

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Posouzení vlivu zavedení nového systému sestavy denních služeb řidičů MHD

Autor: **Pavel Čvančara**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Milan EDL, Ph.D.**

Akademický rok 2013/2014

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Čvančara	Jméno Pavel	
STUDIJNÍ OBOR	Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Jméno Milan	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	—BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Posouzení vlivu zavedení nového systému sestavy denních služeb řidičů MHD		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	69	TEXTOVÁ ČÁST	69	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	---

ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje návrh nového systému sestav denních služeb řidičů MHD. Posouzení vlivu nového systému na stávající stav. Další částí práce je vytvoření modelových jízdních řádů a výčet možných přínosů a rizik spojených se zavedením navrhovaného systému.
KLÍČOVÁ SLOVA	Doprava, autobusy, jízdní řád, městská hromadná doprava, turnus, směna, sestava, preference, dispečink

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Čvančara	Name Pavel
FIELD OF STUDY		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Name Milan
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Impact evaluation of introducing a new day shifts order system of city public transport drivers	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	69	TEXT PART	69	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis contains a proposal of a new day shifts order system of city public transport drivers. An evaluation of the impact of a new system on the current one. In the other part of this work a new model timetable is created and a list of possible benefits and risks connected with introducing of a new suggested system is evaluated.
KEY WORDS	Transport, buses, timetable, city public transport, run, shift, order, preference, dispatching department

Obsah

Úvod.....	8
1. Vývoj MHD.....	9
1.1. Vývoj MHD v Zahraničí	9
1.2. Vývoj MHD v České republice	11
1.3. Vývoj MHD v Plzni	12
1.4. Současnost MHD v Plzni	14
2. Vozový park autobusy	15
2.1. Vysoká podlaha	15
2.2. Nízká podlaha	16
2.3. Velkokapacitní vozy.....	17
3. Pracovní doba řidičů MHD Plzeň.....	18
3.1. Rozdělování denních služeb řidičů současný stav.....	19
4. Základní popis nového systému rozdělování denních služeb.....	23
5. Důsledky zavedení nového systému na stávající stav	24
5.1. Sladění linek.....	24
5.2. Dodržení doby řízení	24
5.3. Střídací místa	25
5.4. Zpoždění spojů	25
5.5. Vliv změny systému na rozdělování směn.....	25
6. Popis rizik spojených se zavedením nového systému	26
7. Možnosti eliminace zpoždění autobusových spojů.....	28
7.2. Preference vozidel MHD při průjezdu křižovatkou	29
7.2.1. Preference na světelných signalizačních zařízeních.....	30
7.3. Inteligentní zastávky preferující výjezd vozidel MHD	32
7.4. Dynamický dispečink PMDP.....	33
7.4.1. Možnosti softwaru Dynamického dispečinku.....	35
8. Podrobná analýza autobusových linek MHD Plzeň.....	36
8.1. Linka 20.....	37
8.2. Linka 21.....	38
8.3. Linka 22.....	39

8.4.	Linka 23.....	40
8.5.	Linka 24.....	40
8.6.	Linka 25.....	41
8.7.	Linka 26.....	41
8.8.	Linka 27.....	42
8.9.	Linka 28.....	43
8.10.	Linka 29.....	44
8.11.	Linka 30.....	45
8.12.	Linka 31.....	46
8.13.	Linka 32.....	46
8.14.	Linka 33 a 40	47
8.15.	Linka 34.....	48
8.16.	Linka 35.....	48
8.17.	Linka 36.....	49
8.18.	Linka 40.....	49
8.19.	Linka 51.....	50
8.20.	Linka 52, 53, 54	50
9.	Výběr linek vhodných pro zavedení nového systému.....	51
9.1.	Vybrané linky pro průzkum.....	51
9.2.	Návrh využití nového systému na linkách 26 a 27	54
10.	Porovnání nově navrhovaných jízdních řádů se současností.....	57
11.	Analýza rizik spojená se zavedením nových jízdních řádů.....	59
11.1.	Paretovo pravidlo (80/20) [15]	59
	<i>Paretovo pravidlo 80/20 vyjádřit následovně: 20 % příčin způsobuje 80 % výsledků.</i>	59
11.2.	Kroky ABC (Paretovy) analýzy	60
11.3.	Rizika spojená se zavedením nových jízdních řádů.....	61
11.4.	Zhodnocení pomocí ABC pravidla	61
12.	Zhodnocení	63
13.	Návrh dalších možných řešení	64
	Závěr	65
	Seznam obrázků.....	67
	Seznam tabulek	68
	Seznam grafů	68

Úvod

Součástí každého většího města je městská hromadná doprava. Podstatný význam tohoto druhu dopravy se dotýká řady oblastí života města, je integrovanou součástí řetězce mnoha činností v rámci celého města a představuje velmi obtížně nahraditelný prostředek k veřejné přepravě osob do škol, zaměstnání na nákupy a podobně. Život bez městské hromadné dopravy si vlastně už ani nedovedeme představit. Jinak tomu není, ani v západočeské metropoli Plzni. Městská hromadná doprava je součástí Plzně již od roku 1899. Tak jako když otočíme kohoutkem u vodovodu a teče nám voda, nebo stiskneme vypínač a rozsvítí se světlo, považujeme za samozřejmost příjezd spoje městské hromadné dopravy na naši zastávku. Málo který cestující si dokáže představit co se vše je zapotřebí, aby systém městské hromadné dopravy správně fungoval. Spoje musí na sebe navazovat, jezdit ve stanovených intervalech, bez zpoždění a podobně. V Plzni na sebe musí navázat dokonce tři druhy hromadných prostředků. Trolejbusy, autobusy a tramvaje.

Pro bezchybný a přesný chod městské hromadné dopravy nestačí jen dokonale sladěné jízdní řády, ale je za potřebí mnoho dalších činností. Ty jsou skryty v pozadí a jsou nedílnou součástí celého provozu.

Stejně tak, jako že v každém programu je alespoň jedna chyba, i v každém i sebelépe organizovaném provozu se objevují různé druhy plýtvání. Tato práce se zaměřuje na sestavu denních služeb řidičů autobusů, která má přímý vliv na využití samotných dopravních prostředků. Převážně pak na snížení, nebo úplné odstranění prostojů vozidel na konečných.

Tato změna s sebou ale přináší spoustu otázek. Je zapotřebí důkladně posoudit všechny důsledky, které by mohly nastat. Je nezbytné zhodnotit klady a zápory a rozhodnout, zda zamýšlená změna bude přínosem, či nikoliv.

Cílem diplomové práce je posoudit možnost zavedení nového systému denních služeb řidičů městské hromadné dopravy, v tomto případě řidičů autobusů. Popsat vlivy této změny na stávající stav a vybrat vhodnou rozhodovací metodu. Důležitým aspektem, je přehled rizik, které mohou nastat při zavedení nového systému.

1. Vývoj MHD

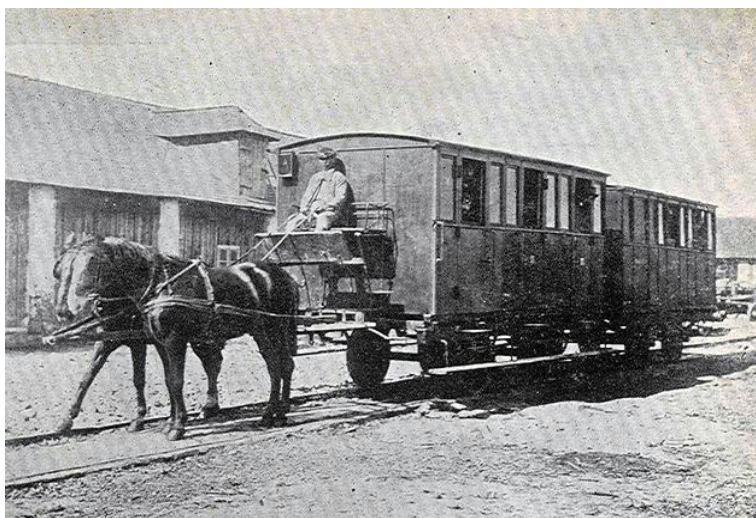
Vývoj městské hromadné dopravy můžeme sledovat na celém světě. Ve vyspělejších zemích a větších městech byl samozřejmě rozmach mnohem silnější. Rozvoj městské dopravy se vyvíjel jak ve světě, tak i v České republice.

1.1. Vývoj MHD v Zahraničí

První známky hromadné dopravy dle [1] jsou známy již v 5. století před naším letopočtem v Pazytyrku na Altaji. Kolem roku 2400 před naším letopočtem byly vlečené vozy se čtyřmi koly používané v Mezopotámii. V roce 1300 před naším letopočtem se v hrobce vládce Egypta zachoval dvoukolový kočár, který dokazoval existenci dopravních prostředků. Ty se nepoužívali pouze pro osobní přepravu majitele, ale i přepravu osob cizích. Dlážděný povrch ulic v Pompejích je důkazem, že se po nich mohly pohybovat kolové dopravní prostředky.

Přibližně od roku 1625 našeho letopočtu jsou známy zmínky o prvních fiakrech v ulicích Londýna. Ty byly pronajímány a byla to taková předzvěst městské hromadné dopravy. Koncem 18. století se objevují první žlábkové kolejnice a vozy byly vybaveny koly s okolky, které byly podobné dodnes používaným kolům. Válcované kolejnice se začali vyrábět již v roce 1820.

Důležitým mezníkem v městské hromadné dopravě byl omnibus tažený koňským spřežením, který již jezdil podle jízdního řádu. První se objevil ve Vídni v roce 1815. Dále v Berlíně, Londýně, Paříži a New Yorku. V roce 1832 byla na severoamerickém kontinentu zprovozněna první koněspřežná tramvaj. V Evropě byla zavedena o několik let později



Obrázek 1-1 Koňská tramvaj [5]

Dalším krokem kupředu, bylo použití prvního parního stroje pro městskou hromadnou dopravu. Bylo to ve Velké Británii v roce 1830. Autobus na páru jezdil rychlostí 13 km/h. Náklady na provoz ale značně převyšovali koňské spřežení. Samohybné stroje byly také omezovány předpisy. Například podmínkou byl běžec s červeným praporkem běžící před strojem.



Obrázek 2-1 První autobus Elektrických královských podniků v Praze [17]

V roce 1842 byl zkonstruován první elektrický vůz, který byl napájen z elektrolytického akumulátoru. Zatím nebyl ale vyřešen stálý přívod elektrické energie. Akumulátory se neosvědčili. Byly náročné na výrobu i údržbu. Stále převládal v městské hromadné dopravě provoz vozidel na parní pohon, nebo koňské spřežení. V roce 1850 byl poprvé použit stacionární přívod elektrické energie pomocí železných kolejnic. Roku 1876 ruský inženýr F.A.Pirockij výzkumně pracoval na elektrické dráze napájené pomocí kolejnic. Každá z nich měla jeden pól (přívod a odvod proudu) a napájení z vnějšího zdroje. V roce 1882 byl zkonstruován první autobus na elektrický pohon pomocí akumulátoru.

V druhé polovině 19. století nastává velký rozmach hromadné dopravy a vzniká požadavek na víceúrovňovou dopravu. V roce 1863 byla v Londýně uvedena do provozu první podzemní dráha s parním pohonem otevřených vozů. V roce 1890 byla tato dráha přebudována na elektrický pohon. V roce 1910 bylo už na světě více jak 100 tisíc kilometrů elektrických tramvajových drah.

Hlavním mezníkem městské hromadné dopravy, byla motorizace. Poprvé se motorový omnibus představil v roce 1902 v Londýně. První trolejbus představila firma Siemens v roce 1882. Ve válečném období nastal celkový úpadek městské hromadné dopravy. Další rozmach nastal až ve 20. letech. V roce 1926 byly uvedeny do provozu první velkokapacitní tramvaje. Hlavní myšlenka byla, aby každý vůz byl samostatně hnaný.

Během druhé světové války se zastavil v celé Evropě vývoj městské hromadné dopravy. Od 50. let minulého století došlo k dalšímu masivnímu rozvoji městské hromadné dopravy, který trvá do dnes.

1.2. Vývoj MHD v České republice

Na území Čech, Moravy a Slezska byl rozvoj městské hromadné dopravy dle [2] nerovnoměrný. Drožky se v Praze objevují od roku 1789. V roce 1829 vyjíždí v Praze první omnibus tažen koňmi. Pro nedostatek cestujících byla tato doprava zastavena. Znovu začal jezdit až v roce 1845 systémem 5 ti linek. V roce 1875 byla uvedena první koňská dráha mezi Smíchovem a Karlínem a Malou Stranou. Vozidla měla kapacitu 10-20 míst.

Od roku 1844 byla do roku 1900 v Brně provozována současně parní a koňská kolejová dráha. V provozu bylo 15 lokomotiv a 31 vlečných vozů. V roce 1891 představil Ing. Křižík první českou elektrickou tramvaj. Slavný vynálezce postavil v roce 1896 pěti kilometrovou trať pro veřejný provoz z Florence do Libně a Vysočan. Následovala další Česká města: Teplice /1895), Liberec (1897), Olomouc (1899), Plzeň (1899), Ústí nad Labem (1899), Brno (1900), Jablonec nad Nisou (1900). Dále následovala Ostrava, Most, Mariánské Lázně, Opava, České Budějovice a Jihlava.



Obrázek 3-1 tramvaj Křižík [3]

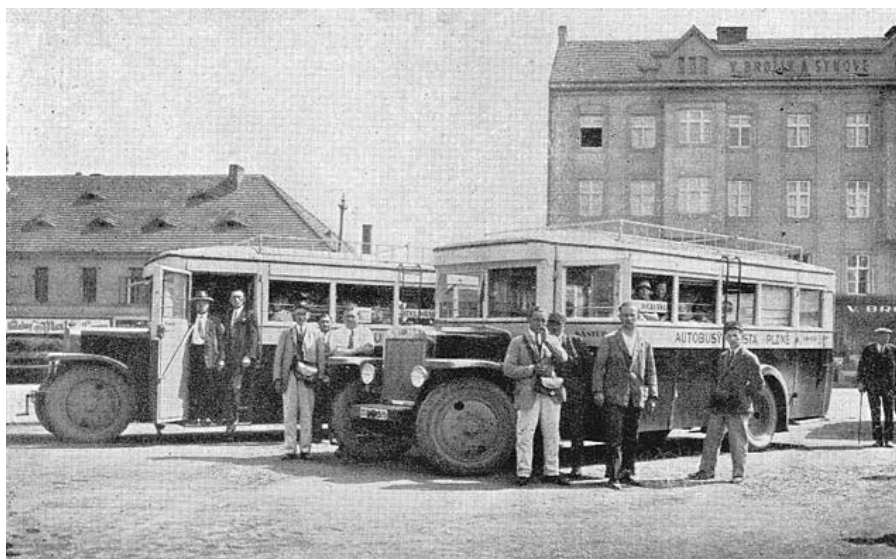
V roce 1907 se začala zavádět trolejbusová doprava ve Velenicích, ale nedostatky ve způsobu odběru proudu a kola s plným gumovým obložением vedly k zastavení této dopravy. V roce 1908 se začala v Praze zkoušet první autobusová doprava. Problémy s výkonem motoru, který znemožňoval vyjet vysoké stoupání na lince, vedl k pozastavení provozu do roku 1925. Další rozvoj především autobusové dopravy nastal v letech 1932 až 1939. Od roku 1936 se v Praze rozvíjí trolejbusy. V roce 1946 byla zahájena lodní doprava. V roce 1967 byl realizován projekt sítě metra a v roce 1974 byl zahájen provoz v prvním úseku.

Pro zajímavost můžeme uvést, že v letech 1926 až 1935 byl v provozu pohyblivý chodník v Praze na Letné.

1.3. Vývoj MHD v Plzni

Koncem 19. Století začali podle [5] vznikat v Plzni velké průmyslové zóny a podniky. Vzrostl výrazně počet obyvatel. Nedostatek bytů ve vnitřním městě měl za následek budování příměstských čtvrtí, ze kterých bylo nutné dopravovat dělníky do jejich zaměstnání.

Od roku 1899 je součástí plzeňských ulic tramvajová doprava. Zavedením tramvajové dopravy se Plzeň zařadila mezi světové metropole s technickým pokrokem. Plzeň nezaváděla veřejnou, z počátku tramvajovou dopravu jen aby se zviditelnila. Zavedení veřejné dopravy bylo nutností. Průmyslové město potřebovalo zajistit rychlý přesun pracovníků do zaměstnání, spojení s centrem. Nově se rodící vlakové nádraží nemohlo být bez kapacitního spojení s centrem a jeho okolím. Koňské povozy již nedostačovali na dynamicky se rozvíjející město. Nejmodernější hromadný prostředek byla v té době tramvaj Františka Křížíka. V roce 1896 obdržel František Křížík koncesi na stavbu tramvajové trati v Plzni. Den kdy nové tramvaje z dílny pánů Brožíka a Křížíka poprvé svezli plzeňskou veřejnost, byl 29. Červen 1899. Provozovatel elektrické dráhy dostal od roku 1904 jméno Elektrické podniky města plzně. Dlouhých 30 let musela tramvajová doprava čekat na modernizaci a rozvoj vzhledem k válečnému období. Teprve na přelomu 20. a 30. let došlo k výraznější modernizaci zastaralých vozů a zdvoukolejení některých tratí. Stagnace rozvoje tramvajové dopravy přinesla potřebu jiné přepravy a 20. léta se stala érou prosazování autobusové dopravy. Původní nepohodlné poštovní autobusy nahradily prostornější a pohodlnější autobusy Škoda, které 21. března 1929 pod erbem Elektrických podniků města Plzně zahájili dopravu na linkách na Jižní předměstí, z Doudlevec na Homolku, do Bolevce a také brzy na Bílou Horu. Doubravku a k ústřednímu hřbitovu. Jako vozovna byla používána a dodnes také je areál v Cukrovarské ulici u zimního stadionu. S hospodářskou krizí 30. let a tím spojený nedostatek pohonných hmot zapříčinili silný otřes v autobusové dopravě. Vozy byly přestavovány na levnější dřevoplyn a svítiplyn, který si museli vozit sebou na přívěsech ve zvláštních gumových vacích.



Obrázek 4 -1 Poštovní autobusy v Plzni [3]

Jako třetí do počtu plzeňských dopravních prostředků nastoupil 9. dubna 1941 trolejbus. Nástup trolejbusové dopravy zapříčinila na jedné straně vysoká poptávka veřejné dopravy a na straně druhé málo financí na rozšíření tramvajové dopravy a nedostatek ropy pro provoz autobusů. Původně byl trolejbus, který vznikl z komicky vyhlížejícího Siemensova dřevěného kočáru s trolejovým vozíčkem (1882) využíván pouze majetnou vrstvou obyvatelstva z modernějších čtvrtí. V době druhé světové války se ale trolejbusová doprava stala nezbytnou pro celou veřejnost. Nejdříve sloužily dvě trolejbusové linky a to z Doubravky a Ústředního hřbitova. Trolejbusy nejdříve parkovali pod „širákem“ a od roku 1943 sdíleli spolu s tramvajemi novou vozovnu na Slovanech. 50. a 60. léta byla spjata s nástupem velkokapacitních vozů. U tramvají se jednalo skoro o revoluci. Malé tramvaje nahradily velkokapacitní čtyřnápravové tramvaje Tatra z podniku ČKD. Nárůst hmotnosti na nápravu měl ale za následek nutnou rekonstrukci celé kolejové sítě.

Podle [10] lze říci, že od sedmdesátých let autobusy získávají v plzeňské městské dopravě trvale silnější pozici. Nejdříve to bylo poněkud předčasným zrušením trolejbusů do Bolevce a Košutky, kdy na téměř 14 let musely autobusy převzít významnou zátěž na severu města. Autobusy jako jediné obsluhovaly jižní brány Škodovky a také autobusová linka Bory - Doubravka (od roku 1969) dlouhá léta nahrazovala přepravním nárokům lépe odpovídající trolejbusovou dopravu. Teprve až s přelomem 80. a 90. let přišla úleva a vzduch v Bolevci, Borech a Doubravce prořídil otevřením dvou nových linek tramvaje a trolejbusu. Od roku 1979 obsluhují autobusy Křimice a od roku 1990 také sousední Radčice. Geometrický nárůst počtu osobních a nákladních aut v ulicích, likvidace železniční nákladní dopravy a vleček v letech devadesátých na mnoha místech potlačily výhody nehlukné a čisté elektrické trakce. Sídliště se naplnila auty, na hlavní silniční tahy se vyvalily kolony kamiónů a nově vznikající přepravní proudy začaly řešit převážně autobusy. Významným krokem v městské dopravě bylo zavedení polokružní autobusové linky č. 30 z Košutky přes Doubravku a Slovany na Bory 26. května 1990. Z hlediska rozvoje sítě veřejné dopravy v Plzni to byl jednoznačně pozitivní tah, taková linka velice chyběla a její význam se posiloval s růstem podnikatelských aktivit na předměstích. Z "třicítky" se postupně stala hlavní autobusová linka, která však již od konce 90. let kapacitně nepokrývá poptávku a její frekvence by již odpovídala zavedení trolejbusové linky, alespoň v relaci Doubravka - Bory. Další výrazné posílení role autobusové dopravy znamenalo nové sídliště Vinice, které je od roku 1990 spojeno s městem pouze linkou č. 41. Autobusy na Vinicích jen s velkými obtížemi nahrazují mnohem vhodnější tramvaje, případně trolejbusy. Podobná situace vznikla též na Borských polích, kam od roku 1997 cestuje stále více lidí za prací, studiem a nákupy. Autobusy jsou v posledních dvou desetiletích 20. století obnovovány nejdříve vozy značky Karosa B 731 a B 732 (1982 - 1996), pak odvozeným novějším typem B 931 (10 kusů v roce 1996) a od roku 1997 se kupují pouze nízkopodlažní autobusy. V letech 1997 a 1998 to byly autobusy Škoda 21Ab produkce továrny v Ostrově nad Ohří. Autobusy sice nikdy neměly a ani dnes nemají v MHD takový význam jako tramvaje a trolejbusy, ale jako napajec elektrických dopravních prostředků nikdy příliš nesloužily - dodnes je běžné zajíždění autobusů až do centra města, dokonce na historické náměstí Republiky. Pokud se vozy nezdržují v kolonách, zajišťují tímto způsobem rychlé spojení z oblastí, kam nevede tramvaj ani trolejbus.

1.4. Současnost MHD v Plzni

Od 1. května 1998 zajišťuje městskou hromadnou dopravu v Plzni podle [4] akciová společnost Plzeňské městské dopravní podniky (PMDP a.s.), jejichž zřizovatelem a samozřejmě i provozovatelem je město Plzeň. V současné době provozují 38 denních a 8 nočních linek. Hlavním předmětem podnikání je provozování městské dopravy. Doprava je zajišťována autobusy, trolejbusy a tramvajemi.

I další služby, které Plzeňský městský dopravní podnik nabízí, úzce souvisí s dopravou. Jsou to, výstavba horních drážních cest (troleje), dodávky a provozování elektronického odbavovacího a rezervačního systému, provozování dopravy do přilehlých oblastí Plzně, autoškola, mytí vozidel, opravy dopravních prostředků včetně lakování a další.

Problematika, řešená v diplomové práci se vztahuje na změnu sestavy denního turnusu řidiče autobusu. Proto se v další části bude hovořit pouze o středisku AUTOBUSY. Popis současného stavu je velmi důležitý pro další část práce. V té bude hodnocen nově navrhovaný systém služeb a porovnáván se stávajícím. Jakýkoliv zásah do stávajícího stavu má za následek větší či menší změny. To je třeba důkladně porovnat a zhodnotit. Samotné středisko AUTOBUSY u Plzeňských dopravních podniků funguje jako samostatný celek a jeho specifika jsou odlišná od středisek tramvají a trolejbusů.

