

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Richard Papež

Vyhodnotit přínosy MOS z hlediska rychlosti odbavení
cestujících (oproti původnímu systému)

Bakalářská práce

2021



K620..... Ústav dopravní telematiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Richard Papež

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – ITS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Vyhodnocení systému MOS z hlediska rychlosti odbavení cestujících**

Název tématu (anglicky): Evaluation of the the MOS System in Terms of Speed of Passenger Handling

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- popište základní principy původního odbavovacího systému v PID a nového systému MOS
- identifikujte relevantní vlastnosti a parametry mající vliv na rychlost odbavení
- aktualizujte skladbu odbavení a navrhnete způsob měření rychlosti odbavení
- ověřte aktuální časy odbavení a porovnejte je s časy naměřenými v předchozím odbavovacím systému v PID (naměřená data viz [1])



Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucího práce


Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)


Seznam odborné literatury: [1] Čacký L., Rychlost vybraných druhů odbavení cestujících ve veřejné dopravě, bakalářská práce, 2018
[2] ROGALEWICZ, Vladimír. Pravděpodobnost a statistika pro inženýry.
[3] Gnap J. a kol., Aplikácia informačných systémov v cestnej doprave, Žilinská univerzita, 2007.

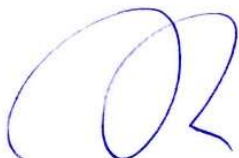
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Sliacky, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **4. září 2019**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **1. prosince 2021**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


Ing. Zuzana Bělinová, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky




doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


Richard Papež
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....11. srpna 2021

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Milanovi Sliackému za odborné vedení a konzultování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Ropid za poskytnutí dat pro vyhodnocení. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 30. listopadu 2021

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

PŘÍNOSY MULTIKANÁLOVÉHO ODBAVOVACÍHO SYSTÉMU Z HLEDISKA RYCHLOSTI
ODBAVENÍ CESTUJÍCÍCH (OPROTI PŮVODNÍMU SYSTÉMU)

bakalářská práce

listopad 2021

Richard Papež

ABSTRAKT

Předmětem této bakalářské práce bude srovnání rychlostí odbavení cestujících ve veřejné dopravě při využití starého systému typu Card Centric a nového typu Account Based. V případě systému Account Based bude pro získání dat třeba měření v terénu. Pro původní systém Card Centric budou použita již dříve zpracovaná data.

Klíčová slova:

odbavení, Card Centric, Account Based, veřejná doprava, srovnání

ABSTRACT

The subject of this bachelor thesis is speed comparison of passenger check-in in public transport using the old type of system called Card Centric and using the new type of system called Account Based. In case of Account Based system field measurements will be executed to obtain the data. Previously processed data will be used for work with Card Centric system.

Key words:

check-in, Card Centric, Account Based, public transport, comparison

Obsah

Seznam použitých zkratk:	8
Úvod	9
1 Systém Card Centric	10
1.1 Uložení dat	10
1.2 Předplácení jízdného	10
1.3 Využití karty	11
1.3.1 Kupony MHD	11
1.3.2 Ostatní funkce	11
1.4 Problémy systému	12
1.4.1 Závislost na dodavateli	12
1.4.2 Omezený počet licencí	13
1.4.3 Cena	13
1.4.4 Hrozba ukončení spolupráce	13
1.4.5 Rozdíl plánovaných a zprovozněných funkcí	13
1.5 Shrnutí	13
2 Systém Account Based	15
2.1 Architektura systému	15
2.2 Cíle zavedení systému	16
2.2.1 Pro stranu cestujících	16
2.2.2 Pro stranu organizátora	17
2.3 Další důsledky	18
2.3.1 Atraktivita VD	18
2.4 Charakteristické funkce systému	18
2.4.1 E-shop a správa kuponů	18
2.4.2 Identifikátory	20
2.4.3 Tap-in a tap-out	23
2.5 Výhody systému Account Based	23
2.6 Nevýhody	24
2.7 Shrnutí	25
3 Rychlost odbavení	26
3.1 Vlastní proces odbavení	26
3.1.1 Nosič jízdního dokladu	26
3.1.2 Rychlost čtení karty	30

3.1.3	Synchronizovaná data a online dotaz	30
3.1.4	Rychlost sítě	31
3.1.5	Lidský faktor	32
3.1.6	Povětrnostní vlivy	34
3.2	Rozdíly oproti systému Card Centric.....	35
3.2.1	Synchronizace	35
3.2.2	Rozsah čtení dat z karty	36
3.2.3	Srovnání s údaji v databázi.....	37
4	Metodika měření	38
4.1	Definice pojmu odbavení	38
4.1.1	Počátek odbavení.....	38
4.1.2	Konec odbavení.....	39
4.1.3	Nestandardní stavy.....	39
4.2	Záznam odbavení cestujících	39
4.2.1	Metoda 2018.....	40
4.2.2	Metoda 2021.....	41
4.3	Nástroje zpracování dat.....	43
4.3.1	Pracovní zařízení.....	43
4.3.2	Software	43
4.3.3	Výhody	44
4.3.4	Nevýhody	45
4.4	Monitorovaná data.....	45
4.4.1	Čas.....	45
4.4.2	Identifikátor.....	45
4.4.3	Doplňková platba	46
4.4.4	Formulář	47
4.5	Rozdíl oproti zpracování porovnávaných dat	48
4.6	Porovnávané hodnoty	48
5	Vyhodnocení dat.....	50
5.1	Průběh vyhodnocení.....	50
5.2	Vytěžená data a jejich zpracování	51
5.2.1	Složení dat	51
5.2.2	Průměrná hodnota.....	52
5.2.3	Výběrová směrodatná odchylka.....	52
5.2.4	Interval spolehlivosti	52

5.2.5	Konstanta zdržení u řidiče	52
5.2.6	Rozdělení dle používaných identifikátorů.....	53
5.3	Porovnání dat	56
6	Závěr	59
6.1	Vyhodnocení porovnání.....	59
6.2	Porovnání na úrovni systémů	60
	Použité zdroje.....	61
	Seznam obrázků.....	65
	Seznam tabulek.....	66
	Seznam grafů	67

Seznam použitých zkratek:

VD – veřejná doprava

MHD – Městská hromadná doprava

IT – informační technologie

DPP – Dopravní podnik hlavního města Prahy, a.s.

HMP – Hlavní město Praha

MHMP – Magistrát Hlavního města Prahy

SČK – Středočeský kraj

JD – jízdní doklad

NFC – Near Field Communication

PID – Pražská integrovaná doprava

VZ – veřejná zakázka

MS – Microsoft

Úvod

Hromadná doprava je téměř každodenní součástí našich životů. Poptávka po ní je z různých důvodů – můžou být ekonomické, požadavky na komfort, někdy dokonce i časová výhodnost, případně snaha o snížení ekologické zátěže na životní prostředí, občas je důvodem i to, že jedinec nevládní automobil. Nalezneme ji ve městech i meziměstských či příměstských spojích na střední a velké vzdálenosti.

Ať už se jedná o autobus, tramvaj nebo vlak, všechny tyto prostředky spojuje jejich velký objem, dokáží najednou přepravit velké množství cestujících. Ty je však třeba odbavit, tedy ověřit, zda za vstup do placeného pásma a následnou přepravu veřejným dopravním prostředkem řádně zaplatili. Pokud ne, je nutné zajistit, aby tak učinili. Lze toho docílit různými způsoby, které budou popsány v příslušných kapitolách.

Stojí za zmínku, že právě kvůli tomu, že je tato doprava hromadná, cestuje jí spousta lidí, proto je obtížně odbavit všechny a zachovat při tom plynulost. Odbavení totiž může být časově náročné, a to ani ne tak z pohledu jedince, jako z pohledu na takový počet lidí, jaký používá hromadnou dopravu. Proto dochází k delším časovým prodlevám, což je v hromadné dopravě samozřejmě nežádoucí, protože právě čas a s ním spojené trvání přepravy je zrovna oblast, ve které čas od času hromadná doprava zaostává za individuální automobilovou dopravou.

Z důvodu popsaného v předchozím odstavci je zřejmé, že časová náročnost odbavení cestujících je skutečnost, kterou je třeba se zabývat. Ve výsledku souvisí s atraktivitou veřejné dopravy. Čím rychleji budou cestující odbaveni, tím více nebudou tíhnout k užívání jiných druhů dopravy.

S příchodem nového systému pro odbavení cestujících, tedy multikanálového odbavovacího systému, nastala velká změna v jeho architektuře a lze tedy očekávat i změny, které by se mohly dotknout také cestujících. Tato práce se bude věnovat jeho popisu, měření a srovnání se systémem, který se používal dříve.

1 Systém Card Centric

Tento systém byl v PID používán od srpna roku 2008 do konce roku 2019 a je úzce spjat s kartou Opencard. Postupně se od systému začalo upouštět stejně jako od zmíněné karty, jež se přestala vydávat v roce 2016. Začátkem roku 2020 skončila jejich platnost a nadále nebylo možné je používat. [1, 6]

1.1 Uložení dat

Tento systém fungoval víceméně opačně, než funguje ten aktuální. Jak je zřejmé z jeho názvu, karta byla nejdůležitějším článkem celého řetězce. Byly na ní totiž uloženy všechny důležité informace. Počínaje osobními informacemi, jako je jméno, příjmení, datum narození atd.

