

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Matěj Lešek

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Zefektivnění doplňkové dopravní služby pro osoby  
s omezenou schopností pohybu nebo orientace v Brně

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Matěj Lešek**  
Osobní číslo: **D20105**  
Studijní program: **B1041A040002 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**  
Téma práce: **Zefektivnění doplňkové dopravní služby pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace v Brně**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza současného stavu
2. Návrh zefektivnění služby Seniorbus
3. Zhodnocení navržených opatření

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**  
Rozsah grafických prací: **3-4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

#### Seznam doporučené literatury:

DRDLA, Pavel. Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu. 3. upravené vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2021. 434 s. ISBN 978-80-7560-361-6.

Interní databáze Dopravního podniku města Brna a.s.

*Smlouva o zajištění přepravy seniorů a těžce zdravotně postižených osob* mezi Statutárním městem Brnem a Dopravním podnikem města Brna a.s.

Seniorbus Dopravního podniku města Brna [online]. Dostupné z: <https://dpmb.cz/cs/senior-bus>.

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

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **12. května 2023**

L.S.

---

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

---

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**  
vedoucí katedry

# PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji:

Práci s názvem **Zefektivnění doplňkové dopravní služby pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace v Brně** 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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 8.5.2023

Matěj Lešek v.r.

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce panu doc. Ing. Jaroslavu Matuškoví, PhD. za ochotný přístup, pomoc, důležité připomínky a konzultace v průběhu zpracování této bakalářské práce. Dále chci poděkovat vedoucímu odboru oddělení dopravních informací Dopravního podniku města Brna a.s. panu Ing. Janu Havířovi za poskytnutá data služby Seniorbus, jeho připomínky a konzultace.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá analýzou současného stavu doplňkové dopravní služby pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace v Brně a návrhy na zvýšení přepravní kapacity pro možnost přijetí co nejvyššího počtu objednávek.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

časové okno, denní doba provozu, objednávka, přepravní výkon, Seniorbus

## **TITLE**

Enhancing the efficiency of complementary transport services for people with reduced mobility in Brno

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis deals with the analysis of the current state of complementary transport service for people with reduced mobility in Brno and proposals for increasing the transport capacity to be able to accept the highest possible number of orders.

## **KEYWORDS**

time window, daily operating hours, order, transport capacity, Seniorbus

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	9
SEZNAM TABULEK .....	10
SEZNAM ZKRATEK .....	11
ÚVOD .....	12
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	13
1.1 Smlouva se statutárním městem Brnem .....	13
1.2 Počet klientů .....	13
1.3 Call centrum .....	15
1.4 Využití služby .....	16
1.5 Vozový park a provoz vozidel .....	17
1.6 Převážný výkon vozidel .....	19
1.7 Neuspokojené objednávky .....	21
1.8 Srovnání objemů přepravy a neuspokojených objednávek .....	24
1.9 Dílčí shrnutí analýzy .....	25
2 NÁVRH ZEFEKTIVNĚNÍ SLUŽBY SENIORBUS .....	27
2.1 Rozšíření vozového parku .....	27
2.1.1 Rozšíření vozového parku o jedno vozidlo .....	27
2.1.2 Rozšíření vozového parku o druhé vozidlo .....	30
2.2 Úprava denní doby provozu vozidel .....	31
2.2.1 Posun denní doby provozu .....	32
2.2.2 Prodloužení denní doby provozu některého z vozidel .....	38
2.3 Dílčí shrnutí návrhové části .....	40
3 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ .....	41
3.1 Rozšíření vozového parku .....	41
3.2 Posunutí denní doby provozu jednoho či více vozidel .....	42
3.3 Prodloužení denní doby provozu vozidla .....	43



3.4	Kombinace navržených opatření.....	44
ZÁVĚR	.....	46
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	.....	47

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Graf přírůstku klientů .....	14
Obrázek 2: Graf důvodů využití služby .....	17
Obrázek 3: Vozidla Seniorbusu .....	18
Obrázek 4: Počty vyřízených objednávek dle časových oken .....	20
Obrázek 5: Vztah nasazených vozidel a neuspokojených objednávek .....	21
Obrázek 6: Měsíční průměr neuspokojených objednávek .....	22
Obrázek 7: Vztah neuspokojených objednávek a přepravních výkonů .....	24
Obrázek 8: Rozdíl při pořízení jednoho vozidla (9.2022) .....	30
Obrázek 9: Rozdíl při pořízení druhého vozidla (7.2024) .....	31
Obrázek 10: Diagram denního provozu vozidel se změnami (1) .....	34
Obrázek 11: Diagram denního provozu vozidel se změnami (2) .....	37
Obrázek 12: Změna 8h směny na 12h u jednotlivých vozidel .....	39
Obrázek 13: Kombinace navržených opatření .....	44

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Vozový park služby Seniorbus .....	18
Tabulka 2: Denní doba provozu vozidel.....	19
Tabulka 3: Průměrný počet objednávek vyřízených jedním vozidlem.....	20
Tabulka 4: Počet neuspokojených objednávek na den .....	23
Tabulka 5: Procentuální podíl neuspokojených objednávek .....	25
Tabulka 6: Procento nepřijatých objednávek k celku v rámci pracovního dne .....	29
Tabulka 7: Posuny denních dob provozu na dřívější časy .....	35
Tabulka 8: Posuny denních dob provozu na pozdější časy .....	37

## SEZNAM ZKRATEK

Brno .....	Statutární město Brno
DPH .....	daň z přidané hodnoty
DPMB.....	Dopravní podnik města Brna a.s.
Funkce .....	spojnice trendu neuspokojených objednávek
Karta .....	karta klienta
Seniorbus.....	Doplňková dopravní služba pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace
Smlouva.....	Smlouva o zajištění přepravy seniorů a těžce zdravotně postižených občanů
SMS .....	short message servise (textová zpráva)
ZTP .....	zvlášť těžce postižený
ZTP/P.....	zvlášť těžce postižený/průvodce

## ÚVOD

Práce se zabývá analýzou doplňkové dopravní služby pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace v Brně provozovanou Dopravním podnikem města Brna a.s. Práce se zaměřuje především na nedostatečnou přepravní kapacitu v pracovní dny, se kterou se tato služba potýká. Přitom analyzuje přepravní výkon vozidel, denní dobu provozu vozidel, rozložení objednávek v rámci pracovního dne, vývoj poměru přijatých a nepřijatých objednávek a přírůstek klientů.

**Cílem práce je navrhnout taková opatření, která pomohou zvýšit celkový přepravní výkon v pracovní dny, aby byl uspokojen co nejvyšší počet objednávek.**

# **1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU**

Provoz doplňkové dopravní služby pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace byl v Brně spuštěn 1. února 2017. Od té doby je služba v provozu denně vyjímaje května 2022, kdy byl provoz služby pozastaven z důvodu pandemických opatření. Cílem této služby je zjednodušit cestování občanům statutárního města Brna, na které je služba cílená – tedy na seniory a držitele průkazů ZTP či ZTP/P. Jedná se o doplňkovou službu k systému MHD v Brně. (5)

## **1.1 SMLOUVA SE STATUTÁRNÍM MĚSTEM BRNEM**

Provozovatelem doplňkové dopravní služby pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace (dále jen „Seniorbus“) je Dopravní podnik města Brna a.s. (dále jen „DPMB“). Statutární město Brno (dále jen „Brno“) v roce 2016 projevilo zájem o provoz služby pro seniory a zdravotně postižené osoby pro své občany při cestování na území města Brna. Na základě tohoto zájmu podepsalo Brno Smlouvu o zajištění přepravy seniorů a těžce zdravotně postižených občanů (dále jen „Smlouva“) s provozovatelem hromadné dopravy v Brně – DPMB.

Na základě této smlouvy se DPMB zavázal k provozu doplňkové služby pro občany města starších 70 let, držitelů průkazů ZTP nebo ZTP/P a jejich doprovodů v pracovní i nepracovní dny od 6 do 22 hodin (resp. v tomto časovém okně musí být započata jízda). Podmínkou uskutečnění dopravy je včasné telefonické objednání (alespoň jeden pracovní den předem) této služby na call centru (v případě neslyšících pomocí SMS zpráv) (6), které je provozováno od 7 do 15 hodin v pracovní dny. Smlouva zároveň stanovuje, že jeden klient může objednat maximálně šest jízd měsíčně, přičemž jízda může být přerušena až na 15 minut. Cena jedné jízdy je 50 Kč. (1)

Dodatkem smlouvy jsou kompenzace, které město Brno platí DPMB za provoz Seniorbusu. Kompenzace se odvíjí od počtu ujetých kilometrů jednotlivými vozidly. Kompenzace za 1 km byly v průběhu provozu služby několikrát valorizovány. Po dohodě s DPMB se autor rozhodl, že konkrétní částky nebudou v práci uvedeny.

## **1.2 POČET KLIENTŮ**

Klientem služby Seniorbus se může stát pouze občan Brna, který splňuje podmínky uvedené v podkapitole 1.1. Klientem se občan stává ve chvíli, kdy se zaregistruje. Registrace proběhne při objednávce první jízdy klienta vytvořením karty klienta (dále jen „Karta“), která

se uchovává pouze v elektronické podobě. Tu zakládají a spravují operátoři call centra Seniorbusu. Do Karty se zapisují následující údaje o klientovi:

- jméno a příjmení,
- datum narození,
- číslo průkazu ZTP (pouze v případě, že klient nedosáhl věkové hranice 70 let),
- adresa trvalého bydliště (ulice a číslo domu),
- adresa uvedená v občanském průkazu,
- mobilita klienta (zdali chodí bez kompenzačních pomůcek, nebo je na vozíku, ale zvládne přisednout, nebo je na vozíku, ze kterého nepřesedne),
- telefonní číslo,
- poznámka (např. nedoslýchavost, zrakové postižení atd.).

Informace z Karty dostává pak i následně řidič vozidla, aby mohl ověřit totožnost klienta a správnost údajů, které klient při registraci uvedl.

Registrace klientů probíhá od poloviny ledna 2017. K 9. prosinci 2022 bylo v databázi DPMB bylo zaregistrováno 5 735 aktivních klientů (tedy klientů, kteří si v posledních dvou letech objednali alespoň jednu jízdu). (2) Vývoj přírůstku klientů je zobrazen grafem v Obrázku 1.



Obrázek 1: Graf přírůstku klientů

Zdroj: autor s použitím (2)

Modrá křivka na grafu zobrazuje počty aktivních klientů k jednotlivým datům. Ta je proložena oranžovou čerchovanou přímkou, která představuje lineární spojnici trendu vytvořenou aplikací Microsoft Excel. Na základě těchto dvou přímek je možné konstatovat, že počet klientů roste

takřka lineárně (vyjma drobných výkyvů v průběhu pandemie COVID-19) a pro zjednodušení výpočtů v následujících kapitolách bude počítáno s předpisem oranžové křivky. Předpis křivky je následující:

$$n_k = 2,6487 \cdot d \quad (1)$$

kde:

$n_k$  počet klientů k danému dni [-],

$d$  počet dní od začátku provozu služby [-].

Počet klientů je omezen demografickými dispozicemi Brna. Dle dostupných dat z roku 2021 žilo v Brně 55 137 osob starších 70 let. (3)

### 1.3 CALL CENTRUM

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 1.1, call centrum Seniorbusu je v provozu v pracovní dny od 7 do 15 hodin. Call centrum obsluhuje vždy jeden operátor, který přijímá, popř. odmítá veškeré objednávky od klientů v telefonické, či textové podobě (v případě neslyšících klientů) pomocí chytrého mobilního telefonu, který je v call centru k dispozici. Veškeré objednávky a karty klientů jsou zaznamenávány v aplikaci *Doprava*. Do aplikace se operátor dostane na služebním počítači, který je součástí vybavy call centra. Předmětem objednávky je vždy:

- místo nástupu,
- místo výstupu,
- čas a datum začátku jízdy,
- další poznámka (upřesnění míst nástupu a výstupu, doprovod, zpáteční jízda atd.).

Tyto informace jsou vždy provázány s klientovou Kartou z důvodu hlídání počtu objednaných jízd za měsíc. Objednávku může klient kdykoliv zrušit. Pokud klient zruší objednávku nejpozději jeden pracovní den předem do 15 h, není zrušení objednávky nijak penalizováno. Pokud ovšem zruší klient objednávku později, propadá mu jedna jízda na měsíc. Tímto opatřením se DPMB snaží klienty motivovat k tomu, aby své jízdy nerušili „na poslední chvíli“.

Při přijímání objednávky musí operátor zvážit následující faktory:

- doba nástupu a výstupu cestujícího (ta se odvíjí především od mobility klienta),



- jízdní doba od místa nástupu k místu výstupu (tu operátor odhadne buď na základě svých zkušeností, nebo může využít mapových portálů jako Mapy.cz nebo Google Maps; zároveň musí vzít v potaz i denní dobu a den v týdnu),
- doba přejezdu k následujícímu místu nástupu a dobu výjezdu či zátahu do garáží,
- právo na povinnou přestávku řidiče.

Pokud operátor vyhodnotí, že dostatečná přepravní kapacita na vykonání objednávky, tak ji zanesse v *Dopravě* do knihy objednávek a zrovna ji přiřadí jednomu z vozidel, které bude v provozu. Objednávky může operátor mezi jednotlivými vozidly přesouvat podle potřeby, ale musí přitom dbát na specifické požadavky klientů, zejména na cestující na vozíku.

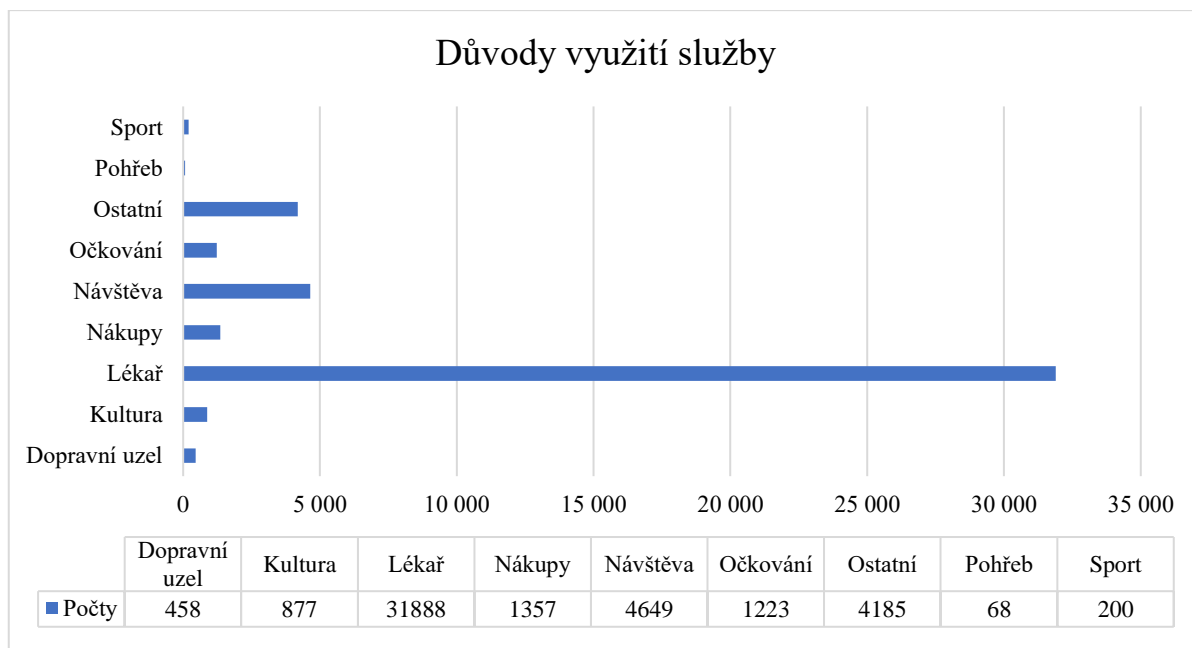
Na základě knihy objednávek jsou pak vygenerovány jízdní řády pro jednotlivá vozidla, která jsou odesílána informačním operátorem příslušným provozováním.

Krom přijímání či odmítání objednávek, vytváření karet klientů a tvorby jízdního řádu má informační operátor také na starosti evidenci počtu hovorů, důvody využití jízd, počty odmítnutých objednávek včetně jejich časového rozložení v rámci dne a odesílání přijatých objednávek magistrátu města Brna.

#### **1.4 VYUŽITÍ SLUŽBY**

Službu mohou klienti využívat pro cestování kamkoliv na území města Brna. Výhodou oproti běžnému taxi je možnost zajet s vozidlem Seniorbusu do areálů různých institucí jako jsou úřady či nemocnice. Cesta není omezena ani jejím účelem. Klienti tak mohou Seniorbus využít krom cest k lékaři či na úřad také k dopravě na kulturní akce, do dopravních uzlů, při cestě na nákup aj.

Způsob využití služby je evidován od 1. září 2020. V nabídce má informační operátor několik možností, do kterých zařezuje způsob využití cesty. Jednotlivé důvody využití jízd jsou vypsány v grafu na obrázku 2.



Obrázek 2: Graf důvodů využití služby

Zdroj: autor s využitím (2)

Z grafu jasně vyplývá, že hlavním účelem využívání služby Seniorbus je cesta za lékařem nebo od něj (71,01 %). Dále to jsou návštěvy (10,35 %) a ostatní záležitosti (9,32 %) jako například cesta na úřad.

Část důvodu „očkování“ tvoří jízdy objednávané městskou částí Židenice (cca 300 jízd), která pro své obyvatele opakovaně zaplatila dopravu Seniorbusem na očkování proti nemoci způsobené virem SARS-CoV-2 do Vojenské nemocnice v Brně.

## 1.5 VOZOVÝ PARK A PROVOZ VOZIDEL

Stávající vozový park služby Seniorbus se skládá z šesti provozovaných a tří záložních vozidel. Čtyři z provozovaných vozidel jsou vybaveny výsuvnými plošinami a prostorem pro vozík, aby byla možná i přeprava klienta na elektrickém vozíku. Vozový park se skládá z vozidel uvedených v tabulce 1.

Tabulka 1: Vozový park služby Seniorbus

ev. číslo	značka	model	plošina	poznámka
6239	Fiat	Doblò II 1.4 T-Jet CNG	NE	záložní
6266	Fiat	Doblò II 1.4 T-Jet CNG	NE	záložní
6279	Fiat	Doblò II Cargo XL	ANO	provoz
6280	Fiat	Doblò II 1.4 T-Jet CNG	NE	provoz
6288	Fiat	Doblò II 1.4 T-Jet CNG	NE	záložní
6293	Fiat	Doblò II Cargo XL	ANO	provoz
6306	Fiat	Doblò II Cargo XL	ANO	provoz
6327	Fiat	Ducato 2.3 JTD	ANO	provoz
6328	Fiat	Ducato 2.3 JTD	NE	provoz

Zdroj: autor s využitím (2)

Původní vozový park tvořil v únoru 2017 pouze dvě vozidla (konkrétně se jednalo o vozy s evidenčním číslem 6279 a 6280). Vzhledem k rostoucí poptávce byl DPMB nucen přikoupit další vozidla.



Obrázek 3: Vozidla Seniorbusu

Autor: Ing. Jan Hezina

Poslední nákup vozidel proběhl v roce 2020, kdy byly přikoupeny vozy s evidenčním číslem 6327 a 6328. Tyto dva vozy se dostaly do provozu 1. září 2020. Od té doby je v pracovní dny

nasazeno až 6 vozidel a o víkendech až 2 vozidla. Denní doba provozu vozidel je rozepsána v Tabulce 2. Do té jsou zahrnuty pouze časy, kdy je vozidlo k dispozici pro vyřizování objednávek a nejsou zde započítány okna pro odstavné a přistavné jízdy z garáží.

Tabulka 2: Denní doba provozu vozidel

vozidlo	pracovní dny			víkendy		
	v provozu od	v provozu do	hod v provozu	v provozu od	v provozu do	hod v provozu
1	6:00	17:30	11:30	6:00	17:00	11:00
2*	6:15	22:15	14:30	12:45	22:15	9:30
3	6:30	13:30	7:00			
4	7:00	14:00	7:00			
5	7:30	14:30	7:00			
6	6:30	13:30	7:00			

\* čas 13:30-15:00 je vyhrazen pro střídání řidičů (v pracovní dny)

Zdroj: autor s využitím (2)

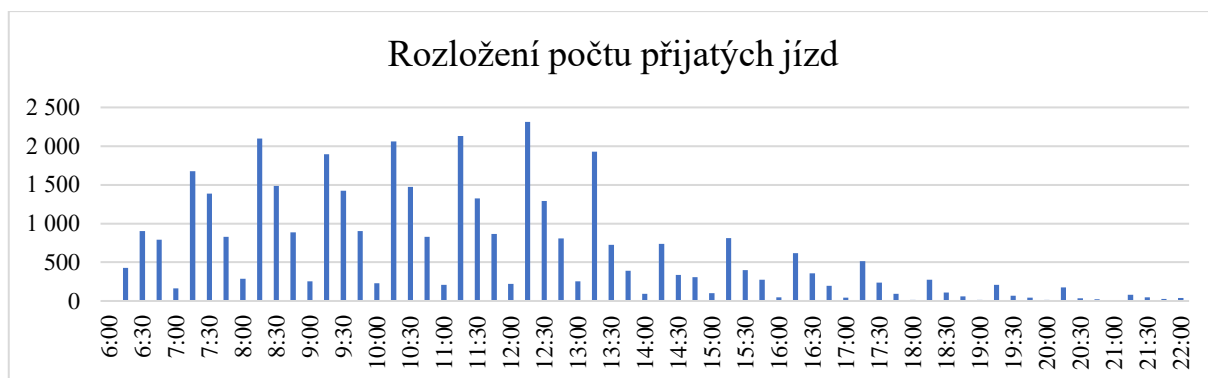
Čas, vyhrazený pro střídání řidičů u vozidla číslo 2 je do jisté míry orientační. Operátor call centra musí při tvorbě přiřazování objednávek tomuto vozidlu brát v potaz fakt, že střídání řidičů probíhá v garáži Medlánky, která se nachází v severní části Brna. Musí tedy (stejně jako u každé objednávky) zvážit, kdy bude ukončena poslední objednávka dopolední směny a jak dlouho bude trvat cesta do garáží. Poté musí započítat dostatečný čas na vystřídaní řidičů (15-30 minut) a zároveň čas na následný výjezd vozidla k první odpolední objednávce. Pokud by tedy první objednávka měla být již ve 14:45 v městské části Medlánky, popř. jedné z přilehlých částí (např. Řečkovice, nebo Královo Pole), tak je její vyřízení tímto vozidlem do jisté míry možné.

## 1.6 PŘEPRAVNÍ VÝKON VOZIDEL

Výpočet provozního výkonu vozidel je založen na počtu uskutečněných objednávek a počtu vozidel v provozu. Tato práce se zabývá výkonem vozidel za období od 1. října 2020 do 31. prosince 2022 pouze v pracovní dny. Období bylo zvoleno na základě zaznamenávání neuspokojených objednávek včetně časových oken. Nepracovní dny (tedy víkendy a státem uznané svátky) byly vyřazeny kvůli náhodnosti časů objednávek.

Objednávky se přijímají a odmítají na základě pořadí a provozní kapacity. Největší část objednávek je mířena na pracovní dobu (tedy cca od 7 do 15 h) v pracovní dny. Jak již bylo zmíněno v podkapitole 1.1 klient si může jízdu objednat na jakýkoliv čas v rozmezí od 6:00 do 22:00 kterýkoliv den. V rámci zjednodušení výpočtu autor zaokrouhlil časy na celé čtvrt hodiny, kdy čas objednávky posouval na nejbližší nižší čtvrt hodinu (např. čas v rozmezí 9:16-9:29 byl

zaokrouhlen na 9:15). Graf na obrázku 4 ukazuje absolutní hodnoty počtu vyřízených objednávek dle čtvrt hodinových časových oken za období od 1. října 2020 do 31. prosince 2022.



Obrázek 4: Počty vyřízených objednávek dle časových oken

Zdroj: autor s využitím (2)

Tabulka 3 pak zobrazuje počet objednávek vyřízený jedním vozidlem v pracovní den v hodinových časových oknech.

Tabulka 3: Průměrný počet objednávek vyřízených jedním vozidlem

časové okno	počet objednávek	průměrný počet vozidel	počet objednávek na pracovní den	převážný výkon vozidel
6:00-7:00	2121	2,75	3,767	1,370
7:00-8:00	4050	5,5	7,194	1,308
8:00-9:00	4759	6	8,453	1,409
9:00-10:00	4476	6	7,950	1,325
10:00-11:00	4592	6	8,156	1,359
11:00-12:00	4530	6	8,046	1,341
12:00-13:00	4632	6	8,227	1,371
13:00-14:00	3297	4,25	5,856	1,378
14:00-15:00	1477	1,5	2,623	1,749
15:00-16:00	1584	2	2,813	1,407
16:00-17:00	1219	2	2,165	1,083
17:00-18:00	887	1,5	1,575	1,050
18:00-19:00	462	1	0,821	0,821
19:00-20:00	330	1	0,586	0,586
20:00-21:00	163	1	0,290	0,290
21:00-22:00	201	1	0,357	0,357
22:00-22:30	38	1	0,067	0,067

Zdroj: autor s využitím (2)

Hodnoty ve sloupci *průměrný počet vozidel* byl vypočítán podle následujícího vzorce:

$$n_v = \frac{s_v}{n_{ob}} \quad (2)$$

kde:

$n_v$  je průměrný počet nasazených vozidel [-],

$s_v$  je součet počtů nasazených vozidel daného okna jednotlivých čtvrthodinách [-],

$n_{ob}$  je počet čtvrt hodinových oken [-].

Sloupec *počet objednávek na 1 pracovní den* je podíl celkového počtu objednávek ze sloupce *počet objednávek* a počtu pracovních dní za sledované období (tedy 563). *Přepravní výkon vozidel* je pak podíl počtu *objednávek na 1 pracovní den* a *průměrného počtu vozidel*. Průměrný přepravní výkon jednoho vozidla v rámci celého dne je pak 1,071 vyřízených objednávek za hodinu.

Vyšší hodnoty ve sloupci *počet objednávek na 1 pracovní den* v dopoledních hodinách jsou dány především vyšším počtem nasazených vozidel. Denní doba provozu vozidel byla naposledy upravena s přikoupením vozidel s evidenčními čísly 6327 a 6328 v září 2020.

## 1.7 NEUSPOKOJENÉ OBJEDNÁVKY

Počet neuspokojených objednávek je evidován od začátku provozu služby Seniorbus. Nicméně do října 2020 byl evidován pouze počet neuspokojených objednávek za daný den. Od 1. října 2020 jsou evidovány i časy (zaokrouhlené na celé čtvrt hodiny), na které byly objednávky podány. Graf zobrazený na obrázku 5 ukazuje průměrný počet odmítnutých objednávek na jeden pracovní den v období od 1. října 2020 do 31. prosince 2022.



Obrázek 5: Vztah nasazených vozidel a neuspokojených objednávek

Zdroj: autor s využitím (2)

Modré sloupce *průměrný počet neuspokojených objednávek na jeden den* jsou vypočítány na základě následujícího vzorce:

$$h = \frac{n_o}{n_d} \quad (3)$$

kde:

$h$  hodnota sloupce [-],

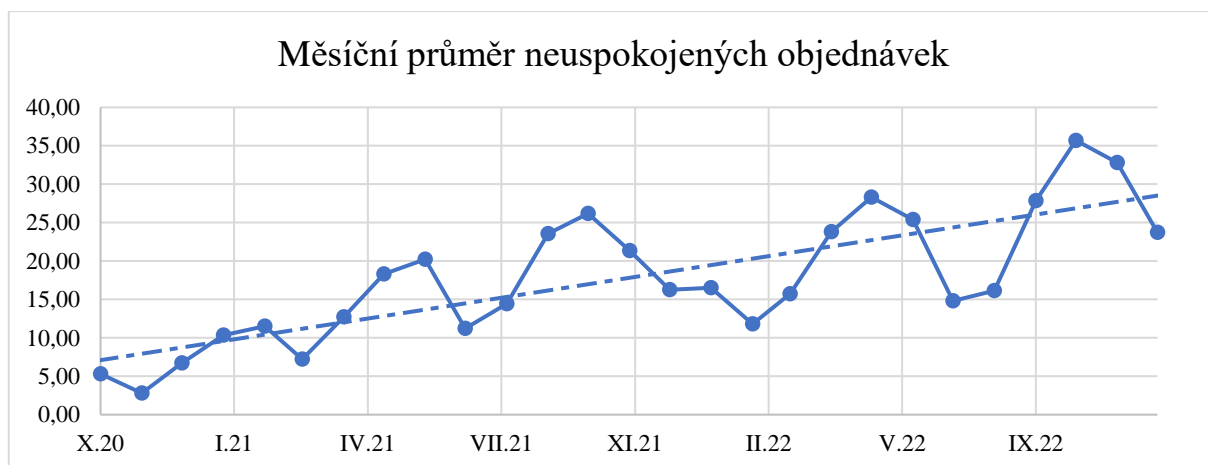
$n_o$  celkový počet objednávek v daném časovém okně za sledované období [-],

$n_d$  počet pracovních dní za sledované období [-].

Hodnoty oranžových sloupců jsou převzaty z Tabulky 3 ze sloupce *průměrný počet vozidel*.

Na základě tohoto grafu je možné odhadnout, ve kterých časových rozmezích je služba nejvíce žádaná. Zároveň je možné na základě tohoto grafu říct, že počet nasazovaných vozidel zhruba odpovídá poptávce.

Počet neuspokojených objednávek v průběhu času roste spolu s počtem registrovaných klientů. Obrázek 6 znázorňuje graf, na kterém jsou zobrazeny měsíční průměry nevyřízených objednávek na jeden pracovní den v období od 1. října 2020 do 31. prosince 2022.



Obrázek 6: Měsíční průměr neuspokojených objednávek

Zdroj: autor s využitím (2)

Z grafu je patrné, že ačkoliv křivka neuspokojených objednávek kolísá, tak její trend je dlouhodobě stoupající. Tento trend je znázorněn lineární spojnicí trendu (vyznačenou na grafu čerchovanou čarou) vytvořenou aplikací Microsoft Excel. Předpis této spojnice je následující:

$$h = 0,0271 \cdot n_d + 6,2724 \quad (4)$$

kde:

$h$  je hodnota ve vypočítávaný den [-]

$n_d$  je počet kalendářních dní, který uplynul od 1.10.2020 [-].

Pokud by byla vzata v potaz pouze tato lineární spojnice, tak by se dalo říct, že počet odmítnutých objednávek za sledované období zpětinásobil.

Na Tabulce 4 je zaznamenán počet odmítnutých objednávek každý pracovní den v jednotlivých časových oknech. Z tabulky je zřejmé, že nejžádanější časy jsou mezi osmou a jedenáctou hodinou ranní, kde se hodnoty pohybují od 2,605 do 3,627 neuspokojených objednávek za hodinu. Vyšší hodnoty (hodnoty vyšší než 1) jsou i v dalších dopoledních hodinách, konkrétně od 7 do 8 a od 11 do 15 hodin. Nezanedbatelné hodnoty jsou i mezi 6. a 7. hodinou ranní a 15. a 17. hodinou odpolední. Po zbytek odpoledne jsou pak již počty neuspokojených objednávek vcelku nízké (pohybují se okolo hodnoty 0,25, což znamená průměrně jednu neuspokojenou objednávku za 4 dny), a ve večerních hodinách (od 19 hod) jsou hodnoty opravdu nízké.

Tabulka 4: Počet neuspokojených objednávek na den

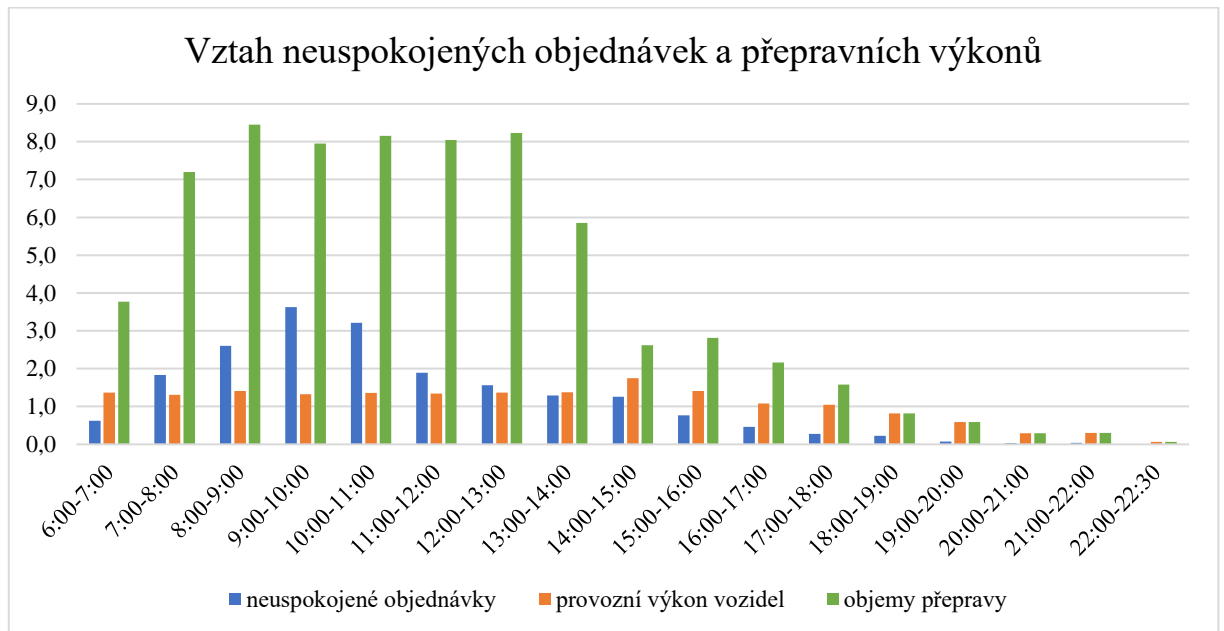
čas	počet neuspokojených objednávek na den
6:00-7:00	0,619
7:00-8:00	1,829
8:00-9:00	2,605
9:00-10:00	3,627
10:00-11:00	3,214
11:00-12:00	1,893
12:00-13:00	1,562
13:00-14:00	1,294
14:00-15:00	1,256
15:00-16:00	0,766
16:00-17:00	0,462
17:00-18:00	0,278
18:00-19:00	0,228
19:00-20:00	0,073
20:00-21:00	0,028
21:00-22:00	0,038
22:00-22:30	0,000

Zdroj: autor s využitím (2)



## 1.8 SROVNÁNÍ OBJEMŮ PŘEPRAVY A NEUSPOKOJENÝCH OBJEDNÁVEK

Graf na obrázku 7 ukazuje poměr objemů přepravy a odmítnutých objednávek v jednotlivých časových oknech pracovních dní za říjen 2020. Do grafu byl přidán i sloupec s provozním výkonem vozidel.



Obrázek 7: Vztah neuspokojených objednávek a přepravních výkonů

Zdroj: autor s využitím (2)

Z grafu je patrné, že většina příchozích objednávek je přijímána a vyřizována. Pořád ale existuje nezanedbatelná část objednávek, které jsou odmítány. Jak už bylo řečeno v předchozí podkapitole, nejvíce odmítnutých objednávek je v rozmezí mezi 7. a 15. hodinou. Tabulka 5 pak zobrazuje procentuální podíl neuspokojených objednávek ze součtu vyřízených jízd a odmítnutých objednávek. Z něj je patrné, že odmítnuté objednávky tvoří od 7 do 15 hodin zhruba 23,5 %.

Tabulka 5: Procentuální podíl neuspokojených objednávek

čas	neuspokojené objednávky v %
6:00-7:00	14,11 %
7:00-8:00	20,27 %
8:00-9:00	23,56 %
9:00-10:00	31,33 %
10:00-11:00	28,27 %
11:00-12:00	19,04 %
12:00-13:00	15,95 %
13:00-14:00	18,09 %
14:00-15:00	32,37 %
15:00-16:00	21,40 %
16:00-17:00	17,59 %
17:00-18:00	14,99 %
18:00-19:00	21,76 %
19:00-20:00	11,13 %
20:00-21:00	8,75 %
21:00-22:00	11,16 %
22:00-22:30	00,00 %

Zdroj: autor s využitím (2)

I přes vysoké absolutní hodnoty v rozmezí mezi 8. a 11. hodinou, kde se hodnoty pohybují nad dvaceti procenty (od 9 do 11 hodin se pohybují okolo 30 %) je nevyšší procento objednaných jízd mezi 14. a 15. hodinou – 32,37 %. Hodnota počtu neuspokojených objednávek na den je zde přitom „pouze“ 1,256, což oproti 3,627 mezi 9. a 10. hodinou je téměř třetinová hodnota.

## 1.9 DÍLČÍ SHRNU TÍ ANALÝZY

Na základě analyzovaných dat je možné prohlásit, že o službu je dlouhodobě rostoucí zájem, což je možné dokázat na rostoucím počtu klientů a stále rostoucím počtu neuspokojených objednávek. Počet aktivních klientů rostl od zřízení služby v roce 2017 téměř lineárně, proto není důvod předpokládat rozdílný přírůstek. To samé se už nedá říct o počtu odmítnutých objednávek v období od října 2020 do prosince 2022. Měsíční průměr odmítnutých objednávek na jeden pracovní den v roce 2022 kolísal mezi 12 (únor) a 36 (říjen) odmítnutými objednávkami. Kolísavý trend se nedá predikovat ani na základě sezónních vlivů, protože výkyvy vzdálenosti mezi lokálními minimy a maximy křivky jsou rozdílné. Stále se ale dá říct, že křivka poptávky má dlouhodobě rostoucí trend.

Dále také bylo zjištěno, že v pracovních dnech klienti službu využívají především pro cestu k lékaři, nebo od lékaře domů. Tento důvod zastupuje více než dvě třetiny všech uskutečněných jízd. Druhým nejčastějším důvodem využití služby jsou návštěvy příbuzných a známých. Ty tvoří zhruba 10 % všech jízd.

Při analýze dat byl také zjištěn provozní výkon vozidla v pracovních dnech. Průměrný výkon jednoho vozidla za období od 1. října 2020 do 31. prosince 2022 byl téměř 1,1 objednávky, tj. jízd s klientem za hodinu. Nicméně tato hodnota kolísá mezi 1,749 (v časovém rozmezí mezi 14. a 15. hodinou) a 0,067 (po 22. hodině večerní) což je dáno především provozní dobou lékařských zařízení, která bývají předmětem návštěv zdaleka nejčastěji.

## 2 NÁVRH ZEFEKTIVNĚNÍ SLUŽBY SENIORBUS

Z rostoucího přírůstku klientů (viz Obrázek 1) a rostoucího počtu neuspokojených objednávek (viz Obrázek 6) je patrné, že poptávka po službě stále roste a s největší pravděpodobností poroste i nadále. S rostoucí poptávkou je spojena i potřeba zvyšovat přepravní kapacitu. Vzhledem k charakteru služby je navýšení kapacity možné dvěma způsoby:

1. rozšíření vozového parku,
2. úprava denních dob provozu vozidel.

Zároveň je potřeba při vytváření úprav minimalizovat prostoje vozidel, protože DPMB dostává kompenzace od města za ujeté kilometry. V případě, že by prostoje byly příliš dlouhé, by se provoz vozidla mohl stát ztrátový.

Délka denní doba provozu je pevně dána – v případě prvního vozidla se jedná o 12hodinovou směnu, v případě druhého vozidla se jedná o dvě 8hodinové směny, kdy střídání řidičů probíhá vždy v garážích Medlánky. Zbylá čtyři vozidla jsou pak v provozu po dobu osmihodinové směny. U každého vozidla se počítá 15-30 minut na výjezd z garáží k první objednávce a dalších 15-30 minut na konci služby kvůli návratu do garáží (záleží na době výjezdu a zátahu a vzdálenosti od garáží). Služba řidiče na vozidle 4 začíná v 6:30 a končí ve 14:30 i přes to, že vozidlo je k dispozici pro plnění objednávek pouze v rozmezí 7:00-14:00.

### 2.1 ROZŠÍŘENÍ VOZOVÉHO PARKU

Rozšíření vozového parku (tedy nákup nového vozidla) by oproti úpravě denní doby provozu vozidel vyřešil problém s nedostatečnou kapacitou v nejvytíženějších hodinách, to znamená v dopoledních hodinách pracovních dní, konkrétně od 7 do 12 hodin a dále v brzkých odpoledních hodinách tedy mezi 12. a 15. hodinou – viz Tabulka 5.

Nevýhodou rozšíření vozového parku je finanční složka. Cena nového vozidla Fiat Doblò je dle oficiálních stránek výrobce 471 000 Kč bez DPH. (4) V této částce není zahrnuta cena plošiny pro invalidní vozík, která sice není nutnou podmínkou při nákupu vozidla, ale její absence může být limitující při tvorbě přijímání objednávek a tvorbě harmonogramu jízd jednotlivých vozidel.

#### 2.1.1 Rozšíření vozového parku o jedno vozidlo

Při výpočtu je cílem zjistit, v jakém časovém období (rozuměno měsíc a rok) bude dle spojnice trendu neuspokojených objednávek – viz Obrázek 6 – (dále jen „Funkce“) předepsané vzorcem č. 4 nové vozidlo plně vytíženo při denní době provozu 7 hodin.

Vstupními daty při výpočtu vytíženosti nově přidaného vozidla jsou:

- datum,
- počet pracovních dní v časovém období.

Na základě těchto vstupních dat je možné z Funkce získat odhadovaný počet neuspokojených objednávek v konkrétním datu. Pro výpočet vytížení dalšího vozidla je lepší mít delší časové období než jeden den – ideální dle autora je jeden kalendářní měsíc.

Pro výpočet množství neuspokojených objednávek pro delší časové období je důležité znát počet neuspokojených objednávek první a poslední den sledovaného období. Počet neuspokojených objednávek za sledované období je pak plocha pod křivkou. Vzhledem k tomu, že křivka Funkce je v tomto případě přímka, je možné spočítat plochu pod křivkou jako součet ploch obdélníku a pravoúhlého trojúhelníku. Výpočet bude následující:

$$n_{no} = \frac{(h_k - h_p)n_{pd}}{2} + h_p n_{pd} \quad (5)$$

kde:

- $n_{no}$  počet neuspokojených objednávek za sledované období [-],
- $n_{pd}$  počet pracovních dní za sledované období [-],
- $h_p$  počet nepřijatých objednávek za první den sledovaného období dle [-],
- $h_k$  počet nepřijatých objednávek za poslední den sledovaného období [-].

Výsledkem je tedy počet objednávek za sledované období, které nemusí vyjít v množině přirozených čísel. Tento výsledek je následně potřeba rozdělit do časových oken v rámci dne. Vzhledem k tomu, že neuspokojené objednávky se zaznamenají do aplikace Doprava se čtvrt hodinovou přesností, rozhodl se autor rozdělovat neuspokojené objednávky také do těchto oken. Tabulka 6 pak zobrazuje procentuální rozložení nepřijatých objednávek v rámci jednoho pracovního dne (pro použití hodinových oken v písemné části práce se autor rozhodl kvůli větší přehlednosti a rozdílnějších procentuálních hodnot).

Tabulka 6: Procento nepřijatých objednávek k celku v rámci pracovního dne

časové okno	% odmítnutých objednávek	časové okno	% odmítnutých objednávek
6:00-7:00	3,13 %	14:00-15:00	6,36 %
7:00-8:00	9,26 %	15:00-16:00	3,88 %
8:00-9:00	13,18 %	16:00-17:00	2,34 %
9:00-10:00	18,35 %	17:00-18:00	1,41 %
10:00-11:00	16,27 %	18:00-19:00	1,15 %
11:00-12:00	9,58 %	19:00-20:00	0,32 %
12:00-13:00	7,90 %	20:00-21:00	0,14 %
13:00-14:00	6,55 %	21:00-22:00	0,19 %

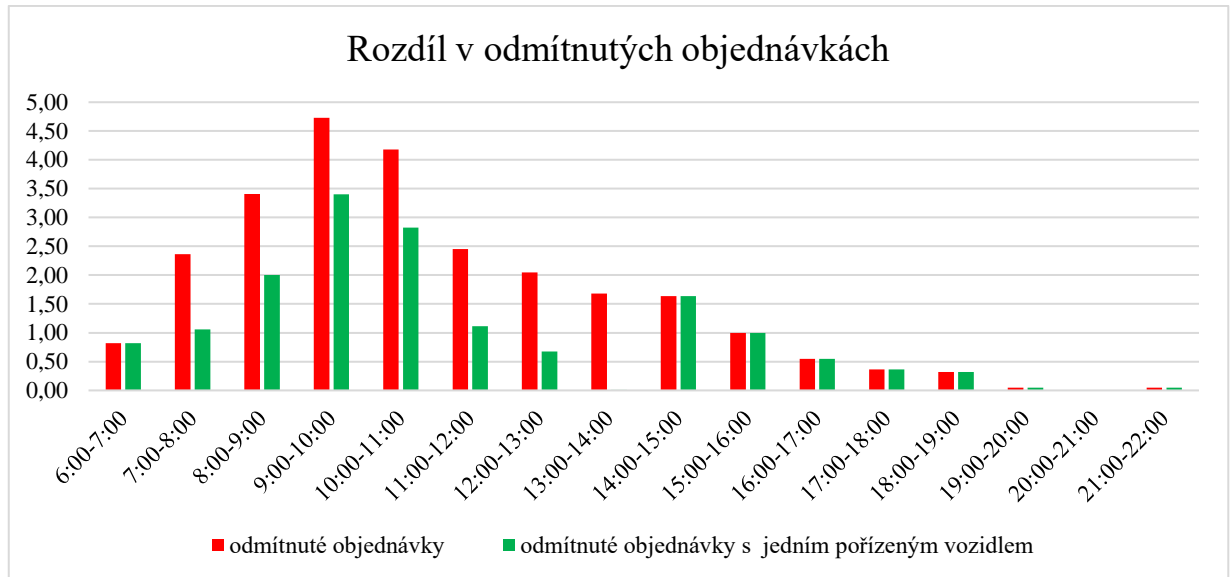
Zdroj: autor s využitím (2)

Počet neuspokojených objednávek v jednom časovém okně se vypočítá jako součin počtu neuspokojených objednávek za sledované období a procenta nepřijatých objednávek k celku v rámci pracovního dne vyjádřený desetinným číslem. Výsledná čísla byla zaokrouhlena na celé jednotky. Jednotlivá čtvrt hodinová okna pak byla sečtena do hodinových pro lepší porovnání.

Podílem celkového počtu odmítnutých objednávek v časovém okně za sledované období a počtu pracovních dní za sledované období je pak průměrný počet odmítnutých objednávek na jeden pracovní den za sledované období. Tento průměr je potřeba následně porovnat s hodinovým přepravním výkonem vozidla v daném časovém okně (denní průměr přepravního výkonu je také možné vzít v potaz, ale vzhledem dopravním výkyvům a rozdílné poptávce v rámci dne je denní průměr méně přesná hodnota). Ovšem v případě, že se průměrná přepravní kapacita dostala pod denní průměr (tedy 1,071) bylo počítáno s denním průměrem, protože průměrné přepravní výkony ve večerních hodinách neodpovídají (vzhledem k nízké poptávce) maximálnímu přepravnímu výkonu za hodinu. Pokud při porovnání vyjde, že hodnota průměru neuspokojených objednávek je vyšší než hodnota přepravního výkonu, tak je možné prohlásit, že vozidlo by bylo v tomto časovém okně v provozu každý pracovní den v měsíci. Pokud se takových časových oken najde alespoň sedm za sebou, tak je možné prohlásit, že by v tomto sledovaném období vozidlo nemělo žádné prostoje.

Z výše popsaných výpočtů vychází, že podle Funkce bylo v září 2022 dostatek neuspokojených objednávek pro to, aby bylo plně vytíženo další vozidlo v čase od 7:00 do 14:00. Obrázek 8 graficky znázorňuje rozdíl v počtu neuspokojených objednávek za den v případě, kdy bylo k dispozici šest vozidel v běžných časech provozu dle Tabulky 2 (červené sloupce) a počtu

neuspokojených objednávek za den v případě, že by bylo přidáno jedno vozidlo v čase 7:00-14:00.



Obrázek 8: Rozdíl při pořízení jednoho vozidla (9.2022)

Zdroj: autor

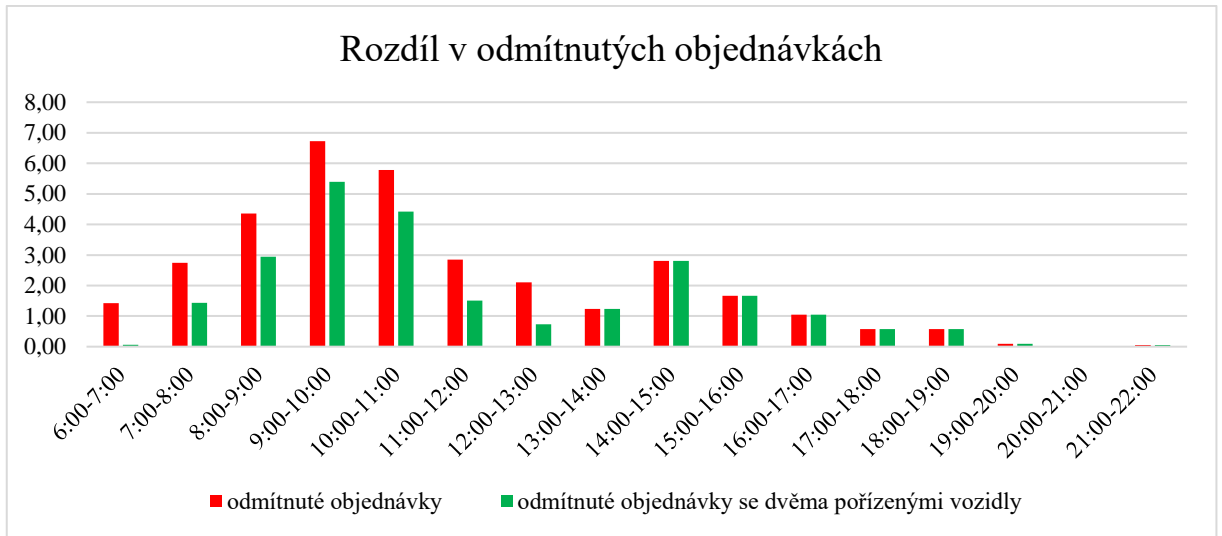
Zároveň je z Obrázku 8 patrné, že hodnota v časovém okně 14:00-15:00 je také kritická (rozdíl mezi přepravním výkonem v tomto okně a počtem neuspokojených objednávek na den je 0,026. Tato hodnota přibližně odpovídá jednomu dni v prostoji za 39 pracovních dní (tedy téměř jeden den v prostoji za dva měsíce v tomto časovém okně). Vzhledem k tak nízké hodnotě je možné zvážit i denní dobu provozu nového vozidla v časovém rozmezí 7:30-14:30, aby bylo alespoň částečně pokryto právě časové okno mezi 14. a 15. hodinou.

### 2.1.2 Rozšíření vozového parku o druhé vozidlo

Při výpočtu poptávky pro přidání druhého vozidla lze navázat na výpočet dostatečné poptávky pro jedno vozidlo z podkapitoly 2.1.1. Od výsledného průměrného počtu objednávek je potřeba ještě odečíst jedno další vozidlo, které by už bylo v provozu. V tomto případě autor počítá s tím, že vozidlo bude v provozu od 7:00 do 14:00.

Sedmihodinové časové okno, ve kterém počet odmítnutých objednávek přesahuje přepravní výkon jednoho vozidla se opět vyskytuje v červenci 2024. V tomto měsíci jsou převyšující hodnoty odmítnutých objednávek v časovém okně od 6:00 do 13:00. Rozdíl odmítnutých objednávek při nasazení sedmi a osmi vozidel v červenci 2024 zachycuje graf na Obrázku 9. Barevné schéma je obdobné jako u Obrázku 8 – červené sloupce představují situaci, kdy bude v provozu stávající vozový park a jedno další vozidlo v čase od 7:00 do 14:00, zelené sloupce

pak zobrazují variantu, kdy bude pořízeno další (tedy osmé) vozidlo a jeho provozní doba bude 6:00-13:00.



Obrázek 9: Rozdíl při pořízení druhého vozidla (7.2024)

Zdroj: autor

V tomto období je také možné sledovat převyšující hodnoty v časovém okně od 14:00 do 16:00 a hraniční hodnoty v okně od 16:00 do 17:00, kde se rozdíl mezi neuspokojenými objednávkami a přepravním výkonem přibližuje hraniční hodnotě (rozdíl mezi nimi je 0,083, což je zhruba jeden den prostoje v tomto časovém okně za dvanáct pracovních dní, což odpovídá necelým dvěma dním za měsíc, kdy bude vozidlo v prostoji mezi 16:00 a 17:00).

## 2.2 ÚPRAVA DENNÍ DOBY PROVOZU VOZIDEL

Úprava denní doby provozu vozidel nabízí v základu dvě možné varianty. Autorem zvažované varianty jsou následující:

- posun denní doby provozu jednoho nebo více vozidel,
- prodloužení denní doby provozu jednoho nebo více vozidel.

Při prodloužení denní doby provozu vozidel je potřeba brát v potaz to, že jsou přípustná pouze prodloužení jenom tak, aby bylo po změně bylo možné přidělovat už existující délky směn. To znamená, že po úpravě musí být délka směny (tedy součet denní doby provozu vozidla a časů na výjezd a návrat do garáží) musí být dělitelný buď osmi, nebo dvanácti.



### 2.2.1 Posun denní doby provozu

Tato varianta počítá s ponecháním délek denních dob provozu u všech šesti vozidel a pouze zvažuje změnu jejich počátků a konců. Při úpravách možných denních dob provozu byl brán zřetel pouze na objednávky v období od 1.10.2022 do 31.12.2022.

Při tomto výpočtu je nutné nejdříve zjistit jaký byl v uplynulém sledovaném období stav přijatých objednávek, aby následně mohly být provedené úpravy porovnány a zhodnoceny. Původní stav byl zjištěn prostým součtem přijatých objednávek v jednotlivých čtvrt hodinových časových oknech v rámci dne. Zároveň byly pro kontrolu sečteny i neuspokojené a uspokojené objednávky v rámci těchto časových oken, aby bylo možné kontrolovat, zda-li úprava provozu nepřechází do zbytečných prostojů, které by mohly vzniknout přiřazením denní doby provozu některého z vozidel do času, ve kterém není převis objednávek tak vysoký, aby pokryl přepravní výkon vozidla.

Dále je nutné zjistit přepravní výkon vozidel v jednotlivých čtvrt hodinových oknech, aby bylo možné upravovat denní doby provozu vozidel po čtvrt hodinách, nikoliv po celých hodinách. Vzhledem k velkým výkyvům počtů přijatých objednávek v rámci jednotlivých hodinových cyklů, které popisuje graf na Obrázku 4, kdy nejvíce objednávek je přijato v první čtvrt hodině hodinového cyklu, se autor rozhodl, že tento výkyv bude eliminovat průměrováním hodnot v rámci hodinových časových oken. Tyto průměry odpovídají hodnotám v Tabulce 3 ve sloupci *přepravní výkon vozidel*. Oproti úvaze o rozšíření vozového parku zde bylo v odpoledních hodinách počítáno s přepravním výkonem, který byl podíl průměrného počtu objednávek na jeden den a počtu vozidel v provozu v daném časovém okně.

Po zjištění těchto informací je možné přejít k návrhům jednotlivých úprav. V tomto případě se počítá celkový přepravní výkon v hodinovém časovém okně. K jeho výsledku se dojde tak, že se násobí počet provozovaných vozidel v daném časovém okně s přepravním výkonem jediného vozidla. V případě, že vozidlo není v provozu v průběhu celého časového okna, nepřičte se celá jednotka, ale jen poměrná část, po kterou denní doba provozu vozidla zasahuje do časového okna.

Po provedení úpravy a vypočítání celkového počtu přijatých objednávek je nutné ještě provést zpětnou kontrolu. Ta spočívá v porovnání všech objednávek v rámci časových oken s vypočítanými celkovými uspokojenými objednávkami, které byly získány úpravou. Pokud by byla hodnota celkových uspokojených objednávek byla výrazně vyšší než celkový počet objednávek, hrozily by prostoje vozidla v časovém okně, kde tato nadměra objednávek vznikla.

### **Posun denní doby provozu jednoho nebo více vozidel do dřívějšího času**

Jako první z možných posunů byl posun denní doby provozu jednoho z vozidel na dřívější čas. Tento posun by mohl lépe pokrýt část ranní špičky, konkrétně čas mezi 6. a 7. hodinou ranní, na úkor brzkých odpoledních hodin, tedy časového rozmezí od 12 do 14 hodin. Otázkou nyní je kterému z vozidel posunout denní dobu provozu. Pro posun byly u jednotlivých vozidel posouzeny následující fakta:

1. vozidlo Posun do dřívějších hodin není možný, protože vozidlo již začíná v 6:00, tedy v čas, kdy služba zahajuje svůj provoz.
2. vozidlo Jeho provoz začíná až v 6:15, posun denní doby provozu je v tomto ohledu možný. Problémem je ovšem odpolední směna na tomto vozidle, která je pevně vázána na dopolední směnu. Vzhledem k tomu, že odpolední směna zajišťuje provoz vozidla až do 22:00, tedy do doby, kdy má být služba v provozu, není možné s denní dobou provozu tohoto vozidla posunout do dřívějších ranních hodin.
3. vozidlo Provoz vozidla začíná v 6:30, posun je tedy teoreticky možný. Vzhledem k nízkému převisu počtu objednávek v časech mezi 6:00 a 6:30 by ale nemusela tato varianta nutně znamenat nejlepší výsledky.
4. vozidlo Denní doba provozu začíná v 7:00, tudíž prostor pro posun (například do času 6:30, vzhledem k rostoucímu převisu objednávek nad rámec přepravní kapacity v časovém okně 6:30-7:00) je teoreticky možný. Zároveň je potřeba při posunu dát pozor na konec směny v odpoledních hodinách, protože by v čase 13:30-14:00 mohl hrozit příliš vysoký počet neuspokojených objednávek, který by mohl převýšit počet objednávek, které by byly uspokojeny v ranní špičce.
5. vozidlo Denní doba provozu začíná nejpozději ze všech vozidel – v 7:30. Posun je tedy opět teoreticky možný. Tento posun ovšem autor nedoporučuje, protože auto vykrývá část provozu mezi 14. a 15. hodinou, kde má 2. vozidlo vyhrazeno povinnou přestávku na střídání řidičů. V provozu by tak od 14:00 do 15:00 bylo v provozu pouze první vozidlo, což by mohlo způsobit problémy s přepravní kapacitou.
6. vozidlo Jedná se v podstatě o duplicitní službu 3. vozidla – začátek 6:30, značí možný posun na dřívější hodiny, ovšem musí se dbát na rozdíl mezi přepravní kapacitou a počtem objednávek na časové okno 6:00-6:30.

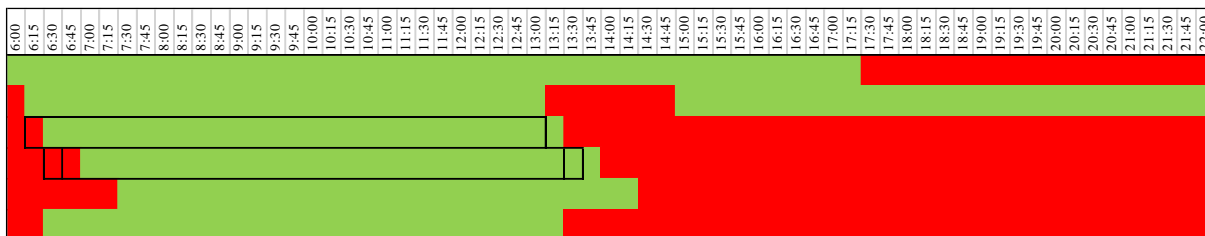
Po zvážení výše zmíněných možností a rizik byly zvoleny dvě úpravy k dalšímu posouzení. Jedná se o následující úpravy:

Změna 1: posun provozu 3. vozidla z času 6:30-13:30 na 6:15-13:15,

Změna 2: posun provozu 4. vozidla z času 7:00-14:00 na 6:30-13:30,

Změna 3: posun provozu 4. vozidla z času 7:00-14:00 na 6:45-13:45.

V případě posunu denní doby provozu obou vozidel je možné také zvážit ještě před provedením výpočtu průměrné hodinové přepravní výkony na jedno vozidlo, protože pokud bude ubráno v časovém okně, kde je přepravní výkon vyšší na úkor časového okna s nižším přepravním výkonem, bude přesun neefektivní. Provedené změny jsou zobrazeny na diagramu na Obrázku 10 (změny jsou zaznamenány černými obdélníky, provoz jednotlivých vozidel je zaznamenán zelenou barvou).



Obrázek 10: Diagram denního provozu vozidel se změnami (1)

Zdroj: autor

Tabulka 7 pak zobrazuje jednotlivé výsledky provedených změn. Data ve sloupcích vyjadřují následující hodnoty:

- sloupec *časové okno* – rozděluje den do jednotlivých časových oken,
- sloupec *celkem objednávek* – vyjadřuje celkový počet objednávek (uspokojených i neuspokojených) za období od 1.10.2020 do 31.12.2022,
- sloupce *počet vozidel v provozu před změnou a počet vozidel v provozu po změně 1–3* – vyjadřují celkový počet vozidel v provozu v daném časovém okně,
- sloupec *přepravní výkon vozidel* – udává průměrný přepravní výkon jednoho vozidla za hodinu v daném časovém okně
- sloupce *přijaté objednávky před změnou a přijaté objednávky po změně 1–3* – udávají počty přijatých objednávek ve vztahu k přepravnímu výkonu.

Tabulka zároveň obsahuje na posledním řádku řádek souhrnů.

Tabulka 7: Posuny denních dob provozu na dřívější časy

časové okno	celkem objednávek	počet vozidel v provozu				přepravní výkon vozidla	přijaté objednávky			
		před změnou	po změně 1	po změně 2	po změně 3		před změnou	po změně 1	po změně 2	po změně 3
<b>6:00-7:00</b>	<b>2 435</b>	<b>2,75</b>	<b>2,75</b>	<b>3,00</b>	<b>3,25</b>	<b>1,37</b>	<b>2 121</b>	<b>2 314</b>	<b>2 314</b>	<b>2 507</b>
7:00-8:00	4 974	5,50	5,50	5,50	5,50	1,31	4 050	4 050	4 050	4 050
8:00-9:00	6 072	6,00	6,00	6,00	6,00	1,41	4 759	4 759	4 759	4 759
9:00-10:00	6 306	6,00	6,00	6,00	6,00	1,33	4 476	4 476	4 476	4 476
10:00-11:00	6 212	6,00	6,00	6,00	6,00	1,36	4 592	4 592	4 592	4 592
11:00-12:00	5 485	6,00	6,00	6,00	6,00	1,34	4 530	4 530	4 530	4 530
12:00-13:00	5 415	6,00	6,00	6,00	6,00	1,37	4 632	4 632	4 632	4 632
<b>13:00-14:00</b>	<b>3 947</b>	<b>4,25</b>	<b>4,25</b>	<b>4,00</b>	<b>3,75</b>	<b>1,38</b>	<b>3 297</b>	<b>3 103</b>	<b>3 103</b>	<b>2 909</b>
14:00-15:00	2 107	1,50	1,50	1,50	1,50	1,75	1 477	1 477	1 477	1 477
15:00-16:00	1 967	2,00	2,00	2,00	2,00	1,41	1 584	1 584	1 584	1 584
16:00-17:00	1 448	2,00	2,00	2,00	2,00	1,08	1 219	1 219	1 219	1 219
17:00-18:00	1 025	1,50	1,50	1,50	1,50	1,05	887	887	887	887
18:00-19:00	573	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	462	462	462	462
19:00-20:00	361	1,00	1,00	1,00	1,00	0,59	330	330	330	330
20:00-21:00	256	1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	245	245	245	245
21:00-22:00	215	1,00	1,00	1,00	1,00	0,36	201	201	201	201
souhrny	48 798	53,50	53,50	53,50	53,50	18,35	<b>38 862</b>	<b>38 861</b>	<b>38 861</b>	<b>38 860</b>

Zdroj: autor

Číslování změn ve sloupcích obsahující název *po změně* je následující:

po změně 1 Změna týkající se třetího vozidla – tedy posun jeho denní doby provozu z času 6:30-13:30 na 6:15-13:15.

po změně 2 Změna se týká čtvrtého vozidla – jedná se o menší posun, tedy z času 7:00-14:00 na čas 6:45-13:45.

po změně 3 Změna se opět týká čtvrtého vozidla – v tomto případě se jedná o přesun denní doby provozu vozidla na časové okno 6:30-13:30.

Jak je možné vidět v řádku souhrnů změny doznaly minimálních efektů. To je dáno především podobnou hodnotou přepravních výkonů v časových oknech, kterých se změna týká. V případě časového okna 6:00-7:00 je průměrný přepravní výkon 1,37 obj.hod<sup>-1</sup>, v případě časového okna 13:00-14:00 pak 1,38 obj.hod<sup>-1</sup>. V případě třetí varianty je pak dokonce převyšeno počtem možných přijatých objednávek celkový počet objednávek, což potenciálně vytváří možnost prostojů v časovém okně od 6:00 do 7:00. Zároveň je i po připočtení této přebytečné kapacity je dosaženo horšího výsledku než ve zbývajících dvou navržených variantách. I tyto varianty ovšem dosahují menšího počtu vyřízených objednávek, než byl reálný stav.

### **Posun denní doby provozu jednoho nebo více vozidel do pozdějšího času**

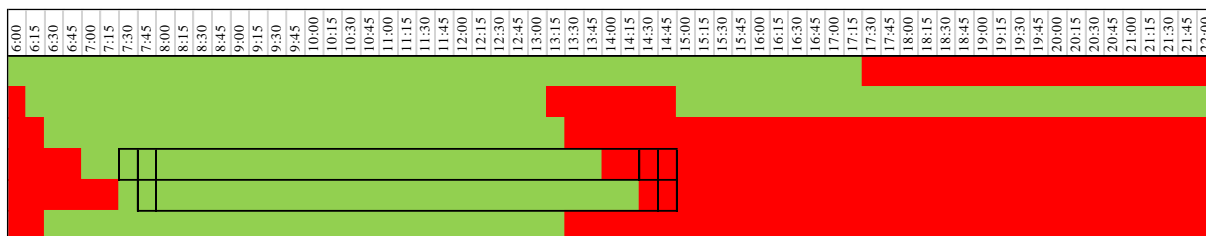
Oproti předchozí variantě by mohl být posun denních dob provozu na pozdější čas efektivnější vzhledem k vyšším přepravním výkonům v odpoledních časových oknech než posuny denních dob provozu na dřívější časy. Opět se vyskytuje otázka, u kterých vozidel posunout denní dobu provozu tak, aby negativní dopady v jiná časová okna v průběhu dne nepřevážily pozitivní dopady v odpoledních hodinách. V potaz byly brány následující fakta:

1. vozidlo Posun do pozdějších hodin je možný, ale je potřeba dát pozor na fakt, že toto vozidlo jako jediné začíná svou denní dobu provozu v 6:00. Zároveň toto vozidlo končí až v 17:30, tedy v čas, kdy poptávka po přepravě je jedna z nižších.
2. vozidlo Posun denní doby provozu nepřichází v úvahu, protože toto vozidlo již končí ve 22:00, tedy v čas, kdy je ukončen provoz služby.
3. vozidlo Vozidlo začíná v dřívějších časových oknech než 4. a 5. vozidlo (tedy v 6:30), je tedy možnost, že jeho posunem bude uspokojen větší počet objednávek v odpoledních hodinách, než by tomu bylo v ranních hodinách.
4. vozidlo Vozidlo začíná v 7:00, což už je čas, kdy rapidně vzrůstá poptávka po službě. Zároveň je ale potřeba zvážit fakt, že v brzkých odpoledních hodinách jsou průměrné přepravní výkony zhruba stejné, jako v dopoledních hodinách, někdy i vyšší. Díky tomuto faktu nabízí posun denní doby provozu tohoto vozidla určitý potenciál.
5. vozidlo Vozidlo s nejpozdějším začátkem – konkrétně v 7:30. Posun by tedy byl opět možný a je nutné zvážit podobné faktory jako u vozidla číslo 4.
6. vozidlo Pro toto vozidlo platí stejné podmínky jako pro třetí vozidlo, vzhledem k jejich shodné denní době provozu.

Po zvážení výše zmíněných variant, jejich možných přínosů a hrozeb byly vybrány dvě varianty:

- změna 1: posun provozu 4. vozidla až do času 15:00; denní doba provozu by pak byla 8:00-15:00 (v případě převisu přepravní kapacity je možné ukončit dobu provozu dříve, např. ve 14:45),
- změna 2: posun provozu 5. vozidla také do času 15:00 a denní dobu provozu tak upravit na časové okno 8:00-15:00,
- změna 3: posun provozu 5. vozidla pouze do času 14:45 a denní dobu provozu tak upravit na časové okno 7:45-14:45.

Cílem těchto opatření má být pokrytí především „slabého“ okna 14:30-15:00, kdy je v provozu pouze jedno vozidlo. Poptávka v tomto čase přitom není tak nízká, jako po 18. hodině, kdy je v provozu také jedno vozidlo. Vybrané změny týkající se posunu provozu čtvrtého a pátého vozidla jsou zakresleny do diagramu na Obrázku 11. Barevné schéma je stejné jako v případě diagramu na Obrázku 10.



Obrázek 11: Diagram denního provozu vozidel se změnami (2)

Zdroj: autor

Výsledky některých z těchto úprav jsou pak zobrazeny v Tabulce 8. Předmět obsahu sloupců v Tabulce 8 je shodný s obsahem sloupců v Tabulce 7.

Tabulka 8: Posuny denních dob provozu na pozdější časy

časové okno	celkem objednávek	počet vozidel v provozu				přepravní výkon vozidla	přijaté objednávky			
		před změnou	po změně 1	po změně 2	po změně 3		před změnou	po změně 1	po změně 2	po změně 3
6:00-7:00	2 435	2,75	2,75	2,75	2,75	1,37	2 121	2 121	2 121	2 121
<b>7:00-8:00</b>	<b>4 974</b>	<b>5,50</b>	<b>4,50</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>1,31</b>	<b>4 050</b>	<b>3 314</b>	<b>3 682</b>	<b>3 682</b>
8:00-9:00	6 072	6,00	6,00	6,00	6,00	1,41	4 759	4 759	4 759	4 759
9:00-10:00	6 306	6,00	6,00	6,00	6,00	1,33	4 476	4 476	4 476	4 476
10:00-11:00	6 212	6,00	6,00	6,00	6,00	1,36	4 592	4 592	4 592	4 592
11:00-12:00	5 485	6,00	6,00	6,00	6,00	1,34	4 530	4 530	4 530	4 530
12:00-13:00	5 415	6,00	6,00	6,00	6,00	1,37	4 632	4 632	4 632	4 632
13:00-14:00	3 947	4,25	4,25	4,25	4,25	1,38	3 297	3 297	3 297	3 297
<b>14:00-15:00</b>	<b>2 107</b>	<b>1,50</b>	<b>2,50</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,75</b>	<b>1 477</b>	<b>2 462</b>	<b>1 969</b>	<b>1 969</b>
15:00-16:00	1 967	2,00	2,00	2,00	2,00	1,41	1 584	1 584	1 584	1 584
16:00-17:00	1 448	2,00	2,00	2,00	2,00	1,08	1 219	1 219	1 219	1 219
17:00-18:00	1 025	1,50	1,50	1,50	1,50	1,05	887	887	887	887
18:00-19:00	573	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	462	462	462	462
19:00-20:00	361	1,00	1,00	1,00	1,00	0,59	330	330	330	330
20:00-21:00	256	1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	245	245	245	245
21:00-22:00	215	1,00	1,00	1,00	1,00	0,36	201	201	201	201
souhrny	48 798	53,50	53,50	53,50	53,50	18,35	38 862	39 110	38 986	38 986

Zdroj: autor

Číslovaní změn ve sloupcích obsahující název *po změně* je následující:

po změně 1 Změna se týká provozu 4. vozidla – provoz vozidla byl v tomto případě posunut na časové okno 8:00-15:00. Ze všech tří variant zobrazených variant v Tabulce 8 nabízí nejlepší výsledky, nicméně je nutné podotknout, že v časovém okně 14:00-15:00 vzniká převis přepravní kapacity. Tento převis je ekvivalentem 355 objednávek za sledované období.

po změně 2 Změna se opět týká provozu 4. vozidla – tentokrát se jedná o půlhodinový posun denní doby provozu do časového okna 7:30-14:30. Pokud by bylo vozidlo číslo 4 v provozu v tomto okně, tak by bylo uspokojeno v období od 1.10.2020 do 31.12.2022 o 124 objednávek více.

po změně 3 Tato změna se týká provozu 5. vozidla – provoz vozidla byl posunut v tomto případě o 30 minut do časového okna 8:00-15:00. Při této změně bylo dosaženo stejných výsledků jako v případě změny číslo 2.

Úspěšnost těchto výsledků je dána především vyšším přepravním výkonem v časovém okně 14:00-15:00 (1,75 obj.hod<sup>-1</sup>) oproti časovému oknu 7:00-8:00 (1,41 obj.hod<sup>-1</sup>).

### **2.2.2 Prodloužení denní doby provozu některého z vozidel**

Další variantou je prodloužení denní doby provozu jednoho z vozidel. Vzhledem k převisu přepravní kapacity, který vznikal v obou případech posunů denních dob provozu, nebylo by prodloužení denní doby provozu některého z vozidel z 8 na 12 hodin vhodným řešením, protože by hrozil velký kapacitní převis, který by se projevil v podobě prostojů.

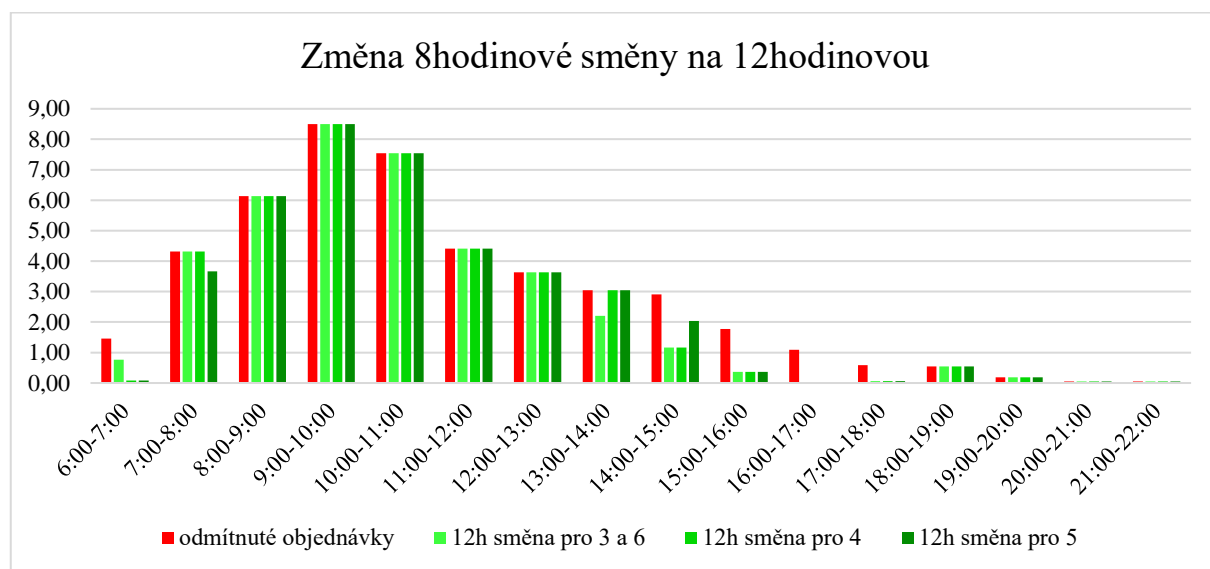
Pro výpočet, kdy bude prodloužení denní doby provozu nutné je možné využít výpočtů z podkapitoly 2.1. V tomto případě je potřeba sledovat časová okna 6:00-7:00 a 14:00-18:00, protože do těchto časů můžeme očekávat přírůstek neuspokojených v nejbližší době. Zároveň je potřeba zvolit vozidlo, kterému bude prodloužena denní doba provozu. Pro jednotlivá vozidla platí následující faktory:

1. vozidlo Prodloužení provozní doby tohoto vozidla již není možné, jedná se totiž o 12hodinovou směnu.
2. vozidlo Prodloužení provozní doby tohoto vozidla také není možné – vozidlo je již obsazeno dvěma osmihodinovými směny.
3. vozidlo Prodloužení pracovní doby u tohoto vozidla by bylo možné. Vozidlo má pracovní dobu 6:30-13:30, čímž z větší části pokrývá ranní část provozu služby.

Jeho nevýhodou je slabé pokrytí brzkých odpoledních hodin oproti ostatním vozidlům.

4. vozidlo Denní doba provozu tohoto vozidla je 7:00-14:00. Nepokrývá tak první hodinu provozu služby, naopak lépe pokrývá brzké odpolední hodiny oproti vozidlu číslo 3.
5. vozidlo Vozidlo s nejpozdějším začátkem denní doby provozu. Nepokrývá prvních 1,5 hodiny provozu služby, což už se může jevit jako problematické, naopak nejlépe pokrývá brzké odpolední hodiny ze všech vozidel s osmihodinovou směnou.
6. vozidlo Vzhledem ke stejné době provozu jako vozidlo číslo 3 má jeho denní doba provozu stejné výhody i nedostatky.

Ke kritickým hodnotám v těchto oknech se dle Funkce služba Seniorbus dostane v říjnu 2024. Posledním časovým oknem, kde se služba dostane do kritických hodnot pro to, aby se vyplatil provoz vozidla, je okno 17:00-18:00. Rozdíl hodnoty přepravního výkonu a počtu odmítnutých objednávek na pracovní den bude 0,008 objednávek. Snížení počtu neuspokojených objednávek pomocí prodloužení jednotlivých denních dob provozu vozidel 3 až 6 zachycuje graf na Obrázku 12.



Obrázek 12: Změna 8h směny na 12h u jednotlivých vozidel

Zdroj: autor

Graf zachycuje především rozdíly v uspokojení objednávek v ranních hodinách (konkrétně v časovém okně 6:00-8:00) a v odpoledních hodinách (změny se začínají u vozidel 3 a 6



projevovat již v okně 13:00-14:00, u ostatních pak v okně 14:00-18:00). V tomto návrhu se počítá s variantou, ve které budou mít vozidla stejnou dobu provozu jako první vozidlo – tedy 6:00-17:00. K této variantě autor přistoupil vzhledem k možným rostoucím neuspokojeným objednávkám v první hodině provozu služby, tedy mezi 6. a 7. hodinou ranní. Rozdíl mezi přepravním výkonem jednoho vozidla a počtem odmítnutých objednávek je zde vyšší než v časovém okně 17:00-18:00 (v čase 6:00-7:00 je rozdíl 0,085 objednávek, zatímco v okně 17:00-18:00 je rozdíl již zmiňovaných 0,008 objednávek).

### **2.3 DÍLČÍ SHRnutí NÁVRHOVÉ ČÁSTI**

Návrhová část se zabývá dvěma hlavními řešeními pro navýšení přepravní kapacity služby v ranních, dopoledních a odpoledních hodinách služby Seniorbus. Těmito řešeními jsou rozšíření vozového parku a úprava denních dob provozu vozidel.

Ve variantě rozšíření vozového parku se uvažují dvě vozidla, přičemž se zvažuje, zdali by vozidla neměla prostoje v nejvytíženějších časech, tedy od 7:00 do 14:00. V návrhové části bylo dosaženo závěru, že první vozidlo by jezdilo bez prostoje již v září 2022, druhé vozidlo pak bude bez prostoje jezdit v červenci 2024. Oba výpočty se opírají o Funkci, která byla představena v analytické části této práce.

Změna denního provozu vozidel je zvažována ve třech variantách: posun denní doby provozu do dřívějších hodin, posun denní doby provozu do pozdějších hodin a prodloužení denní doby provozu z osmihodinové na dvanáctihodinovou směnu u jednoho z vozidel. V případě posunů denních dob provozů byly zvažovány pouze objednávky v minulosti, v případě prodloužení denní doby provozu byl pak vzhledem k nízké stávající poptávce v časových oknech 15:00-18:00 byly zvažovány neuspokojené objednávky v budoucnu dle Funkce zmíněné v analytické části. Na základě dat je možné prohlásit, že prodloužení denní doby provozu jednoho z vozidel na 12hodinovou směnu bude potřeba v říjnu 2024.

### 3 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

V kapitole 2 bylo navrženo několik opatření, která mají za cíl zvýšit do budoucna přepravní kapacitu služby Seniorbus tak, aby byla schopna uspokojit co nejvíce objednávek. Jedná se o tato konkrétní opatření:

1. rozšíření vozového parku
  - a. o jedno vozidlo,
  - b. o dvě vozidla,
2. posunutí denní doby provozu vozidla
  - a. číslo 3 z 6:30-13:30 na 6:15-13:15,
  - b. číslo 4 z 7:00-14:00 na 6:30-13:30 nebo 6:45-13:45,
  - c. číslo 4 z 7:00-14:00 na 8:00-15:00 nebo 7:30-14:30,
  - d. číslo 5 z 7:30-14:30 na 8:00-15:00,
3. prodloužení denní doby provozu vozidla
  - a. jednoho z vozidel číslo 3–6 tak, aby směna na vozidla byla dlouhá 12 hodin namísto 8 hodin.

Jednotlivé návrhy jsou více či méně efektivní a ekonomicky náročné.

#### 3.1 ROZŠÍŘENÍ VOZOVÉHO PARKU

Jak již bylo naznačeno v podkapitole 2.1, varianta rozšíření vozového parku je bezpochyby ekonomicky nejvíce náročným navrhovaným opatřením. Cena nového vozidla Fiat Doblò v základní výbavě je 471 000 Kč bez DPH. Toto vozidlo bylo zvoleno, protože tvoří majoritní podíl vozového parku služby Seniorbus. V této výbavě ovšem nejsou započítané příplatkové výbavy, jako je například klimatizace, která je v letních měsících užitečným doplňkem, který cílová skupina této služby může ocenit. Zároveň tento doplněk může ocenit i řidič, který ve vozidle tráví až 12 hodin. Dalším příplatkovým prvkem, který by cílová skupina služby Seniorbus pravděpodobně ocenila je vyhřívané sedadlo spolujezdce. Je možné tedy počítat, že cena jednoho vozidla by se mohla vyšplhat na částku 500 000 Kč. Při pořizování dvou vozidel by pak cena byla zhruba jeden milion korun českých.

Na druhou stranu je možné s výrobcem zkusit domluvit množstevní slevu, kterou automobilky v případě nákupu více stejných vozidel naráz občas nabízí.

Další nezapočítanou složkou nákupu nového vozidla je pořízení nájezdové plošiny pro invalidní vozík, díky které by vozidlo bylo schopno přepravovat i klienta na elektrickém vozíku, který

není schopen do auta přesednout. Toto vybavení by nejen zvýšilo přepravní kapacitu pro cestující na vozíku, ale zvýšilo by to i komfort operátorům call centra při tvorbě objednávek v podobě větší variability při příjmu objednávek.

Zároveň je také důležité podotknout, že rozšířením vozového parku se dosáhne největšího navýšení přepravní kapacity a tím pádem bude uspokojeno nejvíce objednávek. Při pořízování vozidel je zároveň nutné dbát na to, kdy budou vozidla pořízena. Dle výpočtů z podkapitol 2.1.1 a 2.1.2 se na základě Funkce vyjádřené vzorcem (4) by nově nakoupená a do provozu zařazená vozidla jezdila bez rizika prostoje:

- v případě prvního vozidla v září 2022,
- v případě druhého vozidla v červenci 2024.

Zároveň by se musela zvážit denní doba provozu obou vozidel. V obou případech by vozidlům nenastaly prostoje v časovém okně 7:00-14:00, nicméně autor se spíše kloní k variantě navázat na stávající „schodovitý systém“ začátku denní doby provozu. Tento systém je dle autorových zkušeností v pozici operátora call centra výhodný díky posunutým začátkům a koncům, od kterých se operátor call centra může „odrazit“ při přiřazování objednávek jednotlivým vozidlům.

### **3.2 POSUNUTÍ DENNÍ DOBY PROVOZU JEDNOHO ČI VÍCE VOZIDEL**

Většina z těchto opatření má mizivý efekt. To je dáno především hodinovými přepravními výkony, které jsou mezi 7. a 15. hodinou velmi podobné. V tomto případě jediná opatření, která dosáhla lehce znatelného efektu, jsou:

- posunutí denní doby provozu 4. vozidla z času 7:00-14:00 na 7:30-14:30,
- posunutí denní doby provozu 5. vozidla z času 7:30-14:30 na 8:00-15:00.

V obou případech bylo dosaženo stejného výsledku. Kdyby byla provedena jedna z těchto změn k 1.10.2020, tak by za období od 1.10.2020 do 31.12.2022 bylo uspokojeno o 124 objednávek více. Toto číslo by se mohlo jevit jako znatelná změna, nicméně při rovnoměrném rozložení tohoto množství objednávek do sledovaného období se jedná o zhruba jednu uspokojenou objednávku týdně navíc. Zároveň je ale nutné podotknout, že rovnoměrné rozložení nemusí úplně odpovídat realitě, protože počet příchozích objednávek není konstantní, ale rostoucí.

Také je potřeba upozornit, že v případě obou posunů denní doby provozu vozidel se snižuje přepravní kapacita služby v ranních hodinách. Rozdíl v počtu uspokojených objednávek je opravdu nízký a nelze tedy s jistotou říci, zdali by se změna denní doby provozu některého

z vozidel projevila pozitivně. Proto se autor rozhodl na základě dostupných dat nedoporučit změnu denní doby provozu kteréhokoliv z vozidel. Nicméně doporučuje časové okno 14:00-15:00 pozorovat a v případě rychlejšího růstu poptávky po tomto okně zvážit posunutí denní doby provozu 5. vozidla na čas 8:00-15:00. Pro vozidlo číslo 5 se autor rozhodl proto, aby bylo pokryto časové okno 14:30-15:00, kdy je v provozu pouze jedno vozidlo.

### **3.3 PRODLOUŽENÍ DENNÍ DOBY PROVOZU VOZIDLA**

K prosinci 2022 nebylo dle Funkce předepsané vzorcem (4) dostatek neuspokojených objednávek v časovém okně 16:00-18:00 pro to, aby se vozidlo nesetkalo s prostoji. Nicméně dle této Funkce je možné předpokládat, že v říjnu 2024 bude potřeba prodloužit denní dobu provozu jednoho z vozidel 3–6. Při výběru, které z vozidel by bylo nejvhodnější, byly zváženy následující faktory:

3. vozidlo Denní doba provozu 6:30-13:30 již dobře pokrývá ranní provoz služby, kde se také začíná tvořit vyšší převis poptávky. Zároveň toto vozidlo končí oproti ostatním vozidlům dřív (vyjma pátého, které končí ve stejný čas), tudíž jeho prodloužení na čas 6:00-17:30 nejlépe pokryje odpolední hodiny.
4. vozidlo Denní doba provozu 7:00-14:00 nepokrývá první hodinu, kdy už také začíná růst převis objednávek a v případě prodloužení denní doby provozu na čas 6:00-17:30 by byla pokryta většina neuspokojených objednávek v okně 6:00-7:00. Zároveň by mohlo být relativně dobře pokryto i okno 14:00-15:00, kde toto vozidlo při stávající denní době provozu neoperuje.
5. vozidlo Denní doba provozu 7:30-14:30 nepokrývá první hodinu a půl provozu služby, což by v případě změny začátku provozu na 6:00 pokrylo (stejně jako vozidlo číslo 4) první hodinu provozu, kde by eliminovalo většinu neuspokojených objednávek. Zároveň by bylo schopno lépe pokrýt i okno 7:00-8:00.
6. vozidlo Denní doba provozu kopíruje 3. vozidlo, výhody a nevýhody jsou tím pádem stejné jako u tohoto vozidla.

Vzhledem k tomu, že v říjnu 2024 by bylo vhodné mít vozový park rozšířen o další dvě vozidla, je výběr vozidla pro prodloužení denní doby provozu komplikovanější. Nicméně pokud by v tomto období byl vozový park pořád na stejném počtu, jako tomu bylo v září 2020, tak by autor doporučil prodloužit denní dobu provozu 4. vozidla. Toto vozidlo bylo zvoleno z důvodu, že může dobře pokrýt první hodinu provozu služby, čímž zde eliminuje většinu neuspokojených

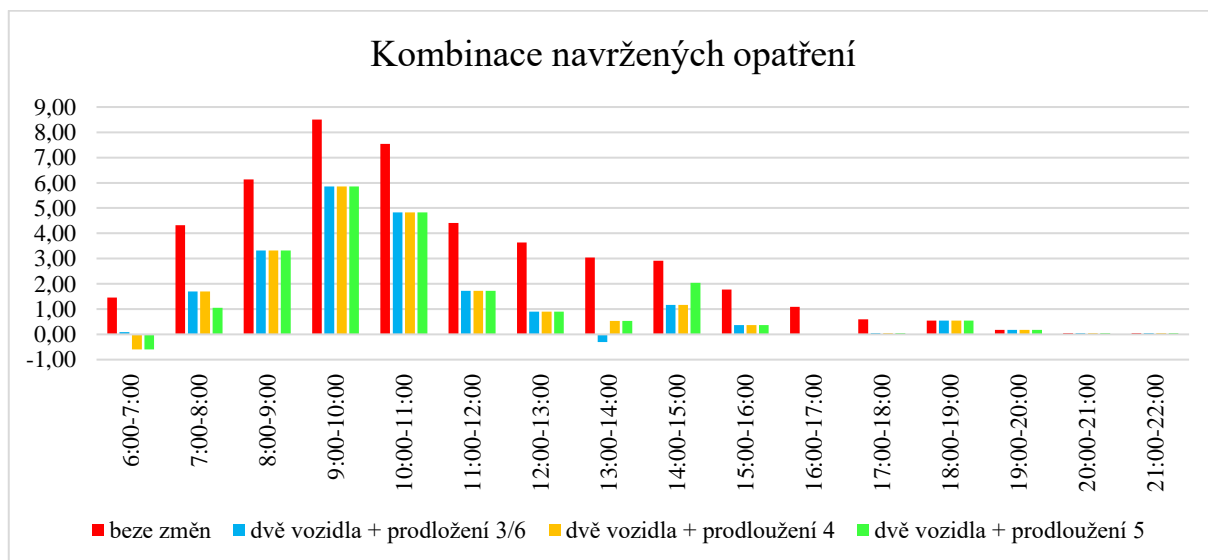
objednávek a zároveň může pokrýt okno 14:00-15:00, kdy končí provoz vozidel 3, 5 a 6 a vozidlo 2 zde čerpá povinnou pauzu kvůli střídání řidičů v garážích Medlánky.

### 3.4 KOMBINACE NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Jako nejlepší varianta se autorovi jeví kombinace jednotlivých opatření. Při kombinování těchto opatření autor zvažuje:

- rozšíření vozového parku o dvě vozidla,
- prodloužení jedné osmihodinové směny na směnu dvanáctihodinovou
- termín zavedení je říjen 2024.

V případě kombinování těchto dvou variant autor zvažoval napřed denní dobu provozu nově pořízených vozidel tak, jak bylo navrženo v kapitole 2.1 – tedy, že 7. vozidlo bude v provozu 7:00-14:00 a 8. vozidlo by bylo v provozu 6:00-13:00. V případě prodloužení provozu jednoho z vozidel do času 6:00-17:30 vzniká v případě nasazení 7. a 8. vozidla v těchto časech kapacitní převis mezi 6. a 7. hodinou ranní. V případě, že by byl provoz vozidla s 12hodinovou směnou 6:30-18:00, vznikal by obdobně velký převis v čase 17:00-18:00. Proto byla pozměněna denní doba provozu 8. vozidla na čas 6:30-13:30. Převisy pak stále vznikají u všech vozidel, v případě vozidla 3 (eventuálně vozidla 6, či nově pořízeného vozidla 8) byly nejnižší. Jednalo by se cca o 0,3 objednávky denně což znamená zhruba jeden prostoj na tři pracovní dny. Tento prostoj by mohla částečně pokrýt například povinnou přestávkou. Graf s výsledky navržených opatření je zachycen na Obrázku 13.



Obrázek 13: Kombinace navržených opatření

Zdroj: autor

Barevné schéma na grafu je následující:

- červená: zobrazuje stav, při kterém by nebyly provedeny žádné změny,
- modrá s popiskem *dvě vozidla + prodloužení 3/6*: zavádí 7. vozidlo v provozu 7:00-14:00, 8. vozidlo v provozu 6:30-13:30 a prodlužuje denní dobu provozu 3. nebo 6. vozidla na čas 6:00-17:30,
- žlutá s popiskem *dvě vozidla + prodloužení 4*: zavádí 7. vozidlo v provozu 7:00-14:00, 8. vozidlo v provozu 6:30-13:30 a prodlužuje denní dobu provozu 4. vozidla na čas 6:00-17:30,
- zelená s popiskem *dvě vozidla + prodloužení 5*: zavádí 7. vozidlo v provozu 7:00-14:00, 8. vozidlo v provozu 6:30-13:30 a prodlužuje denní dobu provozu 5. vozidla na čas 6:00-17:30.

Vzhledem k tomu, že tato změna je jednotná, kombinuje všechny navrhované změny a zároveň řeší i nedostatečné pokrytí časového okna 14:00-15:00, které autor doporučil v podkapitole 3.2 pozorovat, považuje autor tuto změnu jako nejlepší.

## ZÁVĚR

Ze zanalyzovaných dat bylo zjištěno, že se služba Seniorbus dlouhodobě potýká s kapacitními problémy, a to zejména v pracovní dny. Na základě výsledků analýzy provozních dat byly vytvořeny návrhy na zvýšení přepravní kapacity této služby.

Výsledný návrh je následující: Vzhledem k charakteru služby a rostoucímu počtu neuspokojených objednávek jsou rozšíření vozového parku a prodloužení denní doby provozu nejspokojivějšími způsoby pro navýšení kapacity. Autor navrhuje uvést do provozu další dvě vozidla v říjnu 2024, přičemž jedno z vozidel by bylo provozováno 8 hodin v pracovní dny, druhé by pak bylo v provozu 12 hodin v pracovní dny. Zároveň autor doporučuje sledovat přírůstek neuspokojených objednávek v pracovní dny mezi 14. a 15. hodinou a v případě prudkého nárůstu neuspokojených objednávek změnit denní dobu provozu vozidla číslo 5. na 8:00-15:00.

Hlavním přínosem práce jsou opatření, navržená na základě analyzovaných provozních dat, zejména přírůstku počtu neuspokojených objednávek. V případě aplikace návrhů ze strany DPMB by práce měla přínos i pro klienty služby Seniorbus.

**Autor této práce navrhl konkrétní opatření, která navýšila přepravní kapacitu doplňkové dopravní služby pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace, a tím splnil cíl práce.**

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) Statutární město Brno. *SMLOUVA o zajištění přepravy seniorů a těžce zdravotně postižených občanů*. Brno, 20.4.2016. Číslo smlouvy: 7216171929. Dostupné z: [https://smlouvy.gov.cz/smlouva/soubor/8242503/Smlouva%20senior%20bus\\_RMB.pdf](https://smlouvy.gov.cz/smlouva/soubor/8242503/Smlouva%20senior%20bus_RMB.pdf) [cit. 20.1.2023].
- (2) Dopravní podnik města Brna a.s. *Data Seniorbusu*. Brno: Dopravní podnik města Brna a.s., 2017. Není dostupné online. [cit. 9.1.2023].
- (3) Věková struktura obyvatel Brna. *Data.Brno* [online]. Brno [cit. 4.3.2023]. Dostupné z: <https://data.brno.cz/pages/clanek-vekova-struktura-obyvatel-brna>
- (4) Doblo combi. Fiat: Professional [online]. 2023, 2023 [cit. 3.4.2023]. Dostupné z: <https://www.fiatprofessional.com/cz/doblo-combi>
- (5) DRDLA, Pavel. *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. 3. upravené vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2021. 434 s. ISBN 9788075603616.
- (6) Služba seniorbus: DPMB. *Dopravní podnik města Brna, a.s.* [online]. 2022 [cit. 1.9.2023]. Dostupné z: <https://www.dpmb.cz/seniorbus>