2. Vozový park autobusy

Vozový park autobusů se skládá dle [3] z několika základních druhů vozidel:

- Vysoká podlaha
- Nízká podlaha
- 15 metr (velkokapacitní)
- 18 metr kloub (velkokapacitní)
- Ostatní

2.1. Vysoká podlaha

Vysokou podlahou dopravní podniky označují starší vozy, které nejsou přizpůsobeny na nástup tělesně postižených (vozičkářů). Tento typ autobusů je nasazen většinou na vytěžovací linky, noční spoje a trasy, kde není předpokládán nástup tělesně postižených cestujících. Každý takový spoj je na jízdním řádu označen. Postupně je tento typ autobusů obměňován za nové, nízkopodlažní. V současné době jsou v provozu tři typy vysoko podlažních autobusů:

- **Karosa B731**



Obrázek 5-2 Karosa B731 [3]

- **Karosa B732**
- **Karosa B931**



Obrázek 6-2 Karosa B931 [3]

2.2. Nízká podlaha

Nízká podlaha jsou označovány všechny vozy, které jsou uzpůsobeny svojí konstrukcí přepravě tělesně postižených (vozičkářů). Těchto autobusů je ve středisku AUTOBUSY u Dopravního podniku města Plzně většina. Autobusy jsou nasazovány prakticky na všechny linky, které provozuje dopravní podnik města Plzně. Jedná se o 12 ti metrové autobusy několika značek.

➤ Renault - citybus 12m



Obrázek 7-2 Renault Citybus [3]

➤ Irisbus – citelis 12m



Obrázek 8-2 Irisbus Citelis [3]

➤ **SOR NB 12m**



Obrázek 9-2 SOR NB 12 [3]

2.3. Velkokapacitní vozy

Velkokapacitní autobusy Solaris Urbino 15 a 18 ti metrové autobusy jsou nasazeny na páteřních linkách 30 a 41. Dále jsou nasazovány v případech, kdy se očekává větší počet cestujících. Různé akce, výluky tramvajové dopravy a podobně. Při nasazování těchto velkokapacitních autobusů je třeba vzít v úvahu jejich rozměry.

➤ **Solaris Urbino 15 a 18m kloub**



Obrázek 10-2 Solaris [3]

3. Pracovní doba řidičů MHD Plzeň

V současné době pracuje v Dopravním podniku města Plzně v provozu AUTOBUSY 320 řidičů a dvě řidičky. Kromě stálých (kmenových) řidičů disponuje středisko několika brigádníky. Ty jsou využívány v případech, kdy je potřeba více řidičů. Například při výlukách, v případě větší absence kmenových řidičů z důvodu nemoci a podobně. Při takovém množství linek a tím samozřejmě potřebou řidičů nastává tato situace dost často.

Pracovní doba řidičů MHD Plzeň je tzv. nerovnoměrně rozdělená. Podle [11] v případě nerovnoměrného rozvržení pracovní doby je pracovní doba rozvržena nerovnoměrně na jednotlivé týdny, a to tak, že v některých týdnech je kratší a v jiných delší než stanovená týdenní pracovní doba. V příslušném období, které může činit maximálně 26 týdnů, se průměrná týdenní pracovní doba rovná délce stanovené týdenní pracovní doby. Délka směny nesmí přesáhnout 12 hodin. V případě kolektivní smlouvy lze 26 týdenní období prodloužit až na 52 týdnů po sobě jdoucích.

Vyrovňovací období pro nerovnoměrné rozvržení pracovní doby se vymezuje týdny po sobě jdoucími, čímž je zajištěna přímá návaznost stanovené týdenní pracovní doby na průměrnou délku rozvržené týdenní pracovní doby ve vyrovňovacím období.

Výhodou nerovnoměrného rozvržení pracovní doby je z pohledu zaměstnavatele zejména to, že mzda je zaměstnancům vyplácena podle toho, jak zaměstnavatel rozvrhne pracovní dobu. Zaměstnanci v podstatě dostanou mzdu podle toho, kolik hodin odpracují. Zaměstnavatel tak může ušetřit náhradu mzdy za překážky v práci, protože v jiném režimu by byl povinen vyplácet náhradu mzdy ve výši 100% průměrného výdělku pro jinou překážku na straně zaměstnavatele v situaci, kdy nemůže přidělovat zaměstnanci práci v rozsahu týdenní pracovní doby.[11]

Směny řidičů MHD Plzeň se dělí na několik variant. Jsou to tzv. „túry“, „šejdry“ a „noc“.

- **túry:** směny rozdělené na ranní a odpolední. Ranní řidič vyjíždí ráno z vozovny na trať. Po odpracování ranní směny vystřídá řidiče na střídacím místě odpolední řidič. Délky těchto směn jsou v rozmezí 6 až 10 hodin dle linky. Po některých linkách dále nastupuje noční směna.
- **šejdr:** jsou to tzv. dělnické linky. Doplnují zpravidla túry v ranních a odpoledních hodinách. Jsou to doby, kdy cestující jezdí do práce, z práce škol a podobně. Některé linky jsou provozovány jen takovými směny. Délka ranních směn se zpravidla pohybuje v rozmezí mezi čtvrtou ranní a desátou dopolední. Na odpolední šejdr se nastupuje cca od třinácté odpolední a končí kolem osmnácté večerní.
- **noc:** noční směna začíná zpravidla kolem dvacáté večerní. Noční řidič dojezdí vybranou linku, zajede do vozovny a přeřadí na noční spoj. Noční spoje začínají přibližně o půlnoci a končí cca ve čtyři ráno. Jak již bylo zmíněno, plzeňský dopravní podnik obsluhuje sedm nočních linek.

3.1. Rozdělování denních služeb řidičů současný stav

Počet hodin, které může odpracovat řidič MHD za týden, bezpečnostní přestávky, přestávky mezi směnami a podobně vychází ze zákona č. 475/2001 Sb., o pracovní době a době odpočinku zaměstnanců s nerovnoměrně rozvrženou pracovní dobou v dopravě. [13]

- Průměrná pracovní doba zaměstnance s nepřetržitým pracovním režimem, který řídí nebo doprovází vozidlo, nesmí přesáhnout v průběhu 7 kalendářních dnů po sobě jdoucích 40 hodin.
- Zaměstnanci městské hromadné dopravy může zaměstnavatel po projednání s příslušným odborovým orgánem rozvrhnout pracovní dobu tak, že doba nepřetržitého odpočinku bude v rámci 7 kalendářních dnů po sobě jdoucích nejméně 24 hodin a za období 3 kalendářních týdnů po sobě jdoucích nejméně 105 hodin.
- Zaměstnavatel je povinen zajistit, aby doba řízení zaměstnance městské hromadné dopravy byla nejdéle po 4 hodinách řízení přerušena bezpečnostní přestávkou v trvání nejméně 30 minut, nenásleduje-li nepřetržitý odpočinek mezi dvěma směnami nebo nepřetržitý odpočinek v týdnu. Tato přestávka může být rozdělena do několika přestávek v trvání nejméně 10 minut.[14]

Konkrétní práce se přiděluje u většiny řidičů MHD Plzeň dle schématu. Schéma linek, na které bude řidič nasazen, je pro konkrétní skupinu (velkokapacitní vozy, nízká podlaha a šejdry) stejné. Ukázka příkladu schéma s legendou je ukázána v tabulce č. 1. a celé schéma je v příloze. Když vše funguje ideálně, má řidič přehled celý rok dopředu, jaká na něj vyjde směna i konkrétní číslo linky. Do ideálního běhu ale vstupují různé situace, které vedou k aktuálním změnám směn. O tom je řidič včas informován na informační tabuli. Na té jsou týden dopředu zaznamenány směny pro všechny řidiče včetně hodin nástupu střídání, nebo konce směny. Při takových změnách, je ale velice důležité hlídat počet odpracovaných hodin za týden a přestávky mezi směnami. To má na starosti dispečer, který přiděluje práci. Externí zaměstnanci (brigádníci) si toto musí ohlídat sami.

Na obrázku č. 11 je ukázka jednoho jízdního řádu. Jedná se o klasickou „tůru“, tedy jedna ranní a jedna odpolední směna.

V níže uvedeném grafu je vidět poměr mezi jízdou a prostojem na konečné stanici u současného jízdního řádu. Nový systém denních služeb je zaměřen právě na veliký podíl prostojů. Je potřeba zhodnotit varianty a jejich důsledky na současný běh. Tato linka je vybrána pouze na ukázkou. U některých linek nebude úprava vůbec možná, u jiných jen z části. Důsledky změn a rozhodnutí, zda je taková změna možná, akceptovatelná v budoucnu či nemožná je součástí další části diplomové práce.

VŠEDNÍ	1 PO -ČT/200	2	3	4	5
	PÁTEK 26/01N	PO/100	33/101	26/101	21/101
	VOLNO	VOLNO	33/401	26/401	21/401
SOBOTA	VOLNO	VOLNO	VOLNO	26/701	21/701
NEDĚLE	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO
VŠEDNÍ	14	15	16	17	18
	00/100	20/102	ST,ČT/100/200	32/201	28/203
	00/400	VOLNO	VOLNO	OD 00/500	VOLNO
SOBOTA	33/701	28/702	VOLNO	VOLNO	51/801
NEDĚLE	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO
VŠEDNÍ	27	28	29	30	31
	52/201	24/202	33/204	VOLNO	53/101
	29/502	35/502	26/01N	VOLNO	53/401
SOBOTA	VOLNO	27/801	OD 00/800	VOLNO	VOLNO
NEDĚLE	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO
VŠEDNÍ	40	41	42	43	44
	PO/100	29/101	00/100	28/102	VOLNO
	VOLNO	29/401	28/402	VOLNO	VOLNO
SOBOTA	VOLNO	VOLNO	29/701	35/701	VOLNO
NEDĚLE	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO
VŠEDNÍ	53	54	55	56	57
	PÁ/100	22:101_22:206	33/201	26/201	21/201
	VOLNO	VOLNO	33/501	26/501	21/501
SOBOTA	VOLNO	VOLNO	VOLNO	26/801	21/801
NEDĚLE	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO	VOLNO

Tabulka 1-3 Schéma nízká podlaha [4]

Legenda:

100 – ranní směna všední den

200 – odpolední směna všední den

300 – noční směna všední den

400 – ranní směna sobota

500 – odpolední směna sobota

600 – noční směna sobota

700 – ranní směna neděle/svátek

800 – odpolední směna neděle/svátek

900 – noční směna neděle/svátek

Číslo před lomítkem značí linku

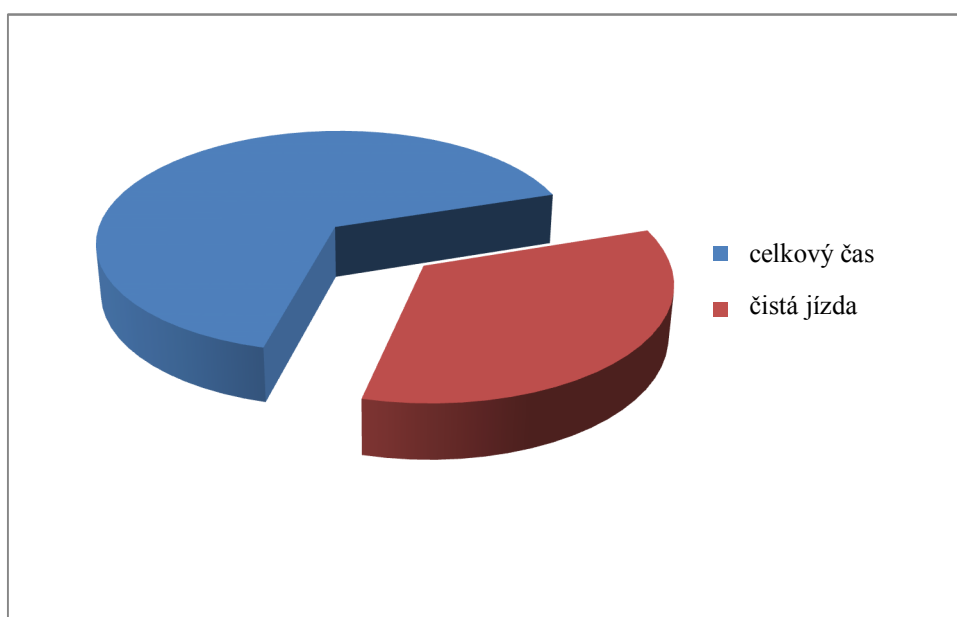
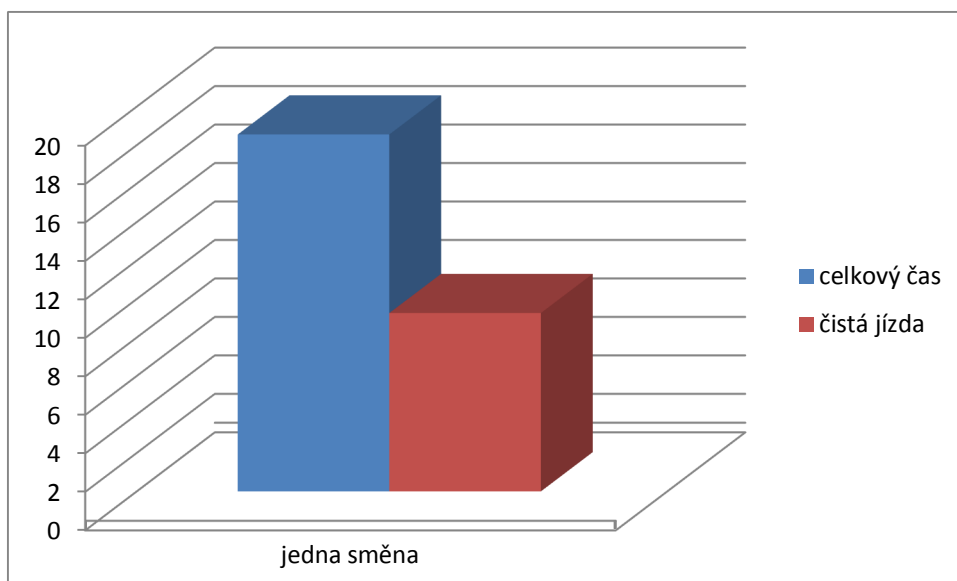
Číslo na konci značí pořadí autobusu v dané lince

Příklad:

33/201.....linka číslo 33, odpolední směna, autobus s pořadovým číslem 1

Plzeňské městské dopravní podniky, a.s.						
Linka	27	Jízdní řád	1	Celý týden		
Nástup 04.37 V Konec 13.27 S Výkon: 08,83h/98,200km				Platnost od 1.9.2012		
Nástup 13.27 S Konec 23.40 V Výkon: 10,22h/109,000km						
Vozovna	Mrak.	Sady 35	Lék.fak.	Primaved	Košutka	T/27/1
4.37V						4.37V Vozovna
4.52	4.57	4.59	5.03	5.04	5.09	4.52 Vozovna
	5.26	5.22	5.18	5.17	5.12	
	5.28	5.30	5.34	5.35	5.41	
	6.26	6.22	6.18	6.17	6.12	
	6.28	6.31	6.35	6.36	6.42	
	7.27	7.23	7.19	7.18	7.13	
	7.29	7.32	7.36	7.37	7.43	
	8.27	8.23	8.18	8.17	8.12	
	8.29	8.32	8.36	8.38	8.44	
	9.27	9.23	9.18	9.17	9.12	
	9.29	9.32	9.36	9.38	9.44	
	10.27	10.23	10.18	10.17	10.12	
	10.29	10.32	10.36	10.38	10.44	
	11.27	11.23	11.18	11.17	11.12	
	11.29	11.32	11.36	11.38	11.44	
	12.27	12.23	12.18	12.17	12.12	
	12.29	12.32	12.36	12.38	12.44	
	13.27s	13.23	13.18	13.17	13.12	13.27S Mrak.
	13.29	13.32	13.36	13.38	13.44	
	14.27	14.23	14.18	14.17	14.12	
	14.29	14.32	14.36	14.38	14.44	
	15.27	15.23	15.18	15.17	15.12	
	15.29	15.32	15.36	15.38	15.44	
	16.27	16.23	16.18	16.17	16.12	
	16.29	16.32	16.36	16.38	16.44	
	17.27	17.23	17.18	17.17	17.12	
	17.29	17.32	17.36	17.38	17.44	
	18.27	18.23	18.18	18.17	18.12	
	18.29	18.32	18.36	18.38	18.44	
	19.27	19.23	19.19	19.18	19.13	
	19.29	19.32	19.36	19.37	19.43	
	20.26	20.22	20.18	20.17	20.12	
	20.28	20.31	20.35	20.36	20.42	
	21.24	21.22	21.18	21.17	21.12	
	21.26	21.28	21.32	21.33	21.38	
	22.50	22.48	22.44	22.43	22.38	
	22.51	22.53	22.57	22.58	23.03	
23.25	23.20	23.18	23.14	23.13	23.08	23.25 Vozovna
23.40V						23.40V Vozovna
<p>☒ - Bezpečnostní přestávka V - Vozovna K - Kódování S - střídání směr</p>						
Id.č.2703						
Zpracováno systémem SKELETON © FS software Olomouc						

Obrázek 11-3 Provozní jízdní řád linky 27 [4]



Graf 1-3 Poměr jízdy a celkového času u linky 27

4. Základní popis nového systému rozdělování denních služeb

Nový modul rozdělování služeb řidičům Plzeňských městských dopravních podniků vychází stejně jako stávající ze zákona 475/2001 Sb., o pracovní době a době odpočinku zaměstnanců pracujících v nerovnoměrně rozvržené pracovní době v dopravě. [14]

Platí, že zaměstnanec musí nejdéle po 4 hodinách řízení čerpat bezpečnostní přestávku v trvání nejméně 30 minut, nenásleduje-li nepřetržitý odpočinek mezi dvěma směnami nebo nepřetržitý odpočinek v týdnu. Z toho vyplývá, že řidič městské hromadné dopravy může podle tohoto zákona řídit čtyři hodiny v kuse. Po čtyřech hodinách jízdy, by byl řidič vystřídán dalším řidičem. „Vyjetý“ řidič by absolvoval zákonem nařízenou bezpečnostní přestávku a mohl pak nastoupit na další čtyřhodinovou směnu na jiné lince.

To by v ideálním případě znamenalo, že autobus bude plně využit a odpadnou tak dlouhé prostoje na konečných z důvodu čerpání bezpečnostních přestávek. Je to však velmi zjednodušeně řečeno. Podle čtyřhodinové základní doby směny, by se také lépe rozdělovali směny. Přehled o odpracovaných hodinách a případná změna směny by byly mnohem přehlednější. Rozdělení směn na menší části by měl za následek více možných variant.

Je nutné důkladně definovat a posoudit důsledky těchto změn na stávající stav v provozu MHD Plzeň. Je velké množství faktorů, které po zavedení nového systému ovlivní celý chod provozu MHD.

Změna zavedení nového systému má za následek mnoho změn, které je třeba brát zřetel. Zavedení nového systému směnnosti by nemělo mít zásadní negativní vliv na stávající jízdní řády. Tvorba nových jízdních řádů je velmi obtížná vzhledem ke sladění s celým integrovaným systémem ve městě. Dalším problémem, který je třeba vyřešit je zvýšení počtu střídání mezi směnami následkem rozdělení směn na kratší. Nový systém může také mít za následek změnu některých střídacích míst.

Dlouhé časové intervaly na konečných stanicích, které slouží jako bezpečnostní přestávky v řízení, jsou zároveň také vyrovnávací časy případných zpoždění spojů. To je jeden z nejdůležitějších faktorů, na který je třeba brát velký zřetel. Drobná změna v intervalech dopravních prostředků je vzhledem k eliminaci prostojů na konečných nevyhnutelná. Mělo by se ale jednat pouze o drobné úpravy. Náročnější změny v jízdních řádech jsou nežádoucí. Tato změna by vedla k přepracování celého systému sladění linek.

5. Důsledky zavedení nového systému na stávající stav

Změna zavedení nového systému má za následek mnoho změn, které je třeba brát zřetel. Zavedení nového systému směnnosti by nemělo mít zásadní negativní vliv na stávající jízdní řády. Tvorba nových jízdních řádů je velmi obtížná vzhledem ke sladění s celým integrovaným systémem ve městě. Dalším problémem, který je třeba vyřešit je zvýšení počtu střídání mezi směnami následkem rozdělení směn na kratší. Nový systém může také mít za následek změnu některých střídacích míst.

Dlouhé časové intervaly na konečných stanicích, které slouží jako bezpečnostní přestávky v řízení, jsou zároveň také vyrovnávací časy případných zpoždění spojů. To je jeden z nejdůležitějších faktorů, na který je třeba brát velký zřetel. Drobná změna v intervalech dopravních prostředků je vzhledem k eliminaci prostojů na konečných nevyhnutelná. Mělo by se ale jednat pouze o drobné úpravy. Náročnější změny v jízdních řádech jsou nežádoucí. Tato změna by vedla k přepracování celého systému sladění linek.

5.1. Sladění linek

Optimálním stavem sladěných návazností linek je podle [6] časové a prostorové setkávání všech nebo většiny linek MHD v centrálním přestupním bodu (či bodech) v závislosti na velikosti města. Tento způsob koordinace přípojů je označován také jako tzv. systém časových uzlů. Toto závisí především na společném uspořádání sítě linek MHD, u které bývají převážně (páteřní) linky vedeny paprskovitě z centra města. Trasování dvou nebo více linek do stejné lokality nebo paralelní obsluha na delších traťových úsecích nabízí šanci zahustit sled spojů díky posunu poloh spojů. Zda se položí větší váha na setkávání vozidel v centrálním přestupním uzlu nebo zahuštění posunutím časových poloh spojů závisí mimo jiné na tom, jak velký je počet přestupujících v systému v porovnání s počtem nastupujících a vystupujících na traťových úsecích při paralelním vedení linek. V neposlední řadě závisí i na tom, jak dlouhé úseky jsou paralelně vedenými linkami obsluhovány.

Nový systém by neměl radikálně narušit současné sladění všech linek, kterých by se tato změna týkala. Proto je velmi důležitý výběr linek, u kterých by byla změna možná.

5.2. Dodržení doby řízení

Velkým rizikem při zavedení nového systému je nedodržení zákonem povolené doby řízení. Řidič městské hromadné dopravy může řídit nepřetržitě čtyři hodiny. Po té musí následovat třicetiminutová doba odpočinku. Rozdělená doba odpočinku, která je možná v současném stavu, a sice tři krát deset minut během čtyřhodinové směny v novém systému odpadá. Je proto velmi důkladně vyřešit situaci, která může nastat a to že řidič v důsledku dopravní situace nestihne dojet v limitovaném čase na místo střídání.

5.3. Střídací místa

Dalším faktorem, který je velmi důležitý pro bezchybný chod celého provozu městské hromadné dopravy jsou místa určená pro střídání směn. V Plzni jsou to konkrétně místa Mrakodrap, Muzeum, Sady pětatřicátníků, Bory a Doubravka Zábělská. Na těchto místech probíhá střídání směn právě u linek, na které se tato práce zaměřuje. Je možné, že zásah do současného časového rozdělení může mít za následek rozšíření těchto míst. Zkrácením směn dojde k nárůstu počtu střídání. Tím samozřejmě narůstá riziko, že se z různých důvodů nedostaví střídací směna včas na místo, řidič už nebude moci pokračovat z důvodu nutné bezpečnostní přestávky a spoj nebude moci pokračovat.

V současném systému se tento problém řeší tím, že původní řidič pokračoval do té doby, než se opozdilec dostavil, nebo nepřišla záloha, která je k dispozici ve výpravně (každý den jsou k dispozici čtyři řidiči, kteří jsou schopni zaskočit za opozdilce, dovézt autobus na výměnu za porouchaný a podobně). To vše ovšem chvilku trvá.

5.4. Zpoždění spojů

Plzeňská městská hromadná doprava provozuje rozmanitý systém linek. U příměstských linek, které neprotínají střed města je zpoždění jen výjimečné, způsobené jednotlivými událostmi. Nehoda, porucha na voze a podobně. Linky protínající přímo střed města jsou ovlivněny provozem, který se často mění. V čase dopravní špičky mohou spoje nabrat i několika minutové zpoždění. V současném systému se tyto časové odchylky srovnají na konečných stanicích a spoj opět vyjíždí na linku v čase daném jízdním řádem.

Nový systém tyto časy radikálně zkracuje, a proto je jeden z nejdůležitějších úkolů práce vyřešit tento problém. Je již dopředu jisté, že existují linky, které se bez vyrovnávacích časů na konečných neobejdou. Podrobná analýza linek bude součástí praktické části práce. Velkým pomocníkem pro řešení problému se zpožděním spojů by měl být nově zavedený Dynamický dispečink [8].

5.5. Vliv změny systému na rozdělování směn

Jak již bylo uvedeno, v současném stavu se pracuje se směnami různých délek v rozmezí dvou, až po bezmála dvanáctihodinovou směnu. Nový systém počítá se čtyřhodinovými bloky, což znatelně usnadní rozdělování práce. Bylo by velmi jednoduché, v tomto systému skládat denní i týdenní směny. Také náhlé změny oproti nastavenému schématu by se řešili mnohem jednodušeji, vzhledem ke stejně dlouhým směnám.

6. Popis rizik spojených se zavedením nového systému

Zavedení nového systému směnnosti výrazně zasáhne do časů vymezených na konečných stanicích. Ty slouží jako bezpečnostní přestávky a také jako forma vyrovnávání zpoždění spoje vzniklé během jízdy. Nový systém předpokládá minimalizaci těchto časů. To sebou nese nutnou podmínku, a sice to aby spoj přijel do konečné stanice prakticky nezpožděn.

Zpoždování spojů způsobuje několik faktorů:

- **Silný provoz během dopravních špiček** - tento faktor je jeden z nejčastějších příčin zpoždování spojů městské hromadné dopravy. V ranních a odpoledních hodinách houstne provoz převážně osobní dopravy. To má za následek dlouhé kolony, ve kterých vozidla městské hromadné dopravy zůstávají zdržena někdy i několik desítek minut. Zvláště silný je provoz na konci pracovního týdne. Urbanistická struktura města Plzně nepočítala s tak rozsáhlým zavedením městské hromadné dopravy a prakticky neexistují možnosti vyhrazených jízdních pruhů pro vozidla MHD.
- **Nedokonalé sladění signalizačních zařízení** – všechny linky městské hromadné dopravy, kromě linek okrajových během své jízdy s konečnou na konečnou projíždějí spoustou světelně řízených křižovatek. Vlivem různých časů strávených při nastupování a vystupování cestujících na zastávkách nemůže prakticky řidič ovlivnit čas příjezdu ke světelně řízené křižovatce. Čas strávený čekáním na zelenou výrazně ovlivňuje celkové zpoždění spoje.
- **Vyjíždění ze zastávek** – vezmeme-li v úvahu počet zastávek při jedné jízdě z konečné na konečnou a ochotu řidičů ostatních vozidel umožnit vyjetí autobusu ze zastávky, je zřejmé, že tento faktor také výrazně ovlivňuje nárůst času spoje městské hromadné dopravy. Není nic výjimečného, když řidič autobusu čeká i několik desítek vteřin na možnost vyjetí ze zastávky. Když si uvědomíme, že intervaly mezi zastávkami jsou často dlouhé jen minutu, tak nárůst zpoždění stoupá geometrickou řadou.
- **Nastupování a vystupování cestujících** – tento faktor ovlivňující zpoždování spojů se také mění s časem. Jsou zásadní rozdíly mezi linkami vzhledem k typu cestujících a s tím spojené časy nutné pro jejich odbavení. U páteřních linek jako jsou linka č. 30 a č. 41 se dá počítat prakticky s celodenním maximálním vytížením a nárůstem časů strávených na stanicích. U ostatních linek se tento faktor mění s časem.

- **Nečekané události** – tento faktor zahrnuje nepředvídatelné události. Jedná se zejména o krátkodobá nehlášená dopravní omezení, nehody, nebo o poruchy přímo na vozidlech městské hromadné dopravy. Tyto události se musí řešit aktuálně a v závislosti na konkrétní situaci. Ovšem při posuzování možnosti zavedení nového systému má i tento faktor velkou váhu.
- **Zkušenosti řidičů** – tento faktor nemá velikou váhu, neboť se předpokládá profesionalita u všech řidičů nasazovaných přímo do provozu. Je ale důležité mít na zřeteli, že některé typy linek jsou náročnější více a některé méně. Jsou řidiči, kteří se „specializují“ na konkrétní linky a i to má vliv na celkové časy spojů.
- **Nasazení vhodných typů autobusů na konkrétní linky** – neméně důležitým faktorem je vhodný typ autobusu na konkrétní linku a čas. Nesprávné zvolení typu vozidla může mít za následek zdržení jak při odbavování cestujících, tak i při průjezdech městem.

Ke každému faktoru, který ovlivňuje zpoždování spojů městské hromadné dopravy, je třeba nalézt vhodný nástroj k jeho eliminaci. Zavedení nového systému je podmíněno průjezdem autobusových linek bez zpoždění.

Zpoždění nemá jen za následek nespokojenost cestujících, ale hlavně může nastat situace, že řidič, který má střídat po čtyřech hodinách nepřetržité jízdy se vlivem zpoždění nedostane včas na střídací místo. **Tato situace by měla za následek prakticky nutnost zastavit vozidlo a nemožnost pokračování v jízdě tímto „vyjetým“ řidičem.**

Další kapitola se zaměřuje na možnosti eliminace těchto faktorů a jejich důsledků.

7. Možnosti eliminace zpoždění autobusových spojů

7.1. Vyhrazené jízdní pruhy pro MHD

Vyhrazený jízdní pruh podle [12] je jízdní pruh na pozemní komunikaci, který je příslušnou dopravní značkou určen pouze pro některé druhy vozidel nebo jen pro stanovený účel. Vyhrazení může platit nepřetržitě nebo jen po vymezenou dobu.

Základním typem vyhrazeného jízdního pruhu je pruh vyhrazený pro autobusy městské hromadné dopravy nebo trolejbusy. Jeho hlavním účelem, často v kombinaci s detekcí vozidel světelným signalizačním zařízením, bývá preference veřejné hromadné dopravy, aby se její vozidla nezdržovala v dopravních zácpách vytvořených osobními nebo nákladními automobily, někdy je účelem též vyšší bezpečnost chodců na přechodech. Obvykle bývá vyznačen buď na pravé, nebo na levé straně části vozovky pro příslušný směr, v závislosti na umístění zastávek a na dalším směru jízdy. Vyhrazený jízdní pruh pro autobusy MHD bývá často veden po tramvajovém pásu, což umožňuje užívání společných (tzv. sdružených) zastávek s tramvajemi. Tento případ můžeme vidět v Plzni na Karlovarské třídě (zastávka Zoologická zahrada). Tam se sjíždějí na stejné úrovni jak tramvaje č.4,tak autobusy linky č. 41 a č. 27. Je to z hlediska přestupu cestujících nejbezpečnější stanice.

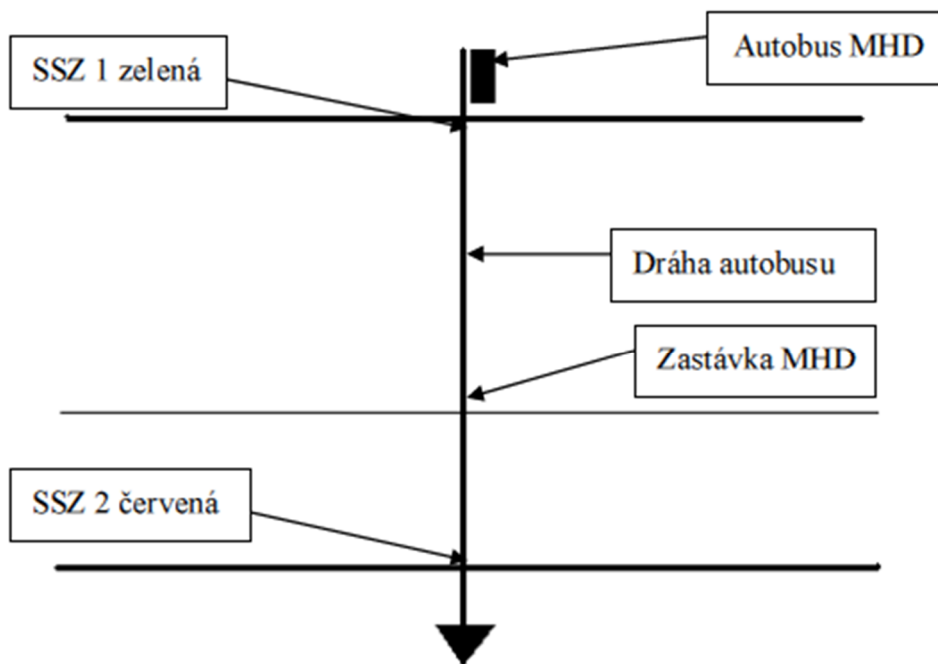


Obrázek 12-7 Sdružená zastávka Zoologická zahrada [9]

V mnoha zemích světa tvoří síť vyhrazených jízdních pruhů nebo i samostatných komunikací pro autobusy rychlý páteřní dopravní systém obdobný metru nebo příměstské železnici. Bohužel v Plzni vybudování takového páteřního systému vyhrazených jízdních pruhů znemožňuje urbanistický ráz města. Výstavba rozsáhlého systému vyhrazených jízdních pruhů by zejména v centru města nebyla z technických důvodů možná.

7.2. Preference vozidel MHD při průjezdu křižovatkou

Preferenci hromadné dopravy lze podle [9] rozumět poskytování výhody prostředkům MHD na světelně řízených křižovatkách před jinými dopravními prostředky. Na světelných křižovatkách se vozidlům MHD přizpůsobují signální plány tak, aby mohly co nejplynuleji projet. Kvůli pomalejším dopravním prostředkům, zvýšenému provozu nebo nastupování a vystupování cestujících na zastávkách, je rychlost dopravních prostředků MHD výrazně snížena.



Obrázek 13-7 Dráha autobusu MHD [9]

Na obrázku je znázorněna dráha pohybu autobusu z jedné světelné křižovatky na druhou. Autobus MHD začíná svůj pohyb z první křižovatky na zelenou, ale kvůli zastávce mezi oběma křižovatkami dojíždí na druhou světelnou křižovatku na červenou. Zpoždění na světelných signalizačních zařízeních (SSZ) má největší vliv na celkovém zpoždění dopravních prostředků MHD. Kdyby se podařilo eliminovat toto zpoždění, MHD by se stala více atraktivní a zavedení nového systému rozdělení denních služeb by bylo snadnější. To by vedlo k možnosti snížení počtu dopravních prostředků potřebných pro provoz jednotlivých linek MHD.

V Plzni už byla upravena většina křižovatek, z těch velkých například E. Beneše - 17. listopadu, Klatovská - Dobrovského, Borská - Němejcova, Koterovská - Sladkovského, Karlovarská - Na Chmelnicích, Folmavská - U Panasonicu, , Folmavská - U Nové Hospody nebo Dlouhá - Revoluční. Úpravy dopravního řešení kvůli preferenci autobusů a trolejbusů se nyní připravují křižovatky Lidická - alej Svobody, Lidická - Studentská, Plaská - Okounová, Karlovarská - alej Svobody, Karlovarská - Gerská, Nepomucká - Jasmínová a Folmavská - U Letiště.

7.2.1. Preference na světelných signalizačních zařízeních

Dopravní telematické aplikace (telekomunikační a informační technologie integrované s dopravním inženýrstvím) lze rovněž použít na světelných křižovatkách pro řízení provozu a preferování jednotlivých dopravních prostředků. Preference pozitivně ovlivňují plynulost a pravidelnost dopravních prostředků MHD. Není pochyb o tom, že jedním z hlavních cílů každého města je to, aby cestující dali přednost městské hromadné dopravě před individuální automobilovou dopravou.

Jednotlivé preference můžeme podle [8] rozdělit do čtyř skupin:

- **Aktivní preference** – způsob řízení světelných signalizačních zařízení podle požadavků dopravních prostředků MHD. Základ je na přenosu jednoduché informace ze snímače (prodloužení zelené, dřívější zelená, červená pro ostatní,...). Tento typ sice dokáže poskytnout preferenci vozidlům MHD, ale nedokáže určit kolik vozidlo veze lidí, nedokáže stanovit, zda jede vozidlo v souladu s jízdním řádem či nikoliv. Nedokáže ani rozhodnout mezi více prostředky MHD blížících se ke křižovatce z různých směrů. S ohledem na zmíněné nevýhody je zřejmé, že preferenci může dostat vozidlo, které ji mnohdy ani nepotřebuje.

- **Pasivní preference** – technologie vychází z předem propočteného plánu vozidel MHD na základě statistických propočtů, Tyto metody patří mezi běžné a nejlevnější metody. Patří k nim zejména změna délky cyklu, vytváření časových nových plánů, metoda objížděné trasy, změny jednotlivých fází (na základě propočtů rychlostí vozidel MHD se tvoří speciální fáze, kdy mohou dopravní prostředky MHD plynule projet na zelenou) a podobně. Tento způsob preference jak již bylo zmíněno, patří mezi metody nejlevnější. Vykazuje značné nevýhody, neboť je založen pouze na statistických propočtech a ty se v hustém provozu převážně velkých měst často mění. Může dojít k situaci, že se v daný časový interval vozidlo MHD v křižovatce vůbec neobjeví, a potom je preferovaný signál volno zcela zbytečný.

- **Absolutní preference** – vozidlo s absolutní preferencí podle [8] dostane signál volno, pokud je detekován, a nebere se žádný ohled na ostatní dopravní prostředky. Obecně platí, že absolutní preference způsobuje ztráty ostatním dopravním prostředkům a nedoporučuje se ji použít u prostředků MHD. Absolutní preference může rovněž způsobit jízdu vozidla MHD v předstihu oproti jízdnímu řádu a na další zastávce musí tento předstih vyrovnat čekáním.
- **Podmíněná preference** – tato preference počítá s celou řadou faktorů a na základě jejich analýzy podle [8] stanoví, jak a zda vůbec vozidlo MHD dostane přednost. Prostředek MHD se blíží ke křižovatce, spojí se s řídicím počítačem, ten dokáže vyhodnotit, zda je dopravní prostředek opožděn nebo naopak nadjetý. Podle aktuálních informací vyhodnotí, zda vyžaduje preferenci či nikoliv. V případě že ano, jde signál do řadiče. Řadič se spojí se světelným signalizačním zařízením, na kterém se objeví zelená a prostředek MHD může plynule projet křižovatkou.

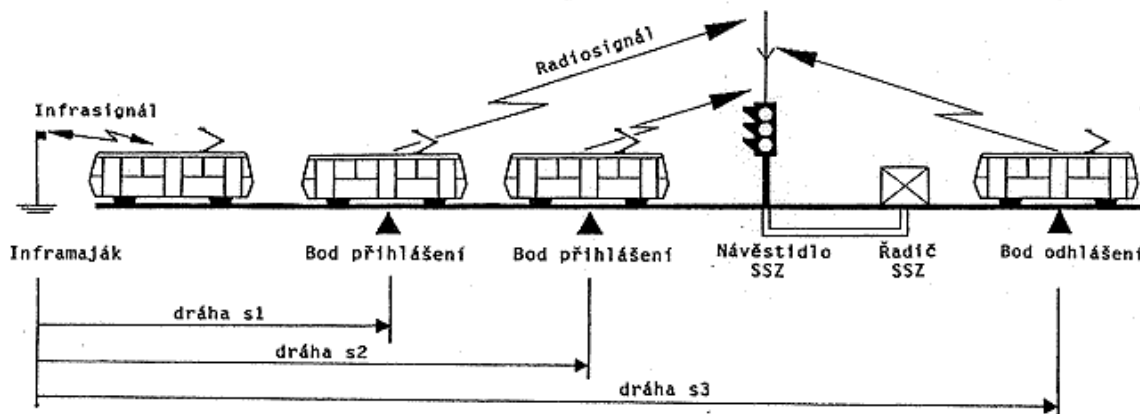
Samozřejmě existuje spousta faktorů, které ovlivňují podmíněnou preferenci. Může mezi ně patřit například:

- **Shoda jízdy dopravního prostředku s jízdním řádem** (není potřeba preference)
- **Obsazenost vozidla** (více obsazené vozidlo potřebuje preferenci více nežli méně obsazené)
- **Délka kolony ve směru jízdy prostředku MHD** (je-li vozidlo MHD v koloně je třeba prodloužit na světelném signalizačním zařízení signál volno, aby se vozidlo dostalo z této kolony dostalo co nejrychleji)

Největší priorita by se měla poskytnout vozidlu MHD, nejede-li ve shodě s jízdním řádem a to v případě, že je opožděné. Je zřejmé, že řídicí systémy musí být na daleko vyšší úrovni než systémy, které jsou používány pro absolutní preferenci vozidel.

Aktivní detekce tramvají na světelné signalizaci

Způsob „inframaják – radiosignál“



Obrázek 14-7 Radiosignál [8]

7.3. Inteligentní zastávky preferující výjezd vozidel MHD

Pod pojmem inteligentní zastávky, se každému vybaví zatím šest párů informačních elektronických panelů, umístěných na nejfrekventovanějších zastávkách MHD v Plzni.

Jedná se o stanice:

- Mrakodrap
- U Práce, Americká
- Palackého náměstí
- Bazén Slovany
- Zoologická zahrada
- Pod Záhorskem

„**Inteligentní zastávka**“ dle [4] je elektronický informační systém, který poskytuje cestujícím na zastávce aktuální textové a zvukové informace o dopravě. Panely zobrazují čísla linek, směr, čas do skutečného odjezdu nejbližších spojů a dále také textové zprávy z dispečinku informující o změnách provozu. Časy předpokládaných odjezdů zasílá dispečink přímo po vlastní rádiové síti, zahrnují tedy aktuální zpoždění jednotlivých spojů. Při výlukách, uzavírkách, nehodách apod. budou panely zobrazovat informace o příčinách přerušení provozu, předpokládané době jeho obnovení, trasách náhradních spojů atd. Pro zobrazení se využívá technologie LED diod s řízením jasu, která zaručuje velmi dobrý kontrast za všech světelných podmínek, a tedy i čitelnost zobrazovaných textů. Přitom zároveň snižuje spotřebu elektrické energie a zaručuje dlouhou životnost panelů. Celý systém je řízen z Dynamického dispečinku PMDP.

Tento systém je ale zaměřen na pohodlí a informovanost cestujících. Pro naši práci se na pojem inteligentní zastávka podíváme z druhé strany, a sice z pohledu samotného dopravního prostředku MHD. Nežli inteligentní zastávka, je přesnější pojem „**zastávka upřednostňující výjezd vozidel MHD**“. V plzni jsou zatím takové zastávky dvě, jedná se o zastávku *Zoologická zahrada* (sdružená zastávka linek č. 4, č. 41, č. 27) a *U školky* (linka č. 13, č. 31, č. 10). Tyto zastávky preferují výjezd vozidel MHD pomocí světelné signalizace, která je přímo ovládána signálem z vozu přes systém GPS. Výjezd vozidel MHD je proto z těchto zastávek plynulý, bez zdržení a hlavně bezpečný. Po odhlášení vozidla MHD ze zastávky (palubní počítač po zavření dveří a rozjetí vozidla oznámí další stanici) systém vyšle signál a světelné zařízení zastaví provoz pro ostatní tranzit a umožní vozidlům MHD plynulé vyjetí ze zastávky. Tento systém značně napomáhá k eliminaci zdržení při výjezdech zvláště při dopravních špičkách.

Rozšíření takto vybavených zastávek, zvláště na frekventovaných místech, by znatelně napomohlo k plynulosti provozu vozidel MHD.



Obrázek 15-7 Výjezd vozidla MHD ze zastávky U školky [20]

Jak na Nepomucké třídě, tak i na Karlovarské třídě docházelo při výjezdech ze zastávek bez tohoto systému ke značným zpožděním. Dnes jsou výjezdy prakticky bez opoždění.

7.4. Dynamický dispečink PMDP

V roce 2006 přišly PMDP s vizí zásadní modernizace dispečerského řízení a informačních technologií v plzeňské veřejné dopravě s využitím nejnovějších technologií oboru ITS. Vize se promítla do sestavení seznamu projektů „Komplexní řízení prostředků veřejné dopravy v Plzni“, jehož základním kamenem byla realizace projektu „**Dynamický dispečink PMDP**“[18].

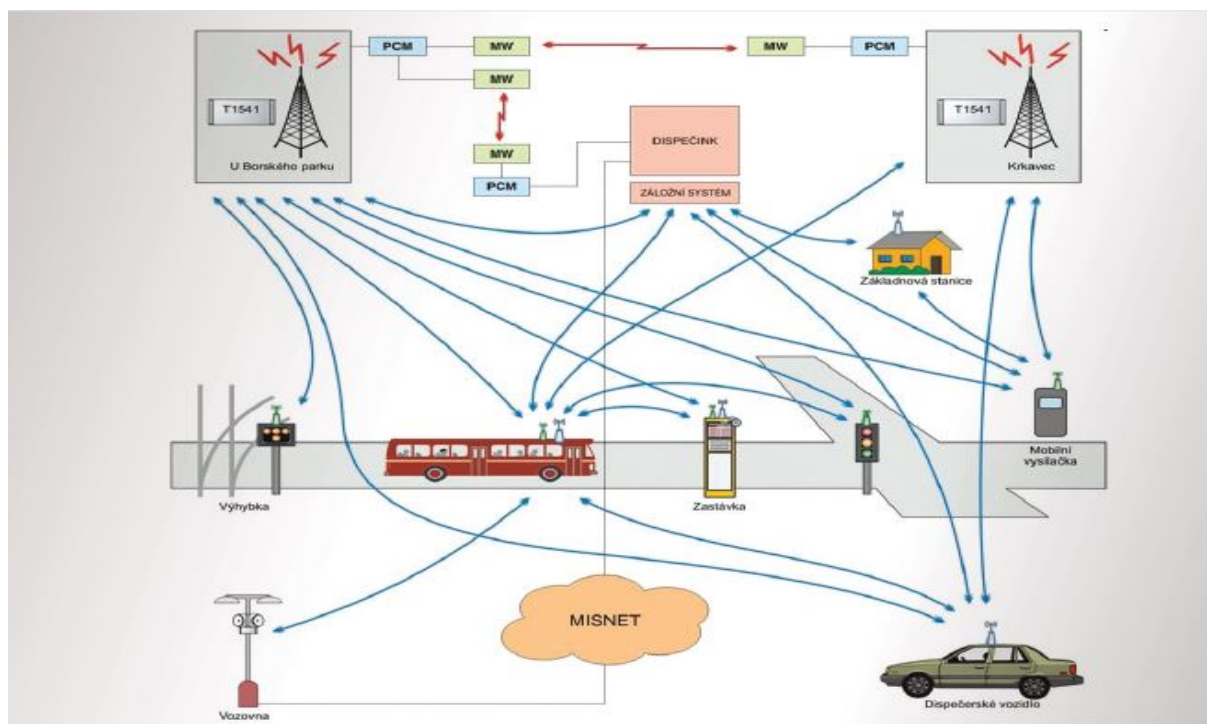
Tento projekt, který byl dokončen v roce 2010, se stal živnou půdou pro zrychlení informovanosti jak uvnitř dopravního podniku, tak i směrem k veřejnosti a to jak v případě rutinního provozu, tak při mimořádnostech v dopravě. V současnosti sledují dispečeri provoz na velkoplošné obrazovce, na které je během dopravní špičky zobrazeno přes 200 vozidel. Jádrem vybavení všech vozidel je palubní počítač, který plní roli počítače, řídicí jednotky napájení informačních periférií a také řízení komunikací, od rádia a Wi-Fi po audio hlášení cestujícím. Podrobné provozní informace o vozu jsou aktualizovány každých 10 vteřin a přenášeny po radiové síti TAIT. Dispečink automaticky vyhodnocuje stav vozidla a informuje o případných odchylkách od stanovených parametrů, především dodržení jízdního řádu. Důležitou součástí řešení dispečinku je plně automatizovaná aktualizace či stažení vozidlových dat a SW v palubním počítači i perifériích (tabule, tachografy, ovladače výhybek), která se odehraje ve vozovně během nočního odstavení i při vypnutém vozidle a bez přítomnosti personálu.

Neméně důležitou funkcí je možnost dispečera vzdáleně programovat doplňková hlášení a textové informace pro cestující ve vozidlech, nastavovat detailní pravidla pro časová období a místa jejich spuštění atd.

Při spuštění systému v roce 2010 byla také otestována datová komunikace mezi vozidly a řidiči světelných signalizačních zařízení na křižovatkách. Pro přenos se využívá tentýž rádiový systém TAIT. Palubní počítač vyhodnocuje svoji polohu na trase linky mezi zastávkami, nastavené parametry a s pomocí GPS vyhodnocuje průjezd přihlašovacími a odhlašovacími body křižovatek. Tento systém se osvědčil a po etapách jsou spouštěny jednotlivé křižovatky.

Dalším významným rozšířením systému bylo propojení informačního systému vozidla se systémem řízení výhybek VETRA. To umožnilo plnou automatizaci ovládání výhybek, která opět vychází z vyhodnocování polohy vozidla na trase linky palubním počítačem, který se stal hlavní inteligencí i pro účel ovládání výhybek. Přejít na nový systém proběhl ve velmi krátkém čase a bez komplikací. Zajímavostí nového systému je zachování možnosti poloautomatického či manuálního ovládání výhybek řidičem v hierarchii několika úrovní. Řidič tedy například může zvolit na ovladači výhybek předem připravené kódy trasy, které jsou zároveň nahrány i ve výhybkách. Toto řešení se využívá například při historických jízdách, testování nových trolejbusů Škoda či nenadálých provozních situacích.

Poslední aktuální inovací systému Dynamického dispečinku je jeho rozšíření o modul pro řízení integrované dopravy v plzeňském regionu. Tento projekt bude dokončen v roce 2014 a umožní z jednoho pracoviště řídit návaznosti mezi jednotlivými dopravními subsystemy v aglomeraci, tj. více než 600 vozidly. Dispečink bude také vyřizovat objednávky spojů na zavolání a podávat aktuální informace o dopravě pro cestující veřejnost.



Obrázek 16-7 Schéma Dynamického dispečinku [18]

7.4.1. Možnosti softwaru Dynamického dispečinku

Software pro PMDP podle [18] Sprinter 2010 pak představuje zjednodušené vyhledávání dat a informací pomocí nejrůznějších filtrů, nabízí obsluhu větší prostředky pro komunikaci s řidiči, vozy i cestujícími. V neposlední řadě dává více možností pro plynulejší a flexibilnější provoz a více šancí lépe a rychleji řešit neočekávané situace.

- Zobrazování všech přihlášených vozidel MHD
- Sledování zpoždění či nadjetí vozidel oproti jízdnímu řádu
- Automatická komunikace mezi dispečinkem a řidičem
- Vyhodnocování a ukládání odchylek od jízdního řádu pro další zpracování
- Sledování a vyhodnocování parametrů jízdy jednotlivých vozidel
- Automatické vyhledávání a informace o kritických místech v dopravě

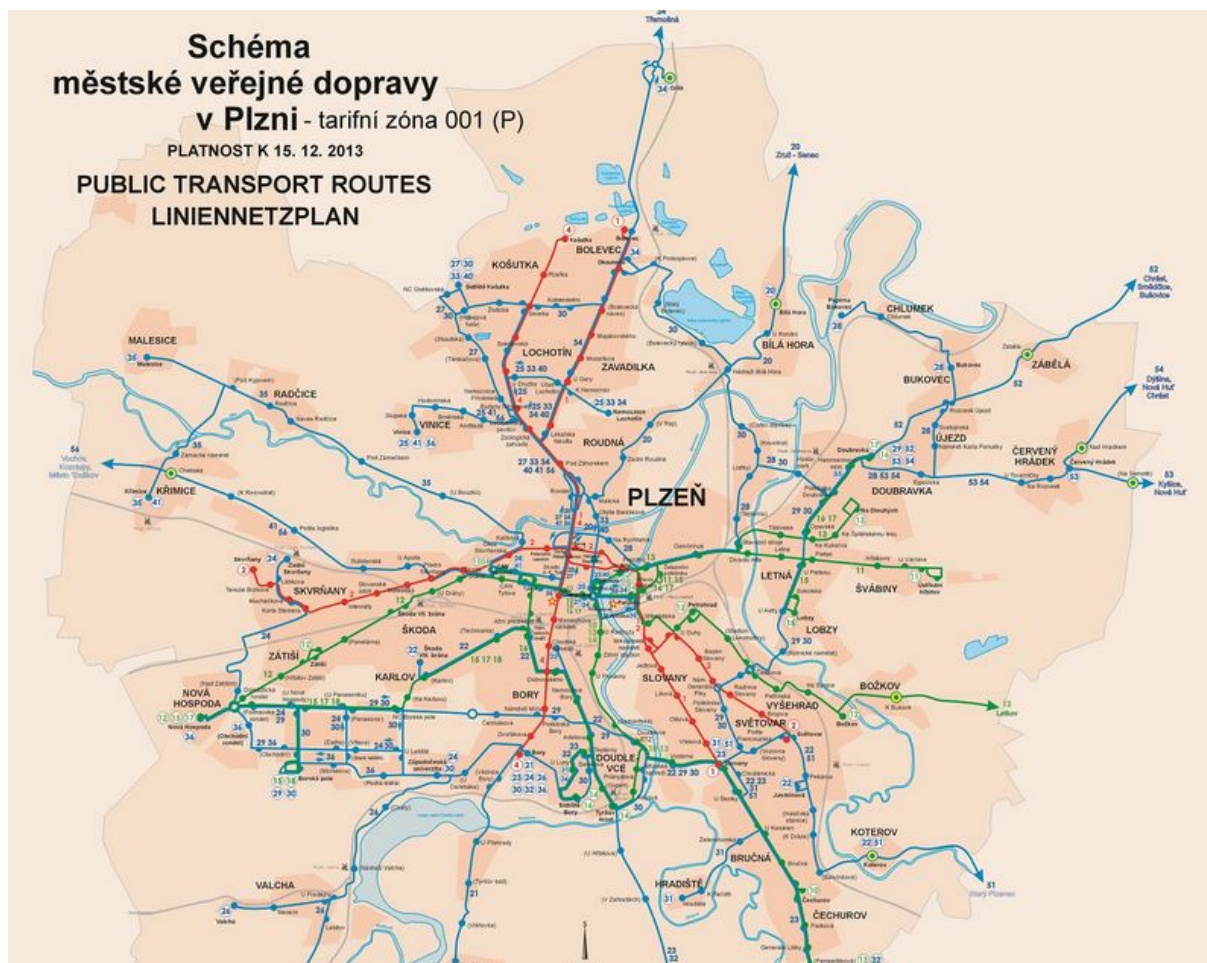


Obrázek 17-7 Sledování odchylek od jízdního řádu na obrazovce [18]

8. Podrobná analýza autobusových linek MHD Plzeň

Plzeňské městské dopravní podniky spravují k dnešnímu dni 33 autobusových linek [4]. Z toho je 9 nočních spojů. Analýza autobusových linek nám pomůže rozdělit linky do dvou kategorií. Na linky u kterých je nasazení nového systému rozdělení služeb neopodstatněné a na linky u kterých je reálná možnost tento systém použít. Z analýzy autobusových linek jsou předem vyřazeny linky nočních spojů a některé denní, u kterých by bylo nasazení nového systému rozdělení služeb neefektivní. Z druhé kategorie budou vybrány linky, na kterých bude nový systém zkušebně aplikován. Pomocí vhodné analýzy, se porovnájí klady a případná rizika spojená s aplikací nového systému rozdělení služeb na konkrétní lince. Podrobný popis všech kladných a záporných aspektů je nezbytnou součástí celkové analýzy. V této práci se budeme zajímat pouze spoji jezdících ve všedních dnech. Víkendové jízdní řády jsou vzhledem k větším intervalům mezi spoji jinak rozděleny a případná optimalizace by vzhledem k menší četnosti spojů nebyla efektivní. Na linkách jsou nasazeny různé druhy autobusů kromě dvou páteřních linek č. 30 a č. 41, kde jsou nasazeny velkokapacitní vozy. Na směnnost ale toto rozdělení nemá vliv, neboť řidiči jsou zacvičeni na všech druzích autobusů a mohou tedy pracovat na jakémkoliv lince dle potřeby zaměstnavatele.

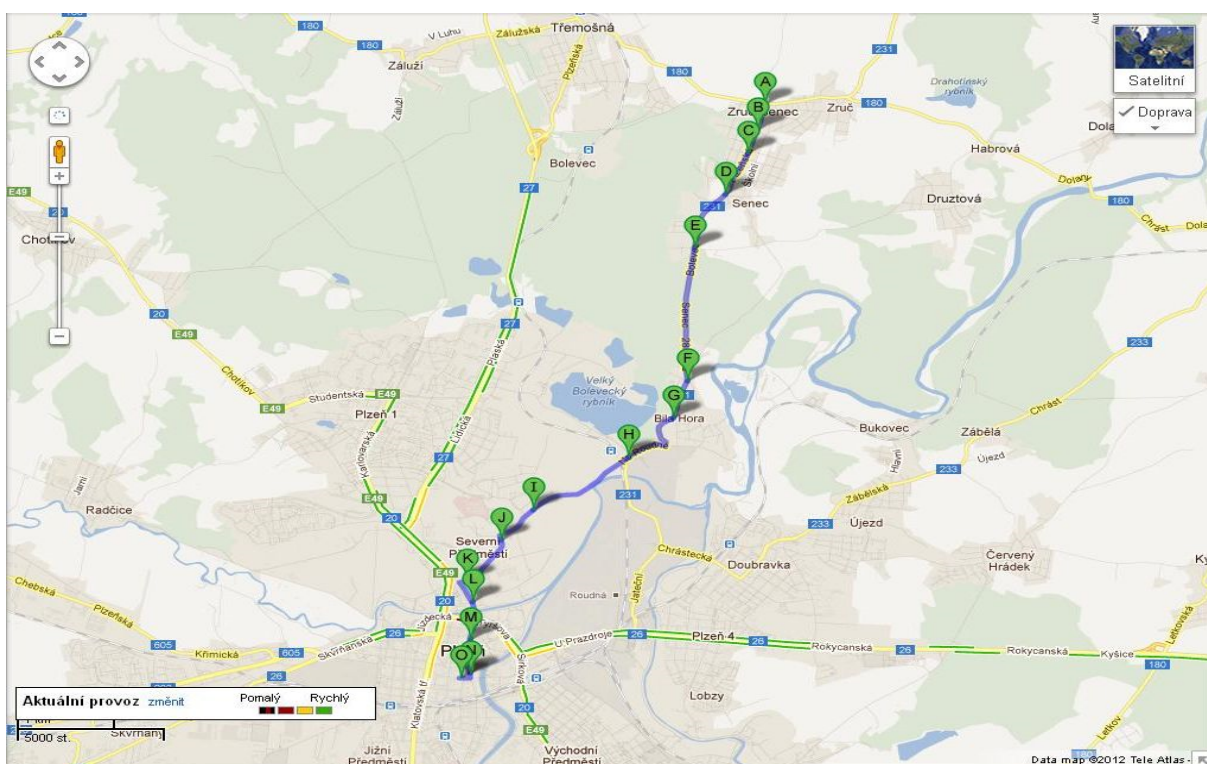
V příloze projektu budou uloženy směnné jízdní řády vybraných linek.



Obrázek 18-8 Schéma linek MHD Plzeň [4]

8.1. Linka 20

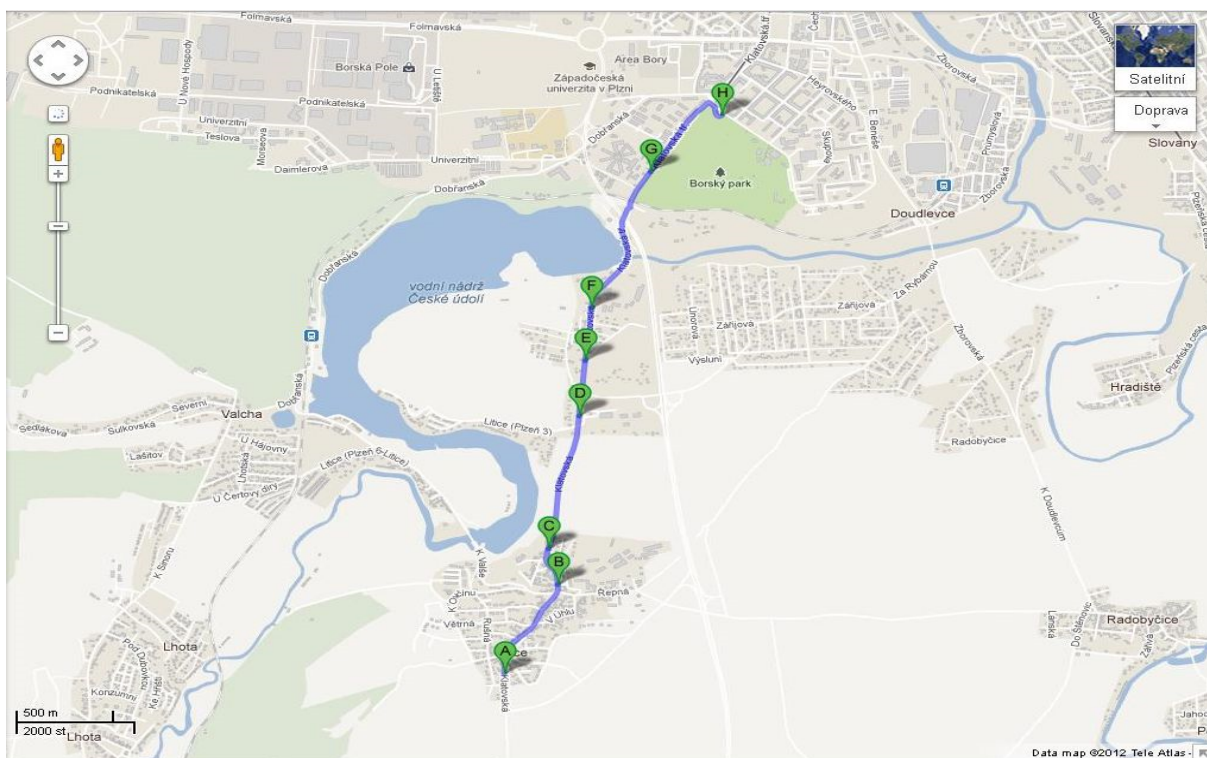
Autobusová linka č. 20 obsluhuje trasu *Mrakodrap - U Práce - Sady Pětatřicátníků - Bílá Hora - Zruč – Senec a zpět*. Na lince jsou nasazeny dva autobusy na celodenní „tůru“ (20/1 ; 20/2) a jeden autobus vypomáhající na ranní a odpolední špičku (tzv. dělnické, či školní spoje). Linku 20/1 obsluhuje ranní směna od 4.18 hod. do 13.05 hod, odpolední směna od 13.05 hod. do 20.45 hod. a noční směna od 20.45 hod. do 23.39. Střídací místo na této lince je ve stanici *Mrakodrap* směrem z centra na Roudnou. Linku 20/2 obsluhuje ranní směna od 4.43 hod. do 12.45 hod. a odpolední směna od 12.45 hod do 22.14 hod. Vypomáhající linka 20/3 je rozdělena do dvou částí. Ranní spoj od 4.08 hod. do 8.19 hod. a odpolední spoj od 13.02 hod. do 19.19 hod.



Obrázek 19-8 Trasa linky 20 [4]

8.2. Linka 21

Autobusová linka č. 21 obsluhuje trasu *U Luny - Bory – Litice a zpět*. Na této lince jsou nasazeny dva autobusy. Linka 21/1 jako celodenní „tůra“ a linka 21/2 jako výpomoc v ranní a odpolední špičce. Ranní směna na lince 21/1 slouží od 4.35 hod. do 12.39 hod, odpolední od 12.39 hod. do 20.38 hod. a noční směna od 20.38 hod. do 23.33 hod. Střídání směn probíhá na konečné stanici na *Bory*. Vypomáhající spoj je rozdělen na ranní směnu od 3.55 hod do 8.39 hod a odpolední směnu od 12.40 hod do 18.14 hod.



Obrázek 20 -8 Trasa linky 21 [4]

8.3. Linka 22

Autobusová linka č. 22 je specifická tím, že jí obsluhují pouze tzv. dělnické autobusy. Nejezdí zde celodenní spoje. Trasa linky je **Koterov - Jasmínová - Světovar - Slovany - Doudlevice ETZ - Škoda VIII. Brána a zpět**. Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi vytižený spoj v ranních a odpoledních hodinách převážející převážně dělníky a školáky je zde nasazeno 7 linek (22/1, 22/2, 22/3, 22/4, 22/5, 22/6, 22/7). Všechny tyto linky jezdí tzv. z vozovny do vozovny, a proto nemají střídací místo.

Některé spoje linky č. 22 ještě obsluhují spoj do Hradiště pod číslem 31. Také z tohoto důvodu je nasazeno takové množství linek č. 22.

Linku 22/1 obsluhuje ranní směna od 4.29 do 11.11 hod. a odpolední od 12.05 do 18.01 hod.

Linku 22/2 obsluhuje ranní směna od 4.30 do 7.43 hod. a odpolední od 13.20 do 19.11 hod.

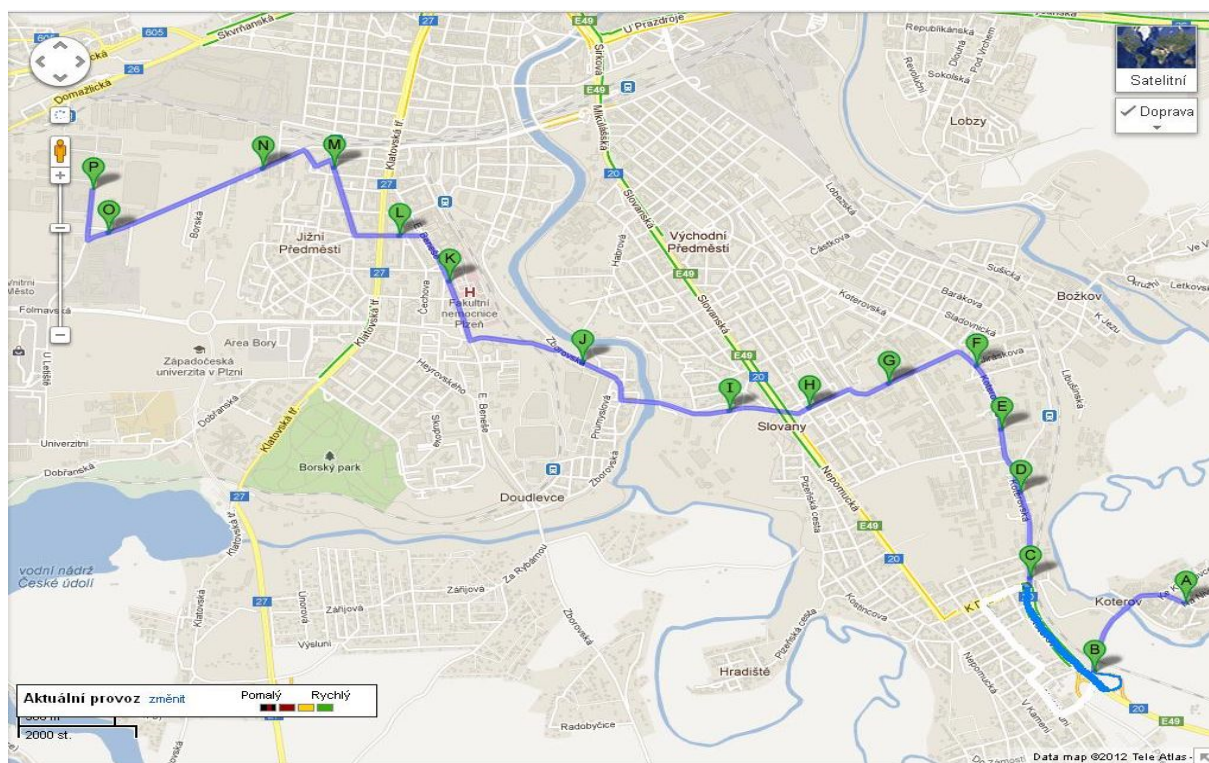
Linku 22/3 obsluhuje ranní směna od 4.55 do 8.08 hod. a odpolední od 12.50 do 16.17 hod.

Linku 22/4 obsluhuje ranní směna od 4.59 do 8.15 hod. a odpolední od 13.45 do 16.20 hod.

Linku 22/5 obsluhuje ranní směna od 5.01 do 8.31 hod a odpolední od 13.40 do 16.10 hod.

Linku 22/6 obsluhuje ranní směna od 4.47 do 8.00 hod. a odpolední od 13.35 do 15.47 hod.

Linku 22/7 obsluhuje ranní směna od 4.49 do 8.19 hod. a odpolední od 13.15 do 19.11 hod.



Obrázek 21-8 Trasa linky 22 [4]

8.4. Linka 23

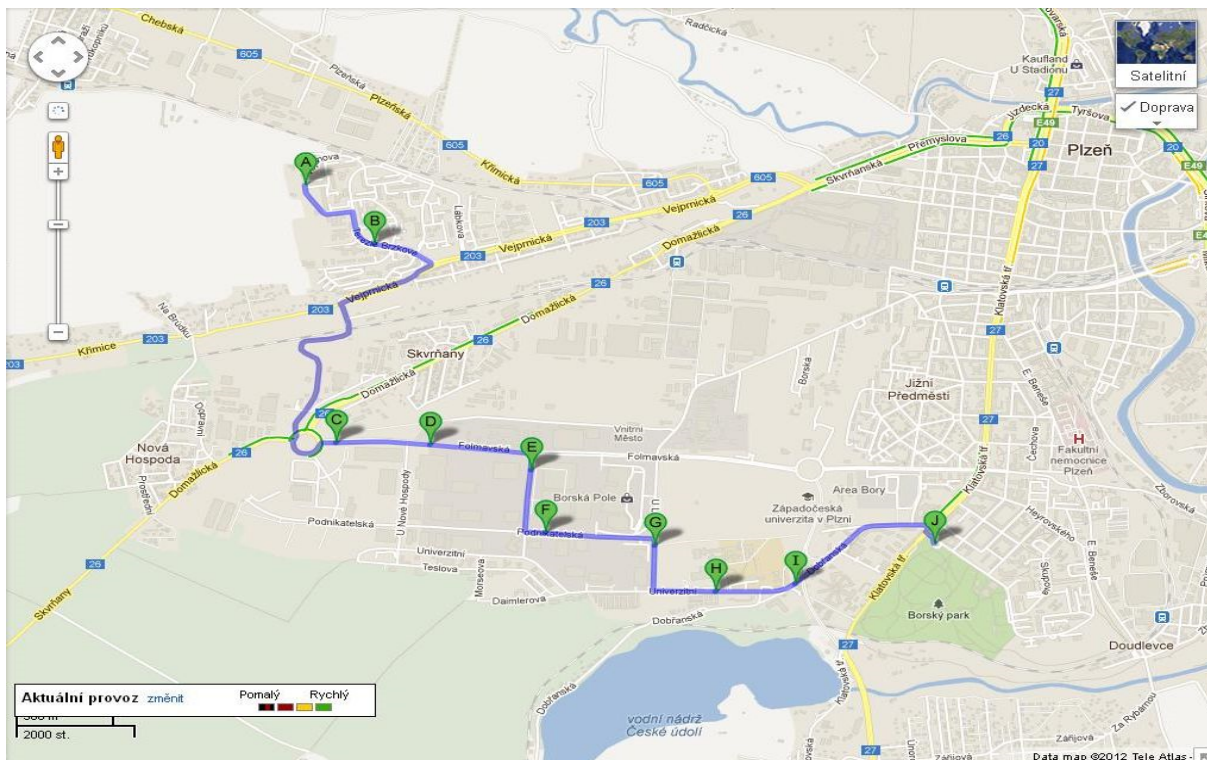
Autobusová linka č. 23 obsluhuje trasu **Bory - U Luny - Radobyčice - Podháji - Čechurov – Slovany a zpět**. Tato linka je pouze doplňující k jízdnímu řádu č. 32 a je nasazena pro dopravu školní mládeže do a ze škol. Hlavním směnným jízdním řádem pro tuto linku je tedy jízdní řád linky č. 32/2 (uvedeny dále v práci). Úprava tohoto jízdního řádu by neměla pro naši práci podstatný význam.

8.5. Linka 24

Autobusová linka č. 24 obsluhuje trasu **Bory - Západočeská univerzita - Zadní Skvrňany a zpět**. Tato linka je důležitým spojem mezi čtvrtěmi Bory a Skvrňany. V období školního vyučování na Západočeské univerzitě obsluhuje ještě spojení mezi zastávkou Bory a Západočeská univerzita. Linku obsluhují tři jízdní řady (24/1, 24/2, 24/3). Střídací místo je u těchto linek na konečné stanici *Bory*.

Linku 24/1 obsluhuje ranní směna od 4.37 do 13.08 hod. a odpolední od 13.08 do 22.55 hod. Linku 24/2 obsluhuje ranní směna od 4.48 do 13.24 hod. a odpolední od 13.24 do 22.39 hod. Při plném provozu je na linku 24/2 nasazen velkokapacitní autobus.

Linku 24/3 obsluhuje ranní směna od 6.05 do 12.56 a odpolední směna od 12.56 do 19.08 hod.



Obrázek 22-8 Trasa linky 24 [4]

8.6. Linka 25

Autobusová linka č. 25 obsluhuje trasu *Vinice - Nemocnice Lochotín a zpět*. Tato linka jezdí pouze v pracovní dny a je na ni nasazen pouze jeden „šejdrový“ jízdní řád. Obsluhuje ji nízkokapacitní autobus.

Linka 25/1 je obsluhována pouze ranní směnou od 4.50 do 8.22 hod. Pro tuto není linka č. 25 podstatná.

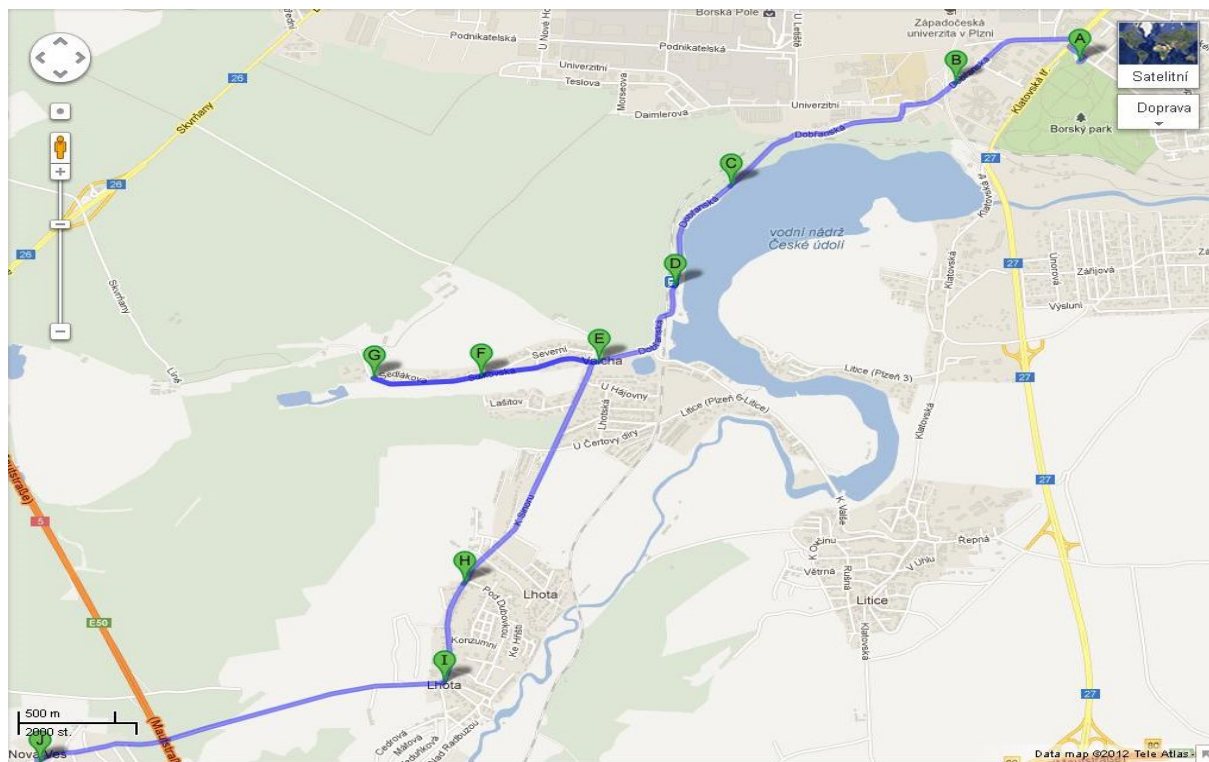
8.7. Linka 26

Autobusová linka č. 26 obsluhuje trasu *U Luny - Bory - Valcha - Lhota - Nová Ves a zpět*. Je to důležitý spoj mezi konečnou stanicí tramvaje č. 4 na borech a čtvrtí Plzeň Lhota. Na obsluhu této linky jsou nasazeny tři jízdní řády (26/1, 26/2, 26/3). Vybraný spoj ještě obsluhuje zastávku Nová Ves, která leží mimo tarifní zónu P (Plzeň město). Střídání směn na této lince je zvolené na konečné stanici Bory.

Linku 26/1 obsluhuje ranní směna od 4.10 do 13.15 hod. odpolední směna od 13.15 do 20.14 hod. a noční směna od 20.14 do 23.49 hod.

Linku 26/2 obsluhuje ranní směna od 4.20 do 8.55 hod. a odpolední směna od 12.55 do 19.14.

Linku 26/3 obsluhuje ranní směna od 4.03 do 7.55 hod. a odpolední směna od 14.05 do 17.41.

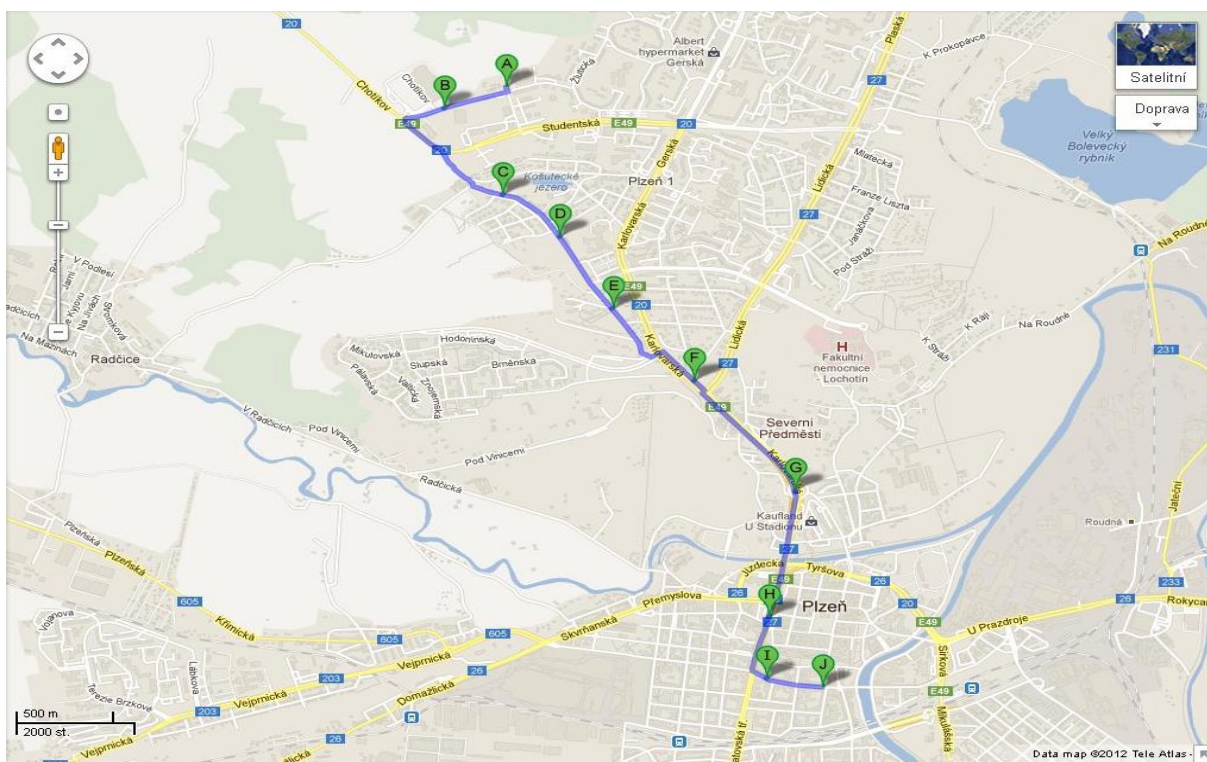


Obrázek 23-8 Trasa linky 26 [4]

8.8. Linka 27

Autobusová linka č. 27 je spojnici mezi centrem města a sídlištěm Košutka. Trasa této linky je **Mrakodrap - U Práce - Sady Pětatřicátníků - Rondel - Nemocnice Privamed - Sídliště Košutka a zpět**. Ve všední dny jsou na tento spoj nasazeny dva jízdni řády. Jedna celodenní „túra“ 27/1 a výpomocný „šejdr“ 27/2. Linka je velmi vytížená vzhledem k dobře zvolené trase a zastávkám. Střídací místo pro tuto linku je na konečné stanici *Mrakodrap* ve směru do centra.

Na jízdním řádu 27/1 pracuje ranní směna od 4.37 do 13.27 hod. a odpolední směna od 13.27 do 23.40 hod. Jízdni řád 27/2 obsluhuje ranní směna od 4.55 do 8.06 hod. a odpolední směna od 14.36 do 18.18 hod.



Obrázek 24-8 Trasa linky 27 [4]

8.9. Linka 28

Autobusová linka č. 28 je další klíčovou linkou spojující okrajové části města se středem. Její trasa je **CAN Husova - Sady Pětatřicátníků - Doubravka - Bukovec - Papírna Bukovec a zpět**. Na této lince, která stejně jako linka č. 27 projíždí přes nejvíce frekventovanou část Plzně (křižovatku u hlavní pošty) obsluhuje pět jízdních řádů. Tři celodenní „tury“ (28/1, 28/2, 28/3) a dva výpomocné „šejdry“ (28/4, 28/5). První jízdní řád přechází na noční spoj a třetí na konci obsluhuje jedním posledním kolem linku č. 34 do Třemošné u Plzně.

Jízdní řád 28/1 obsluhuje ranní směna od 4.34 do 13.02 hod., odpolední od 13.02 do 20.00 hod. a noční směnu od 20.00 do 23.59 hod.

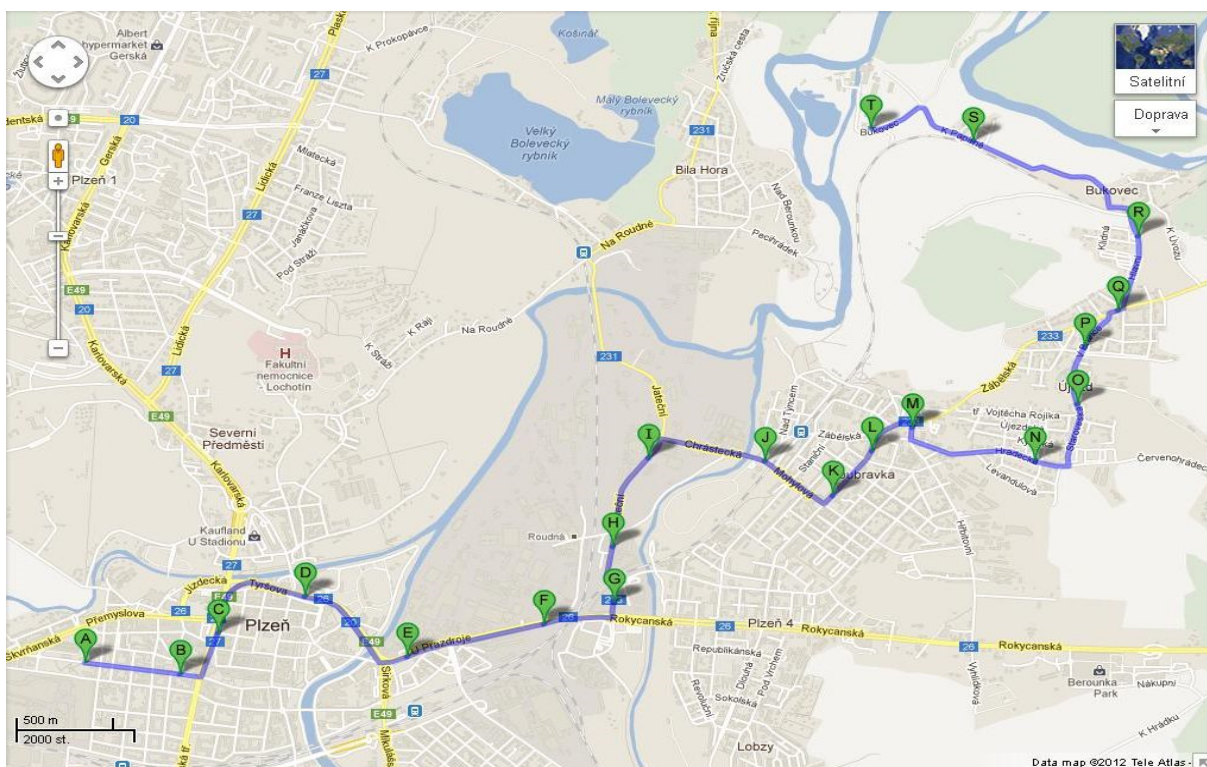
Jízdní řád 28/2 obsluhuje ranní směna od 4.49 do 13.32 a odpolední od 13.32 do 23.24 hod.

Jízdní řád 28/3 obsluhuje ranní směna od 4.24 do 13.04 a odpolední od 13.04 do 22.46 hod.

Strídání směn na celodenních linkách je v zastávce *Sady pětatřicátníků*.

Jízdní řád 28/4 je rozdělen na ranní od 4.14 do 9.41 a odpolední od 13.10 do 18.55 hod.

Jízdní řád 28/5 je rozdělen na ranní od 4.01 do 8.06 a odpolední od 14.35 do 19.14 hod.



Obrázek 25-8 Trasa linky 28 [4]

8.10. Linka 29

Linka číslo 29. spojuje Borská pole s městskou částí Doubravka. Její trasa je ***Borská pole - Obchodní rondel - Doudlevice ETZ - Slovany - Opatovská – Doubravka a zpět.*** Opět se jedná o velmi vytíženou linku převážně v ranních a odpoledních hodinách. Na obsluhu této linky je určeno šest jízdních řádů. Tři jsou celodenní „tury“ a tři výpomocné „šejdry“.

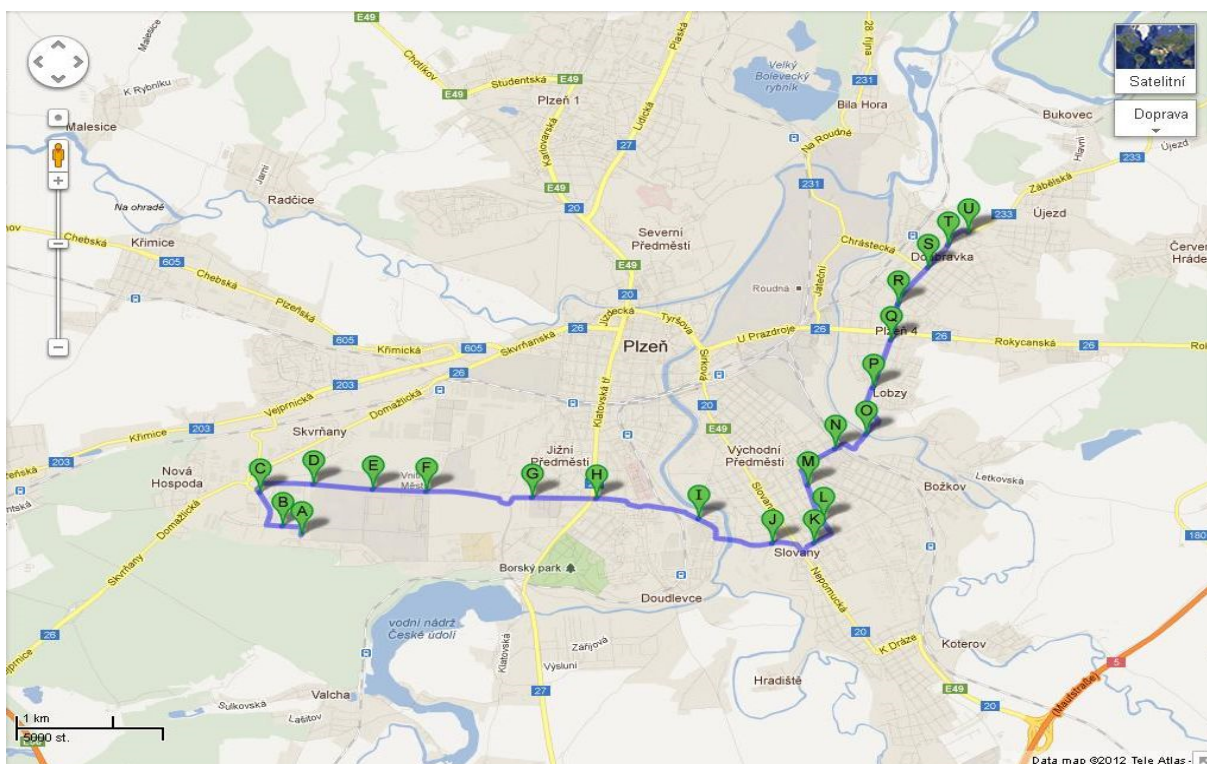
Jízdní řád č.29/1 obsluhuje ranní směna od 4.28 do 12.57 hod. a odpolední od 12.57 do 23.09 hod.

Jízdní řád č.29/2 obsluhuje ranní směna od 4.48 do 12.50 hod. a odpolední od 12.50 do 21.08 hod.

Jízdní řád č.29/3 obsluhuje ranní směna od 4.27 do 12.27 hod. a odpolední od 12.27 do 17.47 hod. Střídací místa těchto spojů jsou na zastávce *Slovany*.

Výpomocný spoj č.29/4 je rozdělen na ranní směnu od 4.40 do 9.15 hod. a odpolední od 14.04 do 19.02 hod.

Jízdní řád č.29/5 je obsluhován ranní směnou od 4.32 do 8.17 hod. a odpolední od 13.40 do 17.33 hod. Jízdní řád č. 29/6 je obsluhován ranní směnou od 5.04 do 8.19 hod. a odpolední směnou od 13.40 do 17.33 hod.



Obrázek 26-8 Trasa linky 29 [4]

8.11. Linka 30

Jedna z neznámějších a nejméně frekventovaných linek je páteřní linka číslo 30. Je to nejdelší linka a jízda z jedné strany plzně na druhou trvá hodinu. Trasa dle jízdního řádu je **Borská pole - Západočeská univerzita - Bory - Sídliště Bory - Slovany - Opavská - Okounová - Severka - Sídliště Košutka a zpět**. Na této lince jezdí celkem dvacet jedna jízdních řádů. Devět celodenních „tůr“ a dvanáct výpomocných „šejdrů“. První dva celodenní jízdní řády (30/1, 30/2) pokračují jako noční spoje. Pro naše potřeby jsou podstatné jen časy směn u celodenních spojů. Výpomocné spoje jsou koncipovány na ranní a odpolední čtyřhodinové směny a proto je není třeba optimalizovat.

Jízdní řád č.30/1 obsluhuje ranní směna od 4.03 do 12.09 hod. odpolední od 12.09 do 20.33 hod. a noční směna od 20.33 do 23.43 hod.

Jízdní řád č.30/2 obsluhuje ranní směna od 4.45 do 12.18 hod. odpolední směna od 12.18 do 19.48 hod. a noční směna od 19.48 do 23.27 hod.

Jízdní řád č. 30/3 má ranní směnu od 5.06 do 13.31 hod a odpolední od 13.31 do 23.23 hod.

Jízdní řád č. 30/4 má ranní směnu od 4.34 do 13.14 hod a odpolední od 13.14 do 23.09 hod.

Jízdní řád č. 30/5 má ranní směnu od 6.21 do 14.32 hod a odpolední od 14.32 do 23.16 hod.

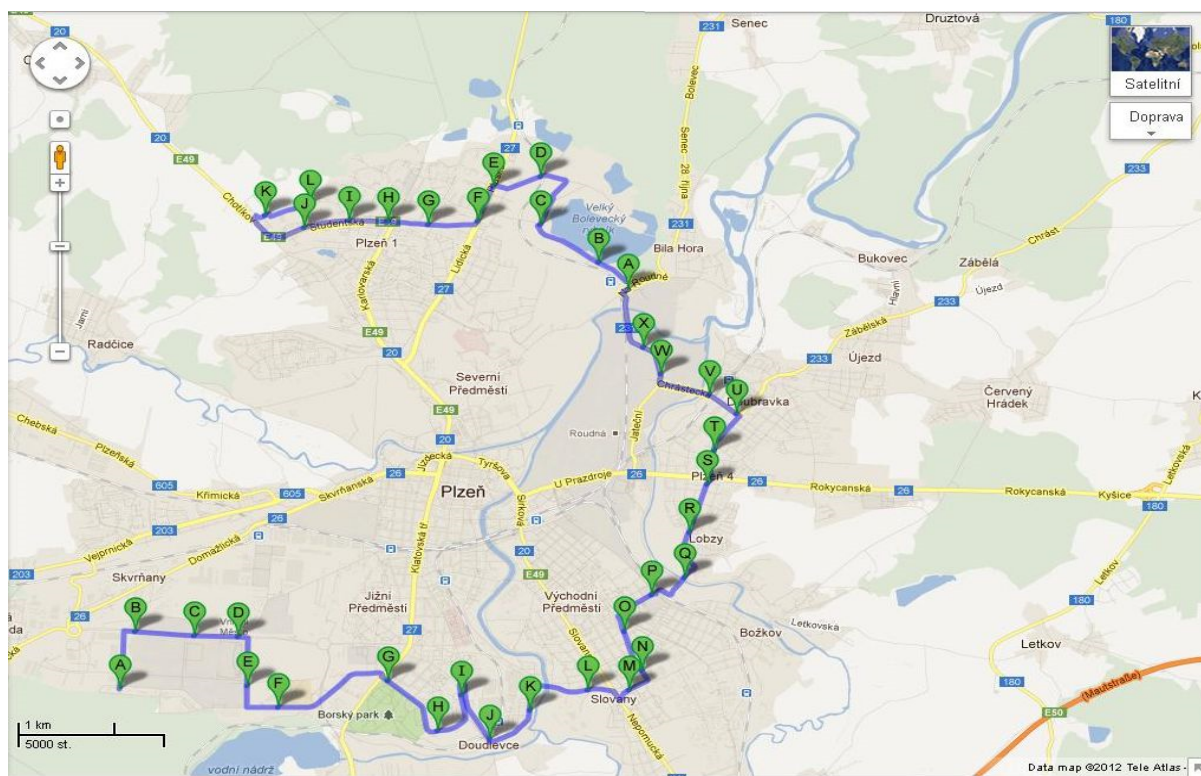
Jízdní řád č. 30/6 má ranní směnu od 4.55 do 12.33 hod a odpolední od 12.33 do 23.11 hod.

Jízdní řád č. 30/7 má ranní směnu od 4.25 do 13.46 hod a odpolední od 13.46 do 23.05 hod.

Jízdní řád č. 30/8 má ranní směnu od 4.36 do 13.03 hod a odpolední od 13.03 do 22.49 hod.

Jízdní řád č. 30/9 má ranní směnu od 4.27 do 12.44 hod a odpolední od 12.47 do 22.15 hod.

Strídání na všech těchto jízdních řádech probíhá ve stanici *Bory* v obou směrech.



Obrázek 27-8 Trasa linky 30 [4]

8.12. Linka 31

Autobusová linka č. 31 nemá svůj samostatný jízdní řád. Je „vnořená“ do jízdních řádů linky č. 22 a zejména pak 22/7. Trasa této linky je **Slovany – Hradiště a zpět**. Tato linka má specifický jízdní řád a není třeba zde uvažovat o optimalizaci ve směru navrhované změny.

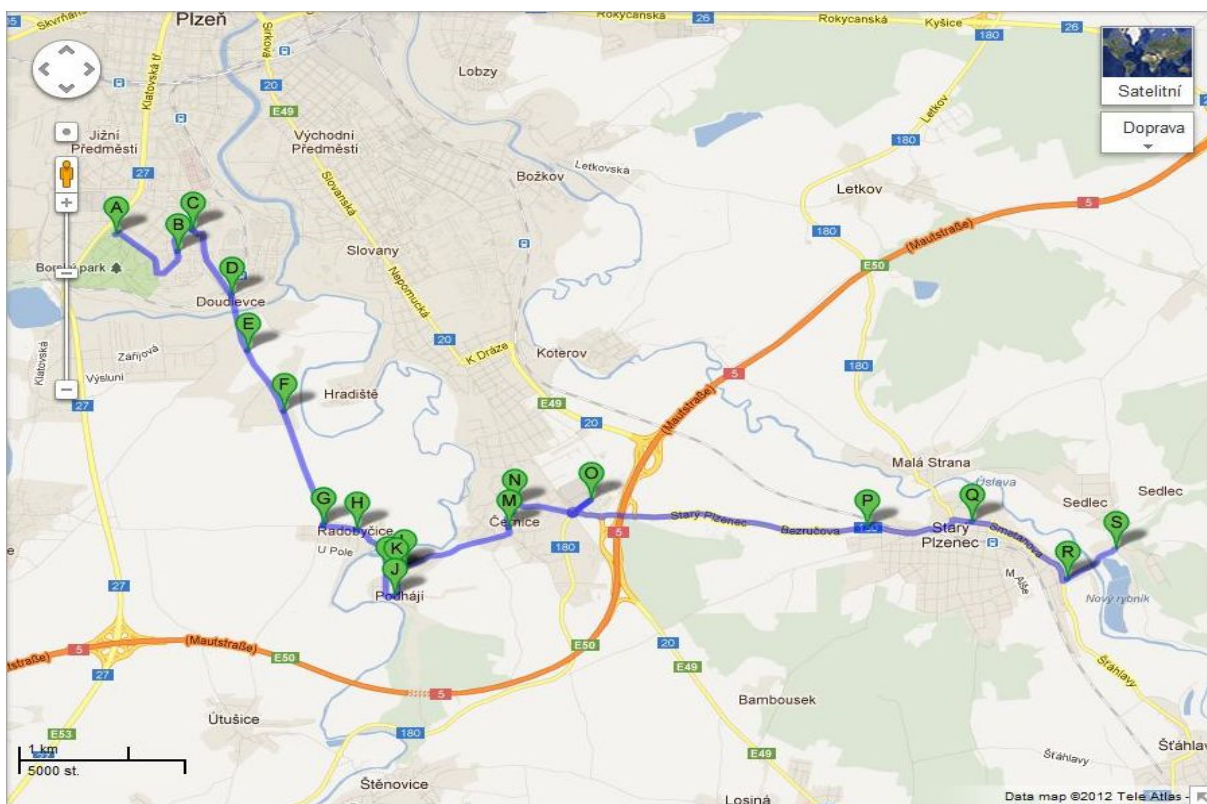
8.13. Linka 32

Autobusová linka č. 32 je velmi oblíbenou linkou, neboť spojuje dvě rozdílné části města a protíná okrajové části Plzeň Radobyčice a Plzeň Černice. Frekvence autobusů není velká, ale vzhledem k velké vzdálenosti je na lince nasazen výpomocný spoj v odpoledních hodinách i ve dnech pracovního volna. Trasa linky je **Bory - U Luny - Radobyčice - Podhájí - NC Černice - Starý Plzenec, Sedlec a zpět**. Do Starého Plzence a Sedlce zajíždí spoj pouze ve dnech pracovního volna. Ve všední dny tyto části obsluhuje linka č. 51. viz dále v práci. Linku č. 32 obsluhuje jeden celodenní jízdní řád 32/1 a výpomocný „šejdr“ 32/2.

Jízdní řád 32/1 je tvořen ranní směnou která začíná 4.35 a končí 13.10 hod., odpolední směnou od 13.10 do 19.40 hod. a končí noční směnou od 19.40 do 23.44 hod.

Jízdní řád 32/2 obsluhuje ranní směna od 4.20 do 8.05 hod a odpolední směna od 13.30 do 17.58 hod.

Ranní jízdní řád č.32/2 končí linkou č. 23 a odpolední jízdní řád začíná linkou č. 23. (viz. Linka č. 23).

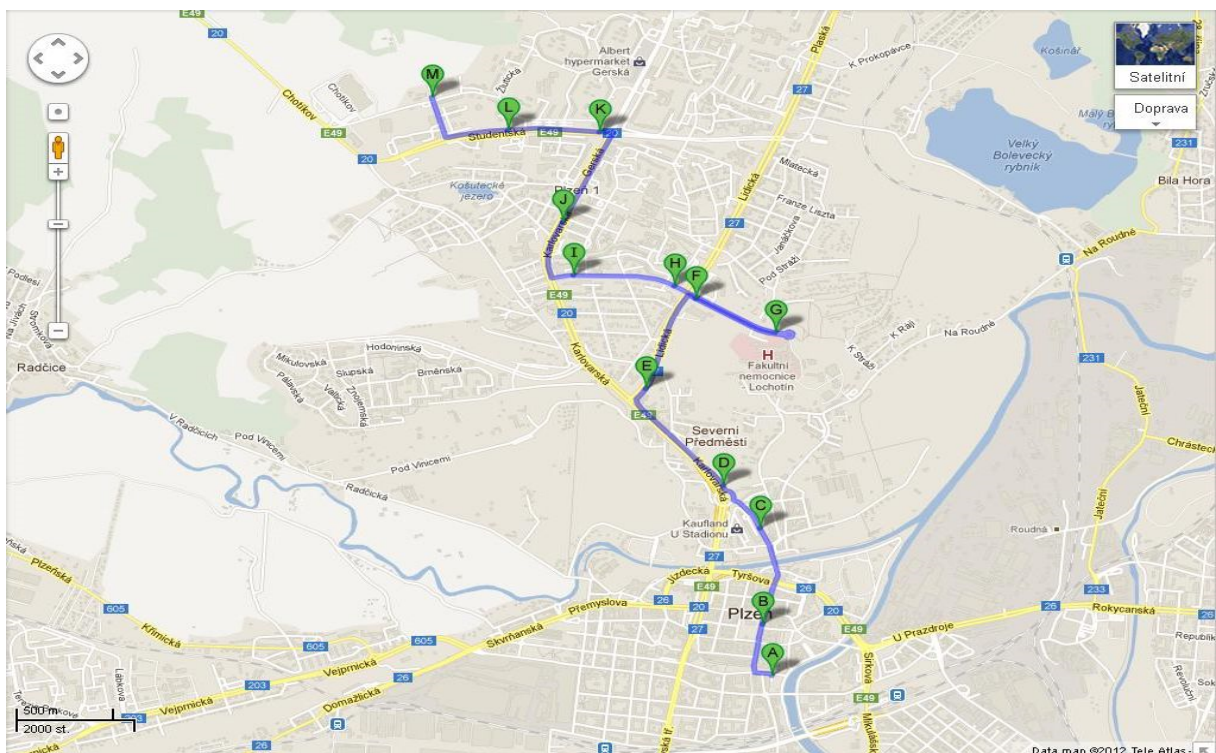


Obrázek 28-8 Trasa linky 32 [4]

8.14. Linka 33 a 40

Autobusová linka č. 33 spojuje střed města se sídlištěm Košutka. Nejdůležitějším bodem linky je stanice Nemocnice Lochotín. Je tedy zřejmé, že tato linka je velmi vytížená, hlavně cestujícími, kteří směřují do fakultní nemocnice Lochotín. Linka číslo 33 je obsluhována čtyřmi jízdními celodenními řády (33/1, 33/2, 33/3, 33/4) a jedním vytěžujícím odpoledním jízdním řádem (33/5). Trasa linky č. 33 je **Muzeum - Rondel - Nemocnice Lochotín - Severka - Sídliště Košutka a zpět**. Linka č. 40 má totožnou trasu pouze bez zajíždění do stanice Nemocnice Lochotín. Spojuje pouze střed města a sídliště Košutka a tvoří ji pouze vytěžující „šejdrové“ spoje (40/1, 40/2, 40/3, 40/4). Jelikož se jedná pouze o ranní a odpolední krátké spoje, nejsou pro tuto práci důležité.

Jízdní řád 33/1 obsluhuje ranní směna od 5.50 do 13.46 a odpolední směna od 13.46 do 23.45. Jízdní řád 33/2 obsluhuje ranní směna od 4.48 do 13.16 a odpolední směna od 13.16 do 23.19. Jízdní řád 33/3 obsluhuje ranní směna od 4.18 do 13.31 a odpolední směna od 13.31 do 19.55. Jízdní řád 33/4 obsluhuje ranní směna od 4.26 do 13.01 a odpolední od 13.01 do 19.35 hod. Šejdrový jízdní řád 33/5 má pouze ranní směnu od 4.33 do 9.11 hod.



Obrázek 29-8 Trasa linky 33 [4]

8.15. Linka 34

Autobusová linka č. 34 je specifická svou trasou, která spojuje střed města a závod jaderného strojírenství ve Třemošné u Plzně. Jedná se prakticky pouze o dělnický autobus, který naváží a sváží zaměstnance závodu JS a obsluhuje jej pouze dva „šejdrové“ spoj (34/1, 34/2). Trasa linky č. 34 je ***U Ježíška - Mrakodrap - Sady Pětatřicátníků - Rondel - Nemocnice Lochotín - Okounová - Orlík - Třemošná - Třemošná, ZŠ I a zpět.***

Jízdní řád 34/1 obsluhuje ranní směna od 4.59 do 8.33 hod a odpolední od 13.01 do 18.48 hod
Jízdní řád 34/2 je pouze ranní s nástupem ve 4.53 a koncem v 7.27 hod. Pro tuto práci je tento spoj nedůležitý.

8.16. Linka 35

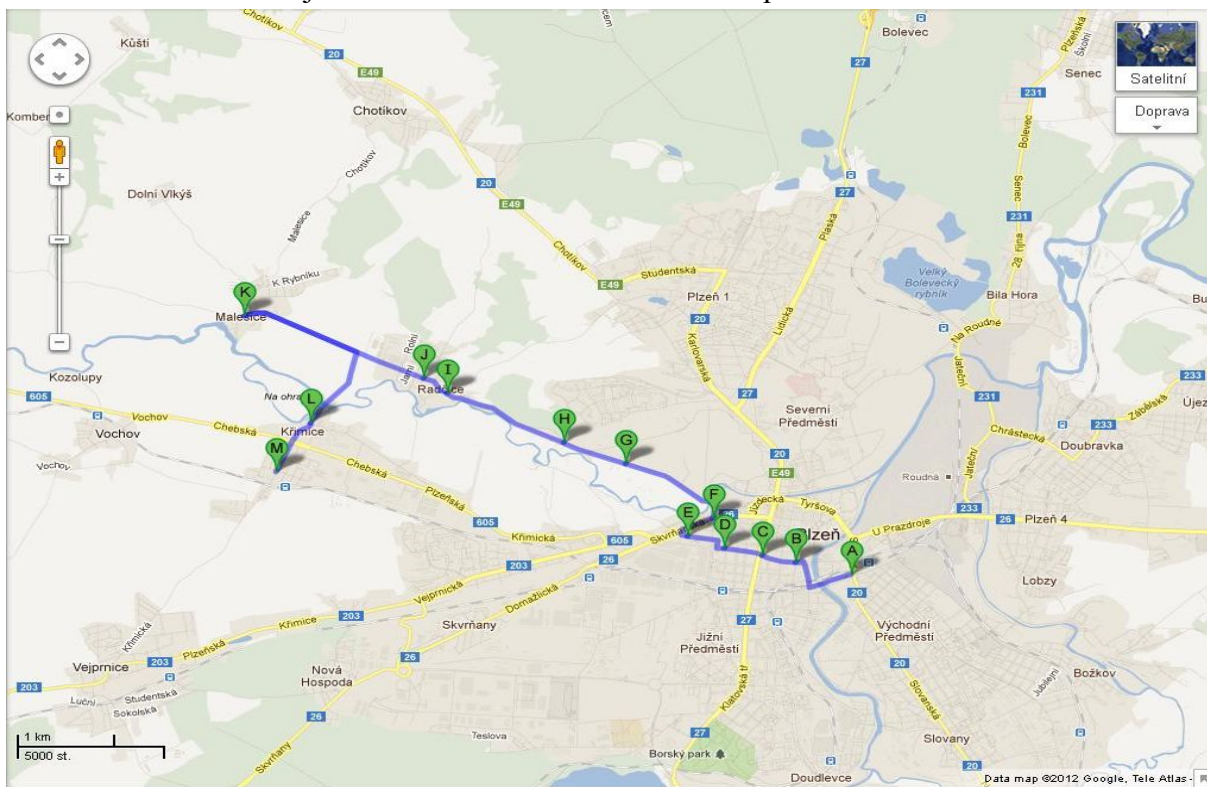
Linka číslo 35 spojuje střed města, konkrétně stanici U ježíška a dvě konečné stanice. Plzeň Křimice a Malesice. Linku číslo 35 obsluhují dva celodenní spoje (35/1, 35/2) a dva „šejdrové“ (35/3, 35/4). Spoje 35/1 a 35/3 končí ve stanici Malesice a spoje 35/2 a 35/4 ve stanici Křimice. Trasa linek je ***U Ježíška - Mrakodrap - U Práce - CAN Husova - Radčice - Malesice – Křimice a zpět.***

Jízdní řád 35/1 začíná ranní směnou od 4.22 do 13.43 hod, pokračuje odpolední směnou od 13.43 do 20.22 hodin a končí noční směnou od 20.22 do 23.51 hod.

Jízdní řád 35/2 obsluhuje ranní směna od 4.52 do 13.13 a odpolední směna od 13.13 do 20.36.

Jízdní řád 35/3 obsluhuje ranní směna od 4.37 do 9.08 a odpolední od 13.11 do 21.56 hod.

Jízdní řád 35/4 obsluhuje ranní směna od 4.27 do 8.48 a odpolední od 13.41 do 20.16 hod.



Obrázek 30-8 Trasa linky 35 [4]

8.17. Linka 36

Linka číslo 36 je další s dělnických spojů, které obsluhuje pouze jeden „šejdrový“ spoj. Linka má trasu ***U Luny - Bory - Západočeská univerzita - Obchodní rondel - Nová Hospoda a zpět*** a jezdí pouze v pracovní dny. Ranní i odpolední směna je cca. čtyřhodinová a pro naši práci je tento spoj nedůležitý.

8.18. Linka 40

Druhou nejvytíženější páteční linkou je linka číslo 41. Stejně jako u linky číslo 30 jsou zde nasazeny velkokapacitní autobusy. Hlavní trasa těchto linek je ***Vinice - Rondel - Sady Pětatřicátníků - CAN Husova – Křimice a zpět***. Některé spoje končí pouze v zastávce CAN Husova. K této lince číslo patří také spoj, který zajíždí až do Města Touškova označený číslem 56. Linku obsluhuje celkem dvanáct jízdních řádů. Z toho je pět celodenních „tůr“ (41/1, 41/2, 41/3, 41/4, 41/5) a osm vytěžovacích „šejdrů“ (41/6, 41/7, 41/8, 41/9, 41/11, 41/12).

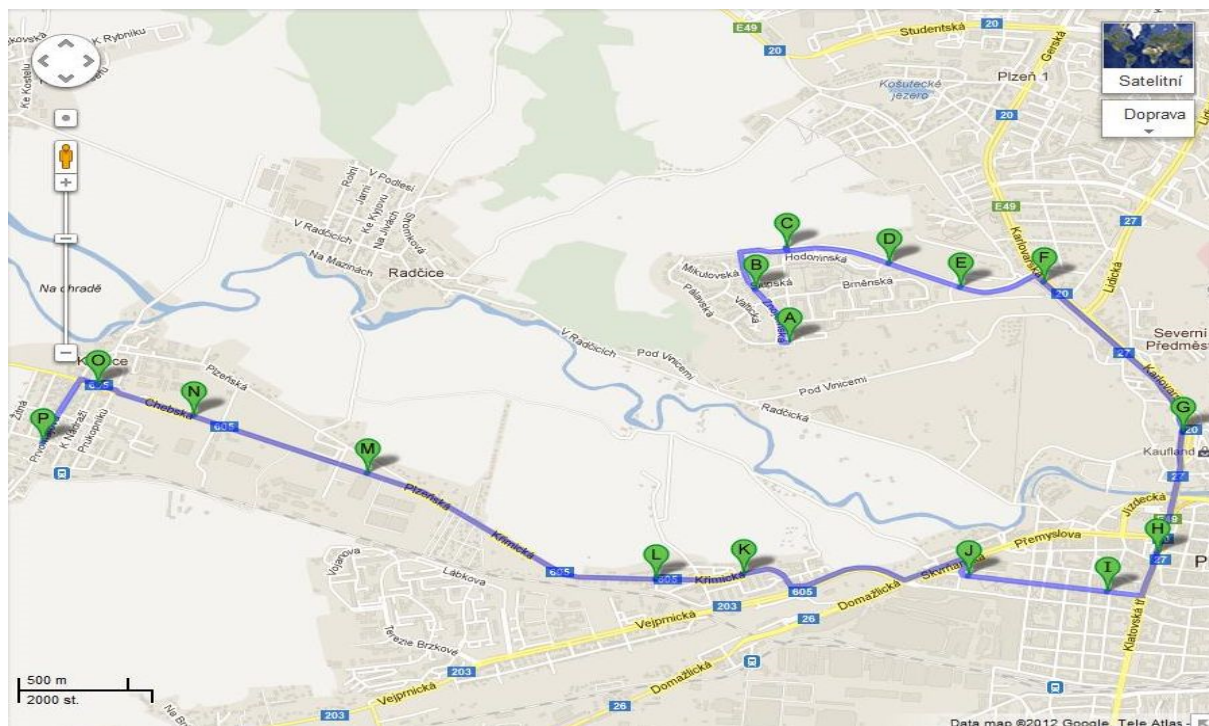
Jízdní řád 41/1 obsluhuje ranní směna od 6.12 do 14.14, odpolední směna od 14.14 do 20.45 a ukončen je noční směnou od 20.45 do 23.26 hod.

Jízdní řád 41/2 je obsluhován ranní směnou od 4.52 do 13.29, odpolední směnou od 13.29 do 20.43 a ukončen je noční směnou od 20.43 do 23.11 hod.

Jízdní řád 41/3 je obsluhován ranní směnou od 4.17 do 12.13, odpolední směnou od 12.13 do 19.33 a ukončen je noční směnou od 19.33 do 0.33 hod.

Jízdní řád 41/4 obsluhuje ranní směna od 5.42 do 13.51 a odpolední směna od 13.51 do 23.01.

Jízdní řád 41/5 obsluhuje ranní směna od 4.17 do 13.07 a odpolední směna od 13.07 do 20.47.

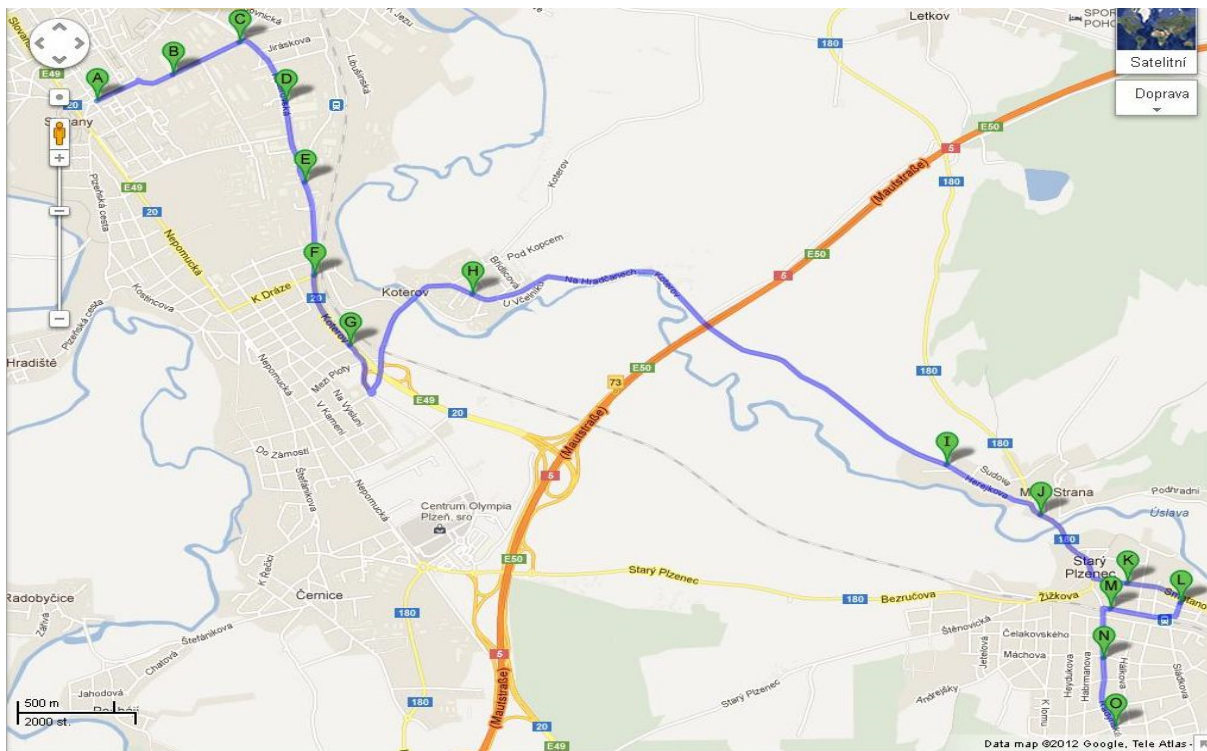


Obrázek 31 -8 Trasa linky 41 [4]

8.19. Linka 51

Autobusová linka číslo 51 obsluhuje trasu **Slovany - Světovar - Koterov - Starý Plzenec, vilová čtvrť a zpět**. Spoj obsluhuje pouze jeden celodenní jízdní řád (51/1). Trasu Slovany – Koterov obsluhuje také linka č. 22 a proto na linku č. 51 dostává jeden jízdní řád.

Směny jízdního řádu 51/1 jsou obsluhovány ranní směnou od 4.20 do 13.24, odpolední směna od 13.24 do 20.09 a končí noční směnou od 20.09 do 23.46 hod.



Obrázek 32-8 Trasa linky 51 [4]

8.20. Linka 52, 53, 54

Autobusové linky 52, 53, 54 jsou tzv. okrajové linky, které obsluhují okolní obce Červený Hrádek, Kyšice, Chrást, Dýšina, Nová Huť, Smedčice a Bušovice. Frekvence těchto spojů není tak častá jako přímo ve městě a jízdní řády jsou koncipovány tak, aby prostoje na konečných byly co možná nejmenší. Použití nového systému směnnosti by na těchto jízdních řádech nemělo význam.

9. Výběr linek vhodných pro zavedení nového systému

Z výše uvedeného seznamu a popisu linek městské hromadné dopravy v Plzni byly vyloučeny linky, u kterých je na první pohled zavedení nového systému buď nepodstatné, nebo nemožné.

V první řadě se jedná se o páteřní velkokapacitní linky č. 30 a č. 41. U těchto linek by zavedení nového systému směnností způsobilo velké riziko zpoždění. To by mělo vzhledem ke krátkým intervalům za následek sjíždění spojů a následné nedodržování jízdních řádů.

Další kategorie linek, u kterých je nepodstatné měnit směnnost, jsou takzvané „šejdrové“ jízdní řády. Tam je vzhledem ke krátkým směnám nasazení nového systému bezpředmětné.

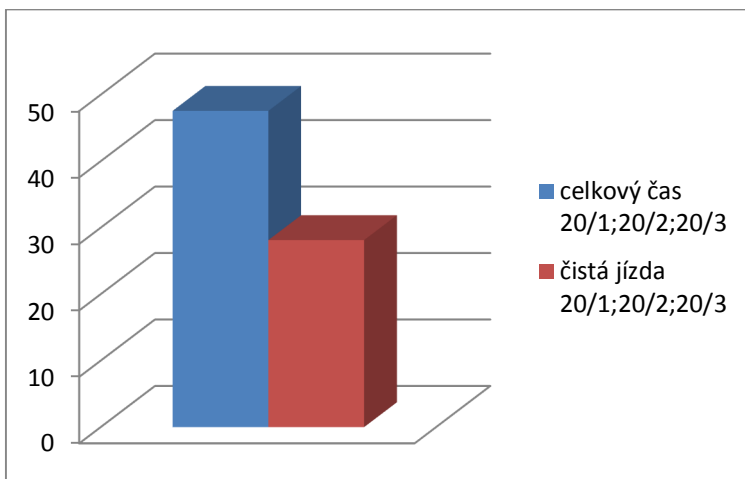
Vzhledem k rozsáhlosti počtu linek byly vytvořeny porovnávací grafy využití autobusů. Jedná se o poměr mezi celkovým časem služby a čistou jízdou spoje.

9.1. Vybrané linky pro průzkum

Jako nejvhodnější kandidáti pro bližší průzkum jízdních řádů byly vybrány linky:

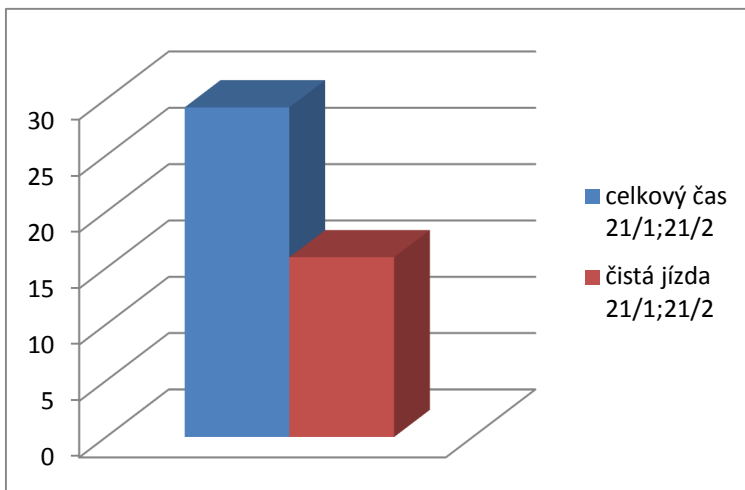
- **20** – tuto linku obsluhují dva celodenní jízdní řády a jeden „šejdrový“
- **21** – tuto linku obsluhuje jeden celodenní jízdní řád a jeden „šejdrový“
- **24** – tuto linku obsluhují dva celodenní jízdní řády a dva „šejdry“
- **26** – u této linky se jedná o jeden celodenní jízdní řád a dva „šejdrové“
- **27** – tuto linku obsluhuje jeden celodenní a jeden „šejdrový“ jízdní řád
- **29** – tato linka je obsluhována třemi celodenními jízdními řády a třemi „šejdry“

V následující části jsou v grafech znázorněny poměry mezi celkovým časem a časem čisté jízdy u vybraných jízdních řádů. Grafy ukazují celkový průměr všech jízdních řádů konkrétních linek.



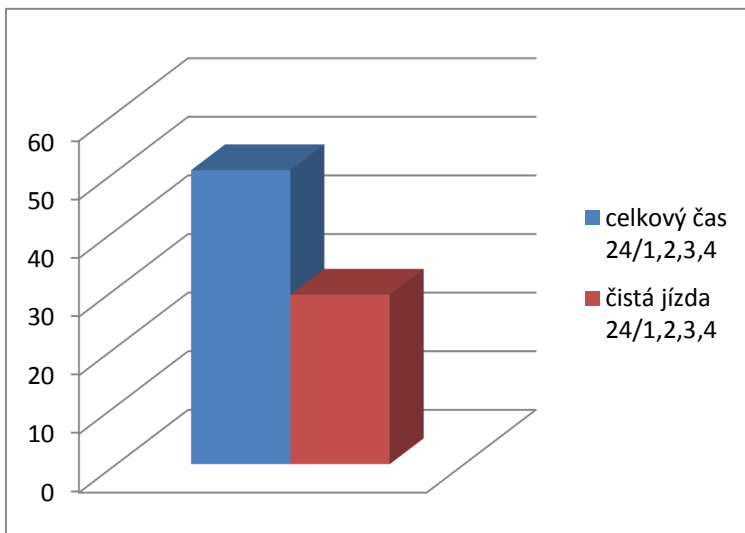
Poměr prostožů a čisté jízdy – **1,7 : 1**

Graf 2-9 Poměr výkonu u linky č. 20



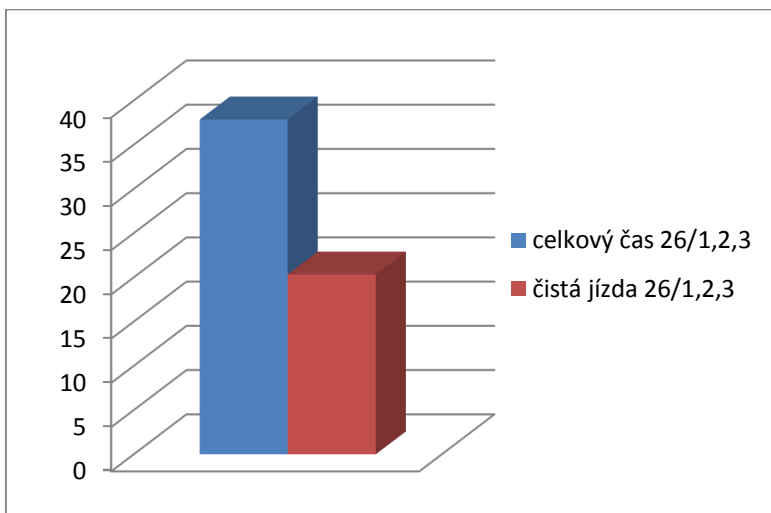
Poměr prostožů a čisté jízdy – **1,8 : 1**

Graf 3-9 Poměr výkonu u linky č. 21



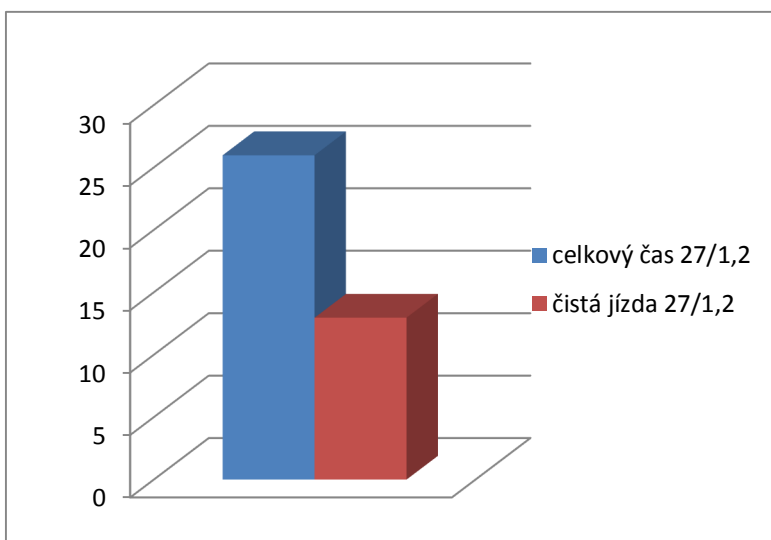
Poměr prostožů a čisté jízdy – **1,7 : 1**

Graf 4-9 Poměr výkonu u linky č. 24



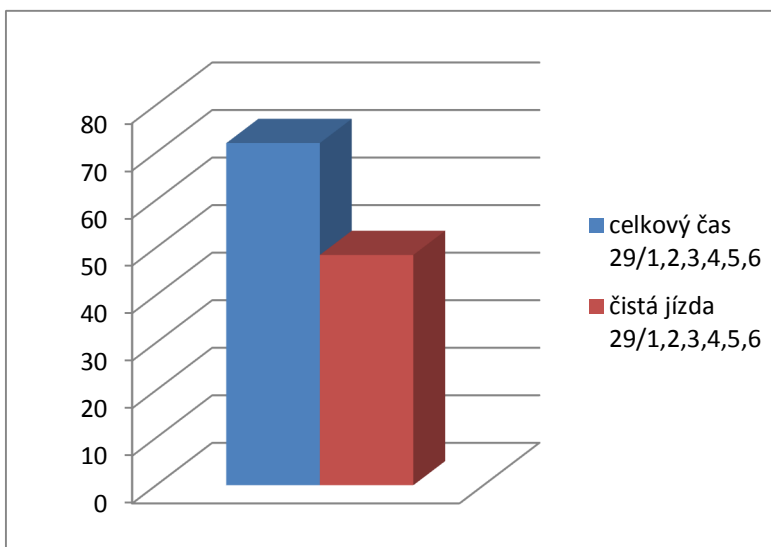
Poměr prostožů a čisté jízdy – 1,9 : 1

Graf 5-9 Poměr výkonu u linky č. 26



Poměr prostožů a čisté jízdy – 2 : 1

Graf 6-9 Poměr výkonu u linky č. 27



Poměr prostožů a čisté jízdy – 1,5 : 1

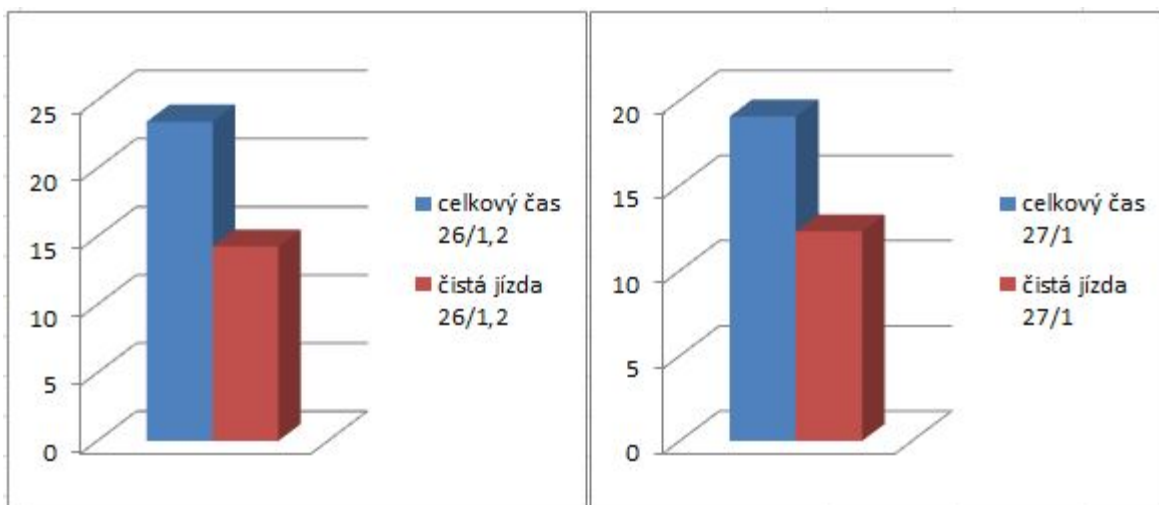
Graf 7-9 Poměr výkonu u linky č. 29

Z výše uvedených hodnot v grafech byly vybrány dvě linky s největším rozdílem mezi celkovým směnným časem a čistou jízdou. Jedná se o linku číslo 26 a linku číslo 27. Každá z těchto dvou linek má trochu odlišné specifické znaky. Linka č. 26 jezdí z okraje města do přilehlé části Plzeň Valcha, Plzeň Lhota a Nová ves. Linka č. 27 jezdí ze středu města na okraj, a sice od Mrakodrapu na Sídliště Košutka.

9.2. Návrh využití nového systému na linkách 26 a 27

S přihlédnutím k legislativní možnosti využití čtyřhodinové pracovní doby bez nutné bezpečnostní přestávky, byl vytvořen modelový jízdní řád na obou linkách. Nové jízdní řády jsou vytvořeny tak, aby co nejméně zasahovali do stávajících časů. Převážně u linky 26 je zapotřebí dodržet časy vzhledem k přestupům na další spoje.

Zhodnocení přínosů a rizik u takto upravených jízdních řádů bude na konci práce. Jízdní řády, které jsou navrženy, jsou pouze modelové a vypracované bez přihlédnutí k případným rizikům, které způsobují zpoždování spojů.



Graf 8-9 Nové poměry celkového času a čisté jízdy po úpravě.

Po úpravě jízdních řádů vznikly nové poměry čisté jízdy k celkovému času směny.

- Linka 26 – 1,6 : 1
- Linka 27 – 1,5 : 1

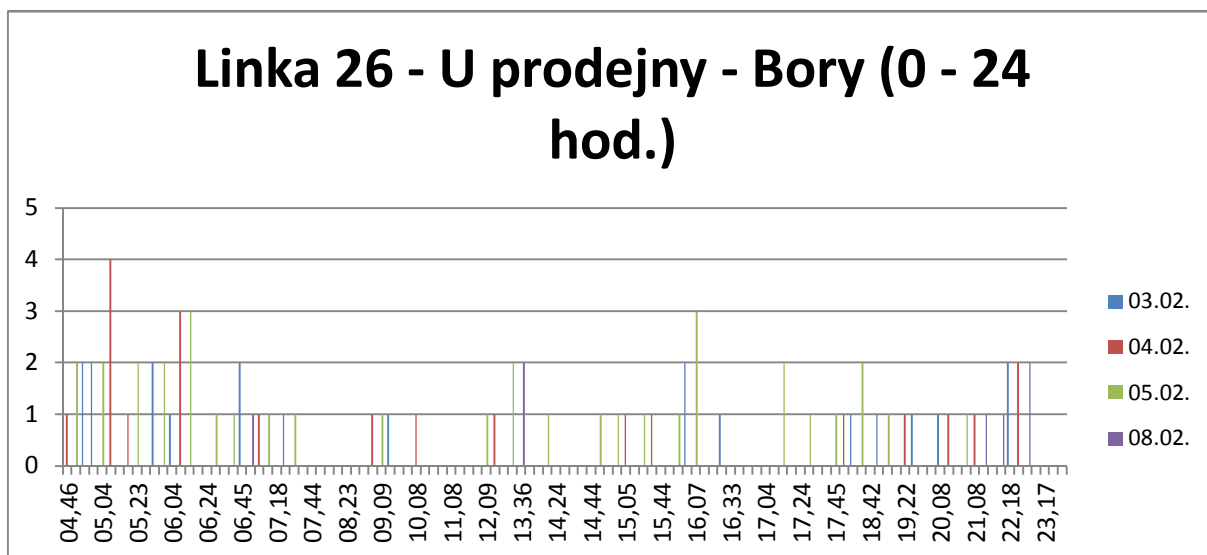
Vozovna	Bory	V. u prod.	Valcha	L. náves	Nová Ves		Vozovna	Luna	Bory	V. u prod.	Valcha	L. náves	Nová Ves
4,10V							4,03V						
4,25	4,35	4,41	4,44	4,49	4,52		4,18					4,38	
	5,09	5,02	5,00	4,55	4,52			4,52				4,38	
	5,13	5,19	5,22	5,27				4,55				5,09	
	5,47	5,41	5,39	5,33				5,29				5,15	
	5,51	5,57	6,00	6,06				5,35					5,52
	6,24	6,18	6,16	6,10				6,10					5,52
	6,28	6,34	6,37	6,43	6,50			6,15				6,30	
	7,13	7,06	7,04	6,58	6,55			6,51				6,36	
	7,15	7,21	7,24	7,30				6,55				7,10	7,13
	7,51	7,44	7,42	7,36		3,75h	7,41	7,33	7,31			7,16	7,13
	7,55	8,01	8,04	8,10			7,56V						
	8,30	8,23	8,21	8,15									
	8,35	8,41	8,44	8,50									
	9,15	9,08	9,06	9,00			Celkový počet hodin						3,78h
	9,35	9,41	9,44	9,50	9,53		Čistá jízda						2,87h
	10,15	10,08	10,06	10,00	9,57								
	10,35	10,41	10,44	10,50									
	11,15	11,08	11,06	11,00									
	11,35	11,41	11,44	11,50									
	12,15	12,08	12,06	12,00									
	12,35	12,41	12,44	12,50	12,53								
	13,15	13,08	13,06	13,00	12,57								
	13,55	14,01	14,04	14,10									
	14,31	14,24	14,22	14,16									
	14,55	15,01	15,04	15,10	15,13								
	15,31	15,24	15,22	15,16	15,13								
	15,55	16,01	16,04	16,10									
	16,31	16,34	16,22	16,16									
	16,55	17,01	17,04	17,10									
	17,31	17,24	17,22	17,16									
	17,35	17,41	17,44	17,50	17,53								
	18,11	18,04	18,02	17,56	17,53	10,27							
	18,55	19,01	19,04	19,09									
	19,29	19,22	19,20	19,15									
	19,35	19,41	19,44	19,49									
	20,14	20,07	20,05	20,00									
	20,40	20,46	20,49	20,54	20,57								
	21,14	21,07	21,05	21,00	20,57								
	21,50	21,56	21,59	22,04									
	22,24	22,17	22,15	22,10									
	22,50	22,56	22,59	23,04	23,07								
23,34	23,24	23,17	23,15	23,10	23,07								
23,49V						5,63h							
Celkový počet hodin					19,64h								
Čistá jízda					11,41h								

Obrázek 33-9 Modifikace jízdního řádu 26/1 a 26/2

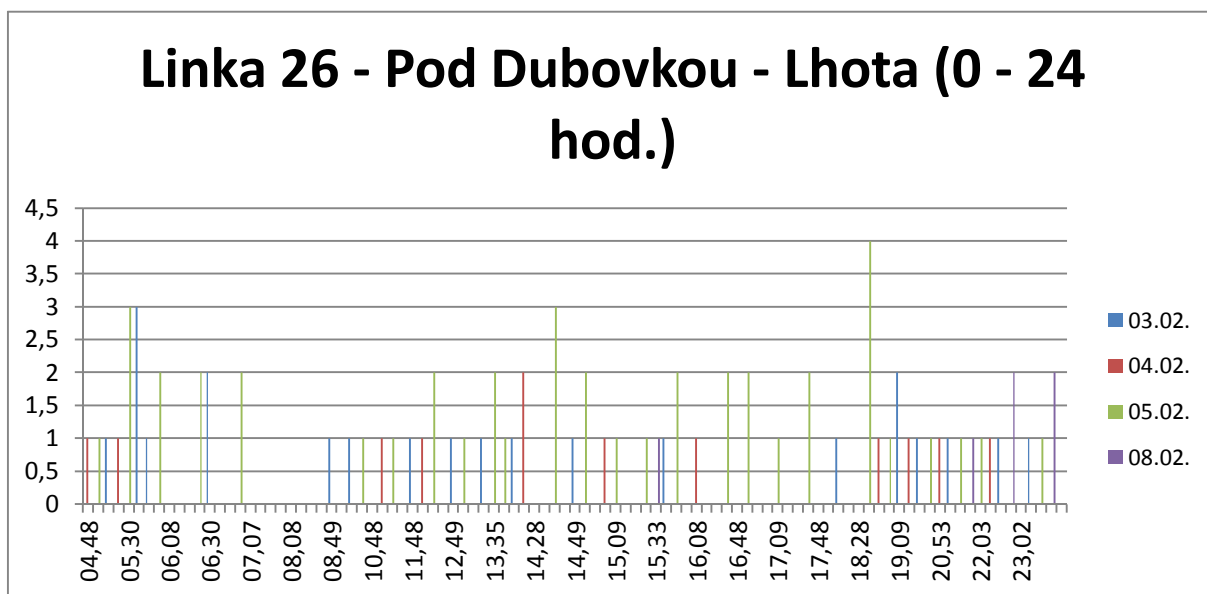
10. Porovnání nově navrhovaných jízdních řádů se současností

Nově navrhované jízdní řády pro linky 26 a 27 mají určitá specifika oproti stávajícím. Vzhledem ke zhuštění časů a rapidnímu zkrácení vyrovnávacích časů na konečných stanicích došlo k úspoře na množství autobusů potřebných pro obsluhu těchto linek, Konkrétně u linky 26 došlo k optimalizaci autobusů ze tří na dva a u linky 27 byl úplně zrušen „šejdrový“ jízdní řád. Naopak směna celodenního jízdního řádu se u linky č. 27 rozdělila ze dvou řidičů na tři. Doby celkových směn ale zůstaly nezměněny. Nejdůležitějším faktorem pro zavedení nového systému a s tím spojenou úsporou na využívané technice zůstává tedy faktor celkového zpoždění spojů.

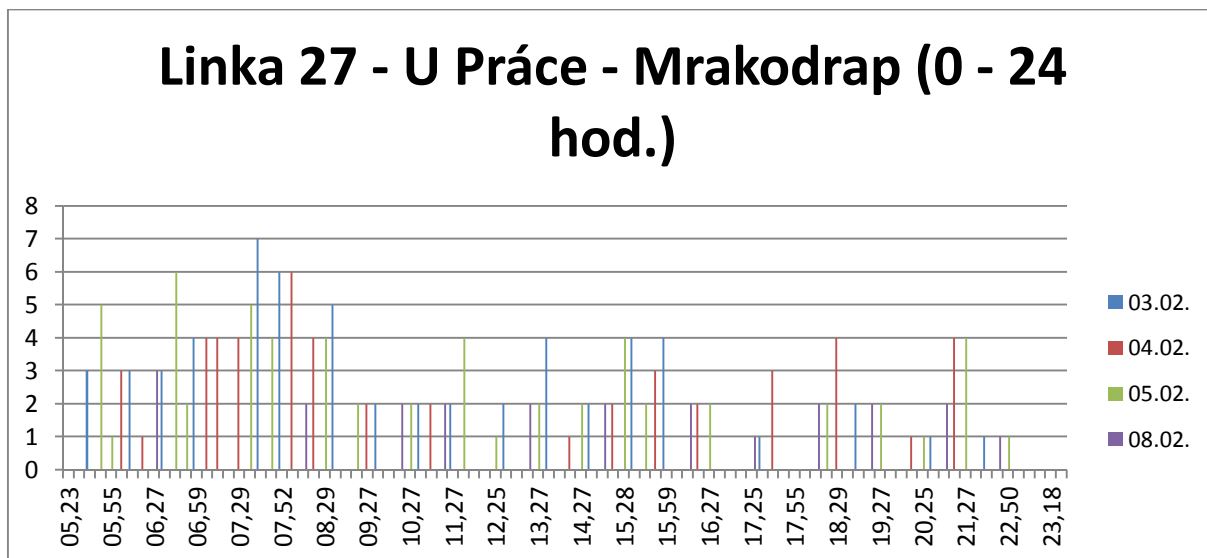
V následných grafech je znázorněno průměrné zpoždění spojů č. 26 a č. 27 v současné době. Data byla získána od PMDP za pomoci dynamického dispečinku.



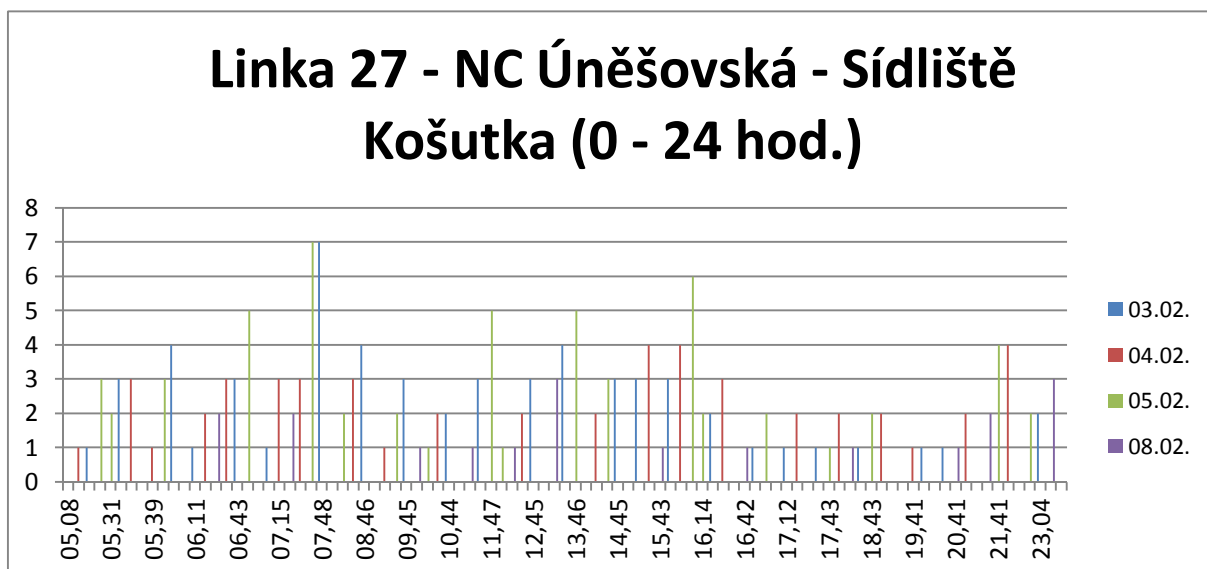
Graf 9-10 Zpoždění linky 26 [8]



Graf 10-10 Zpoždění linky č. 26 [8]



Graf 11-10 Zpoždění linky č. 27 [8]



Graf 12-10 Zpoždění linky č. 27 [8]

Jak je vidět v grafech, vytvořených podle aktuálních dojezdových časů, na všech konečných dochází ke zpožděním převyšujících vyrovnávací časy v navrhovaných nových jízdních řádech. Zvláště u linky č. 27 je tento rozdíl markantní. U linky č. 26 není rozdíl tak veliký, ale tato linka je důležitým spojem, který navazuje na další linky z konečné na Borech. Je proto žádoucí, aby spoje měli minimální zpoždění právě v této stanici. Podle těchto dat by docházelo ke kumulování zpoždění a kolize při dodržení dojezdových časů.

11. Analýza rizik spojená se zavedením nových jízdních řádů

Vhodnou rozhodovací metodou po podrobném určení všech kritérií je ABC (Paretova) analýza. Podle [15] je ABC analýza velice jednoduchým, ale přesto efektivním nástrojem, který umožňuje firmám se matematicky exaktně soustředit na to, co je pro ně skutečně důležité. Lze ji použít při celé řadě situací, kde je třeba se rozhodnout, ať již se jedná o zákazníky, služby, skladové zásoby, nebo o rozhodování při propouštění zaměstnanců.

V našem případě se bude jednat o rozhodnutí, zda nasazení nového systému rozdělení denních služeb řidičů MHD, bude pro firmu přínosem, či nikoliv.

11.1. Paretovo pravidlo (80/20) [15]

Paretovo pravidlo 80/20 vyjádřit následovně: 20 % příčin způsobuje 80 % výsledků.

Toto „suché“ konstatování má v praxi poměrně nedozírné následky. Byť to není nic až tak světoborného a byť se ne vždy zrovna jedná o poměr 80/20, tak zůstává neoddiskutovatelným faktem, že tato nelineární závislost se projevuje téměř ve všech oblastech lidské činnosti a co víc, právě podnikání. Můžeme si ukázat některé důležité praktické aplikace, které ovšem staví s ohledem na název pravidla 80/20 na obecném a nikoliv zcela přesném předpokladu o aplikaci právě tohoto rozložení sil.

Například:

- 80 % příjmů získáte od 20 % zákazníků
- 80 % skladové plochy vám zabere 20 % skladových položek
- 80 % tržeb vám přinese 20 % zboží/slужeb
- 80 % tržeb vznikne prací 20 % zaměstnanců
- 80 % výsledku své práce získáte za 20 % času
- 80 % skladových zásob má 20 % podíl na celkové době obratu zásob
- 20 % vztahů (se zákazníky, či osobních) vám způsobí 80 % všech problémů
- 80 % dat přenese v datové síti 20 % uživatelů
- 80 % požadavků na infolinku vygeneruje 20 % zákazníků

Atd.

Cílem ABC (Paretovy) analýzy je odhalit nejdůležitější položky, těm pak věnovat největší pozornost s odhlédnutím od nedůležitých.

11.2. Kroky ABC (Paretovy) analýzy

Podle [16] má postup ABC analýzy následující kroky.

- Sestavte tabulku příčin a jejich důležitosti, stanovte relativní podíl příčin.
- Seřadte řádky podle důležitosti příčiny (nejdůležitější příčina na prvním místě)
- Vypočtete kumulativní podíl příčin
- Sestrojte spojnicový graf, na jehož ose x jsou příčiny a na ose y kumulativní podíl
- S použitím vedlejší osy znázorníte důležitost příčin
- Určete rozsah skupiny A (80%), stanovte příčinu, při níž je dosažení této kumulativní hodnoty.
- V případě potřeby pokračujte pro skupinu B
- Oddělte významné příčiny od méně významných

Skupina	Položky	Hodnota
A	10% - 20%	80%
B	30% - 50%	15%
C	45% - 50%	5%

Tabulka 2-11 Skupiny ABC analýzy [16]

11.3. Rizika spojená se zavedením nových jízdních řádů

Zavedením nového systému společně s ušetřením nákladů ve formě snížení počtu potřebných autobusů na vybraných linkách nese také rizika spojená s touto změnou. Před zavedením těchto změn je třeba důkladně posoudit faktory, které nelze opomíjet. Důležité faktory, které mohou způsobit komplikace při zavedení nového systému směnnosti, můžeme rozdělit do tabulky a ohodnotit na základě důležitosti.

Riziko	Hodnota rizika	Možnosti eliminace rizika
Zpožděný příjezd na konečnou	VYSOKÁ (opožděný příjezd na konečnou stanici způsobí vlivem krátkého času na srovnání další kumulování zpoždění)	Zavedení vyhrazených pruhů pro MHD Zvýšení počtu inteligentních zastávek Zkvalitnění komunikací na linkách MHD
Opožděný příjezd na místo střídání	VELMI VYSOKÁ (zpožděný příjezd na střídací místo, má za následek vyjetí řidiče a následnou nemožnost pokračování v další jízdě)	Eliminace zpoždění viz výše Dozor dispečinku a případné vyslání zálohy na trať
Zmeškání navazujícího spoje	VELMI VYSOKÁ (navazující spoje jsou součástí celého systému integrované dopravy v Plzni a zmeškání takových spojů má za následek celkovou nefunkčnost tohoto systému)	Celkové odstranění zpoždění

Tabulka 3-12 Rizika

11.4. Zhodnocení pomocí ABC pravidla

Pomocí ABC rozhodovací metody [16] zjistíme nejdůležitější problém, který způsobuje zpoždování spojů. S tím je spojená vysoká náročnost na zavedení nového systému směnnosti.

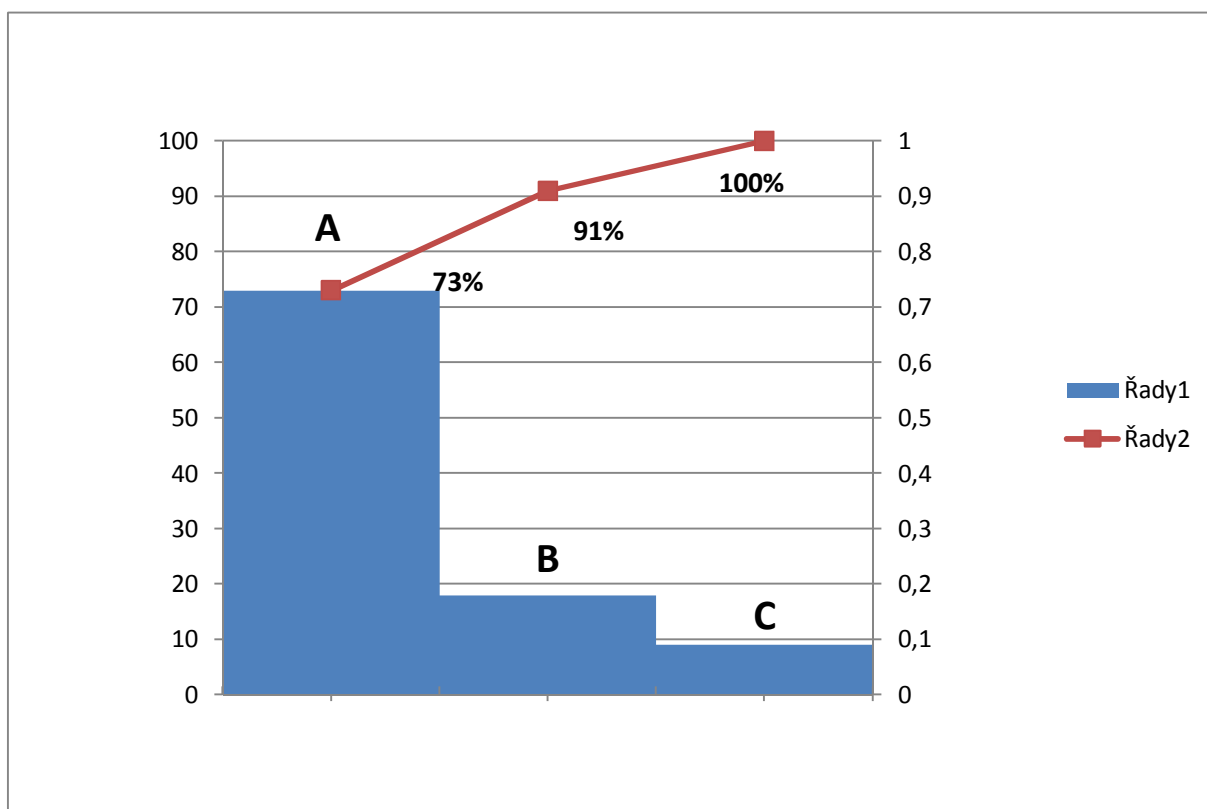
- **Dopravní situace** – (silný provoz, absence vyhrazených pruhů, nehody,...)
- **Odbavování cestujících** – (vysoké počty cestujících v určitých hodinách, školní spoje, dělnické spoje,...)
- **Špatný stav komunikací a zálivů** – (nerovný povrch, výmoly, výtluky těles zastávek,...)
- **Rozdělení intervalů mezi stanicemi** – (nepřesné intervaly mezi stanicemi krátké/dlouhé)
- **Špatná motivace řidičů** – (nespokojenost řidičů MHD a s tím spojený slabý výkon při práci)
- **Špatný stav autobusů** – (špatný stav vozidel MHD a s tím spojená častá výměna vozidel přímo na trati)

Faktory ovlivňující zpoždění	Skupina	Hodnota
Dopravní situace	A	37%
Špatný stav komunikací	A	36%
Odbavení cestujících	B	10%
Stav autobusů	B	8%
Motivace řidičů	C	5%
Rozdělení intervalů	C	4%

Tabulka 4-12 Procentuální podíl na zpoždění

Skupina	Hodnota	Kumulativní součet
A	73%	0,73
B	18%	0,91
C	9%	1

Tabulka 5 -12 Tabulka pro sestavení Lorenzovy křivky



Graf 13-12 Lorenzova křivka příčin zpoždění

12. Zhodnocení

Úprava délky směn podle navrhovaného systému by měla podle výše uvedených jízdních řádů u posuzovaných dvou linek č. 26 a č. 27 již na první pohled viditelné úspory. U linky č. 26 sloučení jízdního řádu 26/1 a 26/2 do jednoho a zkrácení jízdního „šejdrového“ řádu 26/3 o odpolední směnu. U linky č.27 se jedná o úplné sloučení jízdních řádů 27/1 a 27/2. Jednalo by se tedy o úsporu ve smyslu ušetření vozidel potřebných k obsluze eliminovaných jízdních řádů. Vozokilometry by zůstaly zachovány. Zvýšil by se počet řidičů z důvodu nutné bezpečnostní přestávky po čtyřhodinové jízdě, neboť autobus by byl stále v provozu. Odpracované hodiny by ale byly zkráceny právě o ušetřené jízdní řády.

Vypracované vzorové jízdní řády jsou pouze orientační a nejsou vyzkoušeny v praxi. Ukazují pouze možnosti využití čtyřhodinové směny bez nutnosti bezpečnostní přestávky.

Negativum by bylo zvýšení počtu střídání a vysoký nárůst rizika zpoždění spoje. Nový systém je prakticky závislý na provozu bez zpoždění. V ranních a odpoledních směnách, kde je využit čtyřhodinový systém směnnosti je zpoždění nežádoucí.

Rizika s tím spojená jsou popsána v kapitole 11. Podle výše uvedených dat a jejich vyhodnocení se ukázalo, že zavedení nového systému směnnosti by s sebou vedlo celou řadu nutných opatření.

V první řadě by bylo nutností zajistit průjezd vozidel MHD bez zbytečných zpoždění. Při stávající dopravní infrastruktuře v Plzni je tato změna prakticky nemožná. Velký podíl na eliminaci zpoždění má zavedení volných průjezdů vozidel MHD křižovatkami a tvorba inteligentních zastávek s možností upřednostnění výjezdů vozidel MHD.

13. Návrh dalších možných řešení

Nejen výše vybrané jízdní řády jsou vhodné pro úpravu a vyladění na co možná nejlepší výsledky ze strany úspor jak časových tak i vozokilometrů. Během každodenního provozu linek se objevují možné drobné ale i výraznější možnosti korekce časů mezi zastávkami. Nejedná se jen o zkracování, ale o sladění všech na sobě závislých linek. Proto se postupně ukazují skryté rezervy, které jsou v takovém množství a rozmanitosti jízdních řádů samozřejmostí.

Vhodným nástrojem ke zkvalitňování jízdních řádů a provozu městské hromadné dopravy v Plzni celkem je stále se zdokonalující Dynamický dispečink. Pomocí systému lze velice jednoduše měnit jízdní řády přímo v palubním počítači vozů a umožnit tak střídání různých linek v jedné směně. Konkrétní příklad je na lince č. 53 o víkendu, kde obsluhuje zároveň i linku č. 52 i č. 54, které by jinak byly málo vytížené vzhledem k velkým intervalům. I tato metoda by připadala v úvahu k zamyšlení při dalších krocích optimalizace provozu městské hromadné dopravy.

Stále se zdokonalující systém Dynamického dispečinku s možností jak přesné monitoringu vozidel městské hromadné dopravy, tak i okamžitých zásahů v případě nečekaných událostí skýtá veliké možnosti do budoucna.

Nezanedbatelným krokem k celkovému zlepšení je také obnova vozového parku a postupné zavádění hybridních autobusů do běžného provozu linek plzeňské městské dopravy. Možnosti nasazení velkokapacitních vozidel na nejvytíženějších linkách je také jedna z variant optimalizace a následných úspor na straně dopravních podniků.

Jako jedním z nejhlavnějších směrů dalšího zlepšování systému provozu městské hromadné dopravy v Plzni je neustálý vývoj a zdokonalování Dynamického dispečinku jako nástroje pro viditelné zlepšování výsledků. Neustálé monitorování a postupné vyladování i drobných úprav, které mají vliv na provoz městské hromadné dopravy je nezbytnou procedurou vedoucí k celkovému zlepšení.



Závěr

Diplomová práce ukazuje praktické možnosti využití zavedení nového směnného systému u konkrétních jízdnicích řádů.

Diplomová práce nás uvedla do konkrétních situací, které mohou nastat v provozu městské hromadné dopravy. Posuzuje vlivy změny denních směn řidičů autobusů městské hromadné dopravy v Plzni. Podrobný popis celého provozu autobusové dopravy a rozdělování jednotlivých směn, který byl popsán v semestrálním projektu, nám pomohl v konkrétním porovnávání a posuzování důsledků zavedení nového systému.

Je potřeba si uvědomit všechny důležité faktory, které mohou zásadně ovlivnit celý provoz městské hromadné dopravy v Plzni. V projektu jsou uvedeny a zhodnoceny možné metody, které je možné použít k eliminaci případných úzkých míst.

Cílem diplomové práce byla podrobná analýza autobusových linek. Následný výběr vhodných linek, na kterých je možné namodelovat nový systém. Popis současného stavu samotného běhu městské hromadné dopravy v Plzni a porovnání s navrhovanou změnou.

Na pečlivě vybraných autobusových linkách byl posouzen vlivy nového systému. Závěr diplomové práce je zaměřen na srovnání kladů a záporů, které mohou nastat při zavedení nového systému do praxe.

Zavedení nového systému směnnosti na celý provoz městské autobusové dopravy by podle zjištěných skutečností a srovnání navrhované změny se současným stavem s sebou přinesl celou řadu rizik. Hlavním problémem je odstranění možných zpoždění podle zjištěných faktorů, což je v současné době prakticky nereálné.

Diplomová práce, ale ukazuje, že optimalizace městské dopravy se ubírá správným směrem a to převážně pomocí Dynamického dispečinku, který s sebou nese nemalé možnosti v oblasti zlepšení Plzeňské městské dopravy.

Seznam použité literatury a internetových zdrojů

- [1] RIEGER, Jiří. *Město v pohybu: 110 let Plzeňských městských dopravních podniků*. Vyd. 1. Plzeň: Starý most, 2009, 119 s. ISBN 978-80-87338-01-8.
- [2] DRDLA, Pavel. *Technologie a řízení dopravy - městská hromadná doprava*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005, 136 s. ISBN 80-719-4804-7.
- JANÁČEK J.: *Optimalizace dopravních a spojových procesů*, Žilina, Edice VŠDS, 1994
- [3] <http://seznam-autobusu.cz/dopravce/PMDP>. <http://seznam-autobusu.cz/dopravce/PMDP> [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://seznam-autobusu.cz/dopravce/PMDP>
- [4] <http://www.pmdp.cz/>. <http://www.pmdp.cz/> [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.pmdp.cz/>
- [5] <http://autobusyplzen.webnode.cz>. <http://autobusyplzen.webnode.cz> [online]. [cit. 2013-11-17].
- [6] <http://www.drdla.wz.cz/>. <http://www.drdla.wz.cz/> [online]. [cit. 2013-11-17].
- [7] DUŠEK, Pavel. *Encyklopedie městské dopravy v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. 1. vyd. Praha: Libri, 2003, 292 s. ISBN 80-727-7159-0.
- [8] SUROVEC, Pavel. *Provoz a ekonomika silniční dopravy*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2000, 119 s. ISBN 80-707-8735-X.
- [9] <http://www.drdla.wz.cz/skripta/2.pdf>. <http://www.drdla.wz.cz/skripta/2.pdf> [online]. [cit. 2013-11-17].
- [10] <http://spvd.cz/index.php/plzen/plzen-v-promenach-casu/364-clanky/cz/plzen/vyvoj>. <http://spvd.cz/index.php/plzen/plzen-v-promenach-casu/364-clanky/cz/plzen/vyvoj> [online]. [cit. 2013-11-17].
- [11] <http://www.elaw.cz/cs/ostatni/82-nerovnomrne-rozvreni-pracovni-doby-a-konto-pracovni-doby.html>. <http://www.elaw.cz/cs/ostatni/82-nerovnomrne-rozvreni-pracovni-doby-a-konto-pracovni-doby.html> [online]. [cit. 2013-11-17].
- [12] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vyhrazen> In: [online]. [cit. 2014-03-16].
- [13] <http://www.demonia.cz/casopis2002/0202/small/5.htm>. <http://www.demonia.cz/casopis2002/0202/small/5.htm> [online]. [cit. 2013-11-17].
- [14] <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/pddoprava/cast2.aspx> [online]. [cit. 2013-11-17]. (hlava IV: Zaměstnanec městské hromadné dopravy)
- [15] <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>. [Http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu](http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu) [online]. [cit. 2013-11-17].
- [16] Manažerské rozhodování KIP/MR Katedra managementu, inovací a projektů doc. Ing. Jiří Vacek, Ph.D.
- [18] Dynamický dispečink Plzeň (na základě souboru poskytnutým Ing. Jiřím Kohoutem PhD)
- [19] NEPRAŠ, David. Elektronické informační systémy v MHD. In: [online]. [cit. 2014-02-18].
- [20] <http://www.plzensketrolejbusy.cz/zastavky/uskolky.php>. In: [online]. [cit. 2014-02-20].

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Koňská tramvaj [5]	9
Obrázek 2-1 První autobus Elektrických královských podniků v Praze [17]	10
Obrázek 3-1 tramvaj Křižík [3]	11
Obrázek 4 -1 Poštovní autobusy v Plzni [3].....	12
Obrázek 5-2 Karosa B731 [3].....	15
Obrázek 6-2 Karosa B931 [3].....	15
Obrázek 7 -2 Renault Citybus [3].....	16
Obrázek 8-2 Irisbus Citelis [3]	16
Obrázek 9-2 SOR NB 12 [3]	17
Obrázek 10-2 Solaris [3]	17
Obrázek 11-3 Provozní jízdní řád linky 27 [4].....	21
Obrázek 12-7 Sdružená zastávka Zoologická zahrada [9].....	28
Obrázek 13-7 Dráha autobusu MHD [9].....	29
Obrázek 14-7 Radiosignál [8]	31
Obrázek 15-7 Výjezd vozidla MHD ze zastávky U školky [20].....	33
Obrázek 16-7 Schéma Dynamického dispečinku [18].....	34
Obrázek 17-7 Sledování odchylek od jízdního řádu na obrazovce [18].....	35
Obrázek 18-8 Schéma linek MHD Plzeň [4].....	36
Obrázek 19-8 Trasa linky 20 [4].....	37
Obrázek 20 -8 Trasa linky 21 [4].....	38
Obrázek 21-8 Trasa linky 22 [4].....	39
Obrázek 22-8 Trasa linky 24 [4].....	40
Obrázek 23-8 Trasa linky 26 [4].....	41
Obrázek 24-8 Trasa linky 27 [4].....	42
Obrázek 25-8 Trasa linky 28 [4].....	43
Obrázek 26-8 Trasa linky 29 [4].....	44
Obrázek 27-8 Trasa linky 30 [4].....	45
Obrázek 28-8 Trasa linky 32 [4].....	46
Obrázek 29-8 Trasa linky 33 [4].....	47

Obrázek 30-8 Trasa linky 35 [4].....	48
Obrázek 31 -8 Trasa linky 41 [4].....	49
Obrázek 32-8 Trasa linky 51 [4].....	50
Obrázek 33-9 Modifikace jízdního řádu 26/1 a 26/2.....	55
Obrázek 34-9 Modifikovaný jízdní řád číslo 27/1.....	56

Seznam tabulek

Tabulka 1-3 Schéma nízká podlaha [4].....	20
Tabulka 2-11 Skupiny ABC analýzy [16].....	60
Tabulka 3-12 Rizika.....	61
Tabulka 4-12 Procentuální podíl na zpoždění.....	62
Tabulka 5 -12 Tabulka pro sestavení Lorenzovy křivky.....	62
Tabulka 1 Schéma nízká podlaha.....	20
Tabulka 2 Skupiny ABC analýzy [16].....	60

Seznam grafů

Graf 1-3 Poměr jízdy a celkového času u linky 27.....	22
Graf 2-9 Poměr výkonu u linky č.20.....	52
Graf 3-9 Poměr výkonu u linky č.21.....	52
Graf 4-9 Poměr výkonu u linky č.24.....	52
Graf 5-9 Poměr výkonu u linky č.26.....	53
Graf 6-9 Poměr výkonu u linky č.27.....	53
Graf 7-9 Poměr výkonu u linky č.29.....	53
Graf 8-9 Nové poměry celkového času a čisté jízdy po úpravě.....	54
Graf 9-10 Zpoždění linky 26 [8].....	57
Graf 10-10 Zpoždění linky č.26 [8].....	57
Graf 11-10 Zpoždění linky č.27 [8].....	58
Graf 12-10 Zpoždění linky č.27 [8].....	58
Graf 13-12 Lorenzova křivka příčin zpoždění.....	62