

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Technologické aspekty provozu speciální městské
dopravní služby

Bc. Tomáš Malinka

Diplomová práce

2018

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Malinka**
Osobní číslo: **D16376**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**
Název tématu: **Technologické aspekty provozu speciální městské dopravní služby**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

- 1) Analýza provozně-technologických ukazatelů
- 2) Návrh provozních změn pro speciální městskou dopravní službu Pardubice
- 3) Zhodnocení návrhů

Závěr

Rozsah grafických prací: 4 - 5

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

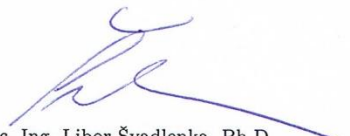
Seznam odborné literatury:

- 1) Stahl, A. 2000. Public Transport or Special Service or a Mix. In: Urban Transport Systems. Proceeding from the 2nd Kfb Research Conference. Lund, Sweden, 7-8 June, 1999 (Bulletin 187).
- 2) Bazaras, D.; Verseckiene, A.; Palšaitis, R. Analyzing the aspects of organising paratransit services in Vilnius. Transport, 2013, 28.1: 60-68.
- 3) Matuška, J., Malinka, T. 2017. Special Urban Transportation Service for People with Disabilities in the Czech Republic. In: Urban Transport Systems. Proceeding of 21st International Scientific Conference. Transport Means 2017. Kaunas, 2017. s. 485-488. ISSN 1822-296-X.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **18. května 2018**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaromír Šiboký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 5. února 2018

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 1. 5.2018

Tomáš Malinka

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych na tomto místě chtěl poděkovat vedoucímu této práce panu doc. Ing. Jaroslavu Matuškoví, PhD. za možnost účastnit se projektu SGS 2017, příležitost prezentovat výsledky práce před komisí pro bezbariérovost města Pardubic, ochotnou a odbornou pomoc při tvorbě nejen této diplomové práce a drahocenný čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl poděkovat panu Vladislavu Štěpánkovi z Dopravního podniku města Pardubic a. s. za poskytnutí vstupních dat. Za prohlídku na dispečerském pracovišti děkuji panu dispečerovi ze S.P.I.D. handicap o. p. s. Poděkování patří také vedoucí denního stacionáře Slunečnice, paní Bc. Štěpánce Hrdinové za konzultaci ohledně potřeb cestujících. Za zprostředkování dotazníků děkuji také odboru sociálních věcí města Pardubic. V neposlední řadě děkuji mojí láskyplné rodině za psychickou a finanční podporu při celé době mého studia.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá analýzou provozních aspektů speciální městské dopravní služby, která je určena převážně pro přepravu osob s omezenými schopnostmi pohybu nebo orientace. Práce se dále zabývá návrhem provozních, optimalizačních a organizačních změn speciální městské dopravní služby v Pardubicích. Autor tyto návrhy nakonec hodnotí pomocí technologických a ekonomických ukazatelů. Diplomová práce vznikla v rámci řešení projektu Studentské grantové soutěže SGS.

KLÍČOVÁ SLOVA

doprava pro handicapované, optimalizace, speciální městská dopravní služba

TITLE

Technological aspects of operating of Special Urban Transportation Service

ANNOTATION

The thesis analyses technological aspects of operating of special urban transport service. This service is used by people with reduced mobility (disabled people on wheel chair and others). The thesis solves optimization of operating special transport service in Pardubice. The author of thesis summarizes results by technological and economic indexes. This thesis was created within SGS project.

KEYWORDS

optimization, Special Urban Transportation Service, transport for disabled people

Diplomová práce je výstupem projektu Studentské grantové soutěže SGS_2017_009 řešeného na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM ZKRATEK	11
ÚVOD.....	12
1 ANALÝZA PROVOZNĚ-TECHNOLOGICKÝCH UKAZATELŮ	13
1.1 Analýza speciální městské dopravní služby v Pardubicích.....	14
1.1.1 Přepravní systém speciální městské dopravní služby.....	15
1.1.2 Vozový park.....	17
1.1.3 Dispečerské řízení	17
1.1.4 Analýza technologických ukazatelů dopravní služby	18
1.1.5 Analýza přepravní poptávky ve městě	21
1.1.6 Dotazníkový průzkum	23
1.2 Závěr analýzy	28
2 NÁVRH PROVOZNÍCH ZMĚN PRO SPECIÁLNÍ MĚSTSKOU DOPRAVNÍ SLUŽBU PARDUBICE.....	29
2.1 Možnosti optimalizace tras	29
2.1.1 Pevné trasy s pevným jízdním řádem	30
2.1.2 Pevné trasy s flexibilním jízdním řádem.....	30
2.1.3 Flexibilní trasy s flexibilním jízdním řádem.....	30
2.1.4 Kombinace pevných tras s flexibilními trasy a s časy na objednávku.....	31
2.2 Návrh na zavedení flexibilní linky městské hromadné dopravy	31
2.2.1 Vedení trasy linky	32
2.2.2 Jízdní řád.....	32
2.2.3 Vozidlový park pro provoz nové linky MHD.....	33
2.3 Návrh na změny v provozu speciální městské dopravní služby	34
2.3.1 Změny v plánování tras	34

2.3.2	<i>Dispečerské nástroje</i>	35
2.3.3	<i>Rezervační systém</i>	44
2.3.4	<i>Operativní řízení</i>	45
2.3.5	<i>Tarifní změny</i>	45
2.3.6	<i>Návrh na změnu provozovatele</i>	46
2.4	Návrh obecného postupu při optimalizaci dopravních služeb	47
3	ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ	49
3.1	Zhodnocení návrhu na zavedení flexibilní linky.....	49
3.2	Zhodnocení návrhů změn speciální městské dopravní služby	50
3.2.1	<i>Technologické zhodnocení změn plánování tras</i>	50
3.2.2	<i>Ekonomické zhodnocení návrhů změn provozu</i>	54
	ZÁVĚR	59
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	62

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Proces přepravy	16
Obrázek 2 – Mapa počtu nástupů a výstupů	21
Obrázek 3 – Mapa nejvýznamnějších relací	22
Obrázek 4 – Nejčastější důvody nevyužívání SMDS	23
Obrázek 5 – Četnost využití služby dle dotazníkového průzkumu.....	24
Obrázek 6 – Účel cest uživatelů SMDS.....	25
Obrázek 7 – Nejčastější problémy v přepravě	26
Obrázek 8 – Flexibilita cestujících vůči jízdním dobám.....	26
Obrázek 9 – Tolerance cestujících na čas příjezdu do cíle	27
Obrázek 10 – Docházková vzdálenost cestujících.....	27
Obrázek 11 – Vozidlo vhodné pro provoz nové linky	34
Obrázek 12 – Zadávání provozních parametrů služby.....	38
Obrázek 13 – Objednávky a jejich přehled.....	40
Obrázek 14 – Zdrojová OD matice pro výpočetní optimalizaci jízd	40
Obrázek 15 – Výpočet optimální trasy	41
Obrázek 16 – Výsledek výpočetní optimalizace jízd.....	42
Obrázek 17 – Sestavení trasy vozidla na den.....	43
Obrázek 18 – Ukázka vybraných výstupů z programu ODL Studio	44
Obrázek 19 – Obecné hodnocení efektivnosti opatření	48
Obrázek 20 – Graf obsazenosti vozidla 1.3.2017	51
Obrázek 21 – Graf přepravního výkonu na dopravním výkonu	53
Obrázek 22 – Procentuální podíly nákladových položek SMDS.....	54
Obrázek 23 – Náklady při průměrném obsazení vozidla.....	55
Obrázek 24 – Provozní náklady vozidla na 1 km	57
Obrázek 25 – Bod zvratu	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Prvky v systému procesu přepravy	16
Tabulka 2 – Základní technologické údaje z poskytnutých dat	18
Tabulka 3 – Technologické ukazatele.....	19
Tabulka 4 – Provozní ukazatele linek	49
Tabulka 5 – Porovnání ujetých vzdáleností	50
Tabulka 6 – Porovnání tras z 1.3.2017.....	52
Tabulka 7 – Vstupní data grafů kap. 3	55

SEZNAM ZKRATEK

DPMP	Dopravní podnik města Pardubic
JŘ	Jízdní řád
Km	Kilometry
MHD	Městská hromadná doprava
OOSPO	Osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace
Oskm	Osobo-kilometry
SMDS	Speciální městská dopravní služba
Vozkm	Vozové kilometry

ÚVOD

Tato práce vznikla na podnět vedení města Pardubice, které sleduje problémy v neefektivnosti speciální městské dopravní služby pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace. V České republice službu poskytují převážně spolky pro OOSPO ve statutárních městech, kde poptávka po službě je největší. Spolky, které poskytují zdravotně postiženým občanům pomoc v oblastech nejen sociálně-zdravotních, zaváděly také speciální dopravu pro tyto občany. Důvod ke vzniku této dopravní služby byla absence bezbariérové dopravy ve městech. Problematika bezbariérové dopravy zahrnuje širokou škálu oborů. Mezi kritéria, která mohou ovlivnit mobilitu OOSPO v městském prostředí, patří kvalita provedení jednotlivých stavebních a technických prvků bezbariérové dopravy. Situace se ve většině měst zlepšila. Začaly se modernizovat vozidlové parky MHD, kde nízkopodlažní vozidlo s patřičným příslušenstvím pro přepravu imobilních občanů je dnes samozřejmostí. S tím souvisí přestavba zastávek, které musí umožnit přístup do nízkopodlažního vozidla. Ve městech se v prvním desetiletí 21. století iniciuje přestavba ulic s prvky pro bezbariérovou dopravu. Problém v některých městech spočívá v nesprávném provedení těchto staveb. Po roce 2009, kdy je vydána vyhláška číslo 398/2009 Sb., probíhá přestavba infrastruktury dle těchto směrnic. (1) Občan může mít možnost dostat se do důležitých objektů, na zastávky v bezbariérové trase. Existují vlivy, kdy ani dokonalá vybavenost města bezbariérovými prvky nepomůže. Tyto vlivy mohou být proměnlivé a neovlivnitelné. Mezi takové vlivy patří počasí, proměnlivý zdravotní stav občana aj. To znamená, že se člověk v zimě nemusí kvůli ledovce nebo sněhu dostat na zastávku a s tím i do nemocnice, práce, či kamkoliv jinam. (2) Speciální městská služba umožňuje vyzvednout cestující přímo ze sjednaného místa a přepravit na konkrétní místo určení. OOSPO nemusí tak docházet na zastávku. Nevýhoda tohoto systému spočívá v jeho celkové ekonomické bilanci. Provozovatelé musí žádat o finanční dotace od města. Výše příspěvku města na SMDS se odvíjí v konečném důsledku na ceně pro cestujícího. Speciální městskou dopravní službu lze považovat za vhodnou alternativu a doplněk v oblasti městské hromadné přepravy.

Cílem diplomové práce je analyzovat provozní a technologické ukazatele speciální městské dopravní služby a na základě nich navrhnout opatření vedoucí ke zvýšení efektivnosti jejího provozu.

1 ANALÝZA PROVOZNĚ-TECHNOLOGICKÝCH UKAZATELŮ

V této kapitole se autor zabývá analýzou technologických a provozních aspektů, které při provozu dopravních služeb pro osoby nejen s omezenou schopností pohybu nebo orientace figurují. Osobní dopravu lze obecně členit na tyto kategorie:

- Veřejná osobní doprava
 - Hromadná linková doprava (MHD, veřejná linková autobusová doprava, železniční dálková a příměstská doprava, SMDS)
 - Hromadná nelinková doprava (zájezdová autobusová doprava, SMDS, ad-hoc železniční doprava)
 - Individuální nelinková doprava (taxi služby, SMDS, nabízené spolujízdy přes veřejné internetové portály)
- Neveřejná osobní doprava (individuální automobilová doprava, cyklistická doprava, pěší doprava).

Speciální městskou dopravu pro handicapované lze zařadit do všech druhů veřejné dopravy. Ve většině měst v České republice je tato doprava provozována jako nelinková (hromadná, individuální) doprava. Mezi hlavními aspekty patřících do této kategorie dopravních služeb jsou door-to-door přeprava a přeprava pouze na objednávku zákazníka. V podmínkách České republiky se jedná většinou o nepravidelnou veřejnou osobní ad-hoc dopravu, mezi které se řadí také taxi služby. V evropských městech existují případy, kdy lze řadit jejich SMDS mezi linkovou dopravu (vozidlo jezdí ve stanovené trase dle jízdního řádu, nebo na objednávku), nebo služba je provozována jako linková i nelinková doprava.

Ve švédských městech Borås a Uppsala provozují SMDS právě jako linkovou dopravu. Provozují na nich midibusy o maximální kapacitě 20 míst, které splňují vnější a vnitřní bezbariérovost. Trasy linek jsou pevné dle jízdního řádu, ale v případě potřeby zákazníka lze odklonit vozidlo z jeho pevné trasy na požadované místo nástupu, kde doba takové zajižďky splňuje určitou mezní časovou odchylku. (3) Tuto službu využívají převážně senioři a pohybově handicapované osoby. V těchto městech je tato SMDS kombinována také s přepravou door-to-door, která slouží pro těžce handicapované osoby, které potřebují asistenci. Pro tyto účely využívají osobní vozidla taxi služby. Cílem ve švédských městech je provozovat jejich SMDS jako veřejnou hromadnou dopravu ve větším rozsahu než veřejnou individuální dopravu. (3) V německých městech je dopravní služba koncipována zcela odlišně od švédského

modelu. Služba je integrována do jejich dopravního systému a slouží jako doplněk stávající veřejné dopravě. V německém městě Leer služba není určena výhradně pro OOSPO, avšak vozidlo je přizpůsobeno pro přepravu i těžce handicapovaných osob. Jezdí výhradně na objednávku a door-to-door. Službu si mohou cestující objednat i několik minut před zamýšleným odjezdem, v závislosti na současné poloze vozidel. Cestující tuto službu využívají například pro přepravu z přestupních uzlů do míst neobsluhovaných běžnou linkovou dopravou. (4) Technologicky se služba od běžné taxi služby liší ve snaze slučovat jízdy zákazníků, což může navyšovat cestovní doby zákazníků. Kap. 2.1 uvádí různé modely provozu SMDS podrobněji a uvádí jejich možné implementace do prostředí města Pardubic.

Pro účely analýzy těchto služeb se používají technologické ukazatele jako jsou počet přepravených cestujících, přepravní výkon, dopravní výkon, průměrná obsazenost vozidel, součinitel využití jízd apod. Následující kapitola 1.1 analyzuje SMDS v Pardubicích.

1.1 Analýza speciální městské dopravní služby v Pardubicích

V Pardubicích se provozuje speciální městská dopravní služba (SMDS) pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace od roku 2004. (5) Provozovatelem SMDS je na objednávku města Pardubice Dopravní podnik města Pardubic a. s. Dispečerské plánování a řízení probíhá u společnosti S.P.I.D. handicap, o. p. s. (viz kap. 1.1.3). Pro účely analýzy provozu SMDS provedl autor společně s vedoucím práce návštěvu ve středisku hromadné dopravy na DPMP. Zde byly získány informace o organizační struktuře této služby, provozní údaje a představy DPMP o budoucím fungování SMDS. Dále byla provedena exkurze na dispečink této služby na pracovišti S.P.I.D. handicap, o. p. s. Přínosem této návštěvy je získání přehledu o náplni práci dispečera. Podařilo se získat data o jednotlivých přepravách za první čtvrtletí roku 2017 a informace o spotřebě pohonných hmot vozidla v tomto období. Poskytnutá data (6) byla zpracována a slouží jako hlavní podklad této práce. Úskalím může být omezený rozsah dat v případě vyhodnocování výkonových technologických ukazatelů za 1 rok, jako jsou například dopravní výkon, přepravní výkon. Roční nerovnoměrnosti přepravní poptávky po SMDS se mohou lišit v závislosti na počasí, prázdninách, svátcích. Tento problém je při sestavování těchto ročních ukazatelů autorem zanedbán a výsledné hodnoty mohou obsahovat chybu vzniklou aproximací. Tato chyba nemá pro výstup této práce zásadní vliv.

Dalšími podklady pro tuto práci jsou odpovědi respondentů, kteří se účastnili ankety v listopadu 2017 (viz kap. 1.1.6). Výsledky dotazníkového průzkumu slouží zejména ke zjištění kvality poskytovaných služeb, ale také pro zjištění flexibility zákazníků při změně v provozu.

Z informací zjištěných od provozovatele SMDS autor zjistil, že řidiči jezdí na hraně svých časových možností. (10) Z provedené analýzy v kap. 1.1.4 vyplývá, že za jeden den vozidlo přepraví v průměru 18 cestujících a vykoná 36 cest. Jelikož ve městě převažuje převis přepravní poptávky, dispečer nemůže vyhovět všem zájemcům po přepravě. Tento jev, kdy poptávka převyšuje nabídku a musí se odmítat zákazníci, souvisí s cenovou i křížovou elasticitou dopravy. Tarifní cena pro zákazníka je 15 Kč pro zónu I a 20 Kč pro zónu II. (7) (viz kap. 2.3.5)

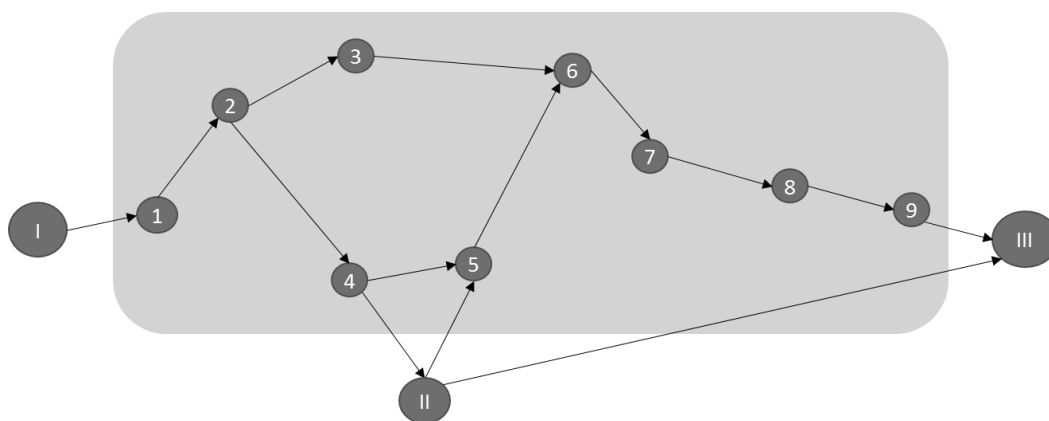
Město Pardubice poskytuje ročně finanční dotace na provoz této služby ve výši 700 000 Kč. Tato dotace je konstantní, a je poskytována bez ohledu na uskutečněný dopravní výkon za daný rok. Nevýhodou tohoto systému poskytování dotací je nepřesné cenové ohodnocení poskytnutého dopravního výkonu na jednotku 1 vozkm za daný rok. Nevědomost objednavatele o ceně jednotkového dopravního výkonu může vést k myšlence objednavatele o neefektivním poskytování dotací do dopravní služby. Tato práce ekonomickou oblast provozu této služby řeší v kap. 3.2.2. Autor v návrhové kapitole 2.3 předkládá opatření, která povedou ke zvýšení efektivity provozu této služby.

1.1.1 Přepravní systém speciální městské dopravní služby

Přeprava cestujících probíhá na základě smluvních přepravních podmínkách DPMP pro speciální přepravu OOSPO. (8) Tyto podmínky stanovují vztah mezi dopravcem a cestujícím, postup při sjednávání služby, platnost jízdních dokladů a ostatní ustanovení. V těchto přepravních podmínkách je uvedeno, že přeprava může být uskutečněna na základě předem uzavřené písemné smlouvy. Po uzavření této smlouvy si může zákazník objednat telefonicky konkrétní přepravu, kterou lze objednat maximálně 24 hodin před zamýšlenou přepravou. (7) Tato doba objednání může být pro zákazníky příliš dlouhá. Pro cestujícího, který se potřebuje přepravit pouze jednorázově, může být také značnou komplikací předem uzavírat písemnou smlouvu s DPMP.

Ve schématu na obr.1 je znázorněn systém, jak probíhá přepravní proces jednotlivého zákazníka. Do systému vstupuje požadavek zákazníka po přepravě (prvek I). Ten se projevuje telefonátem na dispečink S.P.I.D. Dispečer zpracuje požadavek zákazníka (prvek 1) a zjišťuje, jestli lze vyhovět jeho požadavkům (prvek 2). Podle časového vytížení vozidla vyhodnotí,

lze-li přepravu uskutečnit v požadovaném čase (prvek 3), nebo nelze (prvek 4). V případě, že přeprava v daném čase se může uskutečnit, dispečer zapíše údaje o zákazníkovi a jeho nástupní a cílové místo do výkazu jízd (prvek 6). V opačném případě je zákazník buď odmítnut (prvek II), nebo se dispečer se zákazníkem domluví na jiném čase přepravy (prvek 5). Po sestavení výkazu jízd pro následující den je výkaz poslán na DPMP (prvek 7). Tento výkaz je předán osobně řidiči (prvek 8), který jede na určené místo pro konkrétního zákazníka na dané místo v daném čase (prvek 9). Prvek III je již výsledek přepravy. V současném stavu, kdy plánování jízd probíhá 24 hodin dopředu a v provozu je pouze jedno vozidlo, je tento systém procesu přepravy v pořádku. Systém již nevyhovuje v případě porřízení dalších vozidel nebo zavedení operativního dispečerského řízení.



Obrázek 1 – Proces přepravy

Zdroj: autor

Prvky systému z obr. 1 jsou shrnuty také v tab. 1.

Tabulka 1 – Prvky v systému procesu přepravy

Prvek	Označení
1	Zpracování požadavků
2	Zjištění volných kapacit
3	Akceptování požadavku
4	Nevyhovění požadavku
5	Přehodnocení požadavku
6	Naplánování tras vozidel
7	Předání plánu jízd DPMP
8	Předání plánu jízd řidiči
9	Přeprava zákazníka
I	Požadavek po přepravě
II	Zamítnutí zákazníka
III	Výsledek přepravy

Zdroj: autor

1.1.2 Vozový park

Dopravní podnik města Pardubic provozuje za účelem této služby jedno vozidlo Fiat Ducato upravené pro přepravu imobilních občanů. Rok výroby tohoto vozu je 2015, což je pro životnost a údržbu přijatelné. Maximální počet míst ve vozidle pro osoby na vozíku je 5 a pro osoby bez vozíku 9. (9) Vozidlo s nejvyšší přípustnou hmotností 3300 kg, vybaveno motorem o objemu válců 2287 cm³, má průměrnou spotřebu nafty 10,5 l/100 km. (9) S ohledem na skutečnost, že provozování vozidla probíhá převážně ve městském prostředí, je spotřeba pohonných hmot pro toto vozidlo přijatelná. Vozový park o počtu jednoho kusu je na poptávku po přepravě nedostačující. DPMP úvahu o pořízení nového vozidla zavrhl z důvodu vysokých investičních a provozních nákladů. V práci se vyskytuje v kap. 2.2.3 návrh na pořízení nových vozidel v rámci návrhu na zavedení nové flexibilní linky MHD. Problém spočívá také v tom, že při stávajícím systému provozu (door-to-door) dosahuje vozidlo nízkého koeficientu využití jízd. Ze získaných dat se hodnota koeficientu využití jízd pohybuje od 0,45 do 0,6 (viz kap. 1.1.4) V návrhové části (kap. 2.3.2) je vytvořen optimalizační postup, který řeší slučování jízd zákazníků na základě kritérií a může využití jednotlivých jízd navýšit.

1.1.3 Dispečerské řízení

Dispečink této služby je zřízen na pracovišti S.P.I.D o. p. s. Provozní doba dispečinku je každý pracovní den od 7:30 do 14:00 a v tuto dobu lze telefonicky objednat přepravu nejdříve na následující den. (7) Pracovní vytížení pracovníka na dispečinku S.P.I.D spočívá v přijímání telefonátů od zákazníků, zapisování údajů o klientech do tabulkového procesoru a sestavování tras vozidla na následující den. Sestavování tras probíhá taktéž v tabulkovém procesoru MS Excel. Operativní řízení vozidla je kvůli absenci technického a softwarového vybavení výrazně omezeno. Dispečer může v případě zrušení objednávky tuto informaci okamžitě předat telefonicky řidiči. Nemůže však reagovat na nové objednávky v daný den, což má za následek dlouhé objednací lhůty nejdříve 24 hodin před zamýšlenou přepravou. Výhodou dispečerského řízení z pracoviště S.P.I.D je, že pracovník rozumí speciálním potřebám klientů a komunikace s OOSPO probíhá na patřičné úrovni. Nevýhodou je již zmiňované vybavení pracoviště. V návrhové kapitole 2.3 autor předkládá návrhy na změny v dispečerském řízení.

1.1.4 Analýza technologických ukazatelů dopravní služby

Z analýzy získaných dat (6) o jednotlivých přepravách vykonaných v lednu, únoru a březnu 2017, byl vytvořen souhrn ukazatelů, který je v tabulce 2.

Tabulka 2 – Základní technologické údaje z poskytnutých dat

Období	Počet cestujících	Průměrný počet cestujících za den	Celkový počet jízd	Průměrný počet jízd za den	Počet prázdných jízd	Průměrný počet prázdných jízd za den	Koeficient využití jízd	Ujeté km
leden	354	16	733	33	381	17	0,48	2765
únor	386	19	747	37	366	18	0,51	2680
březen	448	20	855	37	407	18	0,52	3230

Zdroj: (6) úprava autor

Z tabulky vyplývá počet přepravených zákazníků a průměrné počty jízd v jednotlivých měsících za první čtvrtletí roku 2017. Údaj ve sloupci koeficient využití jízd znázorňuje poměr počtu jízd s cestujícími a celkovým počtem jízd. Tento koeficient se vypočítá jako (1):

$$\beta = \frac{N_V}{N_{celk}} \quad [-] \quad (1)$$

kde:

β ... koeficient využití jízd [-]

N_V ... průměrný počet jízd s cestujícími [počet jízd]

N_{celk} ... průměrný počet celkových jízd [počet jízd].

Po dosazení do vzorce (1) vyplývá, že průměrný koeficient využití jízd za první čtvrtletí roku 2017 je $\beta = 0,5$. To znamená, že vozidlo jezdí v polovině případů prázdně.

Dalším technologickým ukazatelem, který znázorňuje efektivnost využití vozidla, je koeficient obsazenosti vozidla. Tento ukazatel se vypočítá jako poměr mezi skutečným počtem přepravených cestujících a maximálním počtem míst za dané období. Koeficient znázorňuje, kolik procent míst je ve vozidle obsazeno. Výpočet probíhá dle vzorce (2):

$$\gamma_s = \frac{q}{K} \quad [-] \quad (2)$$

kde:

γ ... koeficient využití jízd [-]

q ... počet přepravených cestujících [počet cestujících]

K ... maximální počet míst [počet míst].

Za předpokladu, že vozidlo má kapacitu 5 míst, vychází po dosazení do vzorce (2), denní koeficient obsazenosti v rozmezí 0,09 – 0,12. Průměrnou hodnotou za analyzované 3 měsíce je 0,10. V průměru je vozidlo obsazeno z 10 %, což při kapacitě 5 míst činí průměrnou obsazenost vozidla 0,5 osob/jízdu.

Pro získání přehledu o rozsahu prováděných přeprav je v tab. 3 proveden výpočet základních technologických ukazatelů. Provoz probíhá v období mimo červenec a srpen každý pracovní den, v době od 6:00 do 17:30. V období letních prázdnin je provozní doba kratší o 2 hodiny. (7) Proto tato položka v tab. 3 obsahuje průměrnou denní dobu provozu za rok.

Tabulka 3 – Technologické ukazatele

Průměrná denní doba provozu	11,2	hod
Denní doba prostoje vozidla	1,25	hod
Počet dní v provozu	250	dnů/rok
Průměrný počet jízd za rok	8 981	
Dopravní výkon za rok	35 109	vozkm/rok
Průměrná délka 1 jízdy	3,91	km
Průměrný počet přepravených cestujících za rok	4 569	os/rok
Přepravní výkon	17 863	oskm/rok
Počet přepravených cestujících za den	18,28	cestujících

Zdroj: (6) úprava autor

Denní doba prostoje z tab. 3 je vypočtena jako součet denních dob na bezpečnostní přestávky, přestávek na odpočinek a jídlo a dob na výměnu řidičů. Denní doba prostoje je vyjádřena pomocí vzorce (3):

$$T_N = T_{bezp.} + T_{přest.} + T_{vým.} \quad [hod.] \quad (3)$$

kde:

T_N ... denní doba prostoje [hodiny]

$T_{bezp.}$... denní doba na bezpečnostní přestávky [hodiny]

$T_{přest.}$... denní doba na přestávky [hodiny]

$T_{vým.}$... doba na výměnu řidičů [hodiny].

Provoz zajišťují dva řidiči. Dohromady tvoří 1,5 pracovního úvazku. Každý den je přidělena vždy jedna bezpečnostní přestávka o délce 15 minut, jedna 30minutová přestávka

na oběd plynoucí ze zákoníku práce a čas na výměnu řidičů. Tyto přestávky má vždy pouze řidič, jehož denní pracovní doba je delší než 4 hodiny.

Průměrný počet jízd za rok je vyjádřen jako součin průměrného počtu jízd za den ve zkoumaném období a počtem dní provozu za rok. Počet jízd za rok je vyjádřen dle vzorce (4):

$$N_{celk.} = N \cdot VD_{PR} \quad [\text{počet jízd za rok}] \quad (4)$$

kde:

$N_{celk.}$... počet jízd za rok [počet jízd]

N ... počet jízd za den [počet jízd]

VD_{PR} ... počet dní provozu [počet dní].

V tab. 3 je dopočítán očekávaný dopravní výkon za rok 2017, který se určí jako součin denní průměrné ujeté vzdálenosti a počtem dní provozu (viz vzorec 5).

$$DV = l \cdot VD_{PR} \cdot \text{počet vozidel} \quad [\text{vozkm}] \quad (5)$$

kde:

DV ... dopravní výkon [vozkm]

l ... průměrná denní ujetá vzdálenost [km]

počet vozidel ... [počet vozidel]

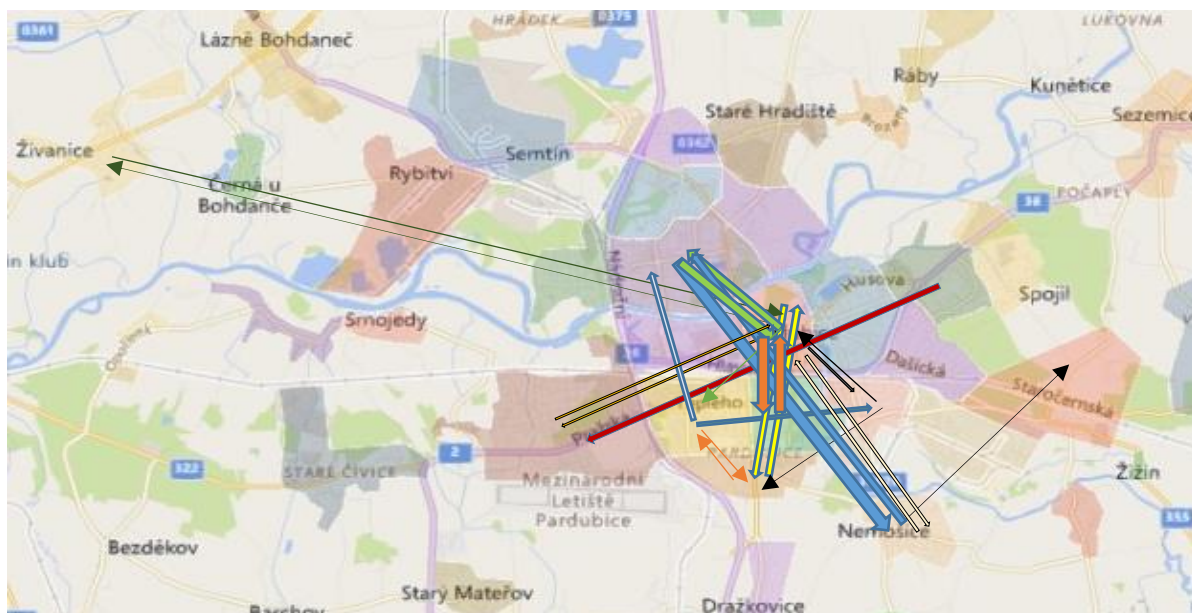
VD_{PR} ... počet dní provozu [počet dní].

Tento ukazatel lze porovnat např. s městem Hradec Králové, které má podobný počet obyvatel jako Pardubice. Místní organizace DOSIO, která provozuje SMDS v Hradci Králové dosáhla v roce 2016 dopravního výkonu o hodnotě 150 550 vozkm. (11) Tato organizace ovšem provozuje 6 vozidel. Počet ujetých kilometrů jednoho vozidla SMDS v Hradci Králové je 25 092 km, což je o 29 % méně než v Pardubicích. To znamená, že vozidlo SMDS v Pardubicích je vytížené dopravním výkonem o třetinu více než v Hradci Králové. Rozhodující je pro porovnání služeb přepravní výkon. Údaje o přepravním výkonu společnosti DOSIO o. p. s. nejsou známy, proto jsou porovnány počty přepravených cestujících obou služeb. DOSIO o. p. s. přepravilo v roce 2016 celkem 16 739 cestujících. (11) Na podkladě zdrojů (6) autor vypočítal, že za rok 2017 je počet přepravených cestujících 4 569. V tomto porovnání lze vyhodnotit, že SMDS v Hradci Králové přepraví o 73 % více cestujících než v Pardubicích.

Z grafu v obr. 2 si lze také povšimnout, že četnost výstupů a četnost nástupů jsou vyrovnané, protože cestující většinou požadují i zpáteční přepravu.

Na obrázku v příloze A je znázorněn mapový graf počtu nástupů dle území. Území je autorem vyčleněno dle místních částí města Pardubic a okolních obcí. Největší počty nástupů se objevují v oblasti Starého města, Polabin, dále v oblasti Dubina a Višňovka. Dle obrázku v příloze B jsou největší hodnoty počtů výstupů v oblasti Starého města, Polabin, Nemošic, Višňovky a Pardubiček. Je to dáno koncentrací služeb, které se vyskytují v centru města, ale také výskytem zdravotnických zařízení, nebo denních stacionářů.

Autor dále vytvořil souhrn nejčetnějších relací, který je uveden v tabulce v příloze C. Počty cest jsou uvedeny za první čtvrtletí roku 2017. Tato tabulka obsahuje 26 nejvýznamnějších relací. Počty cest menších než 12 jsou brány jako ad-hoc cesty, jelikož relace je využívána méně než jednou za týden. Pro ilustraci přepravních proudů této služby slouží obr. 33.



Obrázek 3 – Mapa nejvýznamnějších relací

Zdroj: (6) úprava autor

Tučně vyznačené čáry představují nejsilnější přepravní vazby (např. Polabiny – Nemošice – 94 cest za čtvrtletí). Naproti tomu nejtenčí čáry představují relace o počtu 12 cest za uvedené období.

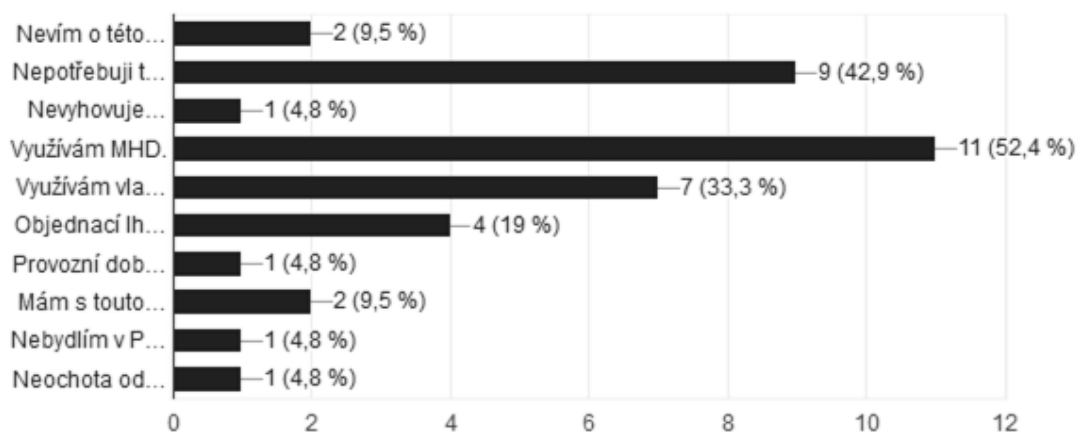
1.1.6 Dotazníkový průzkum

V listopadu a prosinci 2017 probíhal dotazníkový průzkum, který byl určen především pro uživatele této dopravní služby (viz příloha D). Autor sestavil dotazník s cílem zjistit spokojenost cestujících se službou, ale také zjistit, do jaké míry jsou cestující ochotni se přizpůsobit změnám v provozu. Dotazník byl koncipován také pro potenciální uživatele, kteří nevyužívají tuto službu. Tito respondenti uvedli důvod, proč službu nevyužívají. Dotazníkový průzkum probíhal do 7. prosince roku 2017. Respondenti mohli vyplnit on-line formulář nebo tištěnou verzi.

První otázka zjišťovala využití SMDS Pardubice. Pouze 32 % uvedlo, že využívá službu. Zbývajících 68 % respondentů poté odpovídali, proč službu nevyužívají. V této otázce bylo umožněno vybírat několik odpovědí najednou. Celkem 21 respondentů zaškrtnulo 39 odpovědí. Pozitivní je, že 43 % z 21 odpovědí na tuto otázku uvádí, že cestující službu nepotřebuje, protože využívá jiný nebo žádný druh dopravy. Dále 52 % z 21 respondentů uvedlo, že využívají MHD a 33 % respondentů uvedlo, že využívají vlastní dopravu. Z celkového počtu odpovědí (39) obsahuje 9 odpovědí nespokojenost se službou. Mezi hlavní důvody nespokojenosti patří dlouhé objednávací lhůty a špatné zkušenosti se SMDS.

2. Uved'te prosím důvod, proč tuto službu nevyužíváte.

21 odpovědí

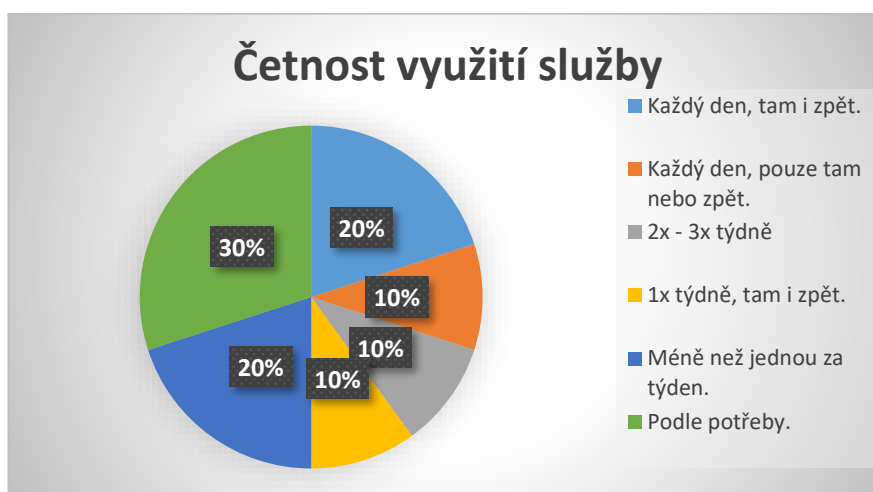


Obrázek 4 – Nejčastější důvody nevyužívání SMDS

Zdroj: autor

Věkovou strukturu těchto potenciálních cestujících tvoří 33 % senioři nad 65 let, 52 % cestující mezi 30–65 let a zbytek tvoří děti a cestující do 30 let. Přes 57 % těchto lidí jsou pohybově postižení a 19 % procent z nich jsou na invalidním vozíku. Přes 28 % odpovědí jsou od lidí s mentálním postižením.

Respondenti, kteří v první otázce označili, že službu využívají, dále odpovídali na otázky četnosti, cíle jejich cest, hodnotili kvalitu služby a odpovídali na otázky týkající se jejich požadavků na čas a místo. Na tyto otázky odpovědělo celkem 10 uživatelů dopravní služby. Z důvodu nízkého počtu odpovědí na tyto otázky mohou být výsledky nevypovídající. Přesto tyto odpovědi bere autor v této práci minimálně na vědomí. V grafu na obr. 5 je souhrn odpovědí na otázku číslo 3. Polovina respondentů SMDS využívá méně než jednou za týden. Tento údaj se v porovnání s údajem stálých a ad-hoc zákazníků, kde kritérium pro určení stálých cestujících je 1 jízda za týden (kap. 1.1.5), liší o 11 %. Druhá polovina cestujících jezdí se SMDS pravidelně, minimálně jednou týdně. Každý den službu využívá 30 % uživatelů.



Obrázek 5 – Četnost využití služby dle dotazníkového průzkumu

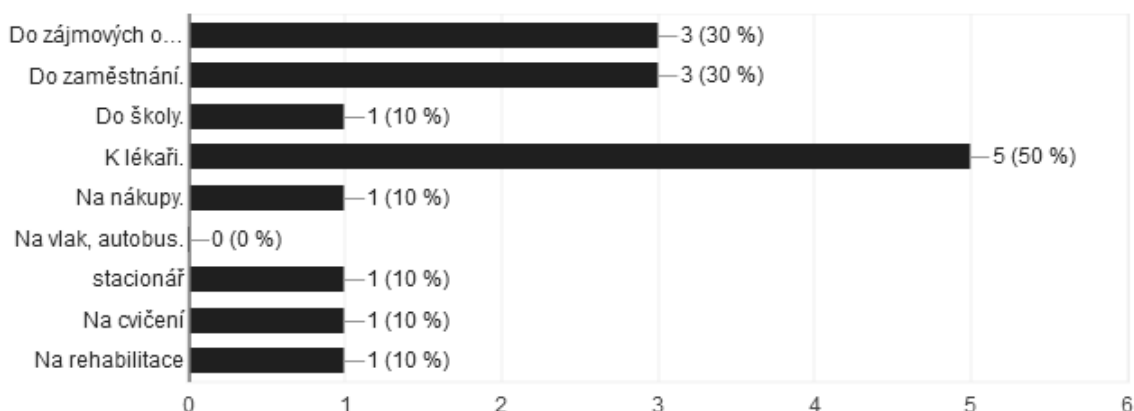
Zdroj: autor

V návrhové části (kap. 2.1.4) autor práce je popisuje koncept, který dokáže kombinovat stochastickou poptávku se stálou poptávkou. Autor se v kap. 2.2 pokusil tento koncept aplikovat.

Otázka číslo 4 se týkala účelu cest zákazníků. Odpovědí bylo možné označit více. Celkem bylo označeno 16 odpovědí a odpovědělo na ní 10 respondentů. Z grafu na obr. 6 je vypovídající odpověď, že nejčastější účel cesty je k lékaři, do zájmových organizací a do zaměstnání.

3. Jaké jsou Vaše nejčastější cíle cesty?

10 odpovědí



Obrázek 6 – Účel cest uživatelů SMDS

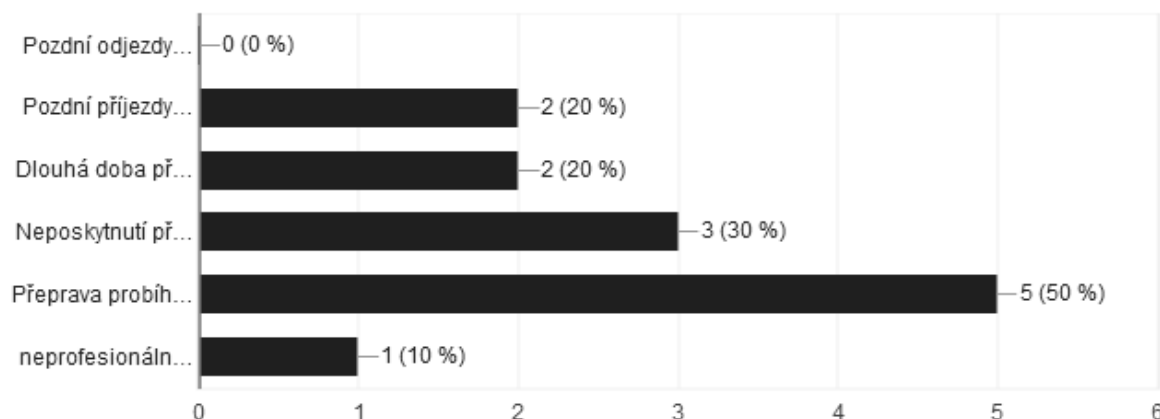
Zdroj: autor

Odpovědi o účelu cest mohou sloužit jako podklad pro určení pevných tras v případě zavedení konceptu uvedeného v kap. 2.1.4.

Další otázky se týkaly kvality SMDS. V otázce číslo 5 známkovali uživatelé kvalitu dopravní služby. Na otázku odpovědělo 10 lidí. Známkou chvalitebně ohodnotilo kvalitu poskytovaných služeb 50 % uživatelů. Dále dopravní službu považuje za výbornou 20 % uživatelů a dalších 20 % hodnotí službu známkou za 3. Jeden uživatel projevil nespokojenost s kvalitou SMDS nejhorší známkou. V otázce číslo 6 poté uživatelé služby odpovídali, co se jim nelíbí. Na obr. 7 lze vidět, že z 13 označených odpovědí 5 obsahuje naprostou spokojenost, což je pozitivní výsledek pro dopravce. Nejčastější problém pro uživatelé je domluvit se na konkrétní přepravě. Tento problém s kapacitou může částečně řešit návrhová část práce (kap. 2).

5. Jaké problémy se Vám při přepravě nejvíce stávají?

10 odpovědí



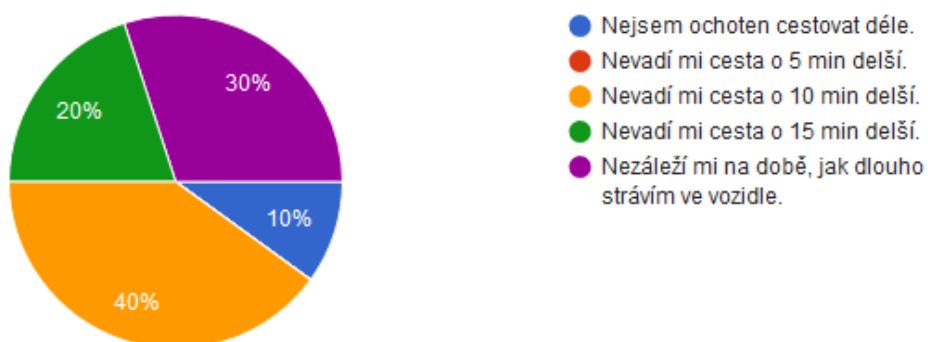
Obrázek 7 – Nejčastější problémy v přepravě

Zdroj: autor

Další otázky v dotazníku zjišťovali flexibilitu zákazníka na změny. Otázka číslo 6 zjišťovala o kolik minut navíc jsou cestující ochotni strávit ve vozidle. Cestovní doba se v případě slučování jízd zvyšuje, proto tato otázka byla zařazena do dotazníku.

6. O kolik minut déle jste ochotni ve vozidle cestovat za stejnou cenu?

10 odpovědí



Obrázek 8 – Flexibilita cestujících vůči jízdním dobám

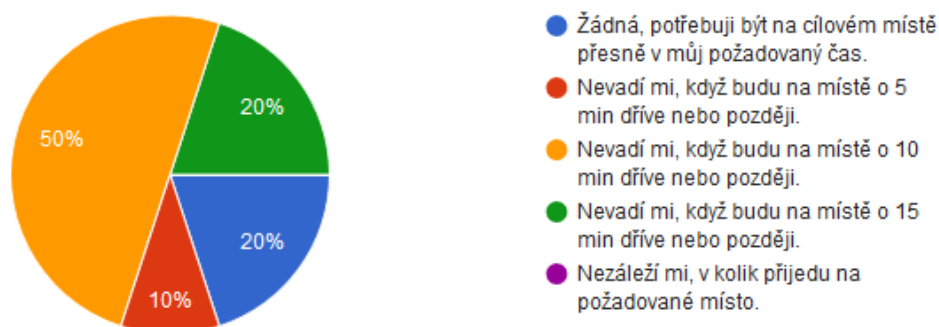
Zdroj: autor

V grafu na obr. 8 je vidět, že pouze 1 člověk z 10 není ochoten cestovat déle. Zbytek respondentů připouští prodloužení jízdní doby minimálně o 10 minut. Tuto dobu lze využít právě pro jízdu k dalším cestujícím při jedné cestě. V případě tolerance cestujících na čas příjezdu na cílové místo uvedlo 20 % dotazovaných, že potřebují být na daném místě přesně

v jejich požadovaný čas. Dále z obr. 9 je vidět, že 70 % cestujících nevdí příjezd vozidla o 10 minut dříve nebo později, než potřebují. Tento výsledek ukazuje značnou flexibilitu cestujících, která souvisí s cestovní dobou.

7. Jaká je Vaše tolerance na čas příjezdu do cíle?

10 odpovědí



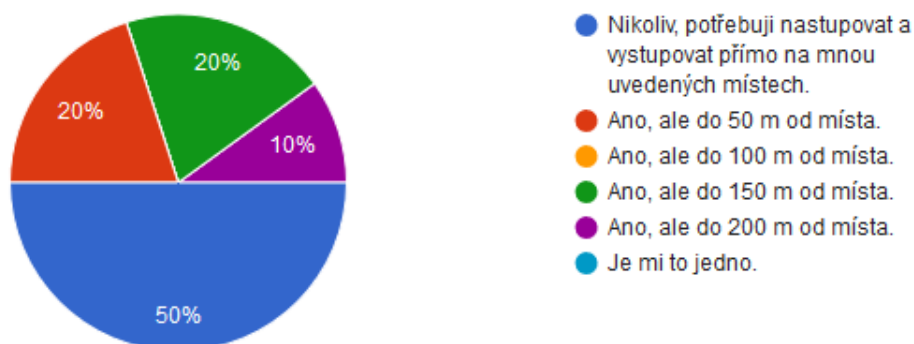
Obrázek 9 – Tolerance cestujících na čas příjezdu do cíle

Zdroj: autor

V otázce číslo 8 bylo zjišťováno, jestli jsou uživatelé této služby z hlediska svých zdravotních možností způsobilí nastoupit mimo požadované místo. Na grafu z obr. 10 je výsledek nerozhodný. Polovina uživatelů SMDS potřebuje dopravu door-to-door.

8. Jste ochoten/ná nastupovat (vystupovat) na zastávce, které je mimo Vaše požadované místo nástupu (výstupu)?

10 odpovědí



Obrázek 10 – Docházková vzdálenost cestujících

Zdroj: autor

Tato otázka byla zařazena do dotazníku s cílem zjistit možnost zavedení pevných zastávek. V kap. 2.2 se nachází návrh na zavedení flexibilních linek s možností přepravy door-to-door.

1.2 Závěr analýzy

Z provedené analýzy vyplývá, že SMDS provozuje DPMP pomocí jednoho vozidla Fiat Ducato, které je upravené pro přepravu imobilních osob s kapacitou 5 míst. Ze zdroje (6) autor zjistil počty jízd vykonaných v prvním čtvrtletí 2017. Dále vypočítal z těchto zdrojů dopravní a přepravní výkon za rok 2017. Vypočítaný dopravní výkon za rok 2017 činí 35 109 vozkm. Vypočítaný přepravní výkon za rok je 17 863 oskm. Zásadním zjištěním je fakt, že 50 % celkových jízd tvoří prázdné jízdy. Dále autor zjistil, že průměrná obsazenost vozidla za uvedené období je 10 %. Tento problém autor řeší v návrhu dispečerského řízení (kap 2.3.2).

Analyticky se autor zabýval také analýzou přepravní poptávky, aby zjistil možnosti zavedení linkové dopravy. Největší přepravní poptávka se vyskytuje v oblastech Starého města, Polabin, Nemošic, Dukly a Višňovky. Počet jízd vykonaných SMDS z těchto oblastí dosahuje 30-90 jízd za měsíc. Přibližně stejné počty jízd jsou vykonané také do těchto oblastí, jelikož cestující vyžadují většinou zpáteční cestu. Z této analýzy ze zdrojů (6) také vyplývá, že minimálně 39 % cestujících využívá službu pravidelně (alespoň 1× týdně). V dotazníkovém průzkumu odpovědělo 50 % respondentů, že cestuje alespoň 1× týdně. Z výsledků dotazníkového průzkumu vyplývá, že každý den službu využívá 30 % uživatelů SMDS. Mezi nejčastější cíle cest v analyzovaném období patří organizace Mírea, Křižovatka handicap centrum o. p. s., firma K2P s. r. o. v Rokycanově ulici a Kyjevská nemocnice. Respondenti dotazníkového průzkumu uvádí, že nejčastěji cestují do zdravotnických zařízení, zájmových organizací, zaměstnání a škol. Tyto odpovědi respondentů se shodují se zjištěnými údaji ze zdroje (6). Autor navrhuje v kap. 2.2 zavedení nové flexibilní linky, určenou nejen pro OOSPO. Dotazníkového průzkumu se zúčastnilo celkem 31 OOSPO. Pouze 10 respondentů uvedlo, že využívá SMDS. Respondenti, kteří službu nepotřebují, protože využívají jiný druh dopravy (IAD, MHD), tvoří z celkového počtu 11 odpovědí. Dalších 10 respondentů uvedlo, že SMDS nevyužívají z důvodu nedostatečné kvality (dlouhé objednací lhůty, nevědomost o službě, špatné zkušenosti se službou). Autor v kap. 2.3.4 navrhuje opatření pro zkrácení objednacích lhůt zavedením operativního dispečerského řízení. Z dotazníku dále vyplývá, že až 50 % uživatelů SMDS je ochotno cestovat o 15 minut déle než dosud. Tento fakt může pomoci zvýšit obsazenost vozidla bez ztráty zákazníka.

2 NÁVRH PROVOZNÍCH ZMĚN PRO SPECIÁLNÍ MĚSTSKOU DOPRAVNÍ SLUŽBU PARDUBICE

Kapitola 2 pojednává o konkrétních úpravách v provozu SMDS Pardubice. Na základě analýzy přepravní poptávky se nabízí také řešení dopravní obslužnosti pomocí autobusů na objednávku. Toto řešení je využitelné pro OOSPO, ale také pro obyvatelé žijící na území s nízkou přepravní poptávkou.

Nejprve autor představuje možnosti optimalizace tras, které dále aplikuje v kap. 2.2, při návrhu maximalistické varianty zavedením nové linky MHD. V další kapitole 2.3 autor řeší stávající stav SMDS Pardubice a upravuje organizaci trasování, dispečerské řízení, způsoby objednávání a změny v tarifu. Hlavním bodem práce je návrh na úpravu dispečerského řízení. Autor v práci vytváří vlastní pomůcku v MS Excel a navrhuje další konkrétní software pro plánování jízd, který lze uplatnit při zachování současných prostředků a organizace provozu (1 vozidlo bez GPS, plánování jízd na 24 hodin dopředu, software MS Excel). Tyto programy umožňují výpočetní operaci pro optimalizaci jízd.

2.1 Možnosti optimalizace tras

Existují dva extrémní způsoby, jak ve veřejné dopravě organizovat jízdy. Jsou to pevně dané trasy s pevným jízdním řádem (linkový provoz) nebo flexibilní trasy s flexibilním JŘ (na objednávku). Mezi těmito dvěma způsoby lze najít i další způsoby, jak tyto trasy plánovat:

- Pevné trasy s pevným jízdním řádem (linková doprava)
- Pevné trasy s flexibilním jízdním řádem (na dané zastávky jezdí vozidlo na zavolání)
- Flexibilní trasy s flexibilním jízdním řádem (současný stav SMDS Pardubice)
- Kombinace pevných tras s flexibilními trasy a s časy na objednávku. (12)

V linkové dopravě je žádoucí spoje koncipovat tak, aby trasy byly přímé, obsluhovaly oblasti s velkou přepravní poptávkou a spoje jezdily na lince pravidelně a rovnoměrně. V objednávkovém systému přepravy door-to-door je provoz složitější, jelikož jízdy nelze naplánovat na rok dopředu jako u linkové dopravy. Systém musí být flexibilní pro cestující, kteří si mohou vybrat místo a čas odjezdu. V důsledku je tato služba pro cestující cenově dražší než MHD (např. taxislužby nabízí sazbu 70-99 Kč po Pardubicích, tarif MHD v I. zóně je za 16 Kč). Mezi požadavky na SMDS patří, aby služba byla pro cestující flexibilní (možnost zavolat si vozidlo před dům, vybrat si čas přepravy), ale také cenově dostupná,

ačkoliv je provozována v režimu flexibilních tras s flexibilním JŘ (stejně jako taxislužby). Tyto dva protichůdné faktory lze řešit při zachování konceptu flexibilních tras s flexibilním JŘ slučováním více cestujících najednou a optimalizací tras vozidel, nebo přejít k jinému konceptu plánování tras.

2.1.1 Pevné trasy s pevným jízdním řádem

Tento koncept provozu využívá linková doprava. Jsou jasně dány nástupní místa a jízdní řád. Zastávky se nachází v oblastech s určitou poptávkou po přepravě. Tento koncept přepravy je předem naplánovaný. Nevýhodou je, že tento koncept není flexibilní. To znamená, že nedokáže rychle reagovat na poptávku. Výhodný je pro obsluhu frekventovaných míst. Koncept lze využít i pro přepravu osob ZTP. V Pardubicích je zavedena například linka MHD 910 pro přepravu klientů školy Svítání a denního stacionáře Mirea v Nemošicích.

2.1.2 Pevné trasy s flexibilním jízdním řádem

Koncept využívá předem definovaná nástupní místa umístěná v izochronách zájmových oblastí. Provozování vozidel již probíhá v režimu na objednávku. Zákazník si vybere z předem nadefinovaných míst výchozí a cílové místo. Čas, ve kterém bude čekat na daném nástupním místě, si zvolí sám. Koncept je výhodný pro provozovatele, jelikož může na jedno nástupní místo seskupit více zákazníků. Pro zákazníky není umožněna přeprava door-to-door, což převážně pro těžce handicapované může znamenat problém.

2.1.3 Flexibilní trasy s flexibilním jízdním řádem

Cílem provozovatele je vyhovět všem požadavkům zákazníka. Zákazník definuje čas, konkrétní místo nástupu a cíl přepravy. Proto tento koncept využívají SMDS, které přepraví i zákazníka se speciálními potřebami, které často mají těžce handicapovaní zákazníci a přeprava door-to-door je nezbytná. Pro eliminaci provozních nákladů služby využívají optimalizaci tras, kde snahou je minimalizovat náklady na jízdu pomocí slučování jízd několika zákazníků. Tato optimalizace tras probíhá pro předem dané dny (objednací lhůty minimálně 24 hodin před přepravou), nebo se využívá operativního dispečerského řízení vozidel a optimalizace tras probíhá v reálním čase (objednací lhůty i 30 min před přepravou, možnost řešit mimořádné události).

2.1.4 Kombinace pevných tras s flexibilními trasy a s časy na objednávku

Jedná se o mix konceptů (2.1.2) a (2.1.3). Koncept využívá pevně daných nástupních míst a v případě potřeby lze zákazníka přepravit i door-to-door. Výhodou je, že přepravu mohou využít zákazníci se speciálními požadavky na přepravu (těžce handicapovaní), ale také ostatní cestující, kteří mohou využívat předem definovaná nástupní místa. Přeprava probíhá s pevným jízdním řádem. Pokud chce cestující využít dopravy door-to-door musí se předem objednat.

2.2 Návrh na zavedení flexibilní linky městské hromadné dopravy

Autor v této kapitole navrhuje tři nové, jednosměrné linky. Autor se nechal inspirovat švédským modelem uvedeného v kap. 1. Tento návrh je ekonomicky náročný, protože provoz nových linek znamená zajistit personál, vozidla a finanční zdroje pro jejich provoz. Návrh spočívá v zavedení pevných tras linek s pevným jízdním řádem s možností výchylky od dané trasy a od jízdního řádu. Jedná se tedy o koncept z kap. 2.1.4. Linky přitom jsou přístupné nejen pro seniory a OOSPO, ale i pro širokou veřejnost. Linky umožňují zastávku na znamení na kterémkoliv vhodném místě na trase. V případě nástupu a výstupu mimo trasu linky je nutné, aby cestující takovou přepravu předem objednal. Tato možnost je z kapacitních důvodů vozidla umožněna pouze občanům s průkazem ZTP. Nástup a výstup na trase linky není nutné, aby cestující předem objednával. V úvahu přichází i provoz v režimu zastávek pouze na znamení. V příloze E autor navrhuje linky (červená, modrá a zelená linie) dle zjištěné přepravní poptávky (kap. 1.1.5) a výsledku dotazníkového průzkumu (kap. 1.1.6 – nejčastější cíle cest). Při návrhu vedení tras linek je nutné, aby navrhovatel (DPMP nebo objednavatel dopravy) diskutoval s budoucími uživateli linek o jednotlivých variantách.

V případě zavedení takového konceptu linkového provozu lze očekávat snížení poptávky po přepravě door-to-door, jako tomu bylo i ve švédských městech Borås a Uppsala, kde 60 % poptávky po speciální službě bylo přesunuto do midibusů flexibilních linek. (3) Provoz speciální dopravní služby však nelze úplně zrušit, protože ve městě budou stále osoby se speciálními potřebami. Speciální dopravní službu lze při takto snížené poptávce provozovat jako individuální veřejnou dopravu se všemi jejími specifikacemi (přeprava door-to-door, přeprava pouze osobními automobily do 3,5 t, provoz speciální dopravní služby vlastními vozidly organizací).

Koncept se může dotknout i celého systému MHD v Pardubicích. Některé autobusové linky mohou být upraveny pro tento objednávkový typ provozu. To znamená upravit jejich

linky tak, aby do míst s nízkou přepravní poptávkou jezdily autobusy pouze na objednávku cestujících. Město může takto ušetřit ročně za dopravní výkon částku, která není v této práci kvantifikovaná.

2.2.1 Vedení trasy linky

Linka je autorem navržena tak, aby vedla kolem nebo v těsné blízkosti zdrojových nebo cílových míst skupiny OOSPO. V dotazníku (kap. 1.1.6) uvedli respondenti nejčastější cíle cest k lékaři, do zájmových organizací, do škol a do zaměstnání. Linka byla navržena dle apriorní poptávky a podle nejčastějších cílů cest OOSPO zkoumaných v analýze (kap. 1.1.5). V obrázku je znázorněna červenou barvou linka A (Hlavní nádraží – Nemošice, škola). Modrou barvou je vyznačena linka B, která začíná na zastávce Nemošice, škola a končí na zastávce Kyjevská. Zelenou barvou je naznačeno vedení linky C (Kyjevská – Hlavní nádraží). V příloze E se v obrázku nachází vyznačené zastávky jednotlivých linek s „garantovanými časy odjezdů“ (viz kap. 2.2.2). Do tohoto obrázku jsou dále vyznačeny izochrony jednotlivých linek příslušnými barvami. Jedná se o oblasti s časovou dostupností do 5 minut, včetně nástupu (výstupu) cestujícího v této oblasti. Izochrony autor vykreslil pomocí online nástroje (13). Linka A začíná na zastávce Hlavní nádraží. Pokračuje přes Polabiny, zastávky Stavařov, Třída Míru, Výzkumný ústav, Teplého, dále přes zastávky v oblasti Dukle až po zastávku Nemošice, škola, kde probíhá obrat vozidla. Autor uvažuje potřebnou dobu na obrat 10 minut. Oběh vozidla dále pokračuje na linkou B. Linka B vede v opačném směru stejně jako linka A až po zastávku Výzkumný ústav. Dále vede přes zastávky Karla IV, Krajský úřad, a končí na zastávce Kyjevská. Zde proběhne obrat vozidla na linku C, která vede ze zastávky Kyjevská přes Krajský úřad, U Grandu, Třída Míru, Stavařov, Polabiny a končí na zastávce Hlavní nádraží.

2.2.2 Jízdní řád

Autor navrhuje jízdní řád ve dvou různých variantách. První variantou, jak navrhnout JŘ pro takto kombinovaný provoz, je stanovit na každé zastávce rozmezí času odjezdu. Jízdní řád obsahuje minimální a maximální čas odjezdu vozidla ze zastávky. Minimální čas odjezdů ze zastávek je určen dle jízdních dob současných linek MHD, které na konkrétních úsecích jezdí. Maximální časy odjezdů ze zastávek určuje součet jízdních dob minimálního JŘ a dob zajižděk pro cestující mimo trasu linky. Doba maximální možné zajižděky od trasy linky se na každé zastávce může lišit v závislosti na požadované dostupnosti konkrétní oblasti. Oblasti, do kterých mohou vozidla zajiždět, zobrazují tzv. dojezdové izochrony. Izochrony jsou určeny tak, aby pokrývaly oblasti s existující i potenciální přepravní poptávkou,

ale zároveň rozmezí odjezdů ze zastávek byly do 15 minut. Z této stanovené podmínky vyplývá, že izochrony mohou být velké maximálně 3 minuty a tyto izochrony mohou být na uvedené lince pouze na 3 zastávkách. Do celkové doby odchýlení vozidla od linkové trasy patří doba jízdy od zastávky k cestujícím, doba nástupu cestujícího (uvažováno 45 sekund) a doba zpáteční jízdy vozidla na jeho trasu. Proto autor navrhuje druhou variantu, kde navržený JŘ se nachází v příloze F.

Druhá varianta přistupuje k JŘ jednodušším způsobem. Odjezdy ze zastávek jsou určeny dle jízdních dob současných linek MHD. Na zeleně vyznačených zastávkách (v příloze F) je k jízdní době stanovena přírážka pro vyrovnání zpoždění vzniklých zajiždkou pro cestující mimo trasu linky. Autor stanovil velikost izochron 5 minut od zastávek, které mají „garantovaný“ čas odjezdu. Tato izochrona je přičtena vždy k jízdní době na zastávky s pevnými časy odjezdů. Takto vzniklá časová přírážka k jízdním dobám je určena pro vyrovnání zpoždění vzniklého zajiždkou maximálně pro jednoho zákazníka v jedné oblasti (izochroně). Zpoždění, které vznikne z důvodu většího počtu zajiždek v jedné lokalitě, se přenáší v JŘ dál na další zastávky. Tato přírážka k jízdním dobám neslouží pro vyrovnání zpoždění vzniklých dopravními kongescemi a vysokou hustotou automobilového provozu.

Autor navrhuje JŘ pro cestující ve zjednodušené formě (příloha F). V JŘ se záměrně nevyskytuje výčet všech časů odjezdů ze všech zastávek. V JŘ jsou časy odjezdů uvedeny pouze u zastávek s „garantovaným časem odjezdu“ (tzn. zastávky s přírážkou k jízdní době pro vyrovnání zpoždění). Časy odjezdů z ostatních zastávek nejsou uváděny, protože se mohou lišit až o několik minut (v závislosti na počtu objednaných cestujících s nástupem mimo trasu linky). Zastávky, přes které vede trasa linky, je vypsána nad samotným JŘ. Interval všech linek je 60 minut s provozem pouze v pracovní dny od 6:30 do 21:20. S uvedeným rozsahem provozu linky je potřeba dvou autobusů s parametry pro přepravu OOSPO.

2.2.3 Vozidlový park pro provoz nové linky MHD

Pro provoz těchto linek je vhodné uvést do provozu midibusy s kapacitou maximálně 20 míst. Délka a šířka vozidla musí být přizpůsobena provozu v úzkých ulicích, kterými tato linka vede (např. ulice Sladkovského). Dalším důvodem je flexibilita vozidla v úzkých ulicích na sídlištích, kam může být toto vozidlo přivoláno. Tato vozidla musí být nízkopodlažní a musí splňovat vnější i vnitřní bezbariérovost. Vozidlo musí být vybaveno výklopnou nájezdovou rampou pro vozíčkáře. Nástup a výstup cestujících probíhá pomocí dvou bočních dveří.