Původní myšlenkou bylo, že bude Opencard sloužit jako klíč k zámku hlavního města a měla být propojena s velkým množstvím aktivit. Proto se karta pyšnila obrázkem klíčové dírky na svém rubu. Nakonec aktivit nebylo zdaleka tolik, ale co se týče odbavení cestujících MHD v Praze, byla Opencard dlouhých čtyři a půl roku jedinou alternativou pro zakoupení časového kuponu na 30, 90 nebo 365 dní v případě, že kupující nespadal do skupiny studentů, příměstských cestujících či nevyužíval přenosné jízdné. [21, 22]

1.2 Předplácení jízdného

Právě kvůli nutnosti všech dat na čipové kartě byl potřeba i krok navíc při zakupování kuponů. Nestačilo totiž přijít k přepážce sloužící k prodeji, identifikovat se a zakoupit kýžený časový kupon. Identifikace v tomto případě sloužila systému jako sdělení, které kartě by měl kupon přidělit, ale vlastní přidělení kuponu se dělo tak, že si musel držitel kupon ze systému stáhnout, jinak řečeno načíst, pomocí stojanu s otvorem známého jako validátor. Tyto validátory sloužily jako rozhraní mezi databází uživatelů a jim přiděleným kuponům a nosičem, kterým se držitel prokazoval při odbavení.

Na první pohled pouhý krok navíc, na ten druhý však zbytečný dodatečný prvek vsunutý do IT i technické infrastruktury systému a samozřejmě finanční zátěž pro objednatele tohoto odbavovacího systému. Avšak vše bylo nutné kvůli architektuře systému Card Centric, neboť všechny informace musely být na kartě, odkud byly při odbavení načteny.

1.3 Využití karty

V kapitole 3.1 je zmíněno, že na kartu Opencard bylo možno načíst několik druhů dat. Jako demonstrace systému Card Centric a toho, jakým všem datům karta mohla sloužit jako nosič, jsou níže vypsány alternativy jejího využití, místa, způsoby a co mohla zastupovat. Tento seznam je konečný a není dlouhý, což dokazuje, že karta bohužel nespĺnila původní očekávání, protože se při implementaci řešení lidé, kteří je zajišťovali, setkávali s mnoha komplikacemi, což ve výsledku vedlo k ukončení projektů, případně tomu, že vůbec nezačaly. [22]

1.3.1 Kupony MHD

Asi nejznámější a pro tuto práci nejdůležitější využití byly právě časové kupony pro MHD v Praze. Šlo o jednoduchý koncept, kdy si uživatel zajistil kartu Opencard a na ni si mohl nabít libovolný kupon platící v časovém rozmezí od jednoho měsíce výš. DPP se o Opencard původně nezajímal, ale nakonec se musel začít zajímat, protože je organizací zcela vlastněnou Hlavním městem Praha [5], jehož projektem byla i Opencard.

Využití mělo lidem zjednodušit práci s kupony. Vše se odehrávalo na jedné kartě a cestujícím ubyly starosti s výměnou papírových dokladů po konci jejich platnosti, jen přišli k nejbližší přepážce prodejny DPP a zakoupili na kartu nové jízdné.

Preference elektronických kuponů byla znatelná. Po jejich srpnovém příchodu roku 2008 již bylo možné zakoupit roční kupony na následující rok pouze v elektronické podobě. Jejich propagace bylo dokonce tak silná, že DPP nabízel slevu na elektronické roční kupony ve výši téměř 500 korun. Ostatní kupony bylo stále možné pořídit v podobě papírové. [4]

1.3.2 Ostatní funkce

1.3.2.1 Parkovné

Kartu bylo možné používat i pro úhradu parkovného na území HMP. Vzhledem ke skutečnosti, že trvalý pobyt na jeho území nebyl podmínkou k získání karty, mohla tímto způsobem sloužit i mimopražským občanům nebo klidně i cizincům. Tato funkce vycházela ze snahy usnadnit rezidentům i návštěvníkům uskutečnění plateb za parkování. Primárně se tak dělo absencí potřeby nosit mince pro platbu v automatu. Peníze na parkovné bylo možné si na kartu nabít, předplatit si kupon. Opět však bylo nutné rozšířit infrastrukturu, a to formou úpravy parkovacích automatů, aby byly uzpůsobeny pro komunikaci s Opencard. Největším kamenem úrazu však

bylo, že koupě parkovacího kuponu byla možná jen na jediném kontaktním místě v centru Prahy. [23, 24]

1.3.2.2 Knihovna

Další funkcí byla pak identifikace v knihovnách zřizovaných HMP. Zde karta sloužila k placení poplatků, například z prodlevy při vrácení či za přesun knihy z jedné pobočky na druhou. Mimoto pak k evidenci zapůjčených knih. Sice tato funkce nebyla implementována zcela, ale zase její zřízení bylo jednodušší a levnější. Původní knihovní systém totiž používal ke komunikaci jen číslo klienta, nebylo třeba jména či data narození. Vy výsledku tedy Opencard jen nahradila průkazku do knihovny a sloužila v systému pouze jako jednoznačný identifikátor čtenáře. [22]

1.3.2.3 Víím, jak řídím

Poslední provozuschopnou funkcí byl přístup do Portálu hl. m. Prahy. Jedinou možností tam však byla aplikace Víím, jak řídím, ve které se se mohli za určitých podmínek uživatelé informovat o jimi spáchaných přestupcích na území HMP, jež zjistila Městská policie. Tato aplikace byla vhodná zejména proto, že někteří řidiči neměli ponětí, že nějaké přestupky spáchali a jaké jim za to hrozí postihy – jak finanční, tak bodové. [6]

1.3.2.4 Slevy

Poslední využití karty, které lze nazvat snad jen doplňkovým, bylo udělování slev na služby či produkty na území HMP. Jednalo se zejména o organizace zřizované městem, například Zoologická zahrada v pražské Troji. Toto však nelze považovat ani tak za funkci, jako spíše za propagaci projektu. [6]

1.4 Problémy systému

1.4.1 Závislost na dodavateli

Tím nejzávažnějším důvodem, proč bylo od systému Card Centric upuštěno, byl fakt, že neexistovala vidina jakéhokoliv rozvoje vlastními silami, neboť byl možný jen ze strany dodavatele, což stavilo Prahu do role subjektu dlouhodobě závislého čistě na něm. Navíc to nebylo možné ani podle zákona o VZ, protože by výběrové řízení muselo být psáno na míru

pro pouhého jednoho dodavatele, což není zcela logicky dle zákonů ČR legální postup při vypisování VZ. [22]

1.4.2 Omezený počet licencí

Dále bylo třeba systém změnit kvůli nevýhodně nastaveným smlouvám, které například zastrešovaly maximální počet karet na 1 270 000, což bylo zároveň číslo, které nebylo možné zvýšit kvůli zákonu o veřejných zakázkách. Magistrát HMP byl dokonce kvůli tomuto omezení nucen vydat usnesení, podle kterého by po překročení počtu užívaných licencí bylo nutné začít vydávat pouze papírové jízdenky do MHD. [22]

1.4.3 Cena

Zřízení systému stálo HMP velké množství finančních prostředků. To lze však nazvat utopenými náklady a posunout se o krok dál. Dalším velkým problémem však byla cena údržby, kterou byla každý měsíc částka ve výši 4 miliony korun účtovaná ze strany dodavatele. Toto mj. učinilo systém trvale neudržitelným. [22]

1.4.4 Hrozba ukončení spolupráce

Při jednom ze soudních sporů dodavatel poslal koncem ledna 2015 primátorce HMP dopis, ve kterém byla upozorněna, že pokud Praha nezaplatí nároky, které budou soudem určeny, neuzavře dodavatel s městem smlouvu novou. Což by znamenalo konec údržby systému a tím způsobené ohrožení bezpečnosti spravovaných údajů, kvality služeb, ale i finančních toků. [22]

1.4.5 Rozdíl plánovaných a zprovozněných funkcí

Pokud nebude počítána funkce odbavení cestujících v MHD, plánováno jich bylo 32. Plně zprovozněny byly však dvě, zmíněné jako první v kapitole 3.3.2. Karta by jich více technicky zvládla, leč na každou z nich by bylo třeba platit licenci za každého občana, jenž by ji využíval. [22]

1.5 Shrnutí

Byly zde popsány funkce karty systému Card Centric – co všechno uměla a co bylo možné s ní zajistit. Vize byly ještě mnohem širší. Jednalo se o velmi ambiciózní projekt, který bohužel

ztroskotal na špatné realizaci. S kartou toho mělo být uskutečnitelného mnoho, ale přes 90 procent funkcí nebylo dotaženo a karta ve výsledku skončila pro všechny Pražany i mimopražské, kteří si ji zřídili, jako nefunkční kousek plastu s čipem uvnitř. Projekt byl ukončen a nahrazen systémem novým, od kterého je očekávána smysluplná budoucnost bez závislosti na dodavateli třetí strany. Tento systém se nazývá Account Based a je popsán v následující kapitole.

2 Systém Account Based

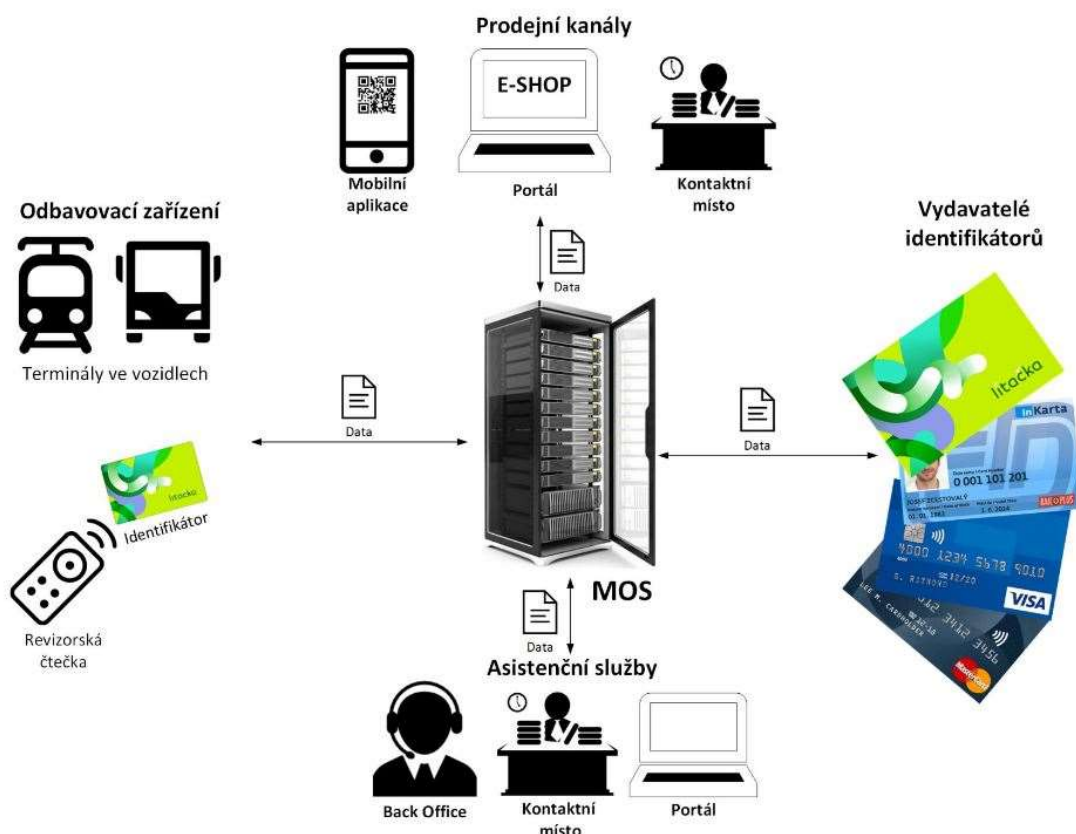
Systém Account Based přišel do Prahy roku 2018, kdy začal jeho provoz. Od svého uvedení do provozu lze díky němu zakoupit jízdné. Dále zajišťuje služby pro cestující s tím spojené. V průběhu roku 2019 byl již započat jeho plný provoz, čímž plně nahradil starý systém Card Centric. Jedním z jeho velkých přínosů pro cestující je pohodlí v rámci odbavení a značné rozšíření možností využití mobilního telefonu pro služby, které se odbavení týkají. [25]

Následující důležitou hodnotou tohoto systému je jednodušší zacházení s jízdným, neboť bude stačit jedna karta či jiný nosič pro více oblastí a dopravních prostředků. Tím se samozřejmě zvýší pohodlí pro cestující, čímž pro ně i stoupne atraktivita VD. Sám tvůrce si klade za cíl implementaci mobilních telefonů z důvodu celospolečenského zájmu je používat na denní bázi. [25]

2.1 Architektura systému

Tento systém je diametrálně odlišný od systému předchozího. Primární a zároveň největší rozdíl mezi nimi je ten, že nosič, jímž byla dříve karta, nyní slouží pouze jako identifikátor. Identifikátorem se uživatel prokáže a oznámí tím systému, kdo je. K identitě jsou pak uvnitř systému přiřazené JD či časové kupony. V praxi to z pohledu cestujícího znamená, že se, ať už u revizora nebo u řidiče dálkového autobusu, prokáže identifikátorem, který se v systému spojí aktuálním platným kuponem či dokladem, načež se zařízení pro kontrolu jízdenek či palubnímu počítači vrátí informace o aktuálních zakoupených dokladech nebo kuponech, z čehož je následně zřejmé, jestli je cestující v pořádku odbaven či nikoliv.

Toto je však pouze jedna z větví, jimiž prochází informace uvnitř systému Account Based. Širší vyobrazení architektury je na následujícím obrázku vypůjčeném přímo od tvůrce tohoto systému, který tuto architekturu popisuje jako centralizovanou.



Obrázek 1 Architektura multikanálového odbavovacího systému
(zdroj [7])

Na Obrázku 1 je velmi dobře vidět centralizovanost systému. Jádrem je server, na který přichází dotazy ze všech stran. Nejen od revizorských čteček či odbavovacích zařízení ve vozidlech, výměna dat probíhá i mezi serverem a prodejními kanály při prodeji jízdenek a kuponů. Dále je samozřejmě potřeba komunikace i s vydavateli identifikátorů, jich už je aktuálně taky několik a budou zmíněni v jedné z následujících podkapitol. Nakonec je důležité i sdílení informací serveru a asistenčních služeb, například při vzniku jakéhokoli druhu komplikací, které jsou nevyhnutelné stejně jako u spousty dalších informačních systémů.

2.2 Cíle zavedení systému

2.2.1 Pro stranu cestujících

2.2.1.1 Sjednotit systém pro Prahu a Středočeský kraj

Dříve, v době starého systému bylo nutné si pro cestování oblastí Prahy a následně SČK zakoupit dva různé JD, případně i více v závislosti na trase, kterou chtěl cestující absolvovat. Nově je možné, nejjednodušeji přes mobilní aplikaci, zadat začátek a konec cesty, na základě kterých je vypočteno nejvýhodnější jízdné. Hlavní je však nastavit jednotná pravidla pro odbavení v Praze i SČK. [7, 8]

2.2.1.2 Jednodušší nákup dokladů a více alternativ, jak nákup uskutečnit

Nový systém dále sliboval jednodušší nákup jízdních dokladů a více možností, jak doklady zakoupit. Opět lze jako nejvíce průlomový příklad použít mobilní aplikaci, nebo třeba e-shop, který je více popsán v kapitole 4.2.1.3. [7, 8]

2.2.1.3 Není nutné doklady fyzicky vyzvedávat

Tento aspekt je primárně daný architekturou Account Based, sekundárně pak implementací – u systému Card Centric to bylo možné taky, avšak s omezeními. V praxi pak uživatel může nakupovat například z domova v internetovém obchodu sloužícím ke koupi jízdenek. Dále však byla zároveň zavedena možnost jejich správy rovnou v tom stejném e-shopu. Správou se rozumí volba aktuálně používaného identifikátoru, ale i možnost starat se o více dokladů či kuponů více lidem, třeba členům rodiny, a to z jednoho účtu. [7, 8]

2.2.1.4 Nové možnosti odbavení

Tento stanovený cíl se dnes v praxi projevuje zejména existencí více druhů nosičů identifikátorů. Aktuálně lze použít jeden ze čtyř možných nosičů, z nichž všechny budou ještě zmíněny. [7, 8]

2.2.2 Pro stranu organizátora

Více možností zakoupení jízdních dokladů v elektronické podobě zajistí nižší náklady pro jejich distribuci.

Větší digitalizace nákupů jízdného a jeho kontroly dokáže zajistit větší objem dat o pohybu cestujících ve VD a tím více dat pro analýzu.

Důležitý je dále přesun menšího množství dat z nosičů na odbavovací zařízení. Stejně tak jako jednodušší možnost přidání dalších druhů nosičů, což bylo u systému Card Centric nerealizovatelné.

Následně bylo nutné sestavit systém, který bude možné dále rozvíjet dle požadavků organizátora a jeho rozšiřování nebude plně závislé na třetí straně.

Velmi důležité bylo také zachovat původní odbavovací metody, které již byly zavedené, např. SMS jízdenky, papírové JD i čipové karty.

2.3 Další důsledky

2.3.1 Atraktivita VD

Všechny předchozí body mají vést k jednomu jejich společnému cíli – vyšší atraktivita pro cestující. Přizpůsobení a zjednodušení odbavovacího systému v praxi znamená jeden velký důsledek, kterým je nárůst množství přepravených cestujících, čímž se provozovateli zvýší tržby.

2.4 Charakteristické funkce systému

V této kapitole budou popsány důležité funkce systému, a to zejména z pohledu cestujícího.

2.4.1 E-shop a správa kuponů

Jedním z prvků klíčových pro nově budovaný systém, které byly žádoucí a nutné, byl jednotný e-shop pro nákup JD a zejména pak časových kuponů. Záměrem tohoto požadavku bylo zjednodušení pořízení kuponů, a to primárně díky absenci nutnosti docházení na prodejní místa. Pro provozovatele tedy e-shop znamenal výrazné snížení požadavků a vykonané práce, s čímž je spojena redukce nákladů.

Z pohledu uživatele se jedná o ekvivalent klasického e-shopu se zbožím typu „vyber zboží, vlož do košíku a zaplať,“ avšak místo zboží si kupující vybírá časové kupony pro jízdu VD. Důležitými parametry jsou pak pohodlnost, přehlednost a jednoduchost. Pro uživatele je tento způsob nakupování kuponů výhodnější pravděpodobně ve všech ohledech, jsou-li vyjmuti z množiny uživatelů lidé, kteří neovládají internet a online nakupování, případně ani moderní

technologie jako počítače, tablety či mobilní telefony. V případě již zakoupeného časového kuponu je také možné ho jednoduše, téměř jedním kliknutím prodloužit.

Za zmínku určitě stojí skutečnost, že všechny tyto procesy se dějí online se skoro okamžitou účinností, tedy po zaplacení kuponu, například nejrychlejším možným způsobem – platební kartou online, se kupon stává aktivním a lze ho zakoupit s trochou nadsázky cestou z domova na autobus, protože při kontrole bude čtečkou, ať už v jakékoli formě, odeslán dotaz na server systému, odkud přijde odpověď s informací o tom, že má již uživatel kupon zakoupen. Velmi důležitým prvkem a opravdu znatelným rozdílem oproti systému Card Centric je fakt, že není nutné, například na výše zmiňované cestě z domova na autobus, navštívit validátor za účelem nahrání kuponu na nosič ve formě čipové karty.

Obrázek 2 E-shop Lítačka

(zdroj [26])

Na Obrázku 2 výše je vyobrazena část rozhraní e-shopu popsaného výše.

Na stejných webových stránkách je možné kupony i spravovat, a to nejen své vlastní. Touto formou je možné někomu neznalému práce na internetu usnadnit celý proces a vyřešit koupi kuponu za něj bez nutnosti návštěvy pobočky pro stranu přímo kupujícího nebo právě dotyčného, komu bude následně časový kupon patřit. Velmi důležitou položkou je také následná práce s kuponem, který se dá přesouvat mezi různými identifikátory, které budou

detailně popsány v následující kapitole. Při koupi se kupon automaticky přiřadí k uživatelskému účtu, ze kterého byl pořízen. Nutno podotknout, že v jednu chvíli je možné mít časový kupon přiřazený jen k jednomu identifikátoru. Tímto omezením se mj. předchází multiusingu, který by pochopitelně způsoboval úbytek tržeb provozovatele.

Tímto bylo demonstrováno, jak byl s příchodem nového odbavovacího systému pro uživatele zjednodušen nákup a následná správa placených služeb.

2.4.2 Identifikátory

V této kapitole budou vyjmenovány popsány možné identifikátory. Zatím jsou celkem čtyři, ze kterých si uživatelé mohou vybrat. [26]

2.4.2.1 Čipová karta Lítačka

Již před zrušením karty Opencrad a jejím vyřazení z provozu byla zavedena karta Lítačka. Byla jedním z prvních možných identifikátorů v rámci nového systému Account Based. Z pohledu uživatele se však jen změnil vzhled čipové karty. Nedá se tedy v tomto případě mluvit o jakémkoliv způsobu inovace či posunu vpřed. Avšak pouze z pohledu uživatele, tedy nositele tohoto identifikátoru.

2.4.2.2 In Karta

Dalším implementovaným identifikátorem byla zákaznická karta společnosti České dráhy, a.s., pojmenovaná In Karta. Stejně jako Lítačka nese sama o sobě málo informací a systému slouží pouze pro identifikaci uživatele a následnému vyhledání platných zaplacených kuponů. Přidanou hodnotou pro určitou skupinu cestujících je opět uživatelská přívětivost, neboť pro držitele In Karty odpadá nutnost nosit s sebou další čipovou kartu. Nejvíce ji ocení samozřejmě lidé, kteří do Prahy dojíždí vlakem, a In Kartou užívají v rámci Českých drah, zatímco v hlavním městě se pohybují v placených prostorech PID.

2.4.2.3 Platební karty

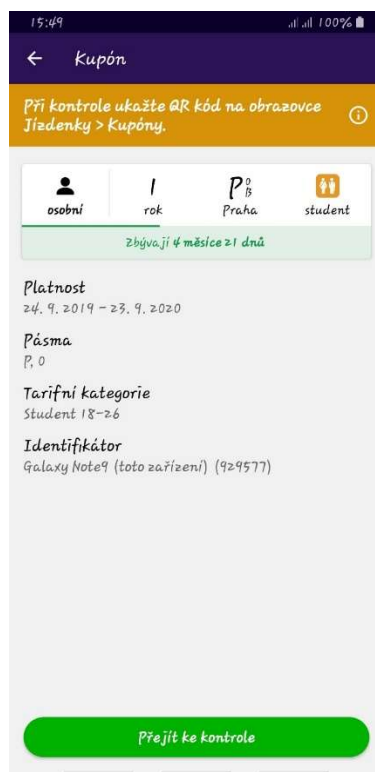
Jako následující použitelné nosiče byly možné platební karty. Opět stojí za zmínku, že karta sama o sobě nese minimum informací, tedy zase jen číslo karty, dále se spoléhá na údaje uložené na serverech odbavovacího systému. Důležité ale je, že na rozdíl od In Karty nosí platební kartu výrazně větší procento lidí. Nevýhodou pak je, že ne každý je ochoten ke čtečce přiložit právě platební kartu, a to z důvodu obavy o své peníze. Důležitá informace pro čtečku je však právě identifikátor, kterým přiřadí uživatele k účtu a jeho zaplaceným kuponům.

Omezení je v tomto případě jen ve smyslu vydavatele platební karty, neboť použít lze pouze karty emitované společnostmi Visa a Mastercard. [27]

Kvůli jednoznačnosti přiřazení je nutné zadat jak číslo karty, tak i datum konce její platnosti. Uživatel však není tázán na jméno napsané na kartě ani na kód CCV/CVV, takže není nutné zadávat kompletní údaje o platební kartě.

2.4.2.4 Mobilní aplikace

Koncem roku 2019 byl jako identifikátor implementován i mobilní telefon [17], přesněji aplikace dostupná na dvou nejrozšířenějších operačních systémech mobilních zařízení. Na webových stránkách e-shopu je možné přesunout identifikátor mj. i do aplikace instalované v mobilním telefonu, jak již bylo předestřeno na Obrázku 2 ve volitelné kategorii Identifikátor. Jedná se o poslední a zároveň největší inovaci v rámci identifikátorů systému Account Based, neboť naprosto eliminuje nutnost nosit u sebe jakoukoli čipovou kartu. Identifikace uživatele totiž probíhá pomocí 2D kódu, konkrétně jeho poddruhem označovaným zkratkou QR. Avšak aplikace má další praktická využití, která uživateli zjednodušují orientaci a práci v odbavovacím systému nového typu.



Obrázek 3 Časový kupon v aplikaci PIDlítačka

(zdroj autor)

V Obrázku 3 jsou vidět všechny klíčové vlastnosti zakoupeného kuponu. Tyto vlastnosti jsou typ, doba trvání, rozsah území a tarif. Formou textu jsou pak dále přiblíženy vlastnosti, kterými je rozsah platnosti časového kuponu a označení identifikátoru, tedy mobilního telefonu, společně s jeho identifikačním číslem v rámci systému. Primárně však kontrola probíhá pomocí QR kódu. Tento QR kód se zobrazí po stisknutí spodního tlačítka „Přejít ke kontrole.“

Neopomenutelnou a pokročilou funkcí pro jízdné a odbavení cestujících v rámci aplikace je také podpora bezdrátové technologie NFC, která pomocí elektromagnetického záření dokáže na velmi krátkou vzdálenost přenést informaci o JD. Tato možnost je však závislá na typu přístroje, ve kterém je aplikace nainstalována, jednoduše tak, jestli mobilní telefon technologii NFC podporuje, nebo ne. Telefon se v tu chvíli chová podobně jako čipová karta (př. Lítačka), tedy vysílá informaci vzduchem ve svém velmi blízkém okolí. V praxi poté z hlediska koncového uživatele kontrola vypadá stejně jako platba kartou v obchodě u platebního terminálu, jen není výsledkem uhrazení nákupu, nýbrž odbavení cestujícího.

Další funkcí aplikace je vyhledávání spojení v rámci tarifního systému. Toto sice není nic nového, avšak důležitým faktem je, že je tato funkce nově implementována přímo do aplikace propojené s odbavovacím systémem, což otevírá uživateli nové možnosti, na které se dají navázat další velmi užitečné funkce.

Jednou z těch významných je pořízení elektronické jízdenky pro dané spojení, a to rovnou v aplikaci. Výrazné zjednodušení je pro uživatele pak kromě vyhledání nejkratšího a nejrychlejšího spojení možnost na místě a v rámci mobilní aplikace rovnou vybrat a zaplatit JD. Platba probíhá platební kartou online s možností zapamatování si platební karty, což v praxi vede k velmi jednoduchému a rychlému nákupu, který se dá zvládnout v řádu jednotek vteřin. Pomocí této funkce se cestující dostane na kýžené místo bez nutnosti starat se o platnost jízdného, a to za předpokladu, že využije spoje doporučené vyhledávačem spojení zabudovaného v aplikaci. Vše za něj totiž vypočte předem systém a uživateli jen stačí zadat začátek a konec cesty interpretovaný zastávkami VD.

Významným prvkem je taktéž předplacení jízdného, například i spojené s vyhledáním budoucí trasy, a jeho následná aktivace až při nástupu do vozu. Aktivace je pak nutná pro účely přepravní kontroly.

Aktivace obecně může nastat třemi různými způsoby. Zaprvé manuálně stisknutím tlačítka „Aktivovat“ po zakoupení jízdenky. Tímto způsobem je možné i nakoupit více jízdenek dopředu, které lze pak aktivovat až ve chvíli, kdy jsou potřeba. Možnost koupě více jednorázových JD a jejich následná aktivace byla přínosná zejména v době, kdy v aplikaci ještě nebylo možné zapamatovat platební kartu a bylo nutné ji vypisovat při každém nákupu,

čímž by nákup nezabral pouhých několik sekund. Druhou možností je aktivace ihned po nákupu jízdenky. Před nákupem aplikace sama upozorní na vybrání této metody a připomene uživateli, že po zaplacení bude JD ihned aktivován. Poslední možností je nechat jízdenku aktivovat automaticky v daný čas. Tato možnost je přínosná zejména u příměstských spojů či jízdě vlakem v rámci PID a SČK, obecně u spojů s jasně stanoveným časem odjezdu, který v zásadě platí. V případě pražských vnitroměstských spojů tato funkce tolik potřeba není, neboť intervaly bývají kratší a jednotlivá vozidla jsou častěji ovlivněna drobnými zpožděními.

2.4.2.5 Karta ISIC

K dnešnímu dni je plánováno, že bude možné zvolit jako identifikátor i ISIC kartu, a to ze zcela zjevného důvodu – nejedná se jen o velké množství studentů rezidentů České republiky, ale i těch zahraničních, kteří stejně jako místní studenti tuto čipovou kartu užívají, a jako sociální skupina zběhlá v užívání moderních technologií bez pochyby tuto budoucí možnost ocení.

2.4.3 Tap-in a tap-out

Jednou z vizí nového systému Account Based je funkce Tap-in/tap-out. Tato funkce je určena zejména mimopražským občanům a zahraničním turistům. Zjednodušuje celý přístup k VD na principu toho, že uživatel nebude muset znát ceník ani mít snahu cokoli o odbavovacím systému zjišťovat. Celá myšlenka je založena na užívání jediného identifikátoru a jeho přiložení ke čtečce v každém dopravním prostředku, do kterého uživatel nastoupí a využije ho. Nejvhodnější je pro tento účel platební karta.

Zároveň je v rámci předem daného uzavřeného časového úseku, v prvotní vizi jednoho dne, zaveden price-capping. Na konci dne systém vypočte s pomocí algoritmu nejlevnější jízdné tak, aby cestujícímu pokrylo všechny jízdy uskutečněné v daný den, načež mu je rovnou strhne z použité platební karty. Základem zůstává podmínka, že jízdné bude nejlevnější možné, jež může být od standardní jízdenky až po celodenní jízdné (v případě, že maximální časový úsek bude jeden den). [9]

2.5 Výhody systému Account Based

V této kapitole budou pojmenovány výhody systému Account Based v kontrastu s původním systémem Card Centric.

2.5.1.1 Rozšíření

Zavedením nového otevřenějšího systému byla zajištěna budoucí možná kompatibilita s dalšími funkcemi a podsystémy. Důležitou vlastností měla být otevřenost a všestrannost budovaného odbavovacího a informačního systému. Na základě těchto premis vzniklo dílo splňující požadavky, jež eliminovaly dřívější a možné budoucí chyby, které by mohly potenciálně ochromit nově vznikající systém.

2.5.1.2 Vlastnictví

Velmi významným činitelem týkajícím se pozitiv nově vybudovaného odbavovacího a informačního systému je i fakt, že zadavatelem i dodavatelem (Operátor ICT) tohoto projektu bylo HMP[10], neboť tato skutečnost zajišťuje naprostou kontrolu městem nad celým projektem i systémem. Tím je vyloučena absence dohledu nad procesy probíhajícími uvnitř systému a jeho infrastruktury. Tím, že MHMP zajistil objednávku i realizaci celého projektu, je do budoucna zajištěna vnější integrita systému z hlediska návrhů a dalšího vývoje.

2.6 Nevýhody

V systému hraje velkou roli datová komunikace na velké vzdálenosti mezi základními servery obsahujícími informace a klientem, jímž se stává kontrolní čtečka kontrolora při revizi jízdenek či palubní počítač ve vozidle kontrolující přiložený identifikátor. Důležitým pojmem se stává právě tvrzení, že údaje jsou uloženy online. Ne všude je však možné dosáhnout připojení k internetu. Nejvýraznějšími příklady jsou metro, které se pohybuje pod zemí, a příměstské autobusy vyskytující se velmi často v lokalitách mimo stabilní signál schopný plynule přenášet datové pakety. Na základě těchto poznatků je tedy možné velmi jasně specifikovat možné nedostatky aktuálního systému.

Dodavatel projektu s tímto možným nedostatkem počítal, a proto byla pro systém akceptována metoda výměny dat zvaná semi-online, což v praxi znamená, že v reálném čase probíhá synchronizace mezi databázemi na serverech a daty uloženými na hardwaru zařízení stýkajících se s identifikátory uživatele, tzv. front-end. Pokud je zařízení provozovatele připojeno k síti, automaticky aktualizuje svou vnitřní databázi uživatelů, kteří mají platný kupon či JD, aby v případě kontroly v oblasti, kdy není zařízení online a plně připojeno k základním serverům systému, bylo možné odbavit cestující, kteří si JD či časový kupon zakoupili např. chvíli před jízdou. Postižen by byl v tu chvíli tedy jen uživatel, který si jízdní doklad zakoupil až v offline

oblasti. Největší problém pak nastává u přepravní kontroly v pražském metru, kde datový signál často není a kam může uživatel s novým kuponem či JD přijít z oblasti, kde datový přenos běžně probíhá. S těmito excesy však provozovatel počítá a jsou řešeny v tom nejhorším případě sníženou pokutou za jízdu bez JD s dodatečným prokázáním držení dokladu, a to v částce 50 Kč (květen 2020). [28, 29]

2.7 Shrnutí

Nový systém, zvaný Account Based, zavedený v roce 2018 přinesl mnoho inovací. Primárně rozšíření digitální komunikace ve vztahu uživatel – systém a její podpory, a to ať už se jedná o koupi JD či časových kuponů, nebo v rámci kontroly, případně revize jízdného. Digitalizace koupí a správy časových kuponů pomohla ke zvýšení atraktivity VD, čímž byly zvýšeny tržby ku prospěchu provozovatele. Díky rozhraní aplikace se zrychlila a tím i zvýhodnila možnost koupě JD, a to např. cestou na tramvaj. E-shop kromě toho rozšířil možnosti přizpůsobení nákupů a jejich správy, kdy jeden uživatel může spravovat více časových kuponů a ušetřit čas jiným možným uživatelům, kteří by se třeba v systému nevyznali natolik, aby jej naplno využili. Tím se se snížil čas dříve strávený kontaktem mezi koncovým uživatelem a prodejním bodem systému. Tyto body proto dokážou vyřešit větší podíl žádostí za stejný časový úsek, případně se věnují sofistikovanějším operacím.

3 Rychlost odbavení

3.1 Vlastní proces odbavení

Tato kapitola se zabývá různými aspekty hrajícími roli v rychlosti odbavení přímo při jeho vlastním průběhu. Tím je myšlen časový úsek mezi začátkem komunikace cestujícího s obsluhou čtecího zařízení, tedy řidičem či pracovníkem přepravní kontroly, až po okamžik, kdy cestující prochází dále do vozu, případně opouští revizorské stanoviště. Pro různé metodiky jsou však různé okamžiky udávající začátek a konec odbavení. Konečným okamžikem může být i například potvrzení o platném JD, tedy přijetí signálu a následné zobrazení kladného vyhodnocení identifikátoru odbavovacím systémem. Takové okamžiky konkrétně pro tuto práci budou definovány v příslušné kapitole.

3.1.1 Nosič jízdního dokladu

Zprv je třeba zmínit, že v literatuře týkající se odbavovacího systému a odbavování cestujících je identifikátor často označován jako synonymum pro nosič. [11,12] V této charakteristice budou proto užívány oba výrazy.

Prvním a nejviditelnějším parametrem, který velmi pravděpodobně rozhoduje o rychlosti odbavení cestujícího, je samozřejmě typ identifikátoru, který používá. Každá forma nosiče, kterou se uživatel může prokázat, pravděpodobně vyžaduje pro odbavení různý časový úsek. Je to způsobeno tím, že rozličné druhy nosičů jízdních dokladů mohou mít na sobě data uložena různými způsoby a kromě toho jsou zprostředkovány různými vydavateli, kteří jsou v jistých případech mezičlánkem pro předání tokenu (v praxi členové bankovní asociace EMV) pro identifikaci uživatele. Toto předání probíhá směrem do centrální databáze MOS, a to za účelem srovnání a vyhodnocení, zdali má cestující uhrazeno jízdné. Tato kapitola se tedy bude věnovat možným nosičům a jejich popisu.

3.1.1.1 Opencard

Jedním z prvních identifikátorů cestujícího byla dopravní čipová karta Opencard, jež byla původně dominantním článkem starého odbavovacího systému typu Card Centric. Se zavedením systému nového se pak jen změnil objem dat, který se z karty načítal při jejím čtení. Jednalo se o bezkontaktní čipovou kartu, jež byla na jedné straně zbarvena do červena a na té druhé měla údaje o kartě a uživateli, kromě jeho jména například i foto, číslo karty a datum

konce její platnosti. Odbavení v jejím případě fyzicky probíhalo velmi snadným a poměrně rychlým způsobem, a to přiložením ke čtečce.

Autor této práce se s ní už bohužel nebude mít šanci setkat, neboť před více než čtyřmi lety bylo ukončeno její vydávání a na karty, které měly platnost třeba i do letošního roku, nebylo uživatelům umožněno nahrát časové kupony, a to od konce roku 2018. Je to velká škoda, protože by bylo velmi zajímavé srovnat rychlosti odbavení pomocí karty Opencard v rámci systému Card Centric oproti jejímu užívání v systému typu Account Based. Toto však možné nebude z toho důvodu, že odbavení pomocí karty Opencard bylo možné v novém odbavovacím systému od konce měsíce srpna 2018 přibližně do konce roku 2019. Autor tedy bude pracovat až s nosiči zmíněnými níže.

3.1.1.2 Lítačka

Druhým ze dvou prvních možných nosičů byla dopravní čipová karta Lítačka. Tato karta se později stala ikonou nového odbavovacího systému. Opět se jedná o bezkontaktní čipovou kartu, tentokrát v zelené barvě, obsahující něco málo údajů o kartě a uživateli, přesněji jde zase o jméno a fotografii cestujícího, číslo karty, datum konce její platnosti, nově na zadní straně karty přibyl i čárový kód nesoucí informaci o čísle karty Lítačka.

Vzhledem k faktu, že se také jedná o bezkontaktní čipovou kartu, odbavení z hlediska cestujícího probíhá stejným způsobem jako u Opencard, tedy začíná výzvou k přiložení karty ke čtečce, následuje samotné přiložení karty, závěrem pak řidič či zaměstnanec přepravní kontroly potvrdí cestujícímu, že je vše v pořádku, případně mu sdělí, že nemá žádný platný kupon. Jedná se o výchozí a pravděpodobně i nejčastější nosič jízdního dokladu užívaný v odbavovacím systému typu Account Based. Při získání této čipové karty pomocí online formuláře je karta do systému zapsána automaticky a uživatel pro to nemusí nic dělat, tedy žádná registrace či aktivace tohoto nosiče. [12]

Důležitou skutečností pak bylo, že nový odbavovací systém do začátku svého provozu počítal s Opencard jako možným identifikátorem, a proto nebyla nutná okamžitá výměna stovek tisíc těchto karet. Otázkou však při přechodu na nový systém zůstávalo, co se bude do budoucna dít s kartami Opencard a jak postupně přecházet na nový typ karty Lítačka. Již bylo zmíněno, že více než dva roky před zavedením nového odbavovacího systému byla zastavena výroba a distribuce Opencard. Od 1. září roku 2018 pak bylo možné požádat o bezplatné vydání Lítačky a tím i náhradu staré karty. Zároveň bylo uvnitř nového odbavovacího systému zajištěno, aby bylo možné původní kartu Opencard přiřadit na webu pidlitacka.cz k uživatelskému účtu, a to i se zakoupeným kuponem, který pak bylo možné přesunout třeba na nově dodanou Lítačku nebo na jeden z následujících identifikátorů. [12]

3.1.1.3 In Karta

Dalším identifikátorem je In Karta, tedy dopravní karta, která je nezaměnitelně spjata s cestováním vlaky a dopravcem České dráhy. Jde o další bezkontaktní čipovou kartu, která měla do její implementace do MOS využití ve vlakových soupravách Českých drah a minimálně od konce roku 2017 v plzeňském odbavovacím systému, který má stejné technické řešení jako ten, o kterém pojednává autor. Tato dopravní karta je zbarvena do modra a na svém povrchu opět nese pár údajů o uživateli a kartě, konkrétně číslo karty a datum konce její platnosti, fotografii uživatele, jméno, příjmení a dokonce i datum narození, který se na žádném jiném nosiči nevyskytuje. [14, 30]

In Karta je další z bezkontaktních čipových karet v tomto výčtu, tedy stačí ji při přepravní kontrole přiložit ke čtečce, v případě odbavení na stanovišti řidiče autobusu pak k terminálu řidiče. Tato karta je ale používána pro dva různé odbavovací systémy ve dvou prostředích, proto je nutné, aby bylo vše uzpůsobeno i na druhé straně, tedy na straně Českých drah. Podnik provedl změny ve svém odbavovacím systému a upravil zařízení nošené průvodčími, zvané přenosné osobní pokladny. Ty jsou nyní připravené odbavit kromě In Karet všechny karty zapojené v novém odbavovacím systému pro PID a synchronizovat se s jeho centrální databází a zajišťovat si tak aktuální data o JD. [15]

Tentokrát se již jedná o nosič, který šetří místo v peněženkách a po kapsách, neboť eliminuje nutnost mít u sebe další kartu, jež je určena čistě jen pro PID. Toto tvrzení však pochopitelně platí jen pro držitele právě zmíněné In Karty, kterých bylo po celé republice začátkem roku 2018 přibližně tři čtvrtě milionu. [13] Těžko říci, kolik uživatelů je v Praze, ale určitě to bude výrazně méně. Další spoustě ostatních proto kapsy může odlehčit implementace následujícího nosiče.

3.1.1.4 Bankovní karta

Posledním z první vlny identifikátorů, využitelných s novým odbavovacím systémem MOS hned od jeho spuštění, byly bezkontaktní platební karty. Nahrát kupon na tento nosič je možné za dvou podmínek. Tou první je, že se jedná o platební kartu Visa nebo Mastercard. Jedná-li se o jeden z těchto dvou druhů, nezáleží na jejím typu, tedy zda je embosovaná či elektronická. Důležité však je, a to je druhou podmínkou, aby podporovala funkci bezkontaktního placení a také samozřejmě aby tato funkce byla zapnuta, v případě některých bank jde totiž bezkontaktní placení vypnout. [12]

Po splnění dvou výše popsaných podmínek a přesunutí kuponu na nosič – platební kartu – se lze u řidiče autobusu nebo při přepravní kontrole prokázat právě touto kartou. Znovu se jedná

o bezkontaktní čipovou kartu, proto vlastní proces odbavení probíhá z pohledu cestujícího velmi jednoduše, a to přiložením karty ke čtečce a následnému potvrzení či zamítnutí.

Platební karty na svém těle nesou všehovšudy jen jeden údaj o jejich uživateli. Tím údajem je jméno a příjmení. Další výhodou pak je, že platební kartu u sebe nosí drtivá většina cestujících, proto implementací tohoto nosiče odpadá pro velký počet lidí nutnost nosit dopravní kartu, například ve formě Lítačky. Kromě toho při správném umístění v peněžence není ani nutné z ní identifikátor vytahovat.



Obrázek 4 Nosiče ve formě bezkontaktních čipových karet

(zdroj [12])

3.1.1.5 Mobilní aplikace

Aktuálně posledním možným identifikátorem se pro cestující stal mobilní telefon, respektive aplikace instalovatelná do chytrých telefonů, a to pro dva nejrozšířenější operační systémy – Android a iOS. Původně bylo zamýšleno tuto funkci do systému implementovat začátkem druhé poloviny roku 2019, ale nakonec bylo možné ji začít užívat k prvnímu prosinci téhož roku. Požadavkem pro odbavení je v tomto případě tedy jen chytrý telefon a v něm nainstalovaná aplikace. [16, 17]

Odbavení pomocí mobilního telefonu může probíhat dvěma způsoby. V tom prvním se spoléhá na QR kód, který dokáže aplikace zobrazit po načtení časového kuponu. Čtečka pak identifikuje uživatele a pošle do databáze údaje k vyhodnocení. V druhém případě je možné, u modelů telefonů, které podporují funkci NFC, pouze telefon přiložit k revizorské čtečce nebo čtečce palubního počítače u řidiče autobusu, přičemž se vizuálně telefon zachová stejně jako

bezkontaktní čipová karta, tedy stačí přiložit a zařízení už si vezme informace, které potřebuje. [16, 17]

Jedná se pravděpodobně o nejjednodušší způsob odbavení, neboť odpadá nutnost hledat jakoukoli dopravní kartu a mobilní telefon většina lidí nosí někde po kapsách, kromě toho se lépe hledá. Nejpřívětivějším faktorem však je, že není potřeba vůbec kartu mít s sebou. Přidáním tohoto identifikátoru se tedy uživatelům uvolní místo v peněženke či kapse, kde by normálně museli kartu nosit.

Vyjma možnosti nahrání časového kuponu do mobilního telefonu je také důležité zmínit fakt, že lze zakoupit pomocí aplikace jednorázový JD a tím se následně prokázat. Odbavení pak probíhá pomocí QR kódu, který je pro jízdenku vygenerován. Pro odbavení při užívání jednorázových JD v mobilní aplikaci však platí určité podmínky. Při nákupu je nutné připojení k internetu. Stejně tak i aktivace JD probíhá online. Kontrola dále probíhá offline, avšak první dvě minuty je JD neplatný. Nicméně tato podmínka platí pouze pro odbavení přepravní kontrolou. Při odbavení u řidiče je JD platný i první dvě minuty. [18]

3.1.2 Rychlost čtení karty

Po rozdělení nosičů je následujícím aspektem důležitým pro dobu odbavení také rychlost čtení karty, případně snímání QR kódu jízdenky či kuponu. Čím rychleji budou z karty data načtena, k tím menší časové prodlevě v závěru dojde a tím dříve bude cestující odbaven a proces může začít znovu s následujícím cestujícím. Rychlost čtení karty bude pravděpodobně záviset na typu čtecího zařízení. Ten často závisí na dopravcích, přičemž zařízení jsou jinak stará a opotřebená.

3.1.3 Synchronizovaná data a online dotaz

Po načtení karty je důležité, kde jsou data porovnávána. Tím je myšleno, zdali stačí porovnat hned s uloženými daty, nebo je nutné poslat dotaz do centrální databáze. Již bylo zmíněno, že odbavovací systém Account Based dokáže pracovat semi – online, tedy je možné průběžně synchronizovat data zapsaná v zařízeních s daty uloženými v centrální databázi.

V případě, že bude daný časový kupon nebo jednorázový JD již uložen v palubním zařízení u řidiče autobusu nebo v revizorské čtečce, bude vyhodnocení velmi pravděpodobně trvat kratší dobu než v případě druhém, kdy data v zařízení uložena nejsou a je nutné poslat čtecím zařízením online dotaz do centrální databáze a čekat na odpověď, že je kupon validní či nikoliv. Při variantě lokálního porovnání a vyhodnocení synchronizovaných dat je proces o poznání

jednodušší, nicméně je-li možnou alternativou jen dotaz na centrální databázi, mohou hrát roli i další faktory, které jsou zmíněné v následujících podkapitolách.

3.1.4 Rychlost sítě

Přichází-li do procesu i online přenos dat, je třeba počítat s dalšími možnými prvky ovlivňujícími dobu odbavení cestujícího. Nejdůležitějším z nich je pak datová síť, která přenáší informace. V případě pohybujících se přístrojů, jimiž odbavovací zařízení jsou, a to ať už se jedná o revizorskou čtečku, u které je přenositelnost už na první pohled jasná, tak i pokud jde o čtecí zařízení na stanovišti řidiče autobusu, které sice připevněné je, ale stále se nachází ve vozidle, které se pohybuje z místa na místo, může tuto rychlost ovlivnit několik faktorů.

3.1.4.1 Dostupnost sítě

Pro tento účel jsou využívány bezdrátové datové sítě, stejné, které používají mobilní telefony a jsou provozovány mobilními operátory. Naštěstí jsou dnes technologie pro bezdrátový přenos velmi vyspělé, nicméně stále mají jistá úskalí. Tím největším je fakt, že nejsou dostupné všude.

Ve velkých městech to takový problém není, vyjma několika málo stanic metra. Pro příměstské linky VD je však situace trochu jiná, mohou se potýkat s horším, případně žádným, datovým pokrytím mimo města, přesněji menší silou signálu a horší schopností data přenášet. I tyto případy by měly být částečně omezeny provozem semi – online. Ne vždy se to však podaří, a proto může docházet k prodlevám například při kontrole jízdenky, kterou cestující zakoupil před jízdou online mimo město a následně vstoupil do vozidla. [31]

Jeden velký a významný příklad, kde může být problémem dostupnost sítě, se nachází v hlavním městě – je jím samozřejmě pražské metro. Zde také datový signál není všude a dříve nebyl téměř nikde. Od roku 2018 se pracuje na zavedení signálu mobilního připojení. Zatím jsou pokryty jen některé úseky linek metra, z nichž největší podíl má linka C. I zde pomohlo fungování semi – online, nicméně stále může dojít ke komplikacím a časové prodlevě při zakoupení jízdenky na poslední chvíli. [31]

3.1.4.2 Vytíženost sítě

Vytíženost sítě může být problémem častěji ve městech, kdy je na místě větší množství obyvatel připojených k mobilní síti, kteří se snaží pomocí svých zařízení přenést nějaká data. Jako příklad lze uvést sportovní utkání nebo demonstraci. Podobný případ může však nastat i v malé obci s velmi malým množstvím vysílačů, kde probíhá nějaký druh shromáždění. Může

pak nastat skutečnost, při které nezbyde v mobilní síti kapacita pro přenos dalších dat, případně vůbec nebude možné se k datové síti připojit, aby mohl být datový přenos zahájen. V těchto případech, byť ne tak častých, opět nastává situace, kdy může nastat problém při snaze obdržet data z databáze při zaslání online dotazu i synchronizaci, což vede k prodlevě při odbavení cestujícího.

3.1.4.3 Server provozovatele

V případě získání informací pomocí online dotazu je pochopitelně klíčovým článkem centrální databáze MOS, která musí být někde uložena. Veškerá data musí být neustále dostupná, neboť z identifikátoru samotného lze zjistit opravdu jen ID uživatele, proto odbavení není možné bez další části infrastruktury systému Account Based, v níž jsou uložena zbylá data, ať už jsou tou infrastrukturou myšleny synchronizované údaje ve čtečkách nebo právě data na serveru provozovatele.

3.1.5 Lidský faktor

Infrastruktura, zařízení i sítě, mohou fungovat bez chyby, plynule a svižně, ale stále jsou trochu v pozadí vzhledem k faktu, že jsou odbavováni lidé a jsou odbavováni lidmi. Lidský faktor je důležitým aspektem mnoha neautomatizovaných procesů, i těch částečně automatizovaných. Dále je třeba mít na paměti, že člověk není stroj a jeho činnost neprobíhá jen na základě jedniček a nul a je ovlivněna jak mnoha faktory vycházejícími z fyzického i duševního rozpoložením jedince či jedinců, tak i aktuální situací, ve které se nacházejí.

Následující odstavce se tedy budou věnovat různým hlediskům lidského faktoru, která mohou ovlivňovat dobu odbavení. S přihlédnutím k tomu, že se nejedná o analýzu technických řešení, je předpokládán podíl na prodlevách při odbavení vyšší než u předešlých podkapitol, i když obecně to úplně platit nemusí. Lidský faktor zahrnuje totiž při zpoždění velmi různorodé procesy a trvají často jednotky až desítky vteřin. Dále se těchto procesů a vlastností řadí i několik za sebou v rámci odbavení jednoho cestujícího. Nejproblematictější faktem však zůstává, že tyto procesy je velmi složité, ba někdy dokonce nemožné nijak eliminovat či snad jen redukovat.

Je třeba brát na vědomí, že většina následujících aspektů se týká i řidiče.

3.1.5.1 Únava

Po dlouhém dni v práci nebo naopak pár desítek minut po probuzení lidský organismus nebývá úplně svěží a únava do jisté míry ovlivňuje nejen rychlost mentálních operací, ale i fyzického

pohybu. Není proto divu, že pokud člověk vykonává nějakou činnost, když je unavený, trvá to zpravidla déle a děje se při tom víc chyb, než když je svěží a odpočatý.

To se pochopitelně vztahuje i na proces odbavení. Unavenému člověku déle trvá vytáhnout kartu z kapsy či peněženky a podat ji řidiči. Stejně tak unavenému nemusí dojit, že si ji má připravit při čekání na odbavení, načež nastane zmíněná situace. Kromě toho může déle hledat identifikátor v kapse nebo tašce, případně ji může úplně přehlédnout a začít zmatkovat, že ho u sebe nemá. Všechny tyto situace a několik dalších mohou nastat častěji, je-li cestující pod náporem únavy nebo vyčerpání.

Řidič je také jen člověk a podléhá mentálnímu vyčerpání, zejména když jeho zaměstnání vyžaduje už několikátou hodinu pozornosti na silnici strávenou vedením motorového vozidla. Řidič téměř na konci směny pravděpodobně nebude stejně výkonný při odbavování cestujících, jako byl, když měl ten den svou první jízdu. [1]

3.1.5.2 Komunikativnost

Mimo jiné záleží i na povaze či sociální skupině cestujícího. Někteří mohou interakci s řidičem brát jako záminku k rozhovoru, nebo zkrátka jen mluví více než jiní. Každé slovo a věta navíc přidávají době odbavení desetiny až jednotky sekund.

3.1.5.3 Stáří

I věková skupina může hrát roli při rychlosti odbavení. Malé děti neudrží pozornost a věnují se spoustě věcí naráz jen částečně, což může jejich matkám ztěžovat komunikaci s řidičem či revizorem. Mladiství často operují s mobilními telefony a také nevěnují příliš pozornosti dění okolo sebe. K tomu často používají sluchátka, která brání komunikaci, a zapomínají je z uší včas vyndávat. Senioři jsou pro změnu často pomalejší, hůře slyší a mají někdy problém s řešením náhlých situací.

Všechny tyto faktory vztahující se k příslušnosti k věkové skupině také ovlivňují rychlost odbavení, je proto potřeba s nimi počítat, neboť můžou protáhnout dobu odbavení až o jednotky sekund.

3.1.5.4 Ochota

Další faktor záležící na povaze cestujícího je jeho přívětivost a ochota ke spolupráci. Ta záleží mj. i na výše zmíněné únavě, neboť unavené lidé bývají zpravidla méně přívětiví. Tato

vlastnost se podepisuje více při odbavení přepravní kontrolou, ale menší roli bude asi hrát i v případě odbavení u řidiče, i když se na délce odbavení nepodepíše tolik.

3.1.5.5 Přípravenost identifikátoru

Následujícím a velmi výrazným prvkem ovlivňujícím rychlost odbavení je i fakt, zda má cestující připravený identifikátor, nebo ne. Za dlouhou dobu, po kterou VD a zejména příměstské linky jezdí, by tento krok měli mít cestující zažitý, avšak stále je možné se setkat s případy, kdy pasažér přijde k řidiči s prázdnými rukama a až při oslovení mu dojde, že mu v nich něco chybí.

Důvodem může být například právě únava, nebo i jednoduše to, že se ztratil ve vlastních myšlenkách. Ať už je však důvod jakýkoli, celý proces odbavení se výrazně protáhne o hledání identifikátoru, které může trvat až jednotky sekund.

3.1.5.6 Způsob platby

Toto se týká například cestujících, kteří se nejčastěji pohybují MHD v Praze a jezdí čas od času za příbuzným či kamarádem do jednoho z pásem PID v rámci SČK. V praxi totiž mívají zaplacený kupon pro Prahu a doplácí zbytek cesty, tedy od první stanice v pásmu 1. V tuto chvíli pak hraje roli i způsob platby.

Mohou nastávat různé komplikace, počínaje absencí hotovosti, skutečností, jestli má cestující hotovost předem napočítanou a připravenou. V případě platby kartou například prodleva při autorizaci platby, která čas od času probíhá déle a opět závisí na aktuálním stavu bezdrátových sítí. Nakonec lze uvést jednoduše nedostatečný zůstatek na účtu, po kterém cestující začne hledat hotovost. Každá z těchto situací může někdy nastat a dobu odbavení prodloužit. [1]

3.1.6 Povětrnostní vlivy

Aktuální stav počasí může do jisté míry ovlivňovat jak přenos dat po síti, tak i uživatele systému.

3.1.6.1 Přenos dat

V jistých, ne příliš častých, případech může být problémem silný vítr, který například shodí strom na síťové vedení nebo poničí přímo vysílač. Tomuto vlivu tedy propadají linky městské

i příměstské a mohou jím být způsobeny drobné, v horším případě (shození sítě bouří) i delší, prodlevy při zjišťování dat z centrální databáze odbavovacího systému.

3.1.6.2 Uživatelé

Počasí může ovlivnit i cestující. V zimě, v době kratších dnů a dlouhých nocí, kdy je přes den Slunce vidět krátkou dobu, bývají lidé pomalejší a více unavení. Pokud jde o okamžité stavy počasí, déšť a sníh nutí lidi se více oblékat, případně si brát deštník. Přibývá tedy nutnost manipulace s dalším předmětem, například právě zavřít deštník. Dále se můžou jako problematické ukázat hluboké kapsy kabátu nebo rukavice, ve kterých je snížena schopnost jemné motoriky, proto si je lidé často sundávají, čímž se opět rychlost odbavení zmenší. [1]

3.2 Rozdíly oproti systému Card Centric

Tato kapitola se bude věnovat prvkům, které jsou nové nebo odlišné oproti původnímu systému Card Centric a mohly by i ovlivnit rychlost odbavení cestujících při přepravě prostředky veřejné dopravy.

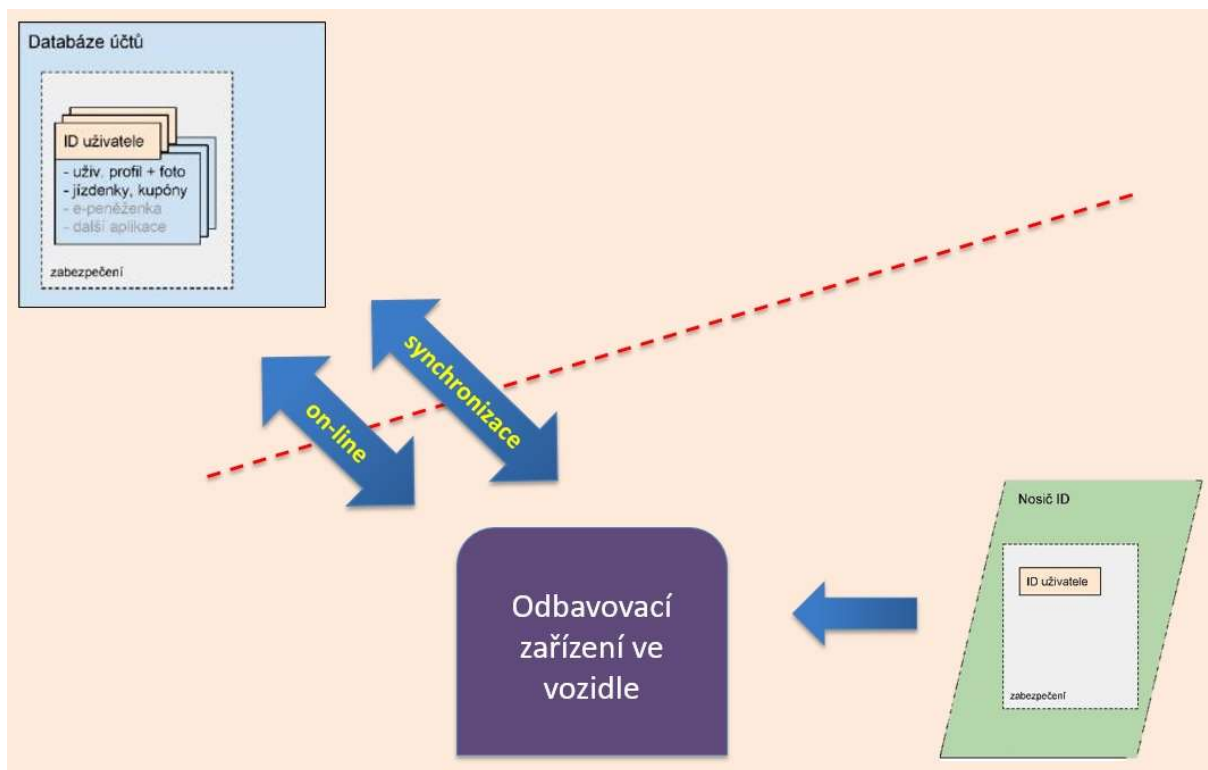
3.2.1 Synchronizace

Novým a důležitým prvkem aktuálního odbavovacího systému typu Account Based je synchronizace dat uložených ve čtecím zařízení s daty v centrální databázi systému. Mnoho o tom, co je k synchronizaci potřeba a proč je zavedena, bylo již zmíněno. Jedná se tedy o aktualizaci vnitřní databáze zařízení umístěném na stanovišti řidiče na základě dat uložených v centrální databázi MOS.

Aktualizace je nutná z toho důvodu, že si cestující v průběhu času kupují nové jízdenky v digitální podobě a dále i nové časové kupony, případně prodlužují stávající. Dále je nežádoucí, aby uživatel cestující VD nebyl v pořádku odbaven a bez komplikací puštěn dál, přestože za službu zaplatil a vše má zařízeno podle pravidel. A protože není možné na každém místě poslat online dotaz a pravděpodobně by to celý proces spíše zdržovalo, je nutné data synchronizovat pro jednodušší přístup k nim.

Nakonec je třeba zmínit, že kompletní synchronizace by znamenala přenos obrovského množství dat a tím by se stala časově velmi náročnou a byla by velkou zátěží pro síťovou infrastrukturu. Příčinou by byl přenos veškerých položek databáze do všech odbavovacích zařízení, kterých je v prostředí odbavovacího systému opravdu mnoho. Proto se při každé

synchronizaci přepisují a doplňují pouze změny v databázi – nové jízdenky, nově zakoupené kupony, konec platnosti časových kuponů atd. Tímto způsobem se ušetří čas při synchronizaci zařízení a ta jsou o to dříve připravena do provozu v terénu.

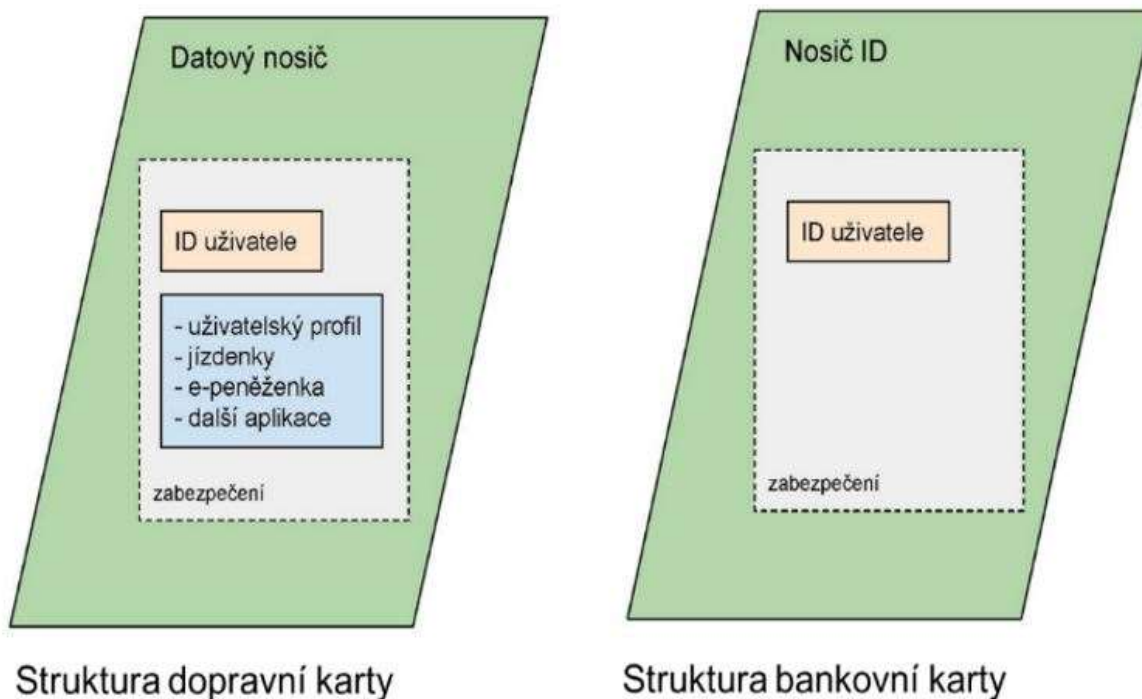


Obrázek 5 Schéma synchronizace

(zdroj [20])

3.2.2 Rozsah čtení dat z karty

Výše rozebraná synchronizace je nutná z určitých důvodů. V počátku je její nutnost vyvolána tím, že jen v databázi, ať už centrální nebo té synchronizované ve čtecím zařízení, je uložena většina dat o uživateli. Naopak z karty je totiž na rozdíl od původního systému Card Centric čteno jen ID uživatele, které se poté v databázi spojuje právě s údaji o uživateli. Tato skutečnost zajišťuje, že uživateli pro prokázání stačí jen identifikátor, kterým může být klidně například bankovní karta, protože čtečku ve výsledku zajímá jen jediný údaj, se kterým se dále pracuje na úrovni databáze, kde se děje ta důležitá část odbavení. Srovnání vyobrazeno na Obrázku 6.



Obrázek 6 Schéma obsahů původní dopravní karty a bankovní karty

(zdroj [20])

3.2.3 Srovnání s údaji v databázi

Srovnání ID uživatele s údaji v databázi je také novým prvkem aktuálního odbavovacího systému. Pro odbavení nejdůležitější údaje a zároveň ty, kterých se týká synchronizace, jsou tyto [20]:

Blacklist – zakázané bezkontaktní čipové karty, například ukradené či ztracené

Denylist – nepovolené bezkontaktní platební karty

Whitelist – kupony, jízdenky, profily (dospělý, student apod.)

Fotografie – nutné z důvodu vizuální identifikace uživatele

4 Metodika měření

Předmětem této závěrečné práce je konfrontovat rychlost odbavení v rámci dvou odbavovacích systémů. Zároveň bylo při měření použito dvou trochu odlišných metodik, a to z hlediska způsobu získávání dat v terénu. Odlišnosti budou popsány v následujících kapitolách.

Nicméně zde byla ze strany autora snaha v rámci možností co nejvíce zachovat způsob zpracování získaných dat, aby byla porovnatelná s daty původními. Proto je část metodiky zpracování silně inspirována prací popisující rychlost odbavení v systému Card Centric [1].

4.1 Definice pojmu odbavení

Pro zachování srovnatelnosti získaných dat s těmi původními je třeba zachovat jejich klíčové pojmy a okamžiky při procesu odbavení. Tato podmínka povede k co nejhodnotnější a nejsmysluplnější komparaci.

4.1.1 Počátek odbavení

Pro počátek odbavení byl vybrán okamžik započetí samotného procesu ve smyslu zastavení cestujícího u stanoviště řidiče. Tento případ nastává pokaždé, když cestující potřebuje od řidiče jízdenku z důvodu doplatku za cestu mimo předplacená pásma či časový kupon vůbec nevlastní. Někteří lidé se však zastaví i v případě, když vědí, že dopláct nemusí.

Mnoho cestujících ale, se záměrem urychlení procesu odbavení a v důsledku i celého plnění vozidla, přikládá kartu ke čtečce již při pohybu směrem k ní, a to po odchodu předchozího nastupujícího cestujícího od řidiče a jeho posunu dále do vozu. Jedná se zejména o cestující, jejichž je to pravidelná trasa a kteří již vědí, že dopláct nebudou. Pro tyto případy, které se čas od času vyskytnou, byl brán jako počátek odbavení okamžik, kdy cestující položí první nakročenou nohu na podlahu vozidla, zatímco natahuje ruku, ve které drží kartu, směrem ke čtečce.

Pro případy laboratorních testů odbavení, kdy se neděje, že by cestující přistupoval k řidiči ani se u něj zastavoval, byla k trvání samotného zpracování dat přičtena časová konstanta vypočtená z průměru všech zaznamenaných dob před započítáním načítání karty a po vyhodnocení kuponu, jež byla naměřena ