovanou oblast zcela obsazené. Na rozdíl od klasické obsluhy jednou linkou

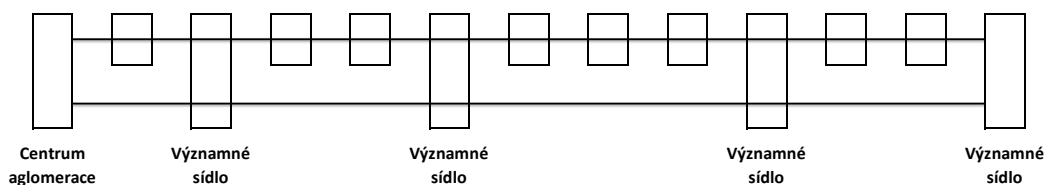
dimenzovanou na celkový počet dojíždějících, kdy je vozidlo zcela obsazeno až v poslední čtvrtině své cesty (za předpokladu, že je nasazeno dostatečně kapacitní vozidlo).

Další výhodou je možnost nasazení různých typů vozidel, nebo stejných vozidel s jinou konfigurací interiéru. V okolí aglomerace, tedy v oblasti obsluhované Krátkou linkou, je hustá síť zastávek a velký počet cestujících, kteří však nestráví v dopravním prostředku moc času. Pro tuto oblast se tedy hodí vozidlo dimenzované na větší počet cestujících, i za cenu vyššího podílu stojících cestujících. Toto vozidlo by také mělo mít více dostatečně širokých dveří k urychlení výměny cestujících. Dále by toto vozidlo z důvodu častého zastavování a opětovného rozjezdu mělo být dostatečně výkonné a mít dostatečné dynamické vlastnosti. Optimální je tedy vozidlo s velkým zrychlením, větším počtem dveří a velkou kapacitou i za cenu menšího počtu míst k sezení.

S přibývajícím vzdáleností od aglomerace výrazně stoupá jízdní doba a hustota zastávek se snižuje. V tomto případě je vhodnější vozidlo nabízející větší komfort než ve výše uvedeném případě. Takové vozidlo by mělo být dimenzováno tak, aby většina cestujících seděla. Nároky na rychlost výměny cestujících, počet dveří a zrychlení nejsou tak velké. Optimální vozidlo je tedy vozidlo s vyšším počtem míst k sezení. Nároky na výkon vozidla nejsou tak vysoké, jako v předešlém případě.

## 5.1 Princip obsluhy spěšným a zastávkovým vlakem

V tomto případě není trať rozdělena na pásma. Po celé délce jezdí souběžně zastávkový a spěšný vlak. Spěšný vlak tvoří páteřní spojení na trati. Tento vlak obsluhuje jen významná sídla a ostatní zastávky projíždí. Zastávkový vlak staví ve všech stanicích (Obrázek 11).



Obrázek 11 Schéma obsluhy kombinací zastávkového a spěšného vlaku, zdroj: vlastní

Tento koncept výrazně upřednostňuje obyvatele významnějších sídel, tedy těch obsluhovaných spěšným vlakem. Ti se do centra aglomerace i zpět dostanou relativně rychle a pohodlně. U cestujících, kteří dojíždějí do sídel bez obsluhy spěšným vlakem,

se počítá, že se dopraví do nejbližší stanice obsluhované spěšným vlakem a dále pokračují zastávkovým vlakem.

V tomto případě je však vhodné, minimalizovat přestupní doby mezi zastávkovým a spěšným vlakem. To není vždy z technologického hlediska snadné, případně neúměrně drahé. Pokud jsou přestupní doby mezi spěšným a zastávkovým vlakem příliš dlouhé, může se cestující dostat do situace, kdy je rychlejší využít rovnou zastávkový vlak. V tomto případě spěšný vlak slouží jen k obsluze významných sídel a celý koncept kombinace zastávkového a spěšného vlaku dostává trhliny.

## **5.2 Porovnání pásmové obsluhy a obsluhy pomocí zastávkového a spěšného vlaku**

Pásmový provoz méně znevýhodňuje obyvatele menších sídel, protože i jim umožňuje relativně rychlou dopravu do centra aglomerace. Všichni cestující se mohou dostat do centra aglomerace a zpět bez přestupu. Naopak u cestujících, kteří necestují do centra aglomerace, ale zdroj jejich cesty se nachází ve vnějším pásmu, zatímco cíl se nachází ve vnitřním pásmu, na hranici pásem vznikne nutnost přestupu mezi Krátkou a Dlouhou linkou. U těchto cestujících se jedná o zhoršení oproti obsluze zastávkovým vlakem po celé délce trati.

Vzhledem k rozdílu počtu cestujících na relaci do Prahy a na všech ostatních relacích, tento problém postihne jen relativně malý počet cestujících. To dokazuje analýza, jejíž výsledek je vidět v grafu (Obrázek 12). Součet všech cestujících z relací na trati do všech míst mimo Prahy, je samozřejmě vyšší, než počet cestujících přes hranice obou pásem. I tato zevrubná analýza však dokazuje, jak je rozdíl, mezi dvěma výše zmíněnými skupinami, velký.

Na rozdíl od konceptu zastávkového a spěšného vlaku, jsou všechny stanice vnějšího pásma kvalitně obslouženy a jízdní doba Dlouhé linky je výrazně kratší než v případě čistě zastávkového vlaku. Ve srovnání se spěšným vlakem, je však jízdní doba vlaku Dlouhé linky, delší. V případě pásmového řešení je možné lépe dimenzovat a využívat kapacitu vozidel. Kapacita vozidel obsluhující obě pásma by v součtu měla odpovídat kapacitě vozidla zastávkové linky. Snížení jízdních dob v případě pásmového provozu by mělo mít pozitivní vliv na přilákání nových cestujících. Kapacita vozidel na obou pásmových linkách by tedy měla být dimenzována výše než v případě zastávkového vlaku.



Obrázek 12 Porovnání počtů cestujících ze všech sídel na trati 011 do Prahy a mezi sebou navzájem, zdroj: [7]

## 6 Použitý software

Pro zpracování této práce byl použit program FBS (Fahrplanbearbeitungssystem) vyvinutý v Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung – iRFP (Institut pro plánování regionální a dálkové dopravy). [15]

Tento program umožňuje komplexní tvorbu jízdního řádu. Základem je definování vlastností železniční trati a jejich parametrů. Program neumožňuje vytvoření trojkolejné trati. Trojkolejnou trať lze však nahradit dvojicí tratí, jednou dvojkolejnou tratí a jednou jednokolejnou tratí. Tyto trati je nutno spojit na všech místech, kde je možné přejíždět mezi nultou, první a druhou traťovou kolejí. Takto vytvořený model trojkolejné trati odpovídá realitě, protože nultá kolej se od první a druhé traťové koleje liší (například nejsou u nulté koleje nástupiště). Dále je nutné definovat stanice, rychlostní omezení atd. Program obsahuje databázi vozidel, které mají veškeré parametry již nedefinované. Díky těmto parametrům je program dokáže počítat jízdní doby v závislosti na vozidle. [15]

Pro vytvoření vlaku je nutné zadat jeho kategorii, číslo, vozidlo a další parametry, jako přírážky k jízdní době, nebo parametry brždění. Při tvorbě nákladního vlaku je také nutno nastavit hmotnost nákladu. [15]

Po vytvoření vlaku se v grafikonovém listě zobrazí konkrétní vlak jako čára s časovými polohami v jednotlivých bodech. Zastavení a doba pobytu vlaku v jednotlivých uzlech je řešena pomocí přiřazení předem nastavené zastavovací politiky. Ta musí být vytvořena samostatně pro každou kategorii vlaku, pokud nemá více kategorií stejnou zastavovací politiku. Pak je možno přiřadit jednu zastavovací politiku více vlakům. Naopak je možné vytvořit více takovýchto zastavovacích politik pro jednu kategorii vlaku a tímto způsobem zkoušet, jak např. projetí zastávky ovlivní jízdní řád. Program sám hlídá, aby se dva vlaky nedostaly do jednoho prostorového oddílu. [15]

Velmi důležitou funkcí je slučování vlaků do taktových skupin. Při změně jízdního řádu vlaku, který je zařazen do taktové skupiny, se program zeptá, zda má tyto úpravy provést u všech vlaků dané taktové skupiny. Takto je možné upravovat trasy všech vlaků jedné linky v jednom kroku. Vstupní parametry lze měnit kdykoliv během tvorby jízdního řádu. Tyto změny se okamžitě projeví ve výsledku. Lze tedy určit, zda je navržený koncept možné na dané trati aplikovat. Pokud tento koncept aplikovat nelze, změnou vstupních parametrů je možné určit, za jakých podmínek by tento koncept byl aplikovatelný. Program nabízí možnost z navrženého jízdního řádu vygenerovat tabelární jízdní řád, nákrešný jízdní řád, oběhy vozidel a mnoho dalších výstupů. [15]

## 7 Podmínky návrhu

Koncept dvousegmentové regionální obsluhy, navržený v této práci (dále jen koncept), byl vytvořen na základě několika základních omezujících podmínek. První podmínkou byla infrastruktura. Koncept byl navržen na současném stavu infrastruktury, tedy stavu, který odpovídá roku 2016.

Další zásadní omezující podmínkou byl provoz dálkové železniční dopravy na trati. Tato práce vychází z jízdního řádu platného pro rok jejího vzniku, tedy pro rok 2016. Časové polohy vlaků dálkové dopravy vymezují trasy, které může využít regionální doprava. Tyto trasy jsou navíc omezeny polohou taktových uzlů a systémovými jízdními dobami mezi uzly, které musí odpovídat polovině doby taktu nebo násobkům poloviny doby taktu (viz kapitola 5).

Nejvíce specifickou podmínkou byla trojkolejná trať v úseku Praha-Libeň – Poříčany. Trojkolejná trať má specifické vlastnosti, které je nutné během návrhu respektovat. Jedná se například o jízdy křížem při obracení vlaku. Vlak, který přejíždí mezi první a druhou traťovou kolejí, musí přejet i nultou traťovou kolej. A je tedy nezbytné, dodržet následná mezidobí i na nulté traťové koleji.

Jak bylo zmíněno výše, program FBS není schopen vytvořit trojkolejnou trať. Situace byla vyřešena dvojicí souběžných tratí. Jedné jednokolejné trati, simulující nultou kolej a druhé dvoukolejné, představující první a druhou traťovou kolej. Tyto dvě tratě jsou propojeny ve všech místech na trati, ve kterých je možné přejíždět mezi nultou, první a druhou traťovou kolejí.

Samozřejmě existuje řada dalších omezujících podmínek. Jedná se o počty a délky staničních kolejí, parametry zhlaví jednotlivých stanic, následná mezidobí a další provozní parametry. V průběhu zpracování návrhu se velmi zásadní podmínkou ukázal být počet dopravních kolejí ve stanici Pečky.

### 7.1 Analýza disponibilních tras ve vazbě na taktové uzly

Aplikace principů integrálního taktového jízdního řádu v dálkové železniční dopravě s sebou přináší i určitá specifika pro ostatní segmenty železniční dopravy. Například je nutné dodržet určité časové polohy vzhledem k taktovým uzlům (viz kapitola 5).

Trať 011 je velmi vytížená a to hlavně dálkovou železniční dopravou. Časová poloha těchto vlaků je dána nejen nejbližšími taktovými uzly, ale i těmi dále na síti.

U mezinárodních vlaků je omezující podmínkou i předání vlaku ve stanici na státní hranici. Je nutné, aby vlaky dálkové dopravy, které míří do okolních států, dodržovaly parametry taktového jízdního řádu daného státu. V tomto případě jde o EuroTakt, na hraničních přechodech v Břeclavi a Děčíně.

V případě trati 011 je časová poloha vlaků regionální dopravy určena zejména taktovými uzly v Praze a Kolíně. Dalším uzlem, který ovlivňuje provoz na trati, je uzel Nymburk. Nymburk sice leží na trati 060, ta ale na trať 011 navazuje v Poříčanech. Dále je nezbytné zachovat oboustranné přestupy v Poříčanech a Pečkách.

K zajištění přestupních vazeb po celý den je nezbytné dodržet výše zmíněné taktové uzly. Jedná se o uzel v Kolíně. K zajištění přestupů je nutné dodržet uzly v Poříčanech a Pečkách. V současné době je v Poříčanech přestupní vazba na Nymburk a v Pečkách na Kouřim.

Vytíženost této trati nedává příliš prostoru k volbě trasy vlaků regionální dopravy. Pokud jsou tyto vlaky provozovány dle zásad integrálního taktového jízdního řádu, nezbyvá opravdu mnoho prostoru k návrhu jízdního řádu regionálních vlaků.

V případě návrhu nového konceptu bylo třeba dodržet uzel v Poříčanech a to v minutách 00 a 30. Další podmínkou bylo zajištění přestupu mezi vlaky dvou linek v Pečkách. Dále bylo nutné zvolit časové polohy tak, aby bylo v úseku Praha – Český Brod dosaženo 15 minutového taktu.

## 8 Postup při tvorbě návrhu

Nejdříve byl definován základní koncept obsluhy. Tento koncept vychází z výsledků analýzy přepravních vztahů a odpovídá nárokům na kvalitní příměstskou železnici. Nakonec byly vytvořeny dvě varianty konceptu dopravní obsluhy. Jeden založený pouze na dvoupásmové obsluze a druhý na kombinaci pásmového provozu a zastávkového vlaku. Rozhodnutí, která varianta bude realizována, bylo provedeno až po provozním ověření návrhu.

Ověření technologického návrhu bylo provedeno v programu FBS. Nejdříve byly dle okrajových podmínek vytvořeny všechny vlaky dálkové dopravy. Trasy těchto vlaků odpovídaly současnému JŘ. Následně byly vytvořeny vlaky regionální dopravy tak, aby odpovídaly parametrům popsaným v kapitole 8. Ověření bylo provedeno pro obě varianty navržené v kapitole 8. Výsledkem technologického ověření bylo zavržení jedné varianty. Druhá varianta byla zpracována i pro dobu sedla.

Následně byly zjištěny veškeré konflikty jak s vlaky dálkové dopravy, tak mezi vlaky regionální dopravy. Odstranění těchto konfliktů vedlo k jistým odchylkám od původního technologického návrhu. Výsledkem odstranění konfliktů jsou NJŘ uvedené v Příloze 6, 7 a 8.

Dalším krokem bylo vytvoření kompletního jízdního řádu v programu MS Excel (kapitola 10). JŘ je uveden v příloze 9. Posledním krokem bylo ověření oběhů vozidel, oběhy ve formě tabulky jsou uvedeny v příloze 10.

Posledním krokem bylo vyčíslení (Kapitola 12) vlakokilometrů (vlkm) navrhovaného konceptu. Počet vlkm, které najedou vlaky navrhovaného konceptu, byly porovnány s vlkm, které za den ujedou v současné době provozované vlaky na trati 011 a 060. Všechny tyto kroky jsou podrobně rozepsány v následujících kapitolách.



## 9 Technologický návrh dvousegmentové obsluhy regionální dopravou

Tato kapitola se již věnuje návrhu regionální obsluhy na trati 011. Vzhledem k vytížení této trati zejména vlaky dálkové dopravy, jejichž časové polohy jsou v této práci brány jako neovlivnitelné, je zde navržen základní princip regionální dvousegmentové obsluhy ve dvou variantách.

Nejdříve byl definován základní koncept obsluhy. Bylo rozhodnuto o linkovém vedení, četnosti obsluhy a použitém vozidle a byl zvolen základní princip redukce dopravy v době sedla. S ohledem na již několikrát zmíněné, vysoké vytížení trati Praha – Kolín, byla navržena alternativní varianta obsluhy.

V následující kapitole (kapitola 9) byl navržený princip prověřen z provozního hlediska. Tedy zda je možné navržený koncept realizovat při současném rozsahu dálkové dopravy a na současné infrastruktuře. Až poté byl návrh rozpracován podrobně, včetně rozhodnutí o rozsahu dopravy v době sedla, zastavovací politiky všech linek nebo případného rozšíření systému.

Prvním krokem tohoto návrhu byla úvaha nad parametry, které by měl nový systém obsluhy splňovat. Tyto parametry by měly vycházet z potřeb cestujících, samozřejmě s ohledem na technologické a provozní požadavky, které jsou určeny zejména infrastrukturou a provozem dálkové dopravy na trati.

Zdrojem dat, která prezentovala potřeby cestujících, byly výsledky SLDB 2011. Z analýzy výsledků SLDB (kapitola 3) jasně vyplynulo, že největší počet cest končí v Praze. Hlavní funkcí nově navrhovaného systému regionální obsluhy by tedy mělo být spojení mezi Prahou a ostatními sídly na trati. Toto spojení by mělo být dostatečně rychlé a časté.

Nově navržený jízdní řád by měl být také přehledný a snadno zapamatovatelný. Tuto vlastnost ocení zejména pravidelní cestující. K dosažení výše zmíněného byl použit princip ITG. Protože, pokud vlaky pojedou každou hodinu ve stejné minutové poloze, bude dosaženo pozitivního efektu pro cestující. V ideálním případě by měl být jízdní řád stejný po celý den. Takový koncept by pak byl, s vysokou pravděpodobností, neúměrně drahý. Proto byl v této práci dodržen princip kombinace dvou modelů obsluhy. Jeden je dimenzován na období dopravní špičky, druhý má menší rozsah, a je použit v době sedla.

Z hlediska ekonomiky provozu, je velmi důležitým faktorem využití kapacity vozidel. Z tohoto důvodu, je nový systém regionální obsluhy na trati Praha – Kolín řešen systémem pásmové obsluhy. Vzhledem k vytížení trati 011 zůstává otázkou, zda je možné nasadit pásmový provoz v požadovaném rozsahu.

Tento systém by měl již v krátkodobém horizontu přinést lepší využití vozidel. Z dlouhodobého hlediska by bylo možné upravit konfigurace vozidel Dlouhé a Krátké linky vzhledem k jejich využití.

Vozidla nasazená na Krátkou linku by měla umožňovat co nejrychlejší výměnu cestujících. To může být zajištěno například přidáním dveří do prostřední části vozu, i když tím bude snížen počet míst k sezení. Při dimenzování kapacity vozidla je možné, v krajním případě, počítat i s určitým podílem stojících cestujících na posledním úseku linky směrem do Prahy.

Naopak vozidla nasazená na Dlouhé lince by měla nabízet, vzhledem k jízdě době kolem jedné hodiny, vyšší úroveň komfortu. Všichni cestující, kteří cestují déle než po dobu 25 minut, by měli sedět. Hodnota 25 minut byla navržena s ohledem na komfort cestujících a požadovanou kvalitu systému veřejné dopravy. Vozidla naopak nemusí preferovat rychlost výměny cestujících na úkor počtu míst k sezení.

## **9.1 Varianta A**

První navržená varianta počítá s dvoupásmovým modelem obsluhy. Jedním segmentem regionální dopravy jsou vlaky Krátké linky, a druhým pak vlaky Dlouhé linky. Tyto dvě linky v této variantě tvoří páteř celého systému regionální obsluhy.

### **9.1.1 Linkové vedení**

V tomto kroku bylo navrženo základní linkové vedení pásmového provozu. Jak bylo uvedeno výše, pásmový provoz se skládá v podstatě ze dvou linek jedoucích po stejné trati. Každá z linek obsluhuje jiná sídla na trati.

Trať je rozdělena na dvě pásma, vnitřní a vnější. Krátká linka plní sběrnou funkci ve vnitřním pásmu a je ukončena na hranici vnitřního a vnějšího pásma. Naopak dlouhá linka vnitřním pásmem projede bez zastavení, plní zde tedy tranzitní funkci. Poprvé zastaví na hranici obou pásem, v tzv. pásmové stanici a ve vnějším pásmu již plní sběrnou funkci. Takto vypadá teorie pásmového provozu. V praxi samozřejmě může docházet k výjimkám, jako je například zastavení Dlouhé linky ve významném sídle vnitřního pásma.

Pro návrh linkového vedení je samozřejmě nezbytné určit počáteční a koncovou stanici linky. V tomto případě jsou to Praha a Kolín. Při nasazení pásmového provozu, je třeba zjistit, kde by měla ležet hranice obou pásem, tedy pásmová stanice.

V případě Prahy bylo nutné rozhodnout, ze kterého nádraží budou vlaky odjíždět. Počáteční stanicí bylo vybráno Masarykovo nádraží. Vzhledem k faktu, že obě linky v Praze končí, není nutnost provedení úvratě na Masarykově nádraží komplikací. Většina S linek systému pražské příměstské železniční dopravy, by mohla využívat Masarykovo nádraží, ze kterého by se stal centrální uzel vlaků pražské příměstské dopravy. Přestup mezi linkami vedenými z Masarykova nádraží a těmi, které musí být vedeny přes hlavní nádraží (například linka S7) by pak byl zajištěn například na nádraží Praha-Libeň.

### **9.1.2 Hranice pásem**

Následujícím krokem je určení polohy hranice obou pásem a pásmové stanice. Pravděpodobně nejjednodušším způsobem je rozdělení trati na polovinu. Obě pásma jsou pak stejně velká. V případě přibližně 63 km dlouhé trati 011 by hranice pásem ležela cca 32 km od Prahy. Této vzdálenosti odpovídá stanice Český Brod. Tato stanice má i dostatečný počet kolejí, aby zde mohly stát vlaky Krátké i Dlouhé linky ve stejnou dobu. Tedy i přestupní čas mezi oběma linkami by mohl být velmi krátký.

Tento přístup však nezohledňuje optimální využití kapacity vozidel. Z tohoto důvodu byl v této práci použit jiný způsob určení pásmové stanice. Ze zatížení celé relace Praha – Kolín (Obrázek 7), uvedeného na straně 31, je zřejmé, že vlak jedoucí na této relaci je z 50% naplněn ve stanici Pečky. Výše zmíněný graf zatížení vychází z celkových dojížděk, jsou v něm tedy zahrnuti i nepravidelně dojíždějící.

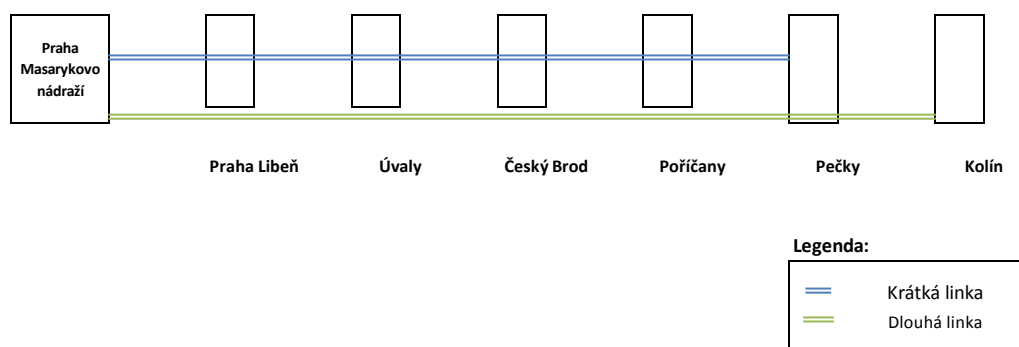
V tuto chvíli bylo třeba rozhodnout, zda je vhodnější umístit hranici pásem do stanice Český Brod, nebo do stanice Pečky. Z hlediska jízdní doby Dlouhé linky do Prahy, je vhodnější rozdělit vnitřní a vnější pásmo ve stanici Pečky. Jízdní doba z Kolína do Prahy je kratší, než v případě umístění hranice pásem do stanice Český Brod, protože vlak Dlouhé linky pojede v delším úseku bez zastavení.

Počet dojíždějících do Prahy z Kolína je mnohonásobně vyšší než součet všech dojíždějících z obcí na úseku Pečky – Český Brod. Umístěním hranice vnitřního a vnějšího pásma do stanice Pečky (Obrázek 13) je vyhověno majoritní skupině dojíždějících.



Obrázek 13 Rozdělení pásem na trato 011, zdroj: mapy.cz

Další otázkou byla frekvence obsluhy, tedy v jakém taktu budou obě linky jezdit. Právě četnost obsluhy je v případě příměstské dopravy velmi důležitá. Doba čekání by neměla být delší než doba jízdy [14]. Samozřejmě toto pravidlo není možné uplatňovat ve stanicích v bezprostřední blízkosti Prahy. A to z důvodu jízdní doby mezi těmito stanicemi a hlavním městem. Frekvence obsluhy by tam byla natolik vysoká, že by překračovala kapacitní možnosti trati. Linkové vedení, navržené v této fázi je vyobrazeno na obrázku (Obrázek 14).



Obrázek 14 Linkové vedení Krátké a Dlouhé linky, zdroj: vlastní

### 9.1.3 Vozidlo

Rozhodnutí o vhodné době taktu však musí předcházet výběr vozidla. Při určení optimální doby taktu nezáleží pouze na jízdní době do centra aglomerace, ale také na kapacitě vozidla. Tento návrh vychází ze současného stavu infrastruktury a z jízdního řádu pro rok 2016. Proto byla zvolena elektrická jednotka 471, známá jako CityElefant, které jsou již v současné době k dispozici.

### 9.1.4 Doba taktu

V této části byla prověřena potřebná doba taktu na relacích s nejvýznamnější dojížděnkou. Konkrétně se jedná o relace s celkovou denní dojížděnkou do škol a za prací

vyšší než 200 osob. Celková denní dojíždka do škol a za prací sice neobsahuje všechny dojíždějící, tato skutečnost byla vyřešena koeficientem obsaditelnosti vozidla.

Potřebná délka taktu byla zjištěna jednoduchým výpočtem. Pomocí kapacity jednoho vozidla a velikosti celkové dojíždky na lince byl vypočten minimální počet spojů za jednu hodinu. 75% - 80% dojíždky se soustředí do čtyřhodinové ranní špičky [14]. Z těchto hodnot již byl snadno vypočítán (Rovnice 1) minimální potřebný interval.

Rovnice 1 výpočet minimálního potřebného intervalu, zdroj:

$$\text{minimální potřebný interval [min]} = \frac{1 \text{ hodina} \cdot \left( \frac{\text{Dojíždka do Prahy}}{4\text{h}} \right)}{\text{Kapacita vozida} \cdot \text{koeficient obsaditelnosti}}$$

S ohledem na komfort cestujících, který musí být na vysoké úrovni, aby přilákal cestující z jiných druhů dopravy na železnici, bylo počítáno pouze s místy k sezení. Kromě pravidelně dojíždějících musí být kapacita dimenzována i na nepravidelně dojíždějící. Proto byl použit koeficient obsaditelnosti vozidla 0,8. Ten udává, že 80% míst k sezení je obsazeno pravidelnými cestujícími. Zbylých 20% a místa k stání mohou využít nepravidelně dojíždějící. Takto vypočtené hodnoty jsou samozřejmě pouze teoretické, protože zdaleka ne všichni dojíždějící využívají železnici. V aglomeraci, kde je problém s parkováním a kongesce, je kvalitní veřejná doprava schopna dosáhnout až 50% Modal-Splitu. To znamená, že až 50% všech dojíždějících využije veřejnou dopravu. Hodnoty vypočtené pro 50% Modal-Split jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 11).

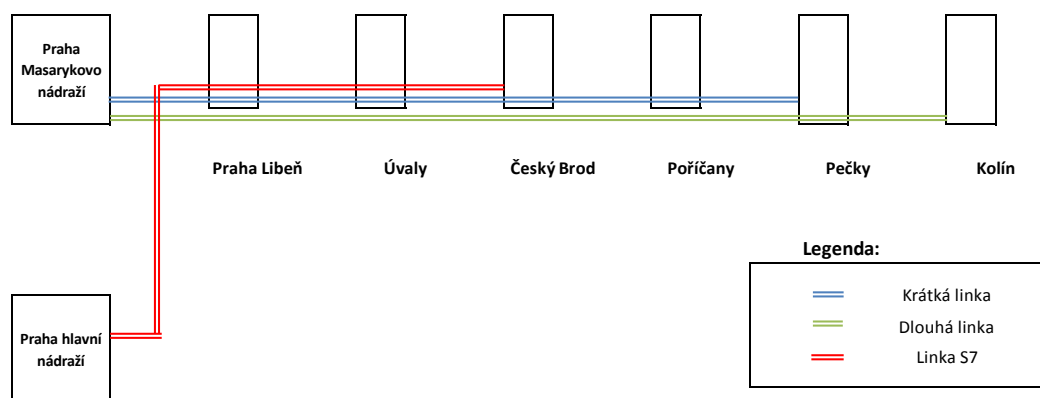
Tabulka 11 Minimální potřebný interval, zdroj: vlastní

Trasa	Dojíždka do Prahy	Velikost přepravní jednotky			Minimální potřebný interval [min]
		Sedících	Stojících	Celkem	
Kolín – Praha	1088	310	333	643	110
Pečky – Praha	437	310	333	643	273
Český Brod - Praha	818	310	333	643	146
Úvaly – Praha	1246	135	151	286	42

Z čistě technologického hlediska, je půlhodinový takt dostatečný. K zajištění konkurence schopnosti železnice je však nezbytné použít vyšší frekvenci obsluhy. V období dopravní špičky, by ve stanicích od Českého Brodu do Prahy měl být použit maximálně 15 minutový interval. Ten ovšem v případě půlhodinového taktu a dvoupásmového provozu, jak byl dosud navržen, zajištěn není.

### 9.1.5 Zahrnutí současné linky Praha hl. n. – Český Brod (S7)

V úseku Praha hlavní nádraží – Český Brod je však, v období ranní a odpolední špičky, vedena linka S7 v půlhodinovém intervalu. Při vhodném zvolení časových poloh pásmových vlaků, by pak v úseku Praha – Český Brod bylo prokladem s linkami S7 dosaženo 15 minutového taktu. Současné linkové vedení vypadá následovně (Obrázek 15).



Obrázek 15 Linkové vedení varianty A po zahrnutí linky S7, zdroj: vlastní

Vzhledem k počtu obyvatel vyjíždějících ze stanice Český Brod, by bylo vhodné i zde zavést obsluhu každých 15 minut. Potencionálním řešením by bylo zastavování Dlouhé linky také v Českém Brodě. Toto řešení bylo prověřeno v další části práce.

### 9.1.6 Sedlo a špička

Výše navržený koncept odpovídá době dopravní špičky. Provozovat vlaky regionální obsluhy v tomto rozsahu celý den by bylo přínosem z hlediska přehlednosti nabídky. Na druhou stranu by to však bylo velmi drahé, protože v době sedla cestuje výrazně méně lidí a obsazenost vlaků by byla velmi nízká.

Linka S7 v současnosti jezdí na úseku Praha hlavní nádraží – Český Brod pouze ve špičkách. Vlaky Dlouhé a Krátké linky jsou v době dopravní špičky provozovány v půlhodinovém taktu. V období sedla byl jejich takt zvýšen na jednu hodinu. V úseku z Úval do Prahy by v době sedla klesla obsluha na čtvrtinu, tedy z frekvence 15 minut

na jednu hodinu. Ve všech ostatních stanicích klesla frekvence obsluhy z 30 minut na jednu hodinu, zde je tedy četnost obsluhy poloviční.

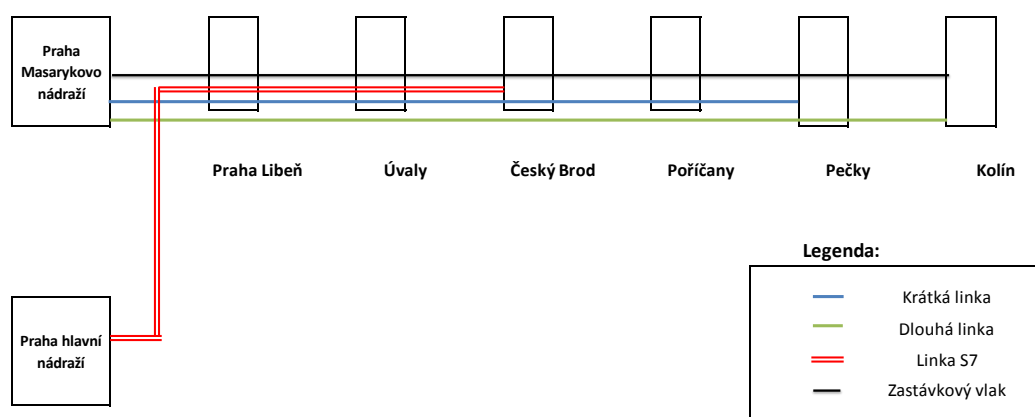
## 9.2 Varianta B

Při tvorbě první varianty návrhu, popsané výše, byl identifikován jistý nedostatek. Všichni cestující na relacích, které přesahují hranici obou pásem a končí dříve než v Praze, jsou nuceni přestoupit v Pečkách mezi vlaky Krátké a Dlouhé linky. Tento nedostatek vyplývá z faktu, že na této relaci byl navržen čistě dvoupásmový provoz.

Dvoupásmový provozní koncept je také náročný na kapacitu dopravní cesty. Místo jednoho zastávkového vlaku, jedou ve vnitřním pásmu vlaky dva. Jeden zastávkový a druhý expresní, který projíždí vnitřní pásmo bez zastavení. Z důvodu umožnění přestupu mezi vlaky Krátké a Dlouhé linky v pásmové stanici, jsou trasy obou linek do určité míry svázány. Vlak Dlouhé linky musí z Prahy vyjždět s takovým časovým odstupem, aby do Peček dorazil jen několik minut po vlaku Krátké linky. Trať 011 je velmi silně vytížena dálkovou dopravou a volné kapacity pro vlaky regionální dopravy nezbývá mnoho.

Z těchto důvodů byla navržena alternativní varianta regionální obsluhy na relaci Praha – Kolín. Tato varianta počítá se stejnými vstupními podmínkami jako varianta A. A to včetně použitých vozidel, nebo vypočítané a následně zvolené optimální četnosti obsluhy.

Vzhledem k výše zmíněným faktům, byl do alternativní varianty zahrnut klasický zastávkový vlak (Obrázek 16), který obsluhuje celou relaci Praha – Kolín. Takt Dlouhé a Krátké linky byl zkrácen z 30 minut na jednu hodinu. Zastávkový vlak má také hodinový takt a v úseku Praha – Pečky vytvoří společně s vlaky Krátké linky půlhodinový takt. Kvalita obsluhy mezi Prahou a Pečkami nebyla oproti minulému návrhu snížena. Dojíždějící na relacích do Prahy, jejichž zdroj leží mezi Kolínem a Pečkami, jsou oproti prvně navržené variantě znevýhodněni. Rychlejší spojení s Prahou mají jen jednou za hodinu, místo každých 30 minut. Naopak cestující na relacích, jejichž zdroj a cíl leží na opačné hranici obou pásem, získají jednou za hodinu možnost cestovat bez přestupu.



Obrázek 16 Linkové vedení varianty B, zdroj: vlastní

### 9.3 Shrnutí

V této kapitole byl navržen základní koncept obsluhy, kterým je dvoupásmový provoz. Úsek Praha Masarykovo nádraží – Pečky obsluhují vlaky Krátké linky. Ty zde plní sběrnou funkci a zastavují ve všech stanicích a zastávkách. Vlaky Dlouhé linky plní v úseku Praha Masarykovo nádraží tranzitní funkci. Z Prahy vyrazí dvacet minut po vlaku Krátké linky. Do Peček dorazí pouze o 3 minuty později než vlak Krátké linky a pokračuje dále v zastávkovém režimu až do Kolína.

Dále byl proveden výběr pásmové stanice tak, aby bylo zajištěno rychlé spojení do Prahy ze všech stanic v úseku Pečky – Kolín, které vykazují významnou dojížděku. Jedná se o obce Kolín, Pečky, Cerhenice a Velim. Cílem bylo umožnit co nejrychlejší dopravu z těchto obcí do Prahy. Pásmovou stanicí byly zvoleny Pečky, protože linka provozovaná na relaci Praha – Kolín vykazuje 50 % obsazenost právě v Pečkách.

Výpočtem minimálního potřebného intervalu obsluhy bylo zjištěno, že půlhodinový takt je dostatečný. Kvalitní systém příměstské železniční dopravy by však měl nabízet častější obsluhu. Na nejvíce vytižených relacích by měl být nasazen maximálně 15 minutový interval. Toho bylo dosaženo prokladem vlaků Krátké linky s vlaky linky S7.

S ohledem na kapacitu trati 011 byla navržena ještě druhá varianta, ve které jsou vlaky Krátké a Dlouhé linky provozovány pouze v hodinovém taktu. Zavedena byla nová linka, která na celém úseku Praha – Kolín plní sběrnou funkci. Tato nová linka vytvoří prokladem s vlaky Krátké a Dlouhé linky půlhodinový takt. V této variantě je rychlé spojení mezi Pečkami a Prahou dostupné jen jednou za hodinu. Výhodou tohoto řešení je však možnost cestovat na všech relacích mezi Prahou a Kolínem jednou za hodinu bez přestupu. Zastávkový vlak také může tvořit základní obsluhu v době sedla. Výběr



varianty, která se stala základem výsledného návrhu, byl proveden až po provozním ověření obou navrhovaných variant. Tento postup byl zvolen z toho důvodu, že během provozního ověření technologického návrhu došlo k dílčím změnám v návrhu.

## 10 Provozní ověření technologického návrhu

Prvním krokem byla konstrukce všech vlaků dálkové dopravy v období ranní špičky v programu FBS, konkrétně v časovém okně od šesti do devíti hodin. Do tohoto časového okna byly zahrnuty všechny vlaky, které po trati 011 v této době projíždějí. Všechny tyto vlaky byly zkonstruovány v celém úseku z Prahy do Kolína. Výsledný rozsah zkonstruovaných vlaků byl tedy přibližně od pěti do deseti hodin ráno. Časové okno, ve kterém byly zkonstruovány vlaky dálkové dopravy, bylo vybráno tak, aby vybraný vzorek v ranní špičce definoval volné trasy po celý den. Výřez z NJŘ pro ranní špičku se nachází v přílohách (Příloha 6).

Trasy vlaků dálkové dopravy jsou v určitých úsecích přerušeny. To je způsobeno tím, že výřez pochází z NJŘ trati 011. Tento NJŘ nezahrnuje nultou traťovou kolej, protože program FBS neumí pracovat s trojkolejnou tratí (viz. výše). Přerušování čáry znázorňující vlak znamená, že v místě přerušování jede vlak po nulté traťové koleji. Tento problém je možné řešit vytvořením NJŘ podle trasy konkrétního vlaku, který ve vytvořeném NJŘ není nijak přerušeno. Protože vlaky využívají nultou kolej v různých úsecích, není možné vytvořit jeden NJŘ, ve kterém by byly všechny vlaky zobrazeny souvisle. Proto je nutné vždy vytvořit NJŘ podle čísla vlaku který je zapotřebí upravovat, nebo podle vybrané trajektorie.

Ověření dosavadního návrhu proběhlo ve výše zmíněném časovém intervalu. V případě úspěšné konstrukce všech potřebných regionálních vlaků, byly tyto vlaky rozšířeny i do odpolední špičky. V době sedla byly dodrženy stejné trasy, jako v období ranní špičky. Tento postup odpovídá zásadám ITG, kdy má vlak jedné linky stejnou minutovou polohu po celou dobu svého provozu. A také zaručí, že ani v době sedla nedojde ke konfliktům mezi vlaky regionální a dálkové dopravy.

### 10.1 Ověření varianty A

K ověření byl využit program FBS. Nejdříve byly sestrojeny vlaky dálkové dopravy na trati 011, jak bylo popsáno výše. Trať 011 končí na pražském hlavním nádraží, ale vlaky Krátké a Dlouhé linky jezdí na Masarykovo nádraží. Z tohoto důvodu byl vytvořen nový nákrešný jízdní řád zahrnující všechny tratě, které je možno využít na trase Praha Masarykovo nádraží – Kolín. Změny provedené v takto vytvořeném NJŘ, který zahrnuje více tratí, se pak propíší do NJŘ všech zahrnutých tratí.

Prvním vytvořeným vlakem, byl vlak Dlouhé linky. Tento vlak jede v úseku Praha-Masarykovo nádraží – Pečky téměř bez zastavení, staví pouze v Českém Brodě.

Z Peček do Kolína již pokračuje jako zastávkový vlak. Vlak byl vytvořen mimo okno s dálkovou dopravou, například ve tři hodiny ráno. Takto vytvořený vlak se v nákrešném jízdním řádu zobrazil jako spojnice všech bodů na trase Praha – Kolín. Sklon čáry zobrazující jízdu vlaku pak odpovídal jízdní době mezi stanicemi. Následně byla postupně posunována doba odjezdu tohoto vlaku až do okna s dálkovou dopravou, kde program FBS automaticky vyhledával vhodné trasy.

Cílem této operace bylo nalézt trasu, na které by docházelo k co možná nejmenšímu prodloužení jízdních dob a dob pobytu ve stanicích kvůli předjíždění vlaky dálkové dopravy. Vhodných tras bylo více, ale bylo nezbytné nalézt takovou trasu, která nabídne nejkratší možnou jízdní dobu z Prahy do Kolína a zároveň umožní proklad s vlaky linky S7 tak, aby vznikl 15 minutový takt. Takové trase odpovídá odjezd vlaku ve 24. minutu z Prahy a příjezd do Kolína téměř přesně o hodinu později, tedy 23 minut po celé hodině. Tato trasa byla z dostupných tras vybrána také proto, že umožňovala dojetí vlaku Krátké linky ve stanici Pečky.

Vytvoření vlaku Krátké linky bylo provedeno naprosto stejným způsobem, jako byl popsán výše. Byl tedy vytvořen zastávkový vlak jedoucí z Masarykova nádraží v Praze do Peček. Tento vlak byl vytvořen mimo ranní okno s dálkovou dopravou, například v jednu hodinu ráno. Následně byla posouvána doba odjezdu z Prahy, dokud nebyla nalezena vhodná trasa. Vlak Krátké linky dorazí do svého cíle v Pečkách o tři minuty dříve než vlak Dlouhé linky. Tím je zajištěn přestup mezi vlaky Dlouhé a Krátké linky.

Nyní bylo třeba vytvořit vlaky Dlouhé i Krátké linky také v opačném směru tak, aby jejich křížování probíhalo dle zásad ITG. Při ose symetrie v minutě 00 vlaky musí křížovat v celou hodinu a 30 minut po celé hodině. Oba vlaky byly zkonstruovány i ve směru z Kolína, respektive z Peček, do Prahy.

Vlaky Dlouhé i Krátké linky byly vytvořeny, nyní bylo třeba vytvořit vlaky linky S7 v úseky Český Brod – Praha hlavní nádraží a zpět. Linka S7 je již v dnešní době provozována a její zakreslení do NJŘ v celé době ranní špičky proběhlo bez komplikací.

Linka S7 byla tedy zakreslena, nyní bylo třeba rozkopírovat i vlaky Dlouhé a Krátké linky po celou dobu ranní špičky. Tím byla zajištěna kontrola, zda jsou vybrané trasy volné po celou dobu ranní špičky, resp. celého dne. K tomuto účelu byla použita funkce programu FBS kopírování vlaku v taktu. Jak již název napovídá, tato funkce dokáže naprosto přesně duplikovat trasu vlaku po předem zadané časové periodě. Dalším

parametrem je kolikrát má být vlak po dané periodě kopírován. Také je možné nastavit značení kopírováním vytvořených vlaků.

První pokus spočíval v kopírování vlaků Dlouhé a Krátké linky v obou směrech v 30 minutovém taktu. Zde byl objeven první problém. Trasy vlaků posunutých o 30 minut od prvně vytvořených vlaků byly v konfliktu s trasami vlaků dálkové dopravy. Tento konflikt se nepodařilo vyřešit bez výrazné odchylky od půlhodinového taktu. Proto bylo přikročeno k ověření varianty B.

## 10.2 Ověření varianty B

Konflikt, který byl identifikován při ověřování varianty A, logicky vedl k ověření varianty B. Tato varianta zahrnuje rozvolnění taktu Dlouhé a Krátké linky na jednu hodinu a zavedení zastávkového vlaku po celé délce úseku Praha – Kolín. Jelikož zastávkový vlak nahrazuje část vlaků Dlouhé a Krátké linky, je i tento vlak ukončen na pražském Masarykově nádraží.

Varianta B také zahrnuje vlaky linky S7, a to ve stejném rozsahu jako varianta A. Tedy v úseku z pražského hlavního nádraží do Českého Brodu každých 30 minut a to v době ranní a odpolední špičky. S linkou S7 bylo při návrhu pracováno, jako by začínala na pražském hlavním nádraží. Časy odjezdů a příjezdů ve stanici Praha hlavní nádraží byly zafixovány, a tím bylo zaručeno, že není ovlivněna druhá část linky z Prahy směrem na Smíchovské nádraží a dále na Beroun.

Vlaky Dlouhé linky byly převzaty z varianty A. Z pražského Masarykova nádraží tedy odjíždí vždy 24 minut po celé hodině. Vlaky Krátké linky byly zkonstruovány tak, aby byl zajištěn přestup v Pečkách. Z Masarykova nádraží v Praze odjíždí tři minuty po celé hodině, tedy o 21 minut dříve než vlak Dlouhé linky, a do Peček dorazí 3 minuty před vlakem Dlouhé linky.

Zastávkový vlak byl vytvořen tak, aby společně s vlaky Krátké linky, zajistil půlhodinový takt na trase Praha – Pečky. Odjíždí z Masarykova nádraží v Praze vždy 33 minut po celé hodině. Do Peček dorazí v minutě 25, půlhodinový takt byl tedy dodržen.

## 11 Výsledný návrh

Technologickým ověřením bylo zjištěno, že variantu A není možné realizovat. Varianta B byla úspěšně ověřena. Dále je tedy uvedeno detailní rozpracování návrhu varianty B. Technologické ověření oběhů vozidel je uvedeno až na konci této kapitoly, protože konečná podoba kompletního jízdního řádu pro celý den byla navržena až dále v této kapitole.

### 11.1 Značení linek

V této fázi již bylo nutné vlaky jednotlivých linek rozlišit. Program FBS umožňuje přidat ke každému vlaku kategorii (Os, R, EC, IC apod.) a číslo vlaku. Při kopírování je pak možné nastavit pravidelný krok, o který vzroste nebo klesne číslo následujícího vlaku stejné taktové skupiny. Během značení vlaků byl dodržen základní princip, kdy mají vlaky ve směru Praha – cílová stanice lichá čísla, v opačném směru pak čísla sudá. Vlaky Dlouhé linky byly označeny jako spěšné, tedy zkratkou Sp. Ostatní vlaky patří do kategorie osobního vlaku, nesou tedy označení Os a liší se číslem. Tyto čísla jsou zobrazena v tabulce (Tabulka 12). Symbol "x" značí proměnné číslice v čísle vlaku.

Tabulka 12 Značení vlaků jednotlivých linek, zdroj: vlastní

Dosavadní označení linky	Číslo vlaků
Dlouhá linky	Sp 19xx
Krátká linka	Os 930x Os 931x
Zastávkový vlak Praha - Kolín	Os 935x
S7 (S700, S730)	Os 99xx

### 11.2 Prodloužení linky S7

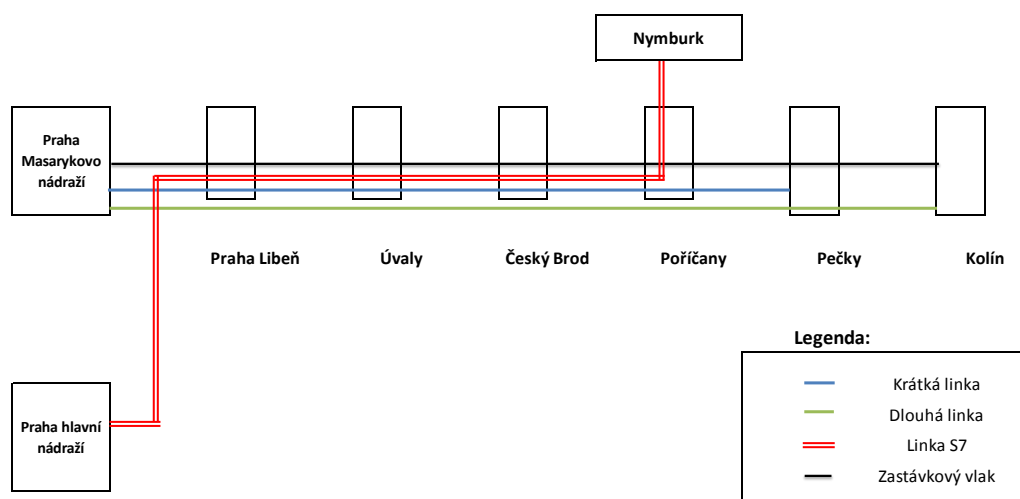
Zahrnutí linky S7 do návrhu otevřelo další možnost. Prodloužením linky S7 by bylo možné obsloužit další sídla, zejména obec Sadská. Ta se nachází jen několik kilometrů od Poříčan. V současné cestující ze Sadské směrem na Prahu musí v Poříčanech přestoupit.

Při prodloužení linky S7 se obyvatelé Sadské dostanou do Prahy a zpět bez přestupu a to dvakrát za hodinu. Prodloužením linky S7 až do Nymburka je nejen obyvatelům Sadské umožněno cestovat do Prahy a zpět bez přestupu, ale zároveň je obsloužena relace Poříčany – Nymburk v půlhodinovém taktu. I obsluha města Nymburk je

prodloužením linky S7 zlepšena. Z Nymburka odjíždí vlaky regionální dopravy třikrát za hodinu, místo jednou za hodinu. Jízdní doba přes Poříčany je jen o 3 minuty delší.

Trasy nezbytné k prodloužení této linky byly nalezeny, ale aby bylo možné toto prodloužení uskutečnit, bylo nutné zkrátit jízdní dobu mezi Úvaly a Poříčany na 13 minut. Toho bylo docíleno projetím zastávek Rostoklaty, Tuklaty a Klučov. Vzhledem k velikosti sídel u těchto zastávek a vzdálenosti zastávek od nejbližší zástavby, je půlhodinový takt, zajištěný vlaky Krátké linky a zastávkovým vlakem, naprosto dostatečné.

Dalším benefitem je zajištění obsluhy relace Poříčany – Nymburk v taktu 30 minut. Jednou za hodinu vlak zastaví ve všech zastávkách a stanicích, jednou za hodinu pak jede expresně ze Sadské rovnou do stanice Nymburk město, kde čeká na křižování. Do stanice Nymburk hlavní nádraží dorazí přesně 30 minut po předchozím vlaku. Schéma prodloužení je na následujícím obrázku (Obrázek 17).



Obrázek 17 Schéma navrhovaného systému po zahrnutí trati 060, zdroj: vlastní

Nejvíce cestujících pravděpodobně ocení četnost obsluhy na trase Český Brod – Praha, kde je zajištěna obsluha 5 x za hodinu. Zastávkový vlak a vlaky Krátké linky zde tvoří půlhodinový takt. Vlaky linky S7 jezdí také v půlhodinovém taktu. Bohužel nebylo možné tyto dva půlhodinové takty proložit přesně tak, aby vznikl 15 minutový takt, ale doba taktu se střídavě pohybuje mezi 13 a 17 minutami. Pátým vlakem je vlak Dlouhé linky, který zde staví jednou za hodinu.

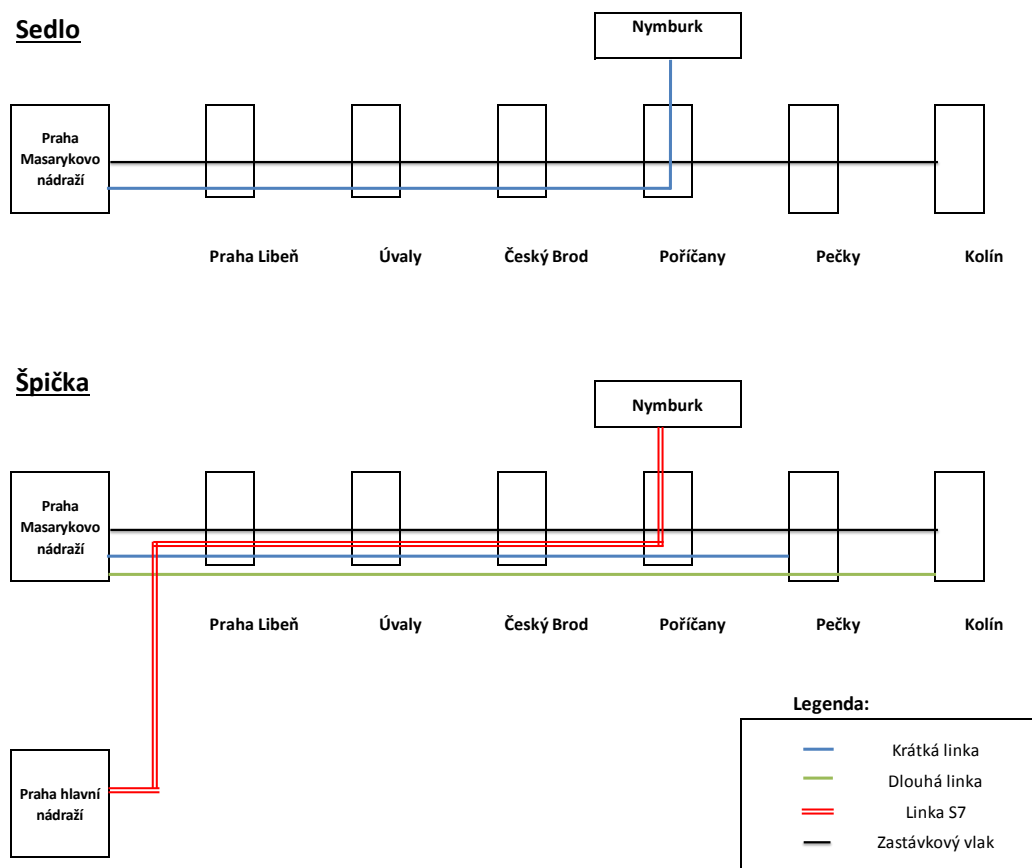
### 11.3 Sedlo a špička

Výše popsaný koncept byl navržen pro ranní špičku. V této době cestuje nejvíce lidí, protože většina dojížděkového proudu se soustředí do 4 hodin, přibližně mezi 6. a 10. hodinou ranní. V 10 hodin začíná sedlo, které trvá přibližně do 14 hodin. Následuje odpolední špička, která končí přibližně v 19 hodin. Ta už není tak silná. Lidé, vracějící se ze školy či práce, se rozloží do delšího časového úseku.

Protože v období sedla není poptávka po dopravě příliš vysoká, je z ekonomického hlediska vhodné zredukovat počet spojů. Na druhou stranu, by redukce neměla narušit systémovost nabídky. V období sedla byl ponechán zastávkový vlak Praha – Kolín, který zajišťuje spojení do Kolína a zpět každou hodinu (Obrázek 18). Spěšné vlaky Dlouhé linky v sedle nejezdí. Vlaky Krátké linky jezdí i v sedle a to až do Nymburka. Na relaci Praha – Poříčany tvoří v prokladu se zastávkovým vlakem půlhodinový takt. V úseku Poříčany – Nymburk pak nahrazují vlaky linky S7, které mezi 10 a 14 hodinou nejezdí.

Během odpolední špičky, která začíná přibližně ve 14 hodin, je opět nasazen spěšný vlak Dlouhé linky. Vlaky Krátké linky znovu jezdí do Peček a spolu s vlaky Dlouhé linky tvoří dvoupásmový provozní koncept.

Vlaky linky S7 jsou nyní rozděleny na dvě skupiny, které byly pojmenovány podle minutové časové polohy v uzlu Poříčany S700 a S730. Linka S700 staví ve všech zastávkách mezi Poříčany a Nymburkem. Linka S730 v tomto úseku staví pouze v zastávkách Poříčany, Sadská a Nymburk (město i hlavní nádraží). Právě linka S730 je v období odpolední špičky ukončena ve stanici Český Brod. V odpolední špičce je hodinový takt mezi Poříčany a Nymburkem dostatečný, navíc lze ušetřit jedno vozidlo, které může projít pravidelnou kontrolou nebo údržbou.



Obrázek 18 Schéma obsluhy pro špičku a sedlo, zdroj: vlastní

## 11.4 Jízdní řád

Nejdříve byly JŘ sestaveny pro symetrickou nabídku. Počet spěšných vlaků (vlaky Dlouhé linky) byl v obou směrech stejný ve všech částech dne. V ranní špičce jede z Prahy do Kolína 5 spěšných vlaků a z Kolína do Prahy také 5. Takto navržený JŘ je optimální z hlediska oběhů vozidel. Na druhou stranu, provozování dvoupásmové obsluhy v opačném směru, než ve kterém probíhá většina dojížděky, je neekonomické. Pro návrh se symetrickou nabídkou byl spočítán počet ujetých vlkm za den (Kapitola 12, Tabulka 15). Počet ujetých vlkm za den narostl o více jak 38%.

Nyní bylo nutné, upravit JŘ tak, aby nárůst nebyl tak vysoký. Toho bylo docíleno optimalizací nabídky spěšných vlaků. Spěšné vlaky jsou provozovány vždy jen ve směru, ve kterém je uskutečňována většina dojížděky. Struktura dojížděky není symetrická. V době ranní špičky lidé cestují převážně z menších obcí do velkých měst. Odpoledne lidé cestují opačným směrem. V případě trati 011 se jedná zejména o cesty do Prahy. Tento princip byl zohledněn při tvorbě JŘ. Během ranní špičky byl



zredukován počet spěšných vlaků směrem do Kolína. Odpoledne pak byl zredukován počet spěšných vlaků směrem do Prahy.

Během ranní špičky byly ponechány pouze spěšné vlaky směrem do Prahy. V době odpolední špičky byly ponechány pouze spěšné vlaky směrem do Kolína. Takto vypadá ideální případ, který je však z důvodů optimalizace oběhů vozidel nedosažitelný.

Výsledný JŘ (Příloha 9) vypadá následovně. V době ranní špičky jedou 4 spěšné vlaky z Kolína do Prahy. V opačném směru jede pouze jeden spěšný vlak, který následně odjíždí z Kolína jako zastávkový vlak v 9:36. Tento spěšný vlak je veden z Prahy do Kolína pouze proto, aby nemusela být v Kolíně nasazena další souprava.

Odpoledne jede 5 spěšných vlaků z Prahy do Kolína. Zpět jedou pouze tři. Opět pouze proto, aby byl v Praze dostatek souprav k zajištění provozu. Z důvodu nedostatku souprav v Kolíně, je v sedle zaveden jeden spěšný vlak z Prahy do Kolína. Tento vlak není doplněn vlakem Krátké linky. Proto byl vytvořen přestup již v Poříčanech.

## 11.5 Oběhy vozidel

Oběhy vozidel byly zpracovány ve formě tabulky (Příloha 10 a 11). Každé vozidlo tvoří souprava dvou spřažených jednotek 471. Do jízdního řádu byla na každý vlak přidána hlavička, ve které je uvedeno označení soupravy, která je na tomto vlaku nasazena. Soupravy jsou označeny písmeny, a pro snadnější orientaci v tabulce, ještě barvou. V případě potřeby je nad označením soupravy ještě uvedeno v poznámce, že přechází na jinou trať apod. Soupravy, které začínají na trati 011 v Praze nebo v Kolíně, jsou označeny písmeny A až F. Soupravy začínající ráno v Pečkách jsou označeny PA, PB a PC. Na obsluhu trati 011 je tedy zapotřebí 9 souprav.

Se soupravami na lince S7, bylo pracováno tak, jako kdyby jezdily pouze v úseku Praha hlavní nádraží – Nymburk hlavní nádraží. Soupravy na této lince byly označeny písmeny G až L. Na provoz linky S7 je třeba 6 souprav. Z toho by jednu soupravu bylo možné ušetřit, pokud by se oběhy vozidel optimalizovaly společně s oběhy vozidel na trati 231.

Základní podmínkou, při tvorbě oběhů vozidel, byl počet vozidel, která začínají, respektive končí, v jednotlivých uzlech. Protože byl původní koncept se symetrickou nabídkou zredukován z důvodu úspory vlkm, bylo nezbytné upravit oběhy vozidel. V Pečkách musí být ráno připraveny 4 vozidla. Bohužel, nelze v Pečkách odstavit více jak 3 dvojitě soupravy jednotky 471. To je způsobeno délkou jediné dopravní

koleje, která může být k odstavení použita. Jedná se o 5. dopravní kolej o délce 603 m. Při délce dvojité soupravy 471 téměř 160 m je zde opravdu možné odstavit pouze tři soupravy. Z tohoto důvodu musí v období ranní špičky jet jeden spěšný vlak i ve směru z Prahy do Kolína.

V Praze ráno začínají dvě soupravy. Večer zde však končí tři. Jedna souprava během dne přejde na trať 011 z linky S7. Tato souprava je večer ukončena v Praze, odkud ráno opět vyrazí na linku S7.

V Českém Brodě i v Kolíně začínají ráno dvě soupravy, stejný počet tam večer opět končí. Z důvodu úpravy linkového vedení Krátké linky v době sedla, bylo nezbytné přidat jeden spěšný vlak z Prahy do Kolína v 11:24. Tento vlak v době odpolední špičky musí začínat v Kolíně.

Vytvoření oběhů vozidel na lince S7 bylo značně zkomplikováno faktem, že dvě vozidla jsou v době sedla nasazena na Krátké lince. Jedno z těchto vozidel dokonce zůstává na trati 011 po celý zbytek dne.

## **11.6 Shrnutí**

Výsledkem provozního ověření technologického návrhu bylo opuštění varianty A z důvodu nedostatků kapacity na trati. Varianta B se ukázala být bez větších problémů realizovatelnou a stala se základem pro výsledný návrh. Následně byla tato varianta rozpracována po dobu celého pracovního dne. Protože se poptávka po dopravě během dne výrazně mění, bylo nutné upravit návrh pro ranní špičku, sedlo a odpolední špičku.

Zastávkový vlak se stal páteří navrhovaného systému minimálně z hlediska pravidelnosti. Provoz tohoto vlaku byl navržen v hodinovém taktu po celý den, tedy v období špičky i sedla.

Nejdříve byl navržen JŘ se symetrickou nabídkou. V období špičky byly navrženy vlaky Krátké a Dlouhé linky, které zajišťují pásmový provoz s pásmovou stanicí v Pečkách. Tyto vlaky byly vedeny v obou směrech symetricky. Vlak Dlouhé linky nejedí v době sedla vůbec.

Vlak Krátké linky byl v době sedla ponechán, ale nejedí do stanice Pečky. V Poříčanech je přesměrována trať 060, kde zajišťuje obsluhu všech zastávek. Obsluhované úseky včetně jízdních dob jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 13).

Tabulka 13 Jízdní doby linek na trati 011, zdroj: vlastní

Úsek		Jízdní doby mezi stanicemi			Jízdní doby do Prahy a zpět		
		Krátká linka	Dlouhá linka	Zastávkový vlak	Krátká linka	Dlouhá linka	Zastávkový vlak
Praha (Masarykovo nádraží)	Praha-Libeň	0:06	0:07	0:06	0:06	0:07	0:06
Praha-Libeň	Praha-Kyje	0:03	0:19	0:03	0:09	0:26	0:09
Praha-Kyje	Praha-Praha Dolní Počernice	0:02		0:02	0:11		0:11
Praha-Praha Dolní Počernice	Praha-Běchovice	0:03		0:03	0:14		0:14
Praha-Běchovice	Praha-Běchovice střed	0:02		0:02	0:16		0:16
Praha-Běchovice střed	Praha-Klánovice	0:05		0:05	0:21		0:21
Praha-Klánovice	Úvaly	0:05		0:05	0:26		0:26
Úvaly	Tuklaty	0:04		0:04	0:30		0:30
Tuklaty	Rostoklaty	0:03		0:03	0:33		0:33
Rostoklaty	Český Brod	0:05		0:05	0:38		0:38
Český Brod	Klučov	0:04		0:15	0:04		0:42
Klučov	Poříčany	0:03	0:03		0:45	0:45	
Poříčany	Tatce	0:03	0:03		0:48	0:48	
Tatce	Pečky	0:04	0:13		0:52	1:01	
Pečky	Cerhenice		0:03		0:03	0:44	1:04
Cerhenice	Velím		0:07	0:07	0:51	1:11	
Velím	Nová Ves u Kolína		0:02	0:02	0:53	1:13	
Nová Ves u Kolína	Kolín (zastávka)		0:04	0:04	0:57	1:17	
Kolín (zastávka)	Kolín		0:03	0:03	1:00	1:20	
Celkem		0:52	1:00	1:20			

Linky S700 a S730 jsou provozovány pouze v době dopravní špičky. Obě tyto linky jsou provozovány v hodinovém taktu a v prokladu tvoří takt půlhodinový. V období ranní špičky jezdí obě tyto linky až do Nymburka. Během odpolední špičky je linka S730 ukončena a obrácena již v Českém Brodě. Obsluhované úseky linkami S700 a S730 včetně jízdních dob jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 14). Ve večerních hodinách je provozována pouze linka S700. Hodinový takt na trati 060 je naprosto dostatečný.

Tabulka 14 Jízdní doby linek S700 a S730, zdroj: vlastní

Úsek		Jízdní doby mezi stanicemi		Jízdní doby do Prahy a zpět	
		S700	S730	S700	S730
Praha (hlavní nádraží)	Praha-Libeň	0:06	0:06	0:06	0:06
Praha-Libeň	Praha-Kyje	0:03	0:03	0:09	0:09
Praha-Kyje	Praha-Praha Dolní Počernice	0:02	0:02	0:11	0:11
Praha-Praha Dolní Počernice	Praha-Běchovice	0:04	0:04	0:15	0:15
Praha-Běchovice	Praha-Běchovice střed				
Praha-Běchovice střed	Praha-Klánovice	0:05	0:05	0:20	0:20
Praha-Klánovice	Úvaly	0:05	0:05	0:25	0:25
Úvaly	Tuklaty	0:08	0:08	0:33	0:33
Tuklaty	Rostoklaty				
Rostoklaty	Český Brod				
Český Brod	Klučov	0:05	0:05	0:38	0:38
Klučov	Poříčany				
Poříčany	Třebestovice	0:04	0:06	0:42	0:44
Třebestovice	Sadská	0:03		0:45	
Sadská	Hořátev	0:04	0:06	0:49	0:06
Hořátev	Nymburk město	0:04		0:53	
Nymburk město	Nymburk hl.n.	0:04	0:07	0:57	0:57
Celkem		0:57	0:57		

Konflikty tras jednotlivých vlaků byly v průběhu ověření technologického návrhu odstraněny a byl vytvořen bezkonfliktní NJŘ pro dobu ranní špičky (Příloha 6), sedla (Příloha 7) a odpolední špičky (Příloha 8). Následně byl vytvořen jízdní řád pro celý den. Při tvorbě oběhů vozidel, musel být JŘ ještě upraven, výsledný JŘ je uveden v přílohách (Příloha 9).

## 12 Sumarizace provozních ukazatelů vztažených k návrhu

Pásmový provoz znamená, že je na jedné relaci provozováno více linek, tedy i vozidel. Kvůli tomu dochází k nárůstu ujetých vlakokilometrů (vlkm) za den. V této kapitole jsou porovnány ujeté vlkm v návrhu se současným stavem. Nejdříve byly spočítány vlkm ujeté za den při dodržení symetrické nabídky. Tedy když byl vždy v obou směrech veden stejný počet spěšných vlaků. Součet vlkm ujetých jednotlivými linkami je uveden v následující tabulce (Tabulka 15).

Tabulka 15 Vlkm návrhu se symetrickou nabídkou ujeté za den, zdroj: vlastní

Linka	Vzdálenost [km]	Počet spojů	Vlkm / den
Dlouhá linka	62,077	24	1489,848
Krátká linka	46,657	30	1399,71
Krátká linka (Nymburk)	55,322	8	442,576
S700	55,322	24	1327,728
S730	55,322	13	719,186
S730 (Český Brod)	32,786	14	459,004
Zastávkový vlak Praha - Kolín	62,077	38	2358,926
<b>Vlkm - návrh celkem</b>			<b>8196,978</b>

Vlkm ujeté za současného provozu (Tabulka 16) byly zjištěny z jízdního řádu tratě 011. Nejdříve byly spočítány vlaky regionální dopravy v obou směrech, které byly následně vynásobeny délkou příslušných úseků. Do součtu byly také přidány spoje, které obsluhují relaci Poříčany – Nymburk. Koncept navržený v této práci počítá i s obsluhou trati 060, proto by její vyčlenění z tohoto porovnání vedlo ke zkreslení výsledků.

Tabulka 16 Vlkm ujeté za den za současného stavu, zdroj: [5]

Relace	Vzdálenost	Počet spojů	Vlkm / den
Praha – Kolín	62,077	56	3476,312
Praha - Český brod	32,786	48	1573,728
Praha – Úvaly	22,136	5	110,68
Praha - Poříčany	39,722	1	39,722
Poříčany - Nymburk	15,6	46	717,6
			<b>5918,042</b>

Nárůst ujetých vlkm za den více než o třetinu, je opravdu vysoký. Z tohoto důvodu byl návrh JŘ přepracován, jak je uvedeno v minulé kapitole (kapitola 11). V novém JŘ byly zredukovány spěšné vlaky v opačném směru, než ve kterém lidé v danou dobu cestují. Tento nový JŘ je z hlediska ujetých vlkm za den (Tabulka 17), úspornější. Počet ujetých vlkm za den klesl o téměř 10 %.

Tabulka 17 Vlkm ujeté za den linkami finálního návrhu, zdroj: vlastní

Relace	Vzdálenost	Počet spojů	Vlkm / den
Praha - Kolín	62,077	60	3724,62
Praha - Český brod	32,786	24	786,864
Praha - Úvaly	22,136	0	0
Praha - Pečky	46,657	13	606,541
Praha - Nymburk	55,322	47	2600,134
<b>Vlkm - návrh celkem</b>	<b>7718,159</b>		
<b>Vlkm - současný provoz celkem</b>	<b>5918,042</b>		
<b>Nárůst</b>	<b>1800,117</b>		
<b>Relativní nárůst</b>	<b>30,42%</b>		

## Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout dvousegmentový systém regionální obsluhy na trati Praha – Kolín. Tento systém měl být navržen na současné infrastrukturu a za současného provozu dálkové dopravy. Nově navržený systém měl být založen na analýze přepravních vztahů, aby odpovídal potřebám cestujícím. Dvousegmentový systém regionální obsluhy měl být nejdříve navržen z technologického hlediska. Následně pak mělo být provedeno provozní ověření a na konec sumarizace provozních ukazatelů vztažených k návrhu.

V prvním kroku byla shromážděna data o infrastrukturu. Všechny potřebné informace o trati 011 byly získány z tabulek traťových poměrů a dalších součástí Pomůcek GVD. Na tomto základě byla zpracována souhrnná tabulka traťových poměrů s vybranými parametry pro všechny mezistaniční úseky. Dále byla provedena analýza stanic a zastávek na trati 011, včetně jejich napojení na veřejnou dopravu a dostupnosti z přilehlých sídel. Dále bylo nezbytné shromáždit informace o vozidlech používaných na tratích zahrnutých do systému linek S, protože do tohoto systému patří i trať 011. Jedním z klíčových parametrů, které bylo nutné zjistit, byla kapacita a druh trakce vozidel.

Údaje o infrastrukturu a vozidlech byly shromážděny. V tomto bodě bylo zapotřebí analyzovat přepravní vztahy na trati 011. Informace o tom, jaká je poptávka po dopravě, byla klíčová pro návrh nového systému dvousegmentové regionální obsluhy na trati Praha – Kolín. Zdrojem pro analýzu přepravních vztahů byly výstupy ze sčítání lidu, domů a bytů 2011 (SLDB 2011). Konkrétně se jednalo o data o vyjíždějících z jednotlivých obcí na trati 011 a dojíždějících do jednotlivých obcí na trati 011.

Na základě dat ze SLDB 2011 byla provedena velmi důkladná analýza přepravních vztahů na trati 011. Během analýzy byly zjištěny tři základní nedostatky výstupů ze SLDB 2011. Prvním nedostatkem je přesnost dat. Zjišťování dat probíhá formou dotazníku, který nevyplnili všichni občané. Data o dojížděcích, bohužel, nezahrnují všechny cestující, ale jen ty pravidelné. Tato data tedy neposkytují celkový obraz o pohybech na sledovaných relacích. Jedná se o určitý významný statistický vzorek, který poskytuje informace o hlavních trendech, vývoji poptávky po dopravě na daných relacích a zejména informaci o hlavních přepravních prouděch a jejich vzájemných poměrech. Dalším nedostatkem je absence určení dopravního prostředku, kterým lidé cestují. Posledním nedostatkem, který byl identifikován, je fakt, že ve výstupech

ze SLDB 2011 je Praha uvedena jako jeden bod. Není tedy rozlišeno, do které části metropole lidé dojíždějí.

Výsledkem analýzy přepravních vztahů byla řada výstupů. Prvním výstupem je pět matic přepravních vztahů (MPV) pro různé skupiny dojíždějících. Z dalších výstupů byly identifikovány základní trendy pohybu cestujících na trati 011. Majoritní část dojížděk tvoří dojížděky do Prahy. Zdroje cest téměř poloviny dojíždějících leží mezi Kolínem a Pečkami. Velmi silné dojížděkové vztahy s Prahou vykazuje Český Brod a Úvaly.

V další fázi bylo přikročeno k návrhu nového systému dvousegmentové regionální obsluhy. Ten vycházel ze shromážděných dat o infrastruktuře a především z výsledků analýzy přepravních vztahů. V první fázi návrhu bylo rozhodnuto o linkovém vedení nového systému. Dále byly nastaveny základní parametry. Byl zvolen dvoupásmový provozní koncept. Jízdní řád byl navržen tak, aby odpovídal zásadám integrálního taktového grafikonu. Doba taktu ve špičce v úseku Praha – Český Brod byla stanovena na minimálně 15 patnáct minut. V úseku Pečky – Kolín byla doba taktu ve špičce stanovena na 30 minut. Z těchto požadavků vycházely obě navržené varianty. Varianta A počítala s čistě dvoupásmovým provozem ve 30 minutovém taktu. Varianta B kombinovala pásmový provoz v hodinovém taktu se zastávkovým vlakem také v hodinovém taktu. Prokladem těchto dvou linek vznikl v úseku Pečky – Kolín 30 minutový takt. K zajištění 15 minutového taktu mezi Prahou a Českým Brodem byla do návrhu zahrnuta linka Praha hl. n. – Český Brod, které svým vedením odpovídá lince S7. Z tohoto důvodu byla v návrhu označena jako S7. Dále bylo rozhodnuto o základním principu redukce dopravy v době sedla.

Nyní následovalo provozní ověření obou variant v programu FBS. Cílem tohoto ověření bylo zjistit, zda navržený systém není v konfliktu s vlaky dálkové dopravy a případné konflikty odstranit. Výsledkem ověření bylo zjištění, že realizovat je možné pouze variantu B, která kombinuje pásmový provoz a zastávkový vlak. Tato varianta byla tedy rozpracována do 24 hodinového jízdního řádu. V této fázi bylo rozhodnuto o prodloužení linky S7 do Poříčan a po trati 060 až do Nymburka. Tento krok značně zlepšil dopravní dostupnost Prahy pro obyvatele Sadské a přilehlých obcí. Umožnil jim cestovat vlakem do Prahy bez přestupu. Obyvatelé Nymburka získali novou možnost, jak se dostat do Prahy vlakem bez přestupu.

Nejdříve byl vytvořen jízdní řád se symetrickou nabídkou dopravy. Tento jízdní řád počítal se stejným počtem pásmových vlaků v obou směrech během ranní i odpolední



špičky. Z důvodu úspory vlakokilometrů byl zpracován nový jízdní řád, který více reflektoval specifika dojížděky. Během ranní špičky totiž lidé cestují směrem do Prahy a během odpolední špičky pak směrem z Prahy.

Nově navržený jízdní řád preferuje pásmové vlaky vždy ve směru, který odpovídá poptávce po dopravě, tedy ráno do Prahy a odpoledne z Prahy. V opačném směru je vedeno pouze nezbytné množství pásmových vlaků z důvodu minimalizace počtu vozidel. Pokud by tyto vlaky byly z jízdního řádu vyřazeny, došlo by k nárůstu počtu potřebných vozidel, nebo soupravových jízd mezi Prahou a Kolínem. Po úspěšném sestavení jízdního řádu byly zpracovány oběhy vozidel. Základní podmínkou oběhů bylo, aby ve všech stanicích večer končil stejný počet vlaků, jako v nich ráno začínal. Posledním krokem bylo vyčíslení provozních ukazatelů ve formě vlakokilometrů a jejich porovnání se současným stavem.

Výsledkem této diplomové práce je komplexní návrh dvousegmentového systému regionální obsluhy na trati Praha – Kolín. Tento návrh zahrnuje i obsluhu trati Poříčany – Nymburk. Navržený jízdní řád není v konfliktu s vlaky dálkové dopravy a vychází i oběhy vozidel. Hlavním benefitem nového návrhu je výrazné zvýšení počtu spěšných vlaků mezi Prahou a Kolínem. Obyvatele Sadské a přilehlých obcí nemusí při cestách do Prahy přestupovat. Také bylo přidáno další spojení mezi Prahou a Nymburkem bez nutnosti přestupu. V úseku Český Brod – Praha je četnost obsluhy ve špičce minimálně 4 krát za hodinu. Bylo tedy dosaženo všech vytyčených cílů a navržený systém přináší řadu výhod nejen pro cestující na relacích mezi Prahou a Kolínem.

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Trasa trati 011, zdroj: [3] .....	11
Obrázek 2 Mapa železničních koridorů na území ČR, zdroj: [2] .....	12
Obrázek 3 Schéma trati Praha - Kolín a okolních tratí, zdroj: Pomůcky GVD .....	13
Obrázek 4 Jednotky 471, Zdroj: článek .....	23
Obrázek 5 Typový výkres elektrické jednotky řady 471, zdroj: článek .....	24
Obrázek 6 Počet cestujících na úsecích trati Kolín - Praha, zdroj: [7].....	33
Obrázek 7 Vývoj obsazenosti linky, zdroj: [7].....	33
Obrázek 8 Dojíždějící denně do škol a zaměstnání, zdroj: [7].....	34
Obrázek 9 Počet cestujících do Prahy z jednotlivých obcí na trati 011, zdroj: [7] .....	35
Obrázek 10 Schéma pásmového provozu, zdroj: vlastní .....	40
Obrázek 11 Schéma obsluhy pomocí kombinace zastávkového a spěšného vlaku, zdroj: vlastní .....	41
Obrázek 12 Porovnání počtů cestujících ze všech sídel na trati 011 do Prahy a mezi sebou navzájem, zdroj: [7].....	43
Obrázek 13 Dojíždějící denně do škol a zaměstnání, zdroj: SLDB.....	51
Obrázek 14 Linkové vedení Krátké a Dlouhé linky, zdroj: vlastní.....	51
Obrázek 15 Linkové vedení varianty A po zahrnutí linky S7, zdroj: vlastní.....	53
Obrázek 16 Linkové vedení varianty B, zdroj: vlastní.....	55
Obrázek 17 Schéma navrhovaného systému po zahrnutí trati 060, zdroj: vlastní.....	61
Obrázek 18 Schéma obsluhy pro špičku a sedlo, zdroj: vlastní.....	63

## Seznam Tabulek

Tabulka 1 Úseky trati Praha - Kolín, Zdroj: [1] .....	14
Tabulka 2 Linka S1, zdroj: [5, 6] .....	15
Tabulka 3 Linka S7, zdroj: [5, 6] .....	16
Tabulka 4 Přehled sídel na trati 011, Zdroj: [7] .....	16
Tabulka 5 Stanice na trati 011, zdroj: [1] .....	17
Tabulka 6 Jízdní doby, zdroj: [5].....	22
Tabulka 7 Kapacita vozidel používaných v systému S linek, zdroj: [11, 12] .....	25
Tabulka 8 Sídla zahrnutá v matici přepravních vztahů, zdroj: [2, 3] .....	29
Tabulka 9 Matice přepravních vztahů – denně dojíždějící celkem, zdroj: [7].....	31
Tabulka 10 Počty dojíždějících na úsecích trati 011, zdroj: [7].....	32
Tabulka 11 Minimální potřebný interval, zdroj: vlastní.....	52
Tabulka 12 Značení vlaků jednotlivých linek, zdroj: vlastní .....	60
Tabulka 13 Jízdní doby linek na trati 011, zdroj: vlastní .....	66
Tabulka 14 Jízdní doby linek S700 a S730, zdroj: vlastní .....	67
Tabulka 15 VlkM návrhu se symetrickou nabídkou ujeté za den, zdroj: vlastní.....	68
Tabulka 16 VlkM ujeté za den za současného stavu, zdroj: [5].....	68
Tabulka 17 VlkM ujeté za den linkami finálního návrhu, zdroj: vlastní .....	69

## Seznam příloh

Příloha 1	Matice přepravních vztahů, dojíždějící denně do zaměstnání
Příloha 2	Matice přepravních vztahů, dojíždějící denně do škol
Příloha 3	Matice přepravních vztahů, dojíždějící do zaměstnání celkem
Příloha 4	Matice přepravních vztahů, dojíždějící celkem
Příloha 5	Dojíždějící na trati 011 v jednotlivých úsecích celkem
Příloha 6	Výřez nákresného jízdního řádu pro ranní špičku
Příloha 7	Výřez nákresného jízdního řádu pro dobu sedla
Příloha 8	Výřez nákresného jízdního řádu pro odpolední špičku
Příloha 9	Jízdní řád
Příloha 10	Oběhy vozidel na trati 011
Příloha 11	Oběhy vozidel na lince S7

## Zdroje:

- [1] SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, STÁTNÍ ORGANIZACE: Pomůcky GVD 2013/2014, [online]. Praha: SŽDC, s.o., 2012 [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: <http://gvd.cz/cz/>
- [2] SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, STÁTNÍ ORGANIZACE [online]. Praha: SŽDC, s.o., 2012 [cit. 2016-05-29]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/index.html>
- [3] MAPY.CZ [online]. c2011 [cit. 2014-08-03]. Dostupné z WWW: <http://mapy.cz/>.
- [4] OBRYS VOZIDEL A PRŮJEZDNÝ PRŮŘEZ [online]. Železniční modely, 2004 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.trminek.cz/view.php?navezclanku=obrys-vozel-a-prujezdny-prurez&cislocclanku=2004080003>
- [5] SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, STÁTNÍ ORGANIZACE: Železniční jízdní řád 2014
- [6] ROPID [online]. 2008 [cit. 2014-07-31]. Dostupné z WWW: <http://www.ropid.cz/>
- [7] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, ČSÚ [online]. c2011 [cit. 2014-07-31]. ČSÚ, Středočeský kraj. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/xs/redakce.nsf/i/home>
- [8] VLAKY ESKA. ČESKÉ DRÁHY, A.S [online]. 2009 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.cd.cz/primestske-cestovani/esko-praha/vlaky-eska/-3849/>
- [9] ELEKTRICKÉ JEDNOTKY NA NAŠICH KOLEJÍCH: ŘADA 471. VLAKY.NET [online]. 2016 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.vlaky.net/zeleznice/spravy/003208-Elektricke-jednotky-na-nasich-kolejich-rada-471/>
- [10] ATLAS LOKOMOTIV [online]. Praha: David Švestka, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/>
- [11] ŽELPAGE - ELEKTRONICKÝ MAGAZÍN O DRAHÁCH: ŘAZENÍ VLAKŮ [online]. Praha: Spolek ŽelPage, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/razeni/>
- [12] ATLAS VOZŮ [ONLINE]. PRAHA: SPOLEK ŽELPAGE, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.atlasvozu.cz/>
- [13] KOL. AUTORŮ: Merkblatt zum Integralen Taktfahrplan. FGSV Berlin, 2000. 70 s
- [14] WEIDMANN, ULRICH.: System- und Netzplanung, Band 1.2, Angebotskonzepte des Personenverkehrs. ETH Zürich, 2008, 187 s.
- [15] FAHRPLANBEARBEITUNGSSYSTEM FBS [online]. Dresden: Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.irfp.de/deutsch/fbs/>