Obrázek 11 – Vozidlo vhodné pro provoz nové linky

Zdroj: (14)

Na ilustračním obr. 11 se nachází vozidlo brněnského dopravního podniku, které splňuje požadavky na provoz navrhované linky. Jelikož vozidlo může zastavit pro nástup a výstup cestujících i na místech, kde to není zakázáno dopravním značením, musí nájezdová rampa být dostatečně dlouhá, aby dosáhla na vozovku nebo na chodník. Pro nástup a výstup cestujících v místech mimo uvedené zastávky musí řidič zajistit, aby proběhlo vše bezpečně a v souladu s předpisy uvedenými v zákoně o provozu na pozemních komunikacích.

2.3 Návrh na změny v provozu speciální městské dopravní služby

Tato kapitola se zaměřuje na změny v provozu SMDS Pardubice (handicap dopravy DPMP). Změny se týkají v oblastech organizace provozu, dispečerského řízení a tarifních změn.

2.3.1 Změny v plánování tras

Z analýzy v kap. 1.1.5, kde jsou zjištěny největší přepravní proudy, vyplývá možnost zavedení modelu kombinace pevných a flexibilních tras a s časy na objednávku (viz kap. 2.1.4). Odlišnost od klasické definice pevných tras (kap. 2.1.4) je, že trasy povedou mezi oblastmi, ve kterých jsou nejčetnější relace, nikoliv mezi konkrétními zastávkami. Jedná se zejména o relace Polabiny – Staré město, Staré město – Višňovka, Dukla – Polabiny a Staré město – Višňovka. Pevná trasa je dána mezi Polabiny – Staré město – Višňovka – Jesenčany a zpáteční trasa povede Jesenčany – Dukla – Višňovka – Staré město – Polabiny. Provoz bude probíhat následovně. Vozidlo nejprve vyzvedne všechny cestující v oblasti Polabin s cílem cesty Staré město, Višňovka a Jesenčany. Dále pojedje do oblasti Staré město. Zde vystoupí na daných

místech cestující, kteří končí v této oblasti. Vozidlo dále vyzvedne cestující jedoucí do oblasti Višňovka a Jesenčany. V oblasti Višňovka vysednou cestující jedoucí ze Starého města a z Polabin. Následně probíhá nabírání cestujících jedoucích z Višňovky směrem do Jesenčan, kde vozidlo rozveze cestující končící v této oblasti. Následně proběhne zpáteční doprava. Svoz a rozvoz cestujících v jednotlivých oblastech bude naplánován pomocí dispečerské aplikace na slučování jízd (viz kap. 2.3.2). Provoz v systému pevných tras bude probíhat v hodinách přepravní špičky od 7:00 do 9:00 a od 14:00 do 16:00. Provoz bude probíhat ve dnech pondělí, středa, čtvrtek, kde jsou tyto dny nejvytíženější. Pro sloučení více cestujících ve stejném čase bude sloužit nový rezervační systém (viz kap. 2.3.3) a software pro tvorbu, plánování tras a sledování polohy vozidla. Nevýhodou takového systému může být prodloužení jízdnicích dob pro cestující. Při současném stavu vozidlového parku a dispečerského řízení jsou dopady na flexibilitu služby umírněny provozní dobou tohoto konceptu. Pro plné fungování takového systému provozu je nutná změna ve vozidlovém parku a zavedení plně flexibilního objednávacího systému pro cestující. Pro využití tohoto konceptu je potřeba zvýšit průměrnou denní poptávku po přepravě v těchto oblastech, než byla v prvním čtvrtletí roku 2017. Lze předpokládat, že k tomu dojde zatraktivněním objednávacího systému a zkrácením objednacích lhůt.

2.3.2 Dispečerské nástroje

Mezi dispečerský aparát navrhuje autor zařadit pomůcku, která dokáže vyhodnotit na základě kritérií, jakým způsobem obsloužit dané zákazníky a která varianta trasy je optimální. Pro tento účel autor vytvořil pomůcku v programu MS Excel. Tuto pomůcku lze používat při jakémkoliv konceptu provozu (např. koncept provozu popsany v kap. 2.3.1).

Definování úlohy

Problém plánování jízd lze řešit několika způsoby. Toto řešení lze najít pomocí heuristických nebo exaktních metod. Mezi heuristické metody slučování jízd patří Clark-Wrightová sekvenční metody, která pomocí matice úspor vyhledá optimální pořadí obslužených míst. Tato metoda dokáže řešit úlohy s nehomogéním vozovým parkem a různými časovými intervaly na obsluhu zákazníků. Metoda je vhodná pro logistické úlohy, kde vozidlo obsluhuje jednotlivá místa (zákazníky) z jednoho výchozího místa (depa, skladu). V této práci je potřeba řešit úlohu, kde jeden zákazník tvoří množinu dvou vrcholů (nástupní místo zákazníka a cílové místo zákazníka) na smíšeném grafu, který představuje prostředí města Pardubice. Pořadí vrcholů v množině jednoho zákazníka je nezaměnitelné, protože nástupní místo zákazníka musí být vždy obsluženo jako první. Musí platit podmínka (6):

$$z_n < c_n \quad (6)$$

kde:

z_n ... zdrojové místo zákazníka n

c_n ... cílové místo zákazníka n .

Do této dvojice vrcholů je povoleno vkládat vrcholy ostatních zákazníků. Je potřeba dbát na pořadí plynoucí z podmínky (6). Do úlohy je potřeba zakomponovat také časové intervaly, ve kterých zákazníci mohou být obslouženi.

Řešení úlohy

Autor danou úlohu řeší pomocí metody úplného vyhledávání (exaktně). Metoda úplného vyhledávání je přesnější než jakékoliv heuristické metody, protože prohledává všechna přípustná řešení. Nevýhodou úplného vyhledávání je výpočetní náročnost. Výpočetní doba programu procházející všechny možné varianty tras závisí také na výkonosti počítače. V programu vytvořeném autorem je z důvodu exaktního řešení úlohy a omezených programovacích schopností autora omezení optimalizace na 4 zákazníky (8 vrcholů). Počet všech permutací tras se vypočítá dle vzorce (7):

$$P(n) = n! \quad [\text{počet permutací tras}] \quad (7)$$

kde:

$P(n)$... permutace bez opakování z n vrcholů [počet permutací]

$n!$... faktoriál z n vrcholů [počet vrcholů].

Ze vzorce (7) vychází, že při práci se 4 zákazníky ($n = 8$) vychází 40 320 různých permutací tras. Při práci s 5 zákazníky je počet permutací 3 628 800, přičemž MS Excel podporuje 1 048 576 řádků. Nejedná se ovšem o přípustná řešení této úlohy. Po výpisu všech permutací tras je nutné z nich najít všechny přípustné varianty pro řešení této úlohy. Autor taková přípustná řešení hledá pomocí makra uvedeného v příloze G. Makro prohledává jednotlivé hodnoty ve sloupcích a v řádcích. V případě, že zjistí jakékoliv duplicity nebo nesplnění podmínky (vzorec 6), variantu dané trasy smaže. Zbydou pouze přípustná řešení úlohy, která jsou pomocí metody váženého součtu WSA na základě vybraných kritérií hodnocena. Mezi hodnotící kritéria autor vybral:

- Celková ujetá vzdálenost (celková doba přepravy) l – *minimalizace*
- Nerovnoměrnost ujetých vzdáleností se zákazníky (nerovnoměrnost cestovních dob zákazníků) f_q – *minimalizace*
- Koeficient využití jízd β – *maximalizace*.

V programu je možné změnit význam kritérií pomocí úpravy ve vzorci (viz obr. 14). Provozovatel si může vybrat, co bude hodnotit. Může hodnotit počet ujetých kilometrů, celkovou dobu trasy nebo náklady na trasu. V případě hodnocení nákladů na trasu lze kritéria interpretovat následovně:

- Celkové náklady na trasu l – *minimalizace*
- Nerovnoměrnost vynaložených nákladů na jízdy jednotlivých zákazníků f_q – *minimalizace*
- Koeficient využití nákladů na trasu β – *maximalizace*.

Výsledkem optimalizace je na základě zadaných vah kritérií procentuální hodnocení všech přípustných řešení. Optimální řešení je takové přípustné řešení, které má nejvyšší hodnocení. Z důvodů uvedených výše je sestava trasy na den v tomto programu postupně skládána z dílčích optimalizací tras jednotlivých časových oken (tzn. maximální počet na jedno časové okno jsou 4 zákazníci). V tomto souboru nedochází k jakékoliv výpočetní optimalizaci při přechodu mezi jednotlivými časovými okny.

Používání programu vytvořeného v MS Excelu

Sešit, vytvořený v MS Excelu, obsahuje 11 listů. Na prvním listu se nachází stručný návod na použití. Druhý list slouží jako databáze adres, která slouží jako zdroj výchozích a cílových adres cestujících. Mezi vstupní údaje tohoto listu patří adresa, obec, a souřadnice adresy. V dalším listu se nachází OD matice všech míst uvedených v listu „databáze adres.“ OD matice není vypsána ve formě matice, jak je uvedeno v názvu, ale jako soupis všech variant míst odkud – kam lze cestovat. Mezi vstupní údaje patří vzdálenosti a časové údaje jednotlivých variant. Tato OD matice byla exportována z programu ODL studio, o kterém pojednává na konci této kapitoly. V tomto listu se nachází údaje o vzdálenostech, dobách a nákladech jednotlivých cest. Pro zadání provozních údajů slouží list „zadávání parametrů.“ V obr. 12 jsou zachyceny vyžadované vstupní údaje mezi které patří náklady na kilometr jízdy, hodinu provozu vozidla a údaje o nástupních a výstupních dobách a přestávkách.

Zadání parametrů				Úkony
náklady na km	3	Kč		nástup
náklady na hod	120	Kč		výstup
				oběd
doba nástupu	0:05			BP
doba výstupu	0:04			výměna řidičů
doba na oběd	0:30			
doba BP	0:15			
doba na výměnu řidičů	0:15			
cestovní rychlost vozidla	25,00			
Váhy kritérií				
délka/doba/náklady na trasu	míra nerovnoměrnosti	využití jízdy	součet se musí rovnat 1	
0,4	0,2	0,4	1	
minimalizace	minimalizace	maximalizace		

Obrázek 12 – Zadávání provozních parametrů služby

Zdroj: autor

Zadáním nákladů na km a na hodinu, se vypočítají v OD matici hodnoty nákladů cest z jednotlivých zdrojů a cílů. Tyto náklady na jednotku vzdálenosti a času jsou v této práci vykalkulovány v kap. 3.2.2. Náklady na cestu se spočítají jako (8):

$$N = l \cdot N_{km} + t \cdot N_{hod} \quad (\text{Kč}) \quad (8)$$

kde:

N ... náklady na cestu z A do B [Kč]

l ... vzdálenost cesty z A do B [Km]

N_{km} ... náklady na 1 km provozu vozidla z A do B [Kč]

t ... doba cesty z A do B [hod]

N_{hod} ... náklady na 1 hodinu provozu vozidla z A do B [Kč].

V tabulce váhy kritérií uživatel musí zadat důležitost jednotlivých kritérií. Jestliže uživatel bude hodnotit vzdálenost nebo dobu cesty, doporučuje autor ponechat nastavení vah kritérií na hodnotách uvedených v obr. 12. V případě hodnocení nákladů na cestu doporučuje autor váhy jednotlivých kritérií změnit na tyto hodnoty:

- Celkové náklady na trasu: 0,45-0,5
- Nerovnoměrnost vynaložených nákladů na jízdy jednotlivých zákazníků: 0,45-0,5
- Koeficient využití nákladů na trasu: 0-0,1.

Kritérium „koeficient využití nákladů na trasu“ má v tomto případě nejmenší váhu. Jestliže program vybere trasu s nejmenšími náklady, není účelné hledat další přípustné řešení s většími náklady, přestože toto řešení bude efektivnější. Větší účel má v tomto případě porovnávat celkové náklady na trasu a nerovnoměrnost vynaložených nákladů na jednotlivé zákazníky. Kritérium „nerovnoměrnost vynaložených nákladů na jízdy jednotlivých zákazníků“ představuje v konečném důsledku kvalitu přeprav jednotlivých zákazníků. V programu nejsou ovšem minimalizovány náklady na přepravu jednotlivých zákazníků (tzn. doby jízdy, vzdálenosti), ale jsou minimalizovány rozdíly mezi přepravami zákazníků. V konečném důsledku může program vybrat trasu s většími náklady, aby minimalizoval rozdílnost kvality přeprav jednotlivých zákazníků. Takto nákladově ohodnocena kvalita přepravy obsahuje dobu a vzdálenost přepravy zákazníka, dle vzorce (8).

Obr. 13 znázorňuje list určený k zapisování objednávek. Vlevo na obrázku se vyskytuje tabulka „přehled“, která ukazuje stav počtu zákazníků v jednotlivých časových oknech. Časová okna autor zvolil dle vlastního uvážení tak, aby v ranních hodinách byly tyto intervaly dlouhé hodinu a půl. Jelikož ráno cestující se potřebují dostat na určité místo v danou hodinu, je nastavena priorita na příjezd. To znamená, že příjezd vozidla nesmí přesáhnout koncový čas (end time) daného časového okna. V odpoledních hodinách je nastavena priorita na odjezd, jelikož cestující většinou požadují návrat domů. Intervaly časových oken v odpoledních hodinách jsou proto nastaveny na 2 – 2,5 hodiny, jelikož důležitější je pro zákazníka čas odjezdu (start time).

Přehled						Objednávky			
start time	end time	priorita	počet cestujících	doba na jízdu 1 zákazníka	km na cestujícího	jméno	adresa nástupu	adresa výstupu	časové okno
6:30	7:00	příjezd	0			Jiří Široký	Rokycanova 2654, Pardubice, Czech Rep	Kyjevská 44, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00
6:30	8:00	příjezd	3	0:10	4,38	Andřej Hubený	Demokratické mládeže 1305, Pardubice	Studentská 202, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00
7:30	9:00	příjezd	3	0:10	4,38	Adéla Dlouhá	Bělehradská 392, Pardubice, Czech Rep	Ostřešanská 25, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00
8:30	10:00	příjezd	0			Horký Daniel	Na Záboří 218, Pardubice, Czech Republ	Kyjevská 44, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00
9:30	11:00	příjezd	2	0:14	5,94	Starý Ladislav	Rokycanova 2654, Pardubice, Czech Rep	Arnošta z Pardubic 2605, Pardubice, Czech R	7:30 9:00
11:00	13:00	neurčeno	3	0:10	4,38	Hubená Dominika	Žitná 2600, Pardubice, Czech Republic	Na Labišti 532, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00
13:00	15:00	odjezd	2	0:21	9,06	Zelená Markéta	Bacháčkova 1667, Pardubice, Czech Rep	Masarykovo náměstí 2667, Pardubice, Czech	9:30 11:00
14:00	17:30	odjezd	3	0:30	12,71	Modrá Iveta	Lonkova 461, Pardubice, Czech Republic	Arnošta z Pardubic 2605, Pardubice, Czech R	9:30 11:00
15:00	17:30	odjezd	0			Horký Daniel	Kyjevská 44, Pardubice, Czech Republic	Na Záboří 218, Pardubice, Czech Republic	11:00 13:00
16:00	17:30	odjezd	0			Nový Tomáš	Masarykovo náměstí 2667, Pardubice, C	Bacháčkova 1667, Pardubice, Czech Republ	11:00 13:00
			16			Fialová Eliška	Ostřešanská 25, Pardubice, Czech Repu	Pernštýnská 225, Lázně Bohdaneč, Czech Re	11:00 13:00
						Přestávka na odp.	Teplého 2141, Pardubice, Czech Republ	Teplého 2141, Pardubice, Czech Republic	11:00 13:00
						Blažek David	Ostřešanská 25, Pardubice, Czech Repu	Černá u Bohd 45, Černá u Bohdaneč, Czech	13:00 15:00
						Modrá Iveta	Arnošta z Pardubic 2605, Pardubice, Cze	Lonkova 461, Pardubice, Czech Republic	13:00 15:00
						Výměna řidičů	Teplého 2141, Pardubice, Czech Republ	Teplého 2141, Pardubice, Czech Republic	13:00 15:00
						Adéla Dlouhá	Ostřešanská 25, Pardubice, Czech Repu	Bělehradská 392, Pardubice, Czech Republ	14:00 17:30

Obrázek 13 – Objednávky a jejich přehled

Zdroj: autor

V obr. 13 si lze povšimnout také na ukazatele znázorňující, kolik času v daném časovém okně zbývá průměrně na jízdu jednoho zákazníka s přihlédnutím na provozní prostoje vozidla. Další sloupec ukazuje průměrnou vzdálenost na jízdu jednoho zákazníka. Podle této tabulky může dispečer vyhodnotit, jestli lze zákazníka přepravit v daném časovém okně.

Po zadání objednávek lze přistoupit k přípravě výpočtu optimálních řešení jednotlivých časových oken. Z listu „objednávky“ uživatel zkopíruje objednávky jednoho časového okna a vloží je do listu „zadávací list“ do předpřipravené tabulky shodující se s počtem zákazníků. Na obr. 14 lze vidět, že po vložení zkopírovaných objednávek se v listu automaticky vyplní OD matice.

=SVYHLEDAT(CONCATENATE(\$J23;";;";";L\$21);'OD matice'!'\$P\$2:\$Ů\$200000;2;0)

Pro 3 zákazníky			Rokycanova	Demokratické mládeže	Bělehradská	Kyjevská 44	Studentská 202	Ostřešanská 25
			50.026799	50.020566	50.046260	50.029686	50.048695	50.011107
			z1	z2	z3	c1	c2	c3
Rokycanova	50.026799	z1	0,00	1,68	3,78	3,07	2,88	3,35
Demokratické mládeže	50.020566	z2	1,68	0,00	4,43	4,53	3,85	2,60
Bělehradská	50.046260	z3	3,79	4,76	0,00	4,56	1,25	6,43
Kyjevská 44	50.029686	c1	3,09	4,50	4,60	0,00	3,69	2,22
Studentská 202	50.048695	c2	2,87	3,84	1,25	3,65	0,00	5,52
Ostřešanská 25	50.011107	c3	3,37	2,62	6,45	2,20	5,54	0,00

Obrázek 14 – Zdrojová OD matice pro výpočetní optimalizaci jízdy

Zdroj: autor

Tuto matici lze modifikovat pro uživatelem zvolená kritéria (vzdálenost, doba, náklady). Modifikaci uživatel provede kliknutím do buňky obsahující konkrétní hodnoty (na obr. 14 žlutě zvýrazněno) a ve vzorci přepíše předposlední argument na požadované kritérium dle následujících hodnot.

- Vzdálenost cest: 2
- Doba cest: 5
- Náklady cest: 6.

Po potvrzení a zkopírování vzorce do ostatních buněk se matice na obr. 14 stane jednou z uvedených možností:

- Maticí vzdáleností,
- Maticí cestovních dob (obsahuje i průměrné doby na nástup a výstup cestujících),
- Nákladovou maticí cest.

Dalším krokem je samotný výpočet optimální varianty. V listu „Výpočet – X zákazníci“ jsou již předpřipravena přípustná řešení. Uživatel musí stisknout tlačítko „Vypočítat vzdálenosti prázdných jízd.“ Pomocí makra, uvedeného v příloze H se vypočítají vzdálenosti (doby, náklady) prázdných jízd.

1	varianta	úsek 1	úsek 2	úsek 3	úsek 4	úsek 5	součet úseků	přeprava zákazníka A	přeprava zákazníka B	přeprava zákazníka C	Vypočítat vzdálenosti prázdných jízd	A-B	B-C	C-A	kvadr.míra nepravidelnosti	koef využití jízdy	Hodnocení jízdy v procentech
26	z1c1z2z3c2c3	3,07	4,50	4,43	1,25	5,52	18,76	3,07	5,68	6,77	4,50	2,61	1,09	3,70	7,22	0,76	0,52
27	z1c1z2z3c3c2	3,07	4,50	4,43	6,43	5,54	23,96	3,07	16,40	6,43	4,50	13,32	9,96	3,36	96,03	0,81	0,30
28	z1c1z2c2z3c3	3,07	4,50	3,85	1,25	6,43	19,09	3,07	3,85	6,43	5,74	0,77	2,58	3,36	6,19	0,70	0,44
29	z1c1z3z2c2c3	3,07	4,60	4,76	3,85	5,52	21,79	3,07	3,85	14,12	4,60	0,77	10,27	11,05	76,03	0,79	0,37
30	z1c1z3z2c3c2	3,07	4,60	4,76	2,60	5,54	20,57	3,07	8,14	7,36	4,60	5,07	0,78	4,29	14,90	0,78	0,46
31	z1c1z3c3z2c2	3,07	4,60	6,43	2,62	3,85	20,57	3,07	3,85	6,43	7,22	0,77	2,58	3,36	6,19	0,65	0,34
32	z2z1z3c1c2c3	1,68	3,78	4,56	3,69	5,52	19,23	8,35	13,72	13,77		5,37	0,05	5,42	19,39	1,00	0,75
33	z2z1z3c1c3c2	1,68	3,78	4,56	2,22	5,54	17,78	8,35	17,78	6,78		9,43	11,00	1,57	70,81	1,00	0,75
34	z2z1z3c2c1c3	1,68	3,78	1,25	3,65	2,22	12,58	8,69	6,72	7,12		1,97	0,40	1,57	2,17	1,00	1,00
35	z2z1z3c2c3c1	1,68	3,78	1,25	5,52	2,20	14,43	12,76	6,72	6,77		6,04	0,05	5,99	24,11	1,00	0,91
36	z2z1z3c3c1c2	1,68	3,78	6,43	2,20	3,69	17,78	12,42	17,78	6,43		5,37	11,35	5,99	64,51	1,00	0,75
37	z2z1z3c3c2c1	1,68	3,78	6,43	5,54	3,65	21,08	19,40	17,43	6,43		1,97	11,00	12,97	97,72	1,00	0,60
38	z2z1c1z3c2c3	1,68	3,07	4,60	1,25	5,52	16,12	3,07	10,60	6,77		7,53	3,83	3,70	28,35	1,00	0,85
39	z2z1c1z3c3c2	1,68	3,07	4,60	6,43	5,54	21,31	3,07	21,31	6,43		18,24	14,88	3,36	188,54	1,00	0,50
40	z2z1c1c2z3c3	1,68	3,07	3,69	1,25	6,43	16,12	3,07	8,44	6,43	1,25	5,37	2,01	3,36	14,70	0,92	0,78
41	z2z1c2z3c1c3	1,68	2,88	1,25	4,56	2,22	12,58	8,69	4,55	6,78		4,13	2,23	1,91	8,56	1,00	0,99
42	z2z1c2z3c3c1	1,68	2,88	1,25	6,43	2,20	14,43	12,76	4,55	6,43		8,20	1,88	6,33	36,94	1,00	0,90
43	z2z1c2c1z3c3	1,68	2,88	3,65	4,60	6,43	19,23	6,53	4,55	6,43	4,60	1,97	1,88	0,10	2,47	0,76	0,51
44	z2z3z1c1c2c3	4,43	3,79	3,07	3,69	5,52	20,49	3,07	14,97	16,06		11,90	1,09	12,99	103,86	1,00	0,62

Obrázek 15 – Výpočet optimální trasy

Zdroj: autor

Ve sloupci hodnocení jízdy je zhodnocena konkrétní varianta trasy pomocí metody WSA. V tomto sloupci je hledána maximální hodnota a řešení s nejvyšší hodnotou hodnocení je při daných kritériích a jejich vah považováno jako optimální. Toto řešení se zvýrazní automaticky zelenou barvou.

V listu „Výsledky“ se zobrazí konkrétní výsledek doporučené trasy a provede se automaticky její výpis. Tento výpis se může dále pomocí tlačítka zkopírovat do dalšího listu „Sestava trasy na den.“

Počet cestujících v časovém okně: 3		zdroj cesty zákazníka	l cesty zákazník	časové okno		Doporučená trasa
	Jméno cestujícího	z	c			z2z1z3c2c1c3
1	Jiří Široký	Rokycanova 2654, Pardubice, Cze	Kyjevská 44, P	6:30:00	8:00:00	
2	Andrej Hubený	Demokratické mládeže 1305, Par	Studentská 20	6:30:00	8:00:00	
3	Adéla Dlouhá	Bělehradská 392, Pardubice, Cze	Ostřešanská 2	6:30:00	8:00:00	
Výpis trasy						
	Jméno cestujícího	místo zastavení	časové okno		id	
	Andrej Hubený	Demokratické mládeže 1305, Par	6:30:00	8:00:00	z2	Kopírovat výpis do sestavy trasy na den
	Jiří Široký	Rokycanova 2654, Pardubice, Cze	6:30:00	8:00:00	z1	
	Adéla Dlouhá	Bělehradská 392, Pardubice, Cze	6:30:00	8:00:00	z3	
	Andrej Hubený	Studentská 202, Pardubice, Czech	6:30:00	8:00:00	c2	
	Jiří Široký	Kyjevská 44, Pardubice, Czech Re	6:30:00	8:00:00	c1	
	Adéla Dlouhá	Ostřešanská 25, Pardubice, Czech	6:30:00	8:00:00	c3	

Obrázek 16 – Výsledek výpočetní optimalizace jízdy

Zdroj: autor

Dispečer musí ovšem dávat pozor na trasy, které obsahují jízdy do depa (např. při výměně řidičů). Může se stát, že program vypíše takovou trasu, kde zákazník pojedou do depa na výměnu řidičů a poté bude odvezen na jeho cílové místo. Doba takové přepravy již bude neúměrná, jelikož doba na výměnu řidičů je vymezena na 15 minut. V takovém případě je nutné trasu upravit ručně.

V listu „sestava trasy na den“ se nachází výsledky optimalizací jednotlivých časových oken. Pokud uživatel chce provést další výpočetní optimalizaci následujícího časového okna, stiskne tlačítko „vymazat předchozí údaje“ v listu „zadávací list.“ Postup uživatel opakuje, kde zkopíruje objednávky do zadávacího listu, provede výpočet prázdných jízd ve výpočetním listu a zkopíruje výsledky do listu „sestava trasy na den.“ Na obr. 17 se nachází část příkladu sestavené trasy vozidla na den. Do sloupce nastavení času odjezdu je potřeba do bílých buněk nastavit čas odjezdu z předchozího místa a časového okna do místa následujícího v dalším časovém okně. Tyto časy autor doporučuje nastavit, dle sloupečku „priorita.“ Tento parametr znázorňuje, jaký požadavek má na odjezd nebo příjezd zákazník. Parametr nastavený na příjezd (na obr. 17 označen písmenem P), znamená, že zákazník potřebuje být v cílovém místě na daný čas. V tomto případě uživatel (dispečer) může nastavit čas odjezdu z předchozího časového okna tak, aby příjezd posledního zákazníka v následujícím časovém okně byl přesně na hranici daného časového intervalu (end time). V případě, že zákazník požaduje čas odjezdu (například při zpáteční přepravě), může uživatel (dispečer) nastavit čas odjezdu z předchozího časového okna tak, aby zákazníci následujícího časového okna přijeli do svého cíle v nejdřívejším čase daného intervalu (časová hodnota blízká se k hodnotě „start time“). Posledním parametrem pro nastavení priority je písmeno „N“, kde není stanoven žádný požadavek na příjezd nebo odjezd.

Pořadí	Jméno	Adresa zastavení	časové okno	úkon	priorita	km	sum km	doba jízdy	doba úkonu	čas příjezdu	čas odjezdu	Nastavení času odjezdu
1	Jiří Šíroky	Demokratické mládeže 1305, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00	nástup	P	0	0,00	0:00	0:05	7:07	7:12	7:12
2	Andrej Hubený	Rokycanova 2654, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00	nástup	P	1,68	1,68	0:05	0:05	7:17	7:22	
3	Adéla Dlouhá	Bělehradská 392, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00	nástup	P	3,78	5,46	0:08	0:05	7:30	7:35	
4	Jiří Šíroky	Studentská 202, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00	výstup	P	1,25	6,72	0:04	0:04	7:39	7:43	
5	Andrej Hubený	Kyjevská 44, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00	výstup	P	3,65	10,37	0:08	0:04	7:51	7:55	
6	Adéla Dlouhá	Ostřešanská 25, Pardubice, Czech Republic	6:30 8:00	výstup	P	2,22	12,58	0:05	0:04	8:00	8:08	8:08
7	Horký Daniel	Na Záboří 218, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00	nástup	P	2,16	14,74	0:04	0:05	8:12	8:17	
8	Starý Ladislav	Rokycanova 2654, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00	nástup	P	1,37	16,12	0:03	0:05	8:20	8:25	
9	Horký Daniel	Kyjevská 44, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00	výstup	P	3,07	19,19	0:07	0:04	8:32	8:36	
10	Hubená Dominika	Žitná 2600, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00	nástup	P	2,25	21,44	0:05	0:05	8:41	8:46	
11	Starý Ladislav	Arnošta z Pardubic 2605, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00	výstup	P	0,49	21,93	0:02	0:04	8:48	8:52	
12	Hubená Dominika	Na Labišti 532, Pardubice, Czech Republic	7:30 9:00	výstup	P	3,54	25,48	0:08	0:04	9:00	10:24	10:24 bezpečně
13	Zelená Markéta	Lonkova 461, Pardubice, Czech Republic	9:30 11:00	nástup	P	0,1	25,57	0:01	0:05	10:25	10:30	
14	Modrá Iveta	Bacháčkova 1667, Pardubice, Czech Republic	9:30 11:00	nástup	P	3,98	29,55	0:09	0:05	10:39	10:44	
15	Zelená Markéta	Arnošta z Pardubic 2605, Pardubice, Czech Republic	9:30 11:00	výstup	P	2,01	31,56	0:06	0:04	10:50	10:54	
16	Modrá Iveta	Masarykovo náměstí 2667, Pardubice, Czech Republic	9:30 11:00	výstup	P	2,1	33,66	0:06	0:04	11:00	0:00	

Obrázek 17 – Sestavení trasy vozidla na den

Zdroj: autor

Na obr. 17 je znázorněno, že v posledním sloupci se vyskytuje informace o tom, kdy lze čerpat bezpečnostní přestávku. Jestliže se časy odjezdů nebo příjezdů nachází mimo zadané časové okno, zvýrazní se tyto hodnoty červenou barvou.

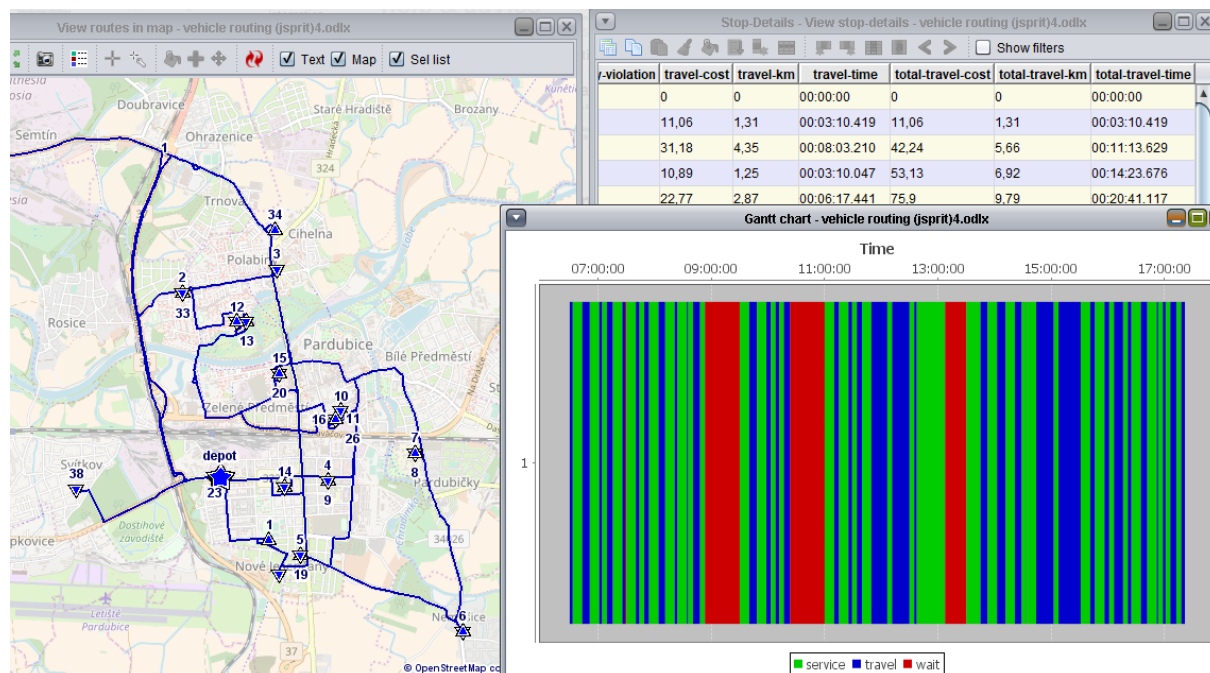
Návrh na zavedení softwaru ODL studio

Mezi sofistikovanější a komplexnější programy pro trasování vozidel patří i open source programy jako je například ODL Studio. Tento program obsahuje kompletní správu celého logistického systému. Obsahuje zadávání zákazníků a jejich požadavky, zadávání vozidel a jejich parametrů, umožňuje mapové výstupy jako například intenzity požadavků zákazníků. Umožňuje editace zákazníků přímo v mapě. V tomto programu jsou umožněny výpočty délek tras pomocí síťového grafu v mapové aplikaci a také obsahuje optimalizační výpočty trasování vozidel, kde kritériem pro optimální trasu je minimalizace celkových nákladů na trasu. Program pracuje s mapovými podklady Open street maps. (15) Do programu je možné importovat dopravní síť vytvořené projektem Graphhopper. Program obsahuje implementaci služby Nominatim, která vyhledává GPS souřadnice na základě zadané adresy nebo bodu určeného v mapě. Program je napsaný pomocí jazyku Jscript a podporuje uživatelem vytvořené úpravy, které si sám naprogramuje.

Autor vytvořil v tomto programu plán trasy vozidla na jeden den. Po zadání všech vstupních údajů, které program pro trasování vozidla vyžaduje, provedl výpočet optimální trasy vozidla. Vstupní hodnoty lze vytvořit v MS Excelu a následně importovat do ODL Studia. Na obr. 18 lze vidět některé výstupy, které program nabízí. Na obr. 18 je zobrazení optimální trasy vozidla na mapě. Ve vedlejším okně Ganttův diagram s plánem jízd, kde červená barva znázorňuje prostoje vozidla. Nástup (výstup) cestujících, provozní přestávky řidičů

nebo výměna řidičů je v grafu označena zelenou barvou. Samotné jízdy vozidla jsou v grafu znázorněny modře.

Program nabízí také různé exporty do souborů tabulkového formátu, nebo do tiskového formátu pdf. Využívání tohoto programu je užitečné převážně u nákladních dopravců s rozsáhlým vozovým parkem a vysokým počtem zakázek. Pro provozování SMDS je ODL Studio nebo podobný program více než vhodný.



Obrázek 18 – Ukázka vybraných výstupů z programu ODL Studio

Zdroj: (15) úprava autor

2.3.3 Rezervační systém

Mezi další změny týkající se telematiky navrhuje autor doplnění současného objednávacího (telefonického) systému o online rezervační systém. Cestující dostanou vhodnou alternativu objednávání přepravy. Tento systém usnadní práci zpracovateli plánů jízd (dispečerovi), ale také usnadní objednání přepravy cestujícímu. V tomto rezervačním systému cestující uvidí, v jaké časy je možné si objednat dopravu. Tyto časy bude zadávat dispečer do online kalendáře. Žadatel vybere vyhovující čas a poté zadá údaje o své zamýšlené cestě. V případě cesty v režimu pevných tras (viz kap. 2.1.2) může mít cestující na výběr předem definovaná nástupní místa, ze kterých si cestující vybere.

2.3.4 Operativní řízení

Autor předkládá mezi další opatření pro zefektivnění SMDS zřízení operativního dispečerského řízení. Toto opatření může být finančně nákladné. Systém funguje na principu lokalizace polohy vozidla pomocí GPS. Data o poloze vozidla se přeposílají z mobilní aplikace v mobilu řidiče do datového střediska. Tyto informace se poté přeposílají do online aplikace pro plánování tras vozidel. (15) Dispečer vidí v reálném čase využití vozidel a může přijímat dle situace objednávky. Výstupem této aplikace je naplánována trasa dle aktuální poptávky po službě a přeposílá se zpět řidiči do mobilní aplikace. Pokud bude přeprava probíhat v režimu door-to-door, toto opatření pomůže zkvalitnit nabídku SMDS, jelikož se objednací lhůty zkrátí z 24 hodin na několik minut.

Program ODL studio, navrhovaný v kap. 2.3.2 nabízí službu ODL Live. Tato služba nabízí plánování tras a rozvrhování vozidel v reálném čase. Jedná se o webovou službu, která spolupracuje i s jinými, již zavedenými IT systémy u dopravce. Jelikož SMDS nedisponuje žádným zavedeným systémem pro operativní řízení, navrhuje autor zavedení prostředků pro takový způsob řízení a organizace provozu. Mezi tyto prostředky patří mobilní aplikace pro řidiče (např. v tabletu), software na dispečerském pracovišti a úložiště dat (webový server pro výměnu informací).

Mobilní aplikace umožňuje odesílat polohu vozidla, ale také zobrazovat řidiči aktuální zakázky a trasování. To znamená, že informace mezi dispečinkem a vozidlem budou přenášeny obousměrně. Na dispečerském pracovišti se zobrazují aktuální a historická data o poloze vozidla. Program přepočítává rychlost vozidla v aktuálním městském provozu a zobrazuje aktuální izochrony vozidla (časové dostupnosti). Dle těchto izochron dispečer může přidělit objednávku danému vozidlu. Program přepočítává optimální trasu vozidla dle aktuálního dění (uzavírky, mimořádnosti ve městě, přidělení nové objednávky vozidlu).

2.3.5 Tarifní změny

Autor navrhuje doplnění jízdenkového předprodeje. Cestující bude mít možnost zakoupit si na kontaktních místech DPMP jízdenky např. po 10 kusech. Jelikož je tarifní cena rozdílná od tarifu MHD, bude potřeba sjednotit cenu s tarifem MHD na 16 Kč za zónu I, nebo vydat nové jízdenky speciálně pro tuto službu. Řidič zkontroluje pouze kupón a bude odlehčen od manipulace s penězi. Na ekonomické posouzení je také stanovená současná tarifní cena pro zákazníka za přepravu, která činí 15 Kč za zónu I (20 Kč za zónu II) a má velký vliv na poptávku po službě. V kap. 3.2.2 se nachází analýza ekonomické náročnosti na provoz

SMDS a citlivostní analýza zkoumající náklady na provoz při změně průměrné obsazenosti vozidla. Z této kap. 3.2.2 vyplývá, že výše kompenzace 700 000 Kč při dopravním výkonu 35 109 vozkm (za rok 2017) nepokrývá ztrátu vzniklou DPMP na provoz SMDS. Pro pokrytí ztráty DPMP za provoz SMDS v roce 2017 vychází, že výše kompenzace musí být cca 912 317 Kč. Autor v kap. 3.2 hodnotí dopady navrhovaných změn v dispečerském řízení a jejich vliv na ekonomickou stránku provozu SMDS. Autor považuje za nutné cenu za jízdu zvýšit alespoň na úroveň cen dopravních služeb ostatních provozovatelů ve městě (např. stacionář Slunečnice poskytuje přepravu pro své klienty za 28 Kč). Toto zvýšení ceny nastane ve prospěch cestujících, kteří tuto službu potřebují nejvíce, jelikož se uvolní kapacita těmi, kteří mohou cestovat jiným způsobem dopravy (např. MHD). Tato zvýšená cena poté musí odpovídat i patřičné kvalitě dopravní služby. Novou tarifní cenu lze určit dle provedené kalkulace nákladů a citlivostní analýzy v kap. 3.2.2, kde konečná cena pro zákazníka se odvíjí od výše kompenzace. Kompenzace ve výši 700 000 Kč/rok je dostačující pro krytí provozní ztráty SMDS v případě, když dojde k navýšení tarifní ceny pro zákazníka na 30 Kč za jízdu, zvýší se průměrné obsazení vozidla na 20 % a dojde ke snížení dopravního výkonu na 30 000 vozkm za rok.

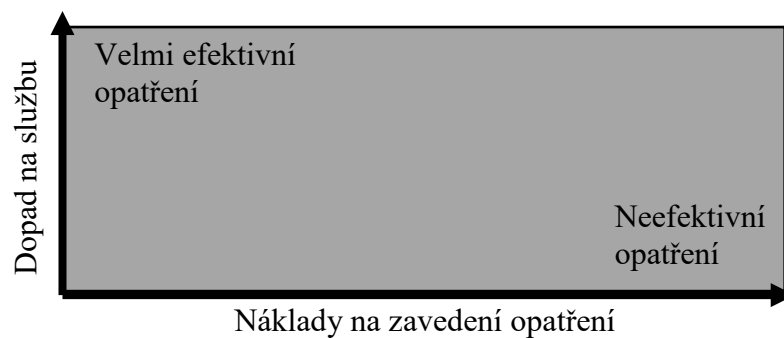
2.3.6 Návrh na změnu provozovatele

Tento krok patří mezi razantní a rychlé opatření, které může vést ke zvýšení kvality dopravy pro handicapované. Novým provozovatelem bude společnost, která vykonává jako hlavní podnikatelskou činnost speciální přepravu pro handicapované. Této vybrané firmě (pomocí výběrového řízení, nebo přímým zadáním) bude proplácena kompenzace městem na úhradu prokazatelné ztráty za provoz SMDS v Pardubicích. Jelikož nelze předem určit, jaký bude rozsah této dopravy na daný rok, bude kompenzace proplácena zpětně. Další možností je zaplacení „zálohy“ kompenzace předem a po daném roce provést vyúčtování a dorovnání kompenzace dle evidovaného skutečného dopravního výkonu. Cena kompenzace bude určena nestandardně oproti objednávání veřejné linkové dopravy, kde je cena určena za jednotku dopravního výkonu. V případě SMDS bude výše kompenzace stanovena za jednotku přepravního výkonu (oskm). Provozovatel bude motivován přepravit co nejvíce cestujících, a přitom ujet co nejméně kilometrů.

2.4 Návrh obecného postupu při optimalizaci dopravních služeb

Tato kapitola se zabývá obecným postupem, jak lze provést optimalizaci provozu dopravní služby pro handicapované. Tento postup zobecňuje poznatky z této práce. V příloze I se nachází tabulka se zpracovaným postupem. Tabulka obsahuje sloupce úkon, vstupní informace a výstupy, které vzniknou po vykonání daného úkonu.

Na začátku každého optimalizačního procesu stojí záměr zlepšit stávající stav dopravního systému. Tento záměr pramení z požadavků a stížností cestujících, dopravce nebo objednavatele. Pro zajištění kvality dopravní služby přijímá objednavatel nebo dopravce každé námitky od cestujících. Objednavatel naslouchá také požadavkům dopravce a naopak. Jestliže objednavatel získá dostatečně silné podněty pro změnu v dopravním systému a rozhodne se problémy řešit, vyhledá nebo sestaví řešitelský tým. Řešitel se seznámí s problémem a udělá si obrázek o tom, jaká data sbírat (bod č. 1). Pro objektivní analýzu řešitel potřebuje data provozního a ekonomického charakteru. Tato data může poskytnout dopravce. Řešitel dále provede dotazníkový průzkum, aby zjistil informace o potřebách cestujících, přepravní poptávce, cestujícími vnímanou kvalitou dopravní služby a reakce cestujících na změny (např. tarifu, cestovních dob). Dotazník zjišťuje nejen apriorní přepravní poptávku dané skupiny cestujících (OOSPO), ale také aposteriorní přepravní poptávku OOSPO (tzn. zdroje a cíle cest cestujících nevyužívající tuto službu). Řešitel následně zpracuje všechna získaná data a výsledky dotazníkového průzkumu. Tyto zpracované údaje použije pro analýzu výchozího stavu dopravní služby. Po vytvoření analýzy a všech výstupů (uvedených v příloze I v bodě č. 3), je vytvořena souhrnná analýza, která objektivně identifikuje problémy v dopravním systému. Na základě identifikovaných problémů je určen cíl optimalizace dopravního systému a vystupujícím prvkem je soubor definovaných kritérií (např. minimalizace provozních nákladů, maximalizace výnosů, maximalizace prostorové a časové dostupnosti služby). Dle těchto kritérií jsou následně vytvořeny opatřovací návrhy, které povedou k dosažení předem nastavených cílů optimalizace dopravní služby. Návrhy jsou proto následně hodnoceny pomocí stejných indikátorů jako v analýze původního stavu (např. využití jízd, využití obsazenosti). Dále se u jednotlivých opatření určí, jaký dopad má toto opatření na dopravní službu a systém ve městě. Takto zhodnocené návrhy (dopady opatření na dopravní službu) se dále porovnají s určenými cíli optimalizace dopravní služby. Efektivnost opatření lze měřit pomocí různých metod ekonomického hodnocení investic (např. cost-benefit analýza). Na obr. 19 se vyskytuje graf, jak lze obecně hodnotit efektivnost navrhovaných opatření.



Obrázek 19 – Obecné hodnocení efektivity opatření

Zdroj: autor

V obr. 19 je zobrazeno, že efektivní opatření je takové, kdy náklady na jeho zavedení jsou minimální a dopad na kvalitu dopravní služby je největší. Neefektivní opatření je takové, kde náklady na jeho zavedení jsou vysoké a dopad na dopravní systém je minimální. Hodnocení efektivity navrhovaných opatření se v této práci vyskytuje pouze verbálním způsobem.

3 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ

V této kapitole je autorem ohodnocen nejprve návrh na zavedení nové flexibilní linky. Poté popisuje dopady návrhů změn ve speciální dopravní službě pro handicapované, jejímž provozovatelem je DPMP. Opatření se týkají dispečerského řízení a optimalizace tras vozidel. Pomocí technologických a ekonomických ukazatelů jsou zhodnoceny dopady těchto opatření a jejich efektivnost. Dále jsou vytvořeny jednotlivé scénáře, jak se mohou hodnoty těchto ukazatelů vyvíjet. V kap. 3.2.2 autor provádí ekonomické hodnocení současného stavu, která by mohla patřit spíše do analytické části práce. Z důvodu porovnávání ekonomické náročnosti navrhovaných opatření s původním stavem služby, ponechává autor tuto analytickou část v kap. 3.

3.1 Zhodnocení návrhu na zavedení flexibilní linky

V kap. 2.2 autor navrhuje tři nové linky MHD v režimu kombinovaných tras (pevných a flexibilních). Návrh na zavedení těchto linek, primárně pro OOSPO, je maximalistický. To znamená, že návrh je náročný na pořizovací a provozní náklady.

Linky A, B a C jsou jednosměrné a vedou přes oblasti a kolem míst s největší přepravní poptávkou po SMDS zjištěnou v analýze. Při tvorbě tras linek byly zohledněny výsledky dotazníkového průzkumu, kde respondenti uvedli mezi nejčastější cíle cest zdravotnické instituce, zájmové organizace a firmy, kde jsou zaměstnáni. Trasa linky A měří 11,5 km. Vzdálenost linky B je 8,4 km. Nejkratší linka C měří 6,6 km. Dohromady tyto linky měří 16,5 km. Provoz je zajištěn na každé lince 14 spoji denně v intervalu 60 minut. V tab. 4 jsou uvedeny technologické ukazatele těchto linek.

Tabulka 4 – Provozní ukazatele linek

	A	B	C	
Doba linky	48	32	40	min
Doba spoje	38	22	30	min
Denní doba na lince	13:38	13:22	13:30	hod
Doba obratu vozidel	120			min
Nabízený přepravní výkon za rok	1 852 270			místokm
Dopravní výkon za rok	92 614			vozkm

Zdroj: autor

Z důvodu dvou hodinové doby obratu je pro provoz linek v hodinovém intervalu potřeba dvou vozidel a čtyř řidičů. Doba na obrat vozidla na konečné zastávce je 10 minut. Celkový dopravní výkon za rok těchto linek činí 92 614 vozkm. Do tohoto výkonu není započítaná vzdálenost ujetá mimo pevné trasy linek. Za předpokladu, že kompenzace za dopravní výkon MHD činí 27,90 Kč/vozkm (17), vychází náklady na kompenzaci ztráty z provozu těchto linek na 2 583 917 Kč ročně. Za předpokladu, že vozidlo má kapacitu 20 míst, může za tuto cenu dopravce nabídnout 1 852 270 místokm.

Tyto linky je potřeba vhodně zkoordinovat se souběžnými linkami MHD a hledat vhodné časové proklady linek. Nabízí se také možnost využití těchto vozidel pro noční provoz MHD v Pardubicích.

3.2 Zhodnocení návrhů změn speciální městské dopravní služby

V kap. 2.3.2 autor navrhuje změny v dispečerském řízení. Konkrétně dispečerské nástroje pro plánování tras. Mezi ně patří program vytvořený autorem práce v MS Excelu a program ODL studio. Pro zhodnocení funkčnosti těchto programů, autor zadal reálná data z knihy jízd z období března 2017 do obou programů.

3.2.1 Technologické zhodnocení změn plánování tras

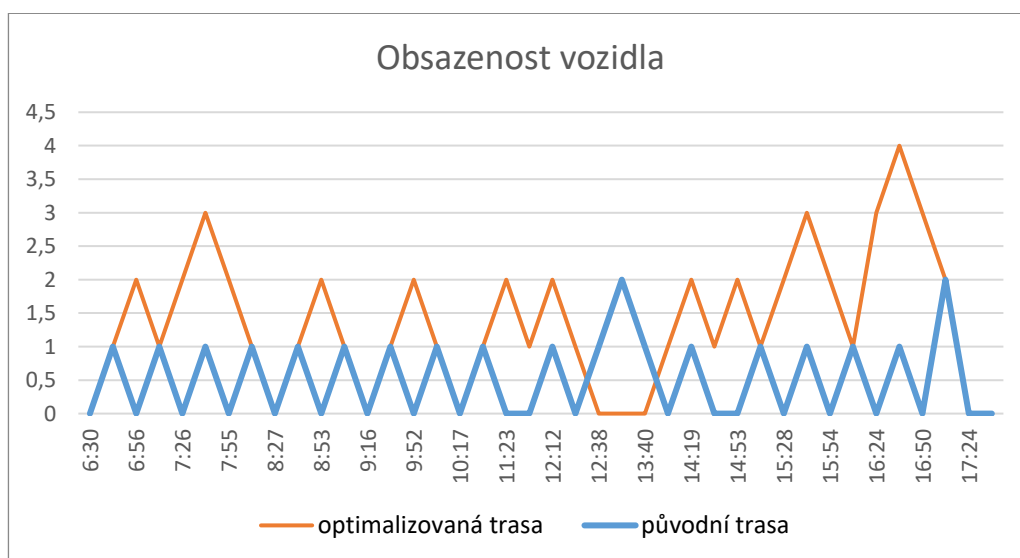
V tab. 5 se nachází porovnání ujetých vzdáleností na příkladech výkonů vybraných dnů 1. – 3. března 2017. Zvláštní výsledek je ve 3. řádku, kde se po výpočetní optimalizaci v MS Excelu prodloužila vzdálenost trasy až o 5 km. Je to dáno tím, že 3. března 2017 jelo pouze 12 cestujících a skoro každý zákazník se nacházel v samostatném časovém okně. Zde se nachází největší slabina tohoto programu, protože program neumí optimalizovat jízdy mezi jednotlivými časovými okny. Paradoxně má v tomto případě horší výsledky, než jakou vzdálenost vozidlo ujelo ve skutečnosti. Překvapující je výsledek plánu trasy programu ODL studio, který je o 1,2 km delší, než vozidlo za den skutečně ujelo.

Tabulka 5 – Porovnání ujetých vzdáleností

	Počet cestujících	Počet km (Skutečný stav)	Počet km (MS Excel)	Počet km (ODL studio)
1. března 2017	18	150	125,3	118,2
2. března 2017	20	140	131,5	130,4
3. března 2017	12	110	115,5	111,2

Zdroj: (6), autor

Pozitivní je úspora ujeté vzdálenosti ve dnech 1 a 2. března 2017. V prvním případě je sestavená trasa v obou programech kratší o cca 25 km, než vozidlo skutečně ujelo. Ve druhém březnovém dni je optimalizovaná trasa o 10 km kratší, než ve skutečnosti vozidlo ujelo. Rozdíly výpočetních optimalizací v MS Excelu a v ODL studiu jsou značné. ODL studio hodnotí trasy pomocí jednoho kritéria, kterým je minimalizace nákladů na vozidlo. Proto se stává, že je potřeba plán trasy upravit ručně, z důvodů dlouhých cest zákazníků (cestovní doba zákazníka někdy i přes 60 minut). Z grafu na obr. 20 lze vidět, jak program naplánoval trasu ze zdrojových dat z 1. 3. 2017. Snahou programu je pomocí nejlevnějších cest sestavit trasu pro vozidlo i za cenu plného využití kapacity vozidla. Tento jev je pro službu velmi pozitivní. Průměrný koeficient obsazenosti tohoto dne je po proložení aproximační křivky grafu (v obr. 20) 0,27. V přepočtu na cestující je obsazení vozidla průměrně 1,35 osob za tento den. Původní obsazenost vozidla tohoto dne (v obr. 20 znázorněna modrou křivkou) je 0,53 osob, což je 10% obsazení vozidla.



Obrázek 20 – Graf obsazenosti vozidla 1.3.2017

Zdroj: autor

Negativní stránkou tohoto jevu mohou být neúměrně dlouhé cestovní doby některých zákazníků. Například v obr. 20 se nachází situace, kdy ve 13:45 má zákazník odjezd a jeho příjezd se koná až v 15:07. Tento extrém může v tomto programu eliminovat pouze člověk, který tyto trasy ručně upraví. Na tuto skutečnost reaguje autorův program vytvořený v MS Excel, který eliminuje dlouhé cestovní doby zákazníků pomocí kritéria hodnotícího nerovnoměrnost vzdáleností (cestovních dob, nákladů na cestu) mezi jednotlivými zákazníky.

V tab. 6 lze vidět porovnání původní a optimalizované trasy v programu ODL studio ze dne 1. 3. 2017. Z tab. 6 plyne, že optimalizační pomůcky mají v tomto konkrétním zkoumaném dni až 21% vliv na úsporu ujetých vzdáleností a 7% vliv na úsporu nákladů na trasu. Proběhla také úspora provozního času. V tab. 6 je uvedena doba vozidla v provozu, do které se započítávají doby jízd, doby na nástup a výstup cestujících, doby na přestávky a výměnu řidičů. V tomto sloupci lze vidět úsporu cca až o 40 minut. To znamená, že tato úspora volného času může být využita pro přepravu nového cestujícího.

Tabulka 6 – Porovnání tras z 1.3.2017

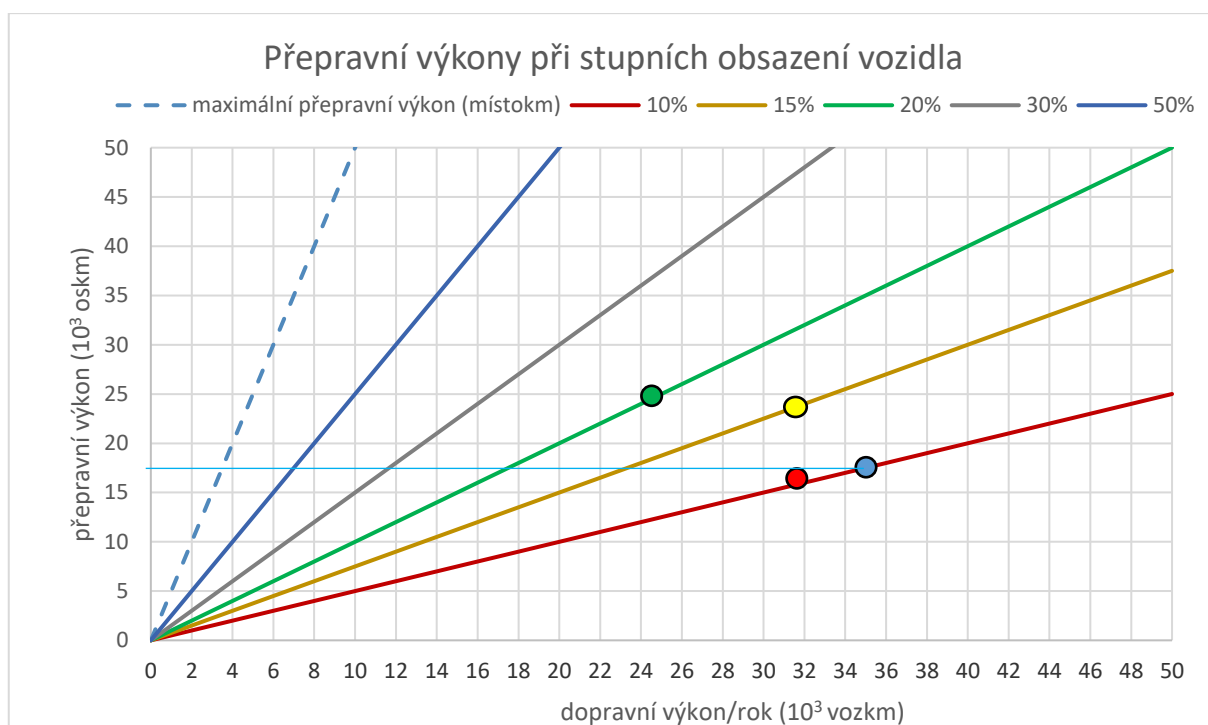
	Náklady na trasu (Kč)	Vzdálenost (km)	Doba provozu (h:mm)	Doba prostoje (h:mm)
Optimalizovaná trasa	1111,7	119	4:14	1:22
Původní trasa	1190,8	150	4:54	0:48

Zdroj: (6) autor

Z grafu v obr. 20 si lze všimnout, že přeprava pomocí slučování jízd znamená pro cestující zhoršení kvality, kvůli prodlouženým cestovním dobám. Výhodný je tento způsob plánování jízd pro cestující v případě, že více cestujících požaduje stejný nebo podobný čas odjezdu.

Za předpokladu, že koeficient obsazenosti vozidla snižuje provozní náklady na trasu a uspoří dostatečnou dobu pro přepravu nových zákazníků, lze vytvořit graf, kde jednotlivé stupně obsazení vozidla budou závislé na přepravním a dopravním výkonu. Na obr. 21 se nachází graf, který zobrazuje přepravní výkon za rok na základě průměrné roční obsazenosti vozidla a dopravního výkonu. Situace označená modrým terčem znázorňuje současnou situaci (rok 2017). Při dopravním výkonu 35 000 vozkm a při 10% průměrném obsazení vozidla, dosahuje přepravní výkon 17 500 oskm. Autor předkládá v grafu (obr. 21) tři varianty možného vývoje provozu služby po zavedení dispečerských nástrojů:

- Pesimistická varianta (červený terč)
- Optimistická varianta (zelený terč)
- Realistická varianta (žlutý terč).



Obrázek 21 – Graf přepavního výkonu na dopravním výkonu

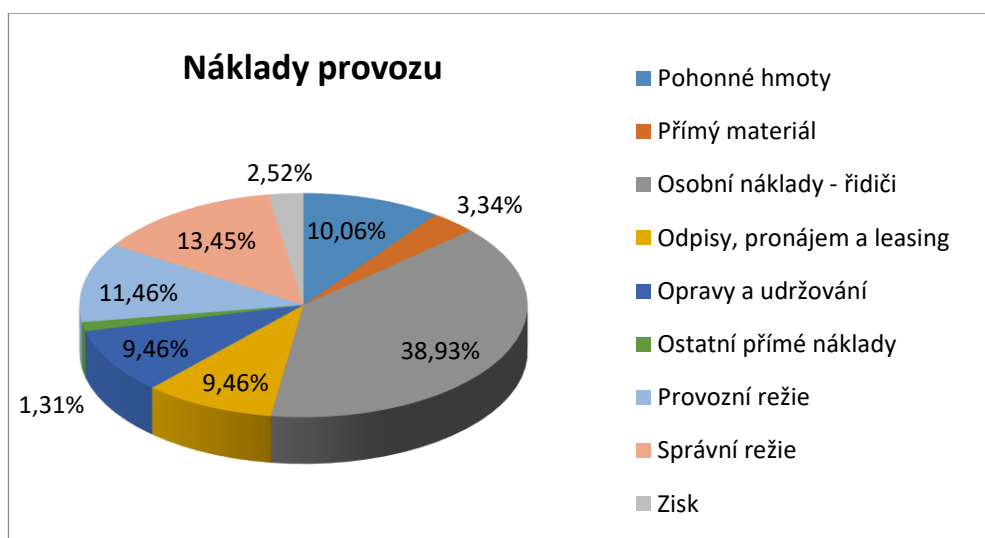
Zdroj: autor

Pesimistická varianta znázorňuje na grafu v obr. 21 stav, kdy dochází k roční úspoře ujetých vzdáleností o 10 % při nepatrném snížení přepavního výkonu. Koeficient obsazenosti se přitom nezvýší o více než 2 %. Tento stav může nastat při snaze zachovávat cestujícím dosavadní přepavní doby (tzn. zachovávat průměrnou obsazenost cca 10 %). Může také nastat situace, kdy kvůli optimalizaci tras vznikne časová úspora jízdních dob, zvýší se průměrná obsazenost a uspoří se dopravní výkon, ale nebude tato úspora zužitkována. V případě nedostatečné poptávky se zvyšují prostoje vozidla. Naproti tomu optimistická varianta počítá se zvýšením průměrné roční obsazenosti vozidla o 10 % (tj. na 20 %), což se může projevit v růstu přepavního výkonu až o 50 %. Jako optimistickou variantu lze na obr. 21 považovat celou zelenou linii, kde její hodnota přepavního výkonu nesmí klesnout pod současnou hodnotu přepavního výkonu. Je ovšem nutné hlídat doby prostojů a hledat časové využití pro vozidlo. Realistický odhad počítá s průměrným ročním navýšením obsazenosti vozidla až o 5 % (tj. na 15 %). Úspora dopravního výkonu vychází z hodnocení ujetých vzdáleností po optimalizaci tras z období 1. 3. – 3. 3. 2017, kde průměrná hodnota dopravního výkonu se snížila o 10 %. Dle grafu v obr. 21 může vzniknout prostor pro navýšení přepavního výkonu až o 22 %.

3.2.2 Ekonomické zhodnocení návrhů změn provozu

Úspory popsané v předchozí kapitole lze převést na nákladové jednotky. Pro ekonomické hodnocení je nutné nejprve provést kalkulaci provozu vozidla za rok. Autor pro takovou kalkulaci využil volně přístupný nástroj v MS Excelu vytvořený na Dopravní fakultě ČVUT. (16) Potřebná vstupní data jsou uvedené v tabulce v příloze J, kde šedé buňky představují vypočtené hodnoty a nepodbarvené hodnoty jsou údaje zjištěné ze zdrojů (6), (9), (10), (17). Výsledkem kalkulace jsou roční provozní náklady dopravní služby s ročním dopravním výkonem 35 109 vozkm (údaj zjištěný v analýze). Dalšími výsledky jsou vypočítané údaje o nákladech na jednotku km, hod. a údaje o nezávislých nákladech.

Na obr. 22 tvoří největší podíl provozních nákladů osobní náklady (mzdy a odvody řidičů), které dohromady činí 385 250 Kč ročně. Druhou největší částkou jsou celkové režijní náklady, kde na základě (17) byly převzaty podílové hodnoty provozních a správních režii DPMP při provozu autobusů. Třetí největší položku v nákladech tvoří pohonné hmoty, které při dopravním výkonu 35 109 vozkm a při průměrné ceně nafty 27 Kč stojí 99 534 Kč.



Obrázek 22 – Procentuální podíly nákladových položek SMDS

Zdroj: (16), úprava autor

Pro efektivní úspory provozu jakéhokoliv dopravního podniku je účinné hledat úspory vždy v položkách s nejvyššími nákladovými podíly. Z grafu na obr. 22 se nabízí možnost hledat možnosti úspor v režijních položkách, jelikož tvoří dle grafu až čtvrtinu celkových nákladů. V největší nákladové položce (mzdové a odvodové náklady) autor nevidí již žádné možnosti vedoucí ke snížení těchto nákladů. Proto se autor zaměřuje na úspory dopravního výkonu, které přímo ovlivňují spotřebu pohonných hmot a nepřímo výdaje na opravy a údržbu.

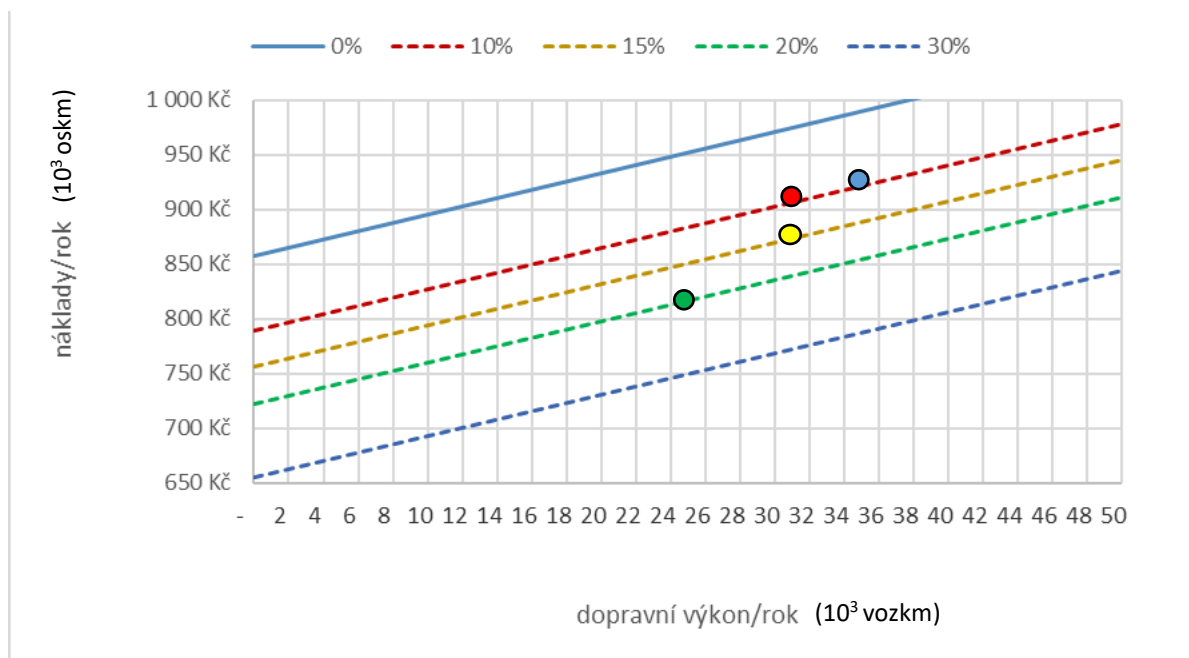
Autor vytvořil tabulku s výpočtem nákladů s proměnným dopravním výkonem, která slouží pro citlivostní analýzu nákladů. Graf na obr. 23 zobrazuje stav provozních nákladů (tzn. bez kompenzace) při různých stupních obsazení vozidla. To znamená, že výnosy z přeprav při různých stavech průměrného ročního obsazení vozidla jsou odečteny od celkových nákladů na provoz služby. Graf tedy znázorňuje záporný zisk z provozu této činnosti. V tab. 7 se vyskytují vstupní údaje pro výpočet nákladů a ziskovosti (ztrátovosti) ročního provozu služby.

Tabulka 7 – Vstupní data grafů kap. 3

počet dní v provozu	250	dní
cena za přepravu	15	Kč
kapacita vozidla	5	míst
průměrný počet zastávek za den	35,92	zastávek

Zdroj: autor

Tab. 7 slouží jako vstup pro zobrazení všech grafů v kap. 3 (obr. 21, 23, 24 a 25). Průměrný počet zastávek za den znamená, kolik míst automobil obslouží ve městě (počet nástupních a výstupních míst za den). Tento údaj lze nahradit průměrným počtem jízd za den, jelikož se jedná o totožné číslo.

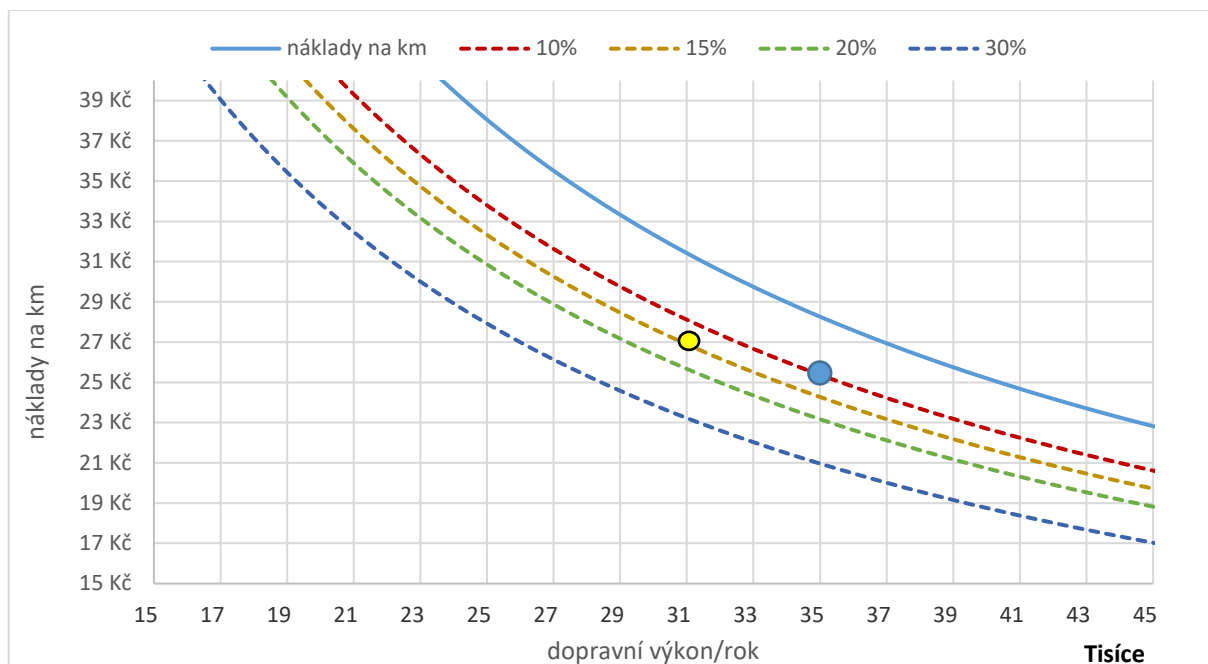


Obrázek 23 – Náklady při průměrném obsazení vozidla

Zdroj: autor

V grafu na obr. 23 se nachází přímky znázorňující stupně obsazení vozidla. Tyto přímky jsou lineárně závislé na ročních nákladech na provoz a na dopravním výkonu za rok. Červená linie zobrazuje obsazenost vozidla při hodnotě 0,1, tedy současnou hodnotu obsazení. Zelená linie se shoduje s optimistickou variantou vývoje provozu SMDS na obr. 21 (varianta popsána v předchozí kap. 3.2.1). Žlutá linie zobrazuje stav obsazení vozidla při realistické variantě odhadu vývoje nákladů na provoz. Jednotlivé barevné terče vyznačené v grafu se shodují s prognózami uvedených v kap. 3.2.1. Z vypočtené kalkulace nákladů vychází roční provoz této služby na 989 568 Kč. Při průměrném obsazení vozidla 0,1, kde výnosy z prodeje jízdních dokladů jsou cca 67 350 Kč, zbývá pokrýt roční ztrátu v hodnotě 922 218 Kč. Výnosy z prodeje jízdenek stoupají úměrně k počtu přepraveným cestujícím. Pesimistický odhad vývoje SMDS počítá s úsporou dopravního výkonu o 10 % při zachování nebo snížení přepravního výkonu. V takovém případě se celková ztráta pohybuje na úrovni 906 700 Kč za rok. Při vývoji provozu SMDS dle realistické varianty se obsazení vozidla zvýší na hodnotu 0,15. Dále tato varianta počítá se snížením dopravního výkonu o 10 %. Z grafu na obr. 23 vychází ztrátovost provozu této služby dle realistického odhadu cca na 873 025 Kč. Optimistický pohled na vývoj provozu počítá s navýšením průměrné obsazenosti vozidla na hodnotu 0,2. Jelikož jsou přímky zobrazující obsazenost vozidla rovnoběžné, bez ohledu na dopravní výkon se může přepravní výkon navýšit až o 50 %. V případě takto navýšeného přepravního výkonu se počítá se snížením ztráty oproti současnému stavu (s 10% obsazením vozidla) až o 67 350 Kč.

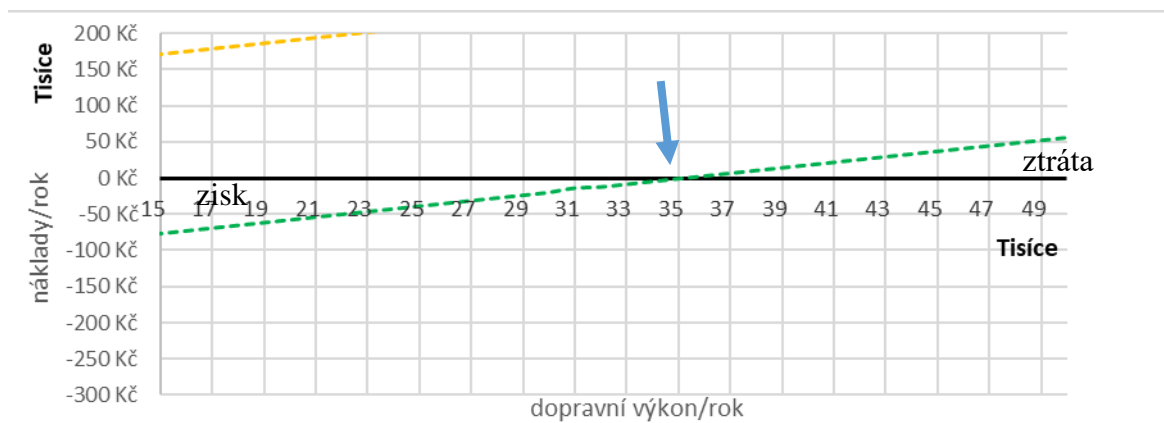
V obr. 24 se nachází graf provozních nákladů na 1 km. V něm se vyskytují jednotlivé stupně obsazení, které znázorňují, kolik korun stojí jeden ujetý kilometr po odečtení výnosů za danou jednotku. Náklady na provoz služby jsou při takto stanovené jednotce 28 Kč/km (při dopravním výkonu 35 109 vozkm). Při stavu, kdy vozidlo ujede 35 109 km s průměrným ročním obsazením 10 % (0,5 cestujících), je výsledná bilance -25,93 Kč/km. Tento graf může sloužit pro hodnocení současného tarifu i navrhovaných změn. V grafu na obr. 24 je tato situace znázorněna modrým terčem. Tyto mezní náklady klesají při rostoucím dopravním výkonu. Při úspoře dopravního výkonu tak mezní náklady budou růst. Konkrétně realistická varianta vývoje SMDS počítá s růstem mezních nákladů z 25,93 Kč/km na 27,19 Kč/km.



Obrázek 24 – Provozní náklady vozidla na 1 km

Zdroj: autor

Cena za přepravu je fixní dle tarifních zón DPMP. Nezávisí tedy na délce přepravy cestujícího. Pro určení nové sazby dle nákladové metody lze vycházet z grafu v obr. 24. Při dopravním výkonu cca 35 109 vozkm jsou náklady na provoz služby 28,19 Kč/km. V grafu na obr. 25 se bod zvratu (označený modrou šipkou) nachází až na přímce znázorňující obsazenost vozidla 20 % (průměrná obsazenost 1 cestující). V analýze bylo zjištěno, že průměrná vzdálenost jedné jízdy je 3,91 km. Služba není do uvedené hodnoty dopravního výkonu ztrátová v případě, že průměrná cena přepravy je 110,22 Kč. Tato stanovená cena pro cestujícího je v případě provozování služby bez příspěví finanční kompenzace objednavatele.



Obrázek 25 – Bod zvratu

Zdroj: autor

Pro objednavatele dopravy je výhodné cenu pro zákazníka namodelovat v MS Excelu, kde objednavatel zadá vstupní hodnoty (tab. 7) a uvidí, kolik musí dopravci doplatit ztrátu ve formě kompenzace. V kap. 2.3.5 autor navrhuje zvýšení tarifní sazby na cenu 28 Kč za přepravu (uvažována je tarifní zóna 1). Při takto zvýšené ceně, zachování přepravní poptávky a zachování současného rozsahu provozu SMDS (obsazenost 10 %, dopravní výkon 35 109 vozkm) se výnosy zvýší o 58 370 Kč. Při zvýšení koeficientu obsazenosti na 0,15 a úspory dopravního výkonu o 10 %, jak udává realistický odhad, jsou náklady na provoz služby při takto zvýšené tarifní ceně 787 728 Kč. Při takto namodelovaných provozních nákladech je výše kompenzace 700 000 Kč nedostatečná i v případě navýšení tarifní ceny na 28 Kč/jízdu a vývoje výkonových ukazatelů dle realistického scénáře.

ZÁVĚR

V práci byla provedena analýza technologicko-provozních aspektů speciální městské dopravní služby v Pardubicích. Autor provedl analýzu přepravního procesu, vozového parku a dispečerského řízení. Dále byla zmapována přepravní poptávka. Analýzou technologických ukazatelů bylo zjištěno, že v období ledna až března 2017 je průměrný koeficient využití jízd 0,5. Průměrné obsazení vozidla v tomto období činí 10 %. V analýze přepravních vztahů bylo zjištěno, že největší poptávka je po přepravách z Polabin do Nemošic (31 jízd/měsíc), ze Starého města do Višňovky a zpět (30 jízd/měsíc) a z Polabin do Starého města (24 jízd/měsíc). V období 7.11. – 7.12. 2017 proběhl dotazníkový průzkum, který byl distribuován k respondentům s pomocí sociálního odboru města Pardubice a pomocí organizací pro zdravotně a tělesně postižené. Z jeho výsledků bylo zjištěno, že službu využívá pouze třetina dotazovaných. Další třetina respondentů službu nevyužívá z důvodu nespokojenosti (dlouhé objednací lhůty, špatné zkušenosti se službou).

V návrhové části práce autor navrhuje zavedení nové linky MHD. Koncept provozu této linky umožňuje cestujícím také přepravu „door-to-door.“ Dále se práce zabývá návrhy změn speciální městské dopravní služby v Pardubicích. Hlavním cílem je zvýšení efektivity provozu za stávajícího počtu vozidel a řidičů, kterými disponuje DPMP za účelem provozu této služby. Autor v práci navrhuje dispečerské nástroje, které usnadní plánování tras vozidla a optimalizuje tyto trasy pomocí slučování cestujících. Další změny se týkají možnosti zavedení rezervačního systému, operativního dispečerského řízení a tarifních změn.

V poslední kapitole autor hodnotí dopady návrhových opatření na dopravní službu pomocí technologických a ekonomických indikátorů. Z vybraných provozních dnů autor porovnává vzdálenosti původních tras a optimalizovaných tras v programu ODL studio a MS Excel. Nejlepším výsledkem je 21% úspora vzdálenosti v programu ODL studio. Dále autor stanovil 3 prognózy vývoje přepravního a dopravního výkonu a jejich vliv na provozní náklady v případě navýšení průměrné obsazenosti. Realistická varianta počítá se zvýšením průměrné obsazenosti na 15 %, snížením dopravního výkonu o 10 % a zvýšením přepravního výkonu až o 22 %. Provozní náklady se dle tohoto scénáře mohou snížit až o 49 193 Kč.

Cílem diplomové práce bylo analyzovat provozní aspekty služby, poptávku po službě a v návrhové části práce uvést jejich řešení. Stanovené cíle diplomové práce autor splnil.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

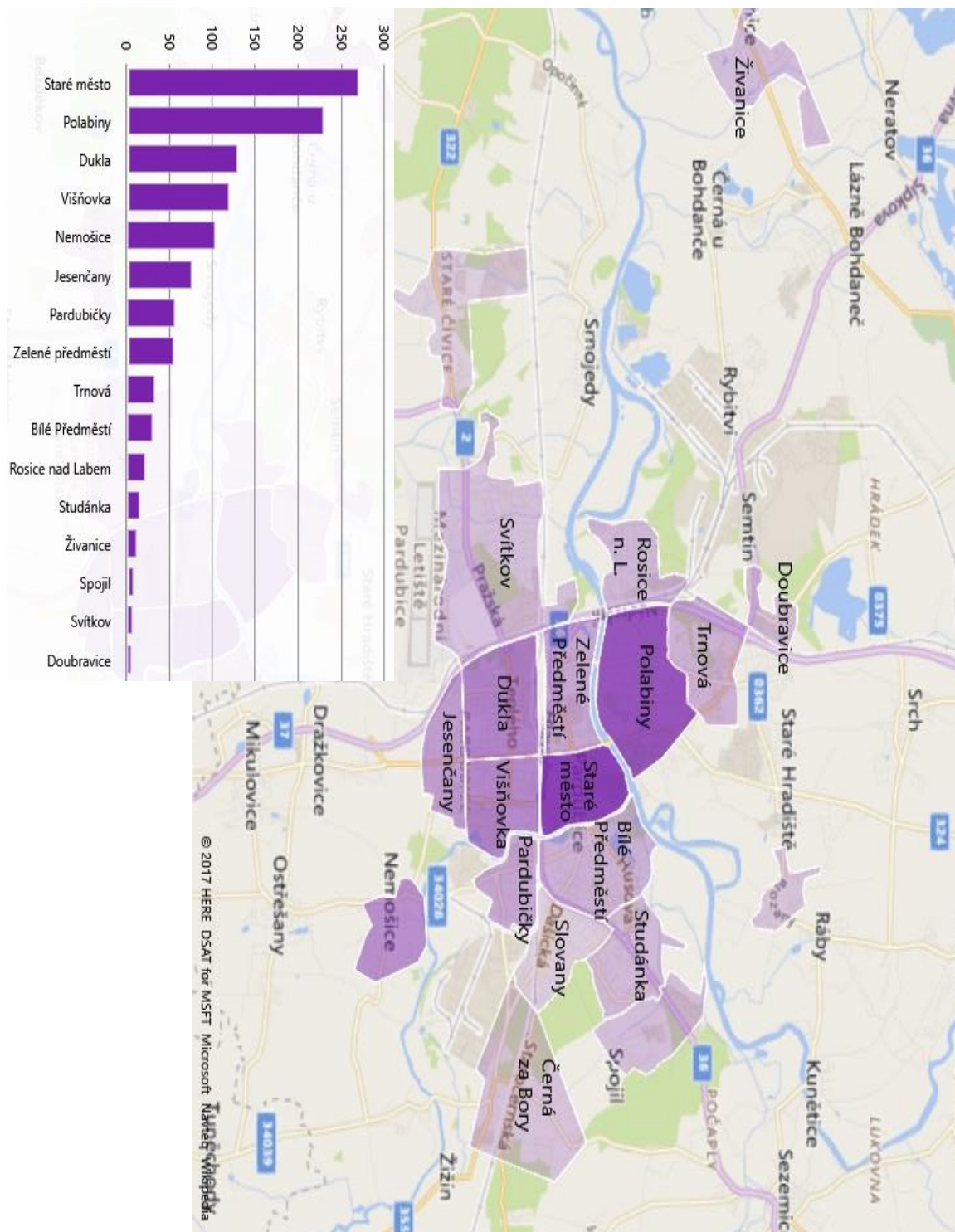
- (1) Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2009, ročník 2009, číslo 398.
- (2) Projekt ALDIO [online]. [cit. 2017-12-7]. Dostupné z:
http://www.vozickari-ostrava.cz/aldio/projekt_aldio.pdf
- (3) Ståhl, A. 2000. Public Transport or Special Service or a Mix. In: Urban Transport Systems. Proceeding from the 2nd Kfb Research Conference. Lund, Sweden, 7-8 June, 1999 (Bulletin 187).
- (4) Anruf Bus im Landkreis Leer [online]. Verkersverbund Ems Jade [cit. 2018-03-17].
- (5) Práce pro ZP: Doplnkové služby – doprava [online]. [cit. 2017-12-7]. Dostupné z:
<http://www.praceprozp.cz/kontakty-ozp/doplnekove-sluzby-doprava>
- (6) Dopravní podnik města Pardubic a. s., Výkazy jízd: leden–březen 2017, 2017.
- (7) Dopravní podnik města Pardubic: Doprava pro handicapované [online]. [cit. 2017-12-7]. Dostupné z: <http://www.dpmp.cz/doprava-pro-handicapovane/>
- (8) Smluvní přepravní podmínky: pro speciální přepravu pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace [online]. Pardubice: Dopravní podnik města Pardubic a.s, 2015 [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.dpmp.cz/dpmp.cz/doc/spp20150701a.pdf>
- (9) Příloha č. 6: Seznam vozidel: Pojištění odpovědnosti z provozu vozidel. Pardubice: Dopravní podnik města Pardubic, 2016.
- (10) SPID Handicap, o. p. s., osobní konzultace, květen 2017.
- (11) Výroční zpráva 2016 [online]. Hradec Králové: DOSIO o. p. s., 2016 [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.dosio.cz/dokumenty/vz2016.pdf>
- (12) Matuška, J., Malinka, T. 2017. Special Urban Transportation Service for People with Disabilities in the Czech Republic. In: Urban Transport Systems. Proceeding of 21st International Scientific Conference. Transport Means 2017. Kaunas, 2017. s. 485-488. ISSN 1822-296-X.
- (13) Isochrone – Mapbox [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z:
<https://www.mapbox.com/bites/00156/#10/51.684/-0.148>
- (14) Mave s. r. o.: Výroba a přestavba autobusů [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z:
<https://www.mave.cz/>
- (15) Open door logistics: ODL Studio [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z:
<http://www.opendoorlogistics.com/software/odl-studio/>

- (16) Metodika kalkulace nákladů silniční dopravy [online]. Fakulta dopravní ČVUT, 2014 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z:
<https://www.fd.cvut.cz/veda.../tabulky-kalkulace-nakladu-2014.xls>. ČVUT Praha.
- (17) Výroční zpráva 2016 [online]. Pardubice: DPMP a. s., 2016 [cit. 2017-12-07].
Dostupné z: <http://www.dpmp.cz/content/image.php?uid=59a036970798d>
- (18) Mapy.cz [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z:
<https://mapy.cz/zakladni?x=18.1422000&y=49.5975000&z=11>
- (19) OpenStreetMap [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z:
<https://www.openstreetmap.org/#map=14/50.0316/15.7862>

SEZNAM PŘÍLOH

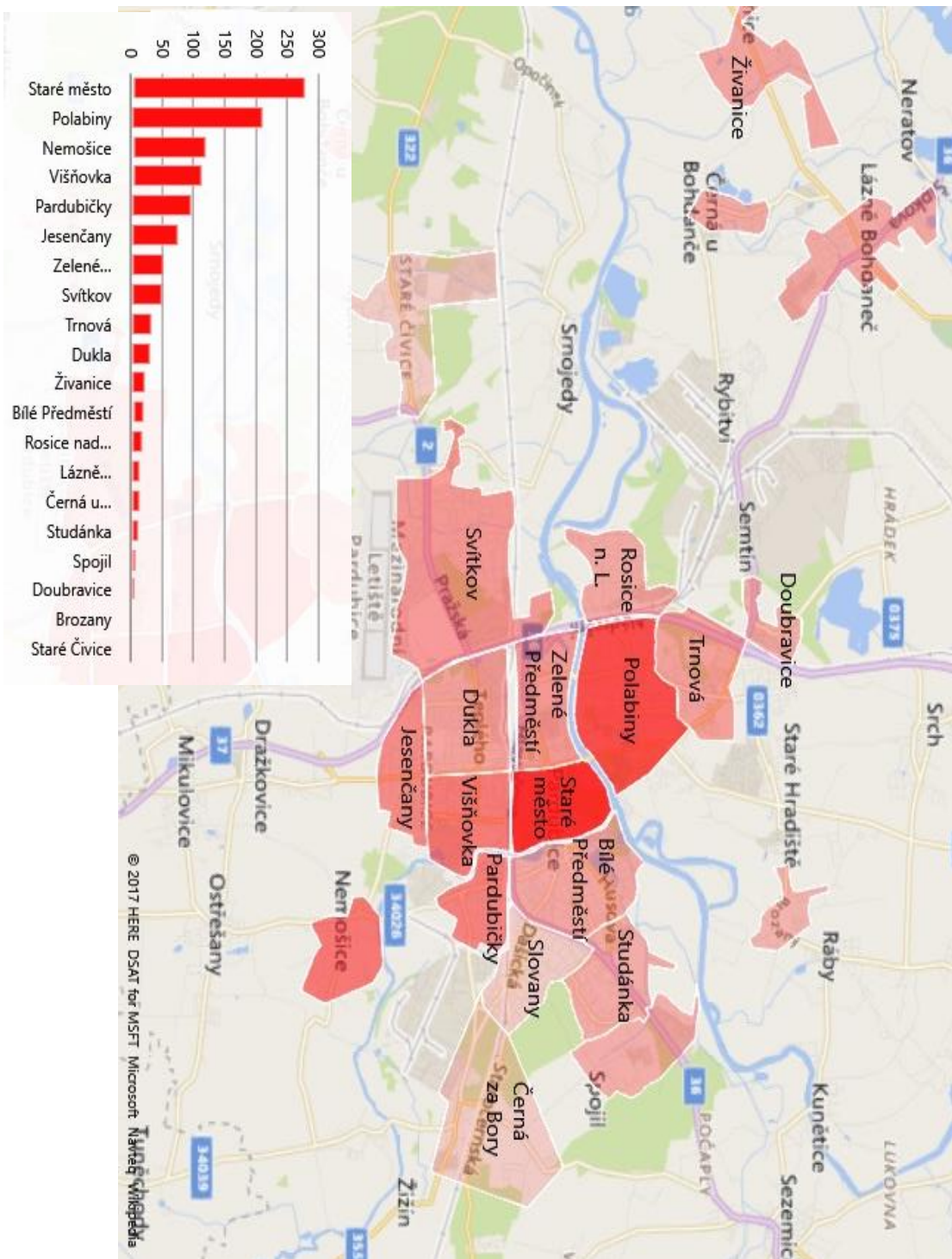
Příloha A – Počet nastupujících lidí v jednotlivých oblastech.....	63
Příloha B – Počet vystupujících lidí v jednotlivých oblastech.....	64
Příloha C – Nejčtetnější relace mezi oblastmi	65
Příloha D – Dotazník.....	66
Příloha E – Vedení flexibilních linek MHD	69
Příloha F – Jízdní řád	70
Příloha G – Hledání přípustných řešení	71
Příloha H – Výpočet dob prázdných jízd	74
Příloha I – Postup optimalizace systémů dopravních služeb	76
Příloha J – Kalkulační vzorec	77

Příloha A – Počet nastupujících lidí v jednotlivých oblastech



Zdroj: (6), (18) úprava autor

Příloha B – Počet vystupujících lidí v jednotlivých oblastech



Zdroj: (6), (18) úprava autor

Příloha C – Nejčtetnější relace mezi oblastmi

z	do	počet cest	počet cest za měsíc
Polabiny	Nemošice	94	31
Staré město	Višňovka	89	30
Višňovka	Staré město	83	28
Polabiny	Staré město	71	24
Staré město	Polabiny	60	20
Staré město	Staré město	57	19
Dukla	Dukla	56	19
Nemošice	Polabiny	53	18
Jesenčany	Staré město	50	17
Studánka	Svítkov	47	16
Staré město	Jesenčany	44	15
Dukla	Polabiny	34	11
Nemošice	Staré město	27	9
Dukla	Pardubičky	24	8
Staré město	Nemošice	23	8
Svítkov	Staré město	17	6
Staré město	Svítkov	17	6
Staré město	Pardubičky	16	5
Nemošice	Černá u Bohdanče	14	5
Dukla	Jesenčany	13	4
Jesenčany	Dukla	13	4
Staré město	Dukla	13	4
Pardubičky	Jesenčany	13	4
Pardubičky	Staré město	12	4
Živanice	Staré město	12	4
Staré město	Živanice	12	4

Zdroj: autor

Doprava pro handicapované v Pardubicích

Vážení cestující,

v rámci řešení diplomové práce Vás jako student Dopravní fakulty Jana Pernera prosím o vyplnění dotazníku, který je určen především pro uživatele dopravní služby pro handicapované v Pardubicích. Cílem tohoto dotazníku je zjistit Vaši spokojenost se službou, ale také míru ochoty přizpůsobit se možným změnám v provozu. Vyplněním tohoto dotazníku pomůžete ke zkvalitnění a zefektivnění dopravy pro handicapované v Pardubicích. Děkuji za vyplnění.

Tomáš Malinka

**Povinné pole*

1. Využíváte handicap dopravu v Pardubicích? *

Označte jen jednu možnost.

Ano. *(Pokud ano, pokračujte otázkou č. 3).*

Ne.

2. Pokud ne, uveďte prosím důvod, proč tuto službu nevyužíváte.

Můžete zaškrtnout více možností. Poté prosím pokračujte vyplněním pouze otázek č. 10 a 11.

Nevím o této službě.

Nepotřebuji tuto službu.

Nevyhovuje mi cena.

Využívám MHD.

Využívám vlastní dopravu.

Objednací lhůty jsou příliš dlouhé.

Provozní doba služby je příliš krátká.

Mám s touto službou špatné zkušenosti. *(Uveďte do kolonky "jiné" jaké).*

Jiné:

3. Jak často službu využíváte? *

Označte jen jednu možnost.

Každý den, tam i zpět.

Každý den, pouze tam nebo zpět.

Jednou týdně, tam i zpět.

Jednou týdně, pouze tam nebo zpět.

Méně než jednou za týden.

Jiné:

4. Jaké jsou Vaše nejčastější cíle cesty? *

Můžete zaškrtnout více možností.

- Do zájmových organizací.
- Do zaměstnání.
- Do školy.
- K lékaři.
- Na nákupy.
- Na vlak, autobus.
- Jiné:

5. Jak celkově hodnotíte kvalitu dosavadní dopravní služby? (Ohodnoťte prosím známku, jako ve škole). *

Označte křížkem.

	1	2	3	4	5	
výborně						špatně

6. Jaké problémy se Vám při přepravě nejvíce stávají? *

Můžete zaškrtnout více možností.

- Pozdní odjezdy z domluveného nástupního místa.
- Pozdní příjezdy na cílové místo.
- Dlouhá doba přepravy ve vozidle.
- Neposkytnutí přepravy (nedomluvení se na daném termínu).
- Přeprava probíhá vždy v pořádku.
- Jiné:

7. O kolik minut déle jste ochotni ve vozidle cestovat za stejnou cenu? *

Označte jen jednu možnost.

- Nejsem ochoten cestovat déle.
- Nevadí mi cesta o 5 min delší.
- Nevadí mi cesta o 10 min delší.
- Nevadí mi cesta o 15 min delší.
- Nezáleží mi na době, jak dlouho strávím ve vozidle.
- Jiné:

8. Jaká je Vaše tolerance na čas příjezdu do cíle? *

Označte jen jednu možnost.

- Žádná, potřebuji být na cílovém místě přesně v můj požadovaný čas.
- Nevadí mi, když budu na místě o 5 min dříve nebo později.
- Nevadí mi, když budu na místě o 10 min dříve nebo později.

- Nevadí mi, když budu na místě o 15 min dříve nebo později.
- Nezáleží mi, v kolik přijedu na požadované místo.
- Jiné:

9. Jste ochoten/ná nastupovat (vystupovat) na zastávce, které je mimo Vaše požadované místo nástupu (výstupu)? *

Označte jen jednu možnost.

- Nikoliv, potřebuji nastupovat a vystupovat přímo na mnou uvedených místech.
- Ano, ale do 50 m od místa.
- Ano, ale do 100 m od místa.
- Ano, ale do 150 m od místa.
- Ano, ale do 200 m od místa.
- Je mi to jedno.

10. Do jaké věkové skupiny patříte? *

Označte jen jednu možnost.

- Do 15 let.
- 15 - 30 let.
- 30 - 45 let.
- 45 - 65 let.
- Nad 65 let.

11. Do jaké skupiny patříte? *

Označte jen jednu možnost.

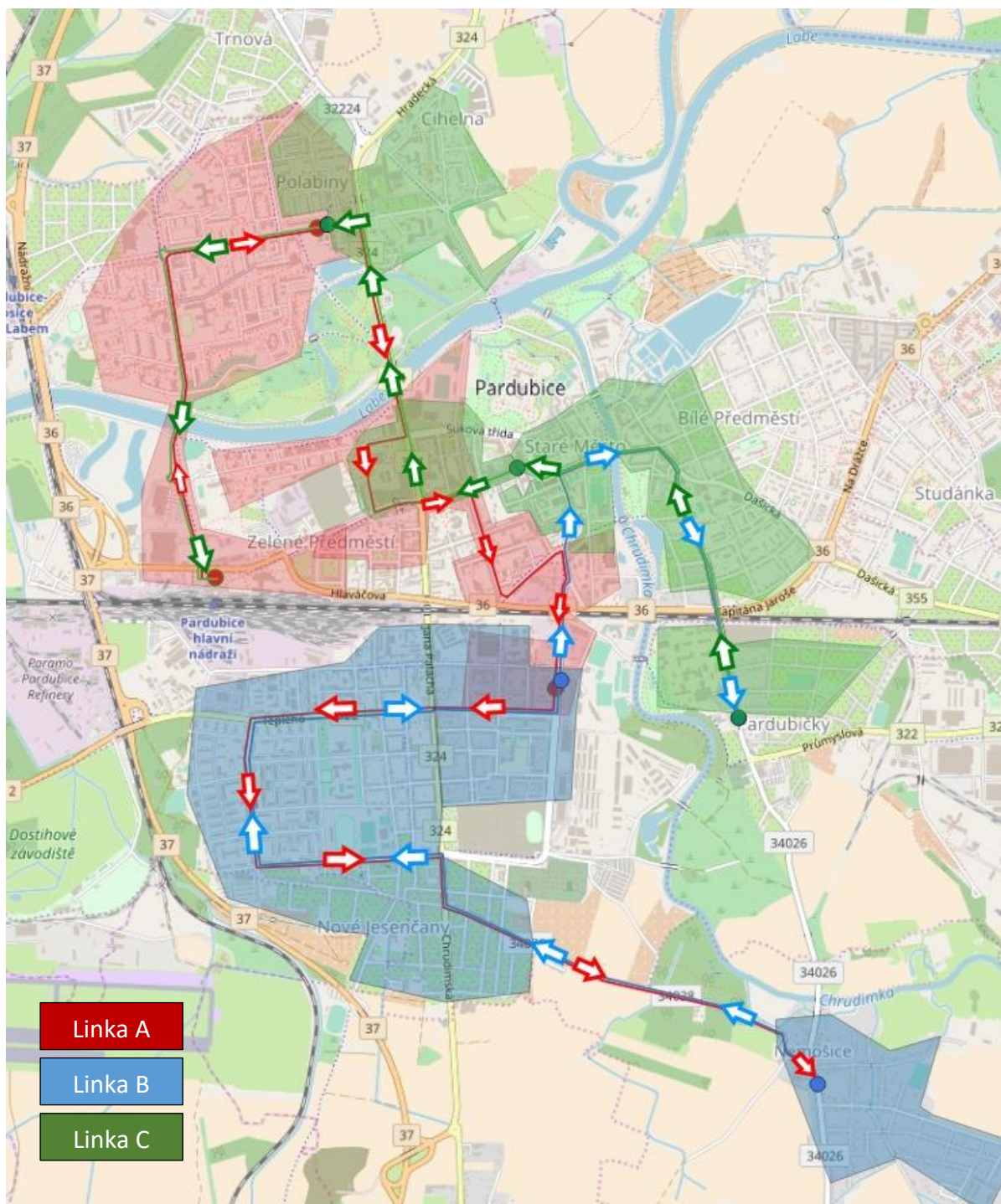
- Osoba na vozíku.
- Osoba s jiným pohybovým postižením.
- Osoba s postižením zraku/sluchu.
- Osoba s mentálním postižením.
- Osoba bez postižení.
- Jiné:

12. Většinou cestuji: *

Označte jen jednu možnost.

- S doprovodem.
- Bez doprovodu.

Příloha E – Vedení flexibilních linek MHD



Zdroj: (19) úprava autor

Příloha F – Jízdní řád

Linka A

Hlavní nádraží; Polabiny,Lidická; Polabiny,Kpt.Bartoše; Polabiny,Bělehradská; Polabiny,hotel; Stavařov; Zimní stadion; K Polabinám; Třída Míru; Výzkumný ústav; Domov mládeže; Teplého; Lexova; Dukla,náměstí; Kpt.Nálepky; Demokratické mládeže; Nemošická; Nemošická,bytovky; Nemošice,škola														
Hlavní nádraží	6:30	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30
Polabiny,hotel	6:40	7:40	8:40	9:40	10:40	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40	17:40	18:40	19:40
Třída Míru	6:48	7:48	8:48	9:48	10:48	11:48	12:48	13:48	14:48	15:48	16:48	17:48	18:48	19:48
Výzkumný ústav	6:57	7:57	8:57	9:57	10:57	11:57	12:57	13:57	14:57	15:57	16:57	17:57	18:57	19:57
Dukla,náměstí	7:02	8:02	9:02	10:02	11:02	12:02	13:02	14:02	15:02	16:02	17:02	18:02	19:02	20:02
Nemošice,škola	7:08	8:08	9:08	10:08	11:08	12:08	13:08	14:08	15:08	16:08	17:08	18:08	19:08	20:08

Linka B

Nemošice,škola; Nemošická,bytovky; Nemošická; Demokratické mládeže; Kpt.Nálepky; Dukla,náměstí; Teplého; Domov mládeže; Výzkumný ústav; Karla IV.; Krajský úřad; U Kostelíčka; Štrossova; Nemocnice; Kyjevská														
Nemošice,škola	7:18	8:18	9:18	10:18	11:18	12:18	13:18	14:18	15:18	16:18	17:18	18:18	19:18	20:18
Dukla,náměstí	7:25	8:25	9:25	10:25	11:25	12:25	13:25	14:25	15:25	16:25	17:25	18:25	19:25	20:25
Výzkumný ústav	7:32	8:32	9:32	10:32	11:32	12:32	13:32	14:32	15:32	16:32	17:32	18:32	19:32	20:32
Krajský úřad	7:35	8:35	9:35	10:35	11:35	12:35	13:35	14:35	15:35	16:35	17:35	18:35	19:35	20:35
Nemocnice	7:39	8:39	9:39	10:39	11:39	12:39	13:39	14:39	15:39	16:39	17:39	18:39	19:39	20:39
Kyjevská	7:40	8:40	9:40	10:40	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40	17:40	18:40	19:40	20:40

Linka C

Kyjevská; Nemocnice; Štrossova; U Kostelíčka; Krajský úřad; U Grandu; Třída Míru; Zimní stadion; Stavařov; Polabiny,hotel; Polabiny,Bělehradská; Polabiny,Kpt.Bartoše; Polabiny,Lidická; Albert HM; Hlavní nádraží														
Kyjevská	7:50	8:50	9:50	10:50	11:50	12:50	13:50	14:50	15:50	16:50	17:50	18:50	19:50	20:50
Nemocnice	7:51	8:51	9:51	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	16:51	17:51	18:51	19:51	20:51
Krajský úřad	7:55	8:55	9:55	10:55	11:55	12:55	13:55	14:55	15:55	16:55	17:55	18:55	19:55	20:55
U Grandu	8:01	9:01	10:01	11:01	12:01	13:01	14:01	15:01	16:01	17:01	18:01	19:01	20:01	21:01
Třída Míru	8:02	9:02	10:02	11:02	12:02	13:02	14:02	15:02	16:02	17:02	18:02	19:02	20:02	21:02
Polabiny,hotel	8:13	9:13	10:13	11:13	12:13	13:13	14:13	15:13	16:13	17:13	18:13	19:13	20:13	21:13
Hlavní nádraží	8:20	9:20	10:20	11:20	12:20	13:20	14:20	15:20	16:20	17:20	18:20	19:20	20:20	21:20

Zdroj: autor

Příloha G – Hledání přípustných řešení

```
Sub pripustneresení()  
Dim z As String  
Dim c As String  
' Vypnutí aktualizace obrazovky pro zrychlení makra  
Application.ScreenUpdating = False  
' Zjištění počtu záznamů, která se budou prohledávat  
iListCount = Cells(Rows.Count, "D").End(xlUp).Row  
jListCount = Cells(20, Columns.Count).End(xlToLeft).Column  
Range("D20").Select  
' Opakovat až do dosažení konce záznamů  
For m = 20 To iListCount  
NovyZdroj:  
Cells(m, "D").Select  
' Počítadlo procházející záznamy ve sloupcích  
For r = 4 To jListCount  
For jctr = r To jListCount  
' Zjišťování duplicit ve sloupcích  
If Cells(m, jctr) = "z1" Then  
If h <> Cells(m, jctr) Then  
z = Cells(m, jctr).Value  
GoTo Dalsipocitadlo  
End If  
Else  
If Cells(m, jctr) = "z2" Then  
If h <> Cells(m, jctr) Then  
z = Cells(m, jctr).Value  
GoTo Dalsipocitadlo  
End If  
Else  
If Cells(m, jctr) = "z3" Then  
If h <> Cells(m, jctr) Then  
z = Cells(m, jctr).Value  
GoTo Dalsipocitadlo  
End If  
Else  
If Cells(m, jctr) = "z4" Then  
If h <> Cells(m, jctr) Then  
z = Cells(m, jctr).Value  
GoTo Dalsipocitadlo  
End If  
Else  
r = r + 1  
End If  
End If  
End If  
End If
```

```

End If
' Konec procházení hodnot v jednom řádku
If r > jListCount Then
GoTo DalsiRadek
End If
Next jctr
Dalsipocitadlo:
For jctr1 = 4 To jListCount
If z = "z1" Then
If Cells(m, jctr1).Value = "c1" Then
c = Cells(m, jctr1).Value
GoTo Podminka
End If
Else
If z = "z2" Then
If Cells(m, jctr1).Value = "c2" Then
c = Cells(m, jctr1).Value
GoTo Podminka
End If
Else
If z = "z3" Then
If Cells(m, jctr1).Value = "c3" Then
c = Cells(m, jctr1).Value
GoTo Podminka
End If
Else
If z = "z4" Then
If Cells(m, jctr1).Value = "c4" Then
c = Cells(m, jctr1).Value
GoTo Podminka
End If
End If
End If
End If
End If
Next jctr1
Podminka:
' Zjištění, zda-li zn<cn
If jctr1 < jctr Then
Cells(m, "D").EntireRow.Delete
h = 0
r = 3
Else
h = z
End If
If r = jListCount Then
GoTo DalsiRadek

```



```
End If
Next r
DalsiRadek:
h = 0
r = 0
Next m
Application.ScreenUpdating = True
MsgBox "Hotovo!"
End Sub
```

Zdroj: autor

Příloha H – Výpočet dob prázdných jízd

```
Sub vypocetdobstrojjzd4()  
Dim z As String  
Dim c As String  
' Vypnutí aktualizace obrazovky pro zrychlení makra  
Application.ScreenUpdating = False  
' Zjištění počtu záznamů, která se budou prohledávat  
iListCount = Cells(Rows.Count, "A").End(xlUp).Row  
jListCount = 8  
Range("A2").Select  
m = 2  
NovyZdroj:  
Cells(m, "A").Select  
For r = 1 To iListCount  
h = 0  
For jctr = 1 To 8  
Cells(1, "H") = h  
If Cells(m, jctr) = "z1" Then  
h = h + 1  
Else  
If Cells(m, jctr) = "z2" Then  
h = h + 1  
Else  
If Cells(m, jctr) = "z3" Then  
h = h + 1  
Else  
If Cells(m, jctr) = "z4" Then  
h = h + 1  
Else  
If Cells(m, jctr) = "c1" Then  
h = h - 1  
Else  
If Cells(m, jctr) = "c2" Then  
h = h - 1  
Else  
If Cells(m, jctr) = "c3" Then  
h = h - 1  
Else  
If Cells(m, jctr) = "c4" Then  
h = h - 1  
End If  
End If  
End If  
End If  
End If  
End If
```

```
End If
End If
If jctr < 8 Then
    If h = 0 Then
        Cells(m, "X") = Cells(m, "X").Value + Cells(m, 10 + jctr - 1).Value
    End If
End If
Next jctr
m = m + 1
Next r
Application.ScreenUpdating = True
MsgBox "Hotovo!"
End Sub
```

Zdroj: autor

Příloha I – Postup optimalizace systémů dopravních služeb

	Úkony	Vstupy	Výstupy
1.	Získání podnětů pro změnu	<ul style="list-style-type: none"> • Přání a stížnosti provozovatele • Přání a stížnosti objednatele • Přání a stížnosti cestujících 	<ul style="list-style-type: none"> • Informace o problematice • Informace o tom, jaká data sbírat
2.	Sbírání vstupních dat	<ul style="list-style-type: none"> • Výsledky dotazníkového průzkumu • Ekonomická data provozovatele • Provozní data provozovatele 	<ul style="list-style-type: none"> • Zpracování dat
3.	Analýza vstupních dat	<ul style="list-style-type: none"> • Zpracovaná vstupní data 	<ul style="list-style-type: none"> • Analýza přepravní poptávky • Analýza potřeb cestujících • Analýza flexibility cestujících • Analýza provozních údajů a ukazatelů provozovatele • Analýza ekonomických údajů provozovatele • Souhrnná analýza
4.	Určení cílů optimalizace	<ul style="list-style-type: none"> • Souhrnná analýza 	<ul style="list-style-type: none"> • Klasifikace kritérií • Určení důležitosti kritérií
5.	Návrh opatření na optimalizaci dílčích kritérií	<ul style="list-style-type: none"> • Zpracované dílčí analytické podklady 	<ul style="list-style-type: none"> • Jednotlivé návrhy • Soubor návrhů opatření
6.	Hodnocení dopadu opatření	<ul style="list-style-type: none"> • Jednotlivé návrhy na opatření • Soubor návrhů opatření 	<ul style="list-style-type: none"> • Analýza provozních ukazatelů návrhů opatření • Analýza ekonomických ukazatelů návrhů opatření • Prognóza přepravní poptávky • Souhrnné hodnocení opatření
7.	Hodnocení efektivity opatření	<ul style="list-style-type: none"> • Souhrnné hodnocení opatření • Metodiky pro určování efektivity návrhů opatření 	<ul style="list-style-type: none"> • Porovnání s cílem optimalizace • Rozhodnutí o implementaci jednotlivých opatření

Zdroj: autor

Příloha J – Kalkulační vzorec

č. ř.	Položka	jednotky	
TECHNICKÉ A EKONOMICKÉ ÚDAJE			
	pořizovací cena vozidla	Kč	936 000
	doba životnosti vozidla	let	10
1	doba provozu vozidla	hod	2 800
2	v tom: doba jízdy	hod	2 488
1. POHONNÉ HMOTY			
6	průměrná spotřeba	l/100 km	10,5
7	průměrná cena	Kč/l	27
2. PŘÍMÝ MATERIÁL			
2.1. PNEUMATIKY			
9	životnost (proběh) pneumatik	km	15 000
10	počet pneumatik na vozidle	ks	4
11	průměrná cena 1 pneumatiky	Kč/ks	3 000
12	ostatní náklady	Kč	0
2.2. OSTATNÍ PŘÍMÝ MATERIÁL			
14	odborný odhad: sazba z nákladů na PHM	%	5
3. OSOBNÍ NÁKLADY – ŘIDIČI			
23	a) hrubá mzda řidiče (vč. odměn, příplatků apod.)	Kč	287 500
24	b) povinné odvody	Kč	97 750
4. ODPISY, PRONÁJEM A LEASING			
4.1. Odpisy, pronájem a leasing vozidel			
29	a) odpisy vozidla	Kč	93 600
4.2. Odpisy a pronájem zařízení souvisejících s vozidly			
4.3. Úroky z úvěrů na vozidla a zařízení souvisejících s vozidly			
5. OPRAVY A UDRŽOVÁNÍ DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ			
36	odborný odhad: sazba z pořizovací ceny vozidla	%	10
37	opravy a údržba = (PC x ř.36 / 100)	Kč	93 600
6. OSTATNÍ PŘÍMÉ NÁKLADY			
6.1. Nezávislé na konkrétním výkonu			
44	pojištění odpovědnosti z provozu vozidla (POV)	Kč	2 000
45	havarijní pojištění (HAV)	Kč	9 000
46	b) pojištění vozidla = ř.44 + ř.45	Kč	11 000
47	státní technická kontrola (STK) a emise	Kč	2 000
50	c) jiné nezávislé přímé náklady = Σ ř.47 až 49	Kč	2 000
51	nezávislé ostatní přímé n. = (ř.43 + ř.46 + ř.50)	Kč	13 000
6.2. Závislé na konkrétním výkonu			
7. PROVOZNÍ REŽIE			
61	odborný odhad: sazba z celkových režijních nákl.	%	46
62	provozní režie = ř.60 x ř.61 / 100	Kč	113 418
8. SPRÁVNÍ REŽIE			
76	odborný odhad: sazba z celkových režijních nákl.	%	54
77	správní režie = ř.60 x ř.76 / 100	Kč	133 142
9. ZISK			
108	odborný odhad: sazba ze zpracovaných nákladů, kap.3-8	%	3
109	zisk = (Σ náklady kap.3 až 8) x ř.108 / 100	Kč	24 960

Zdroj: (16) úprava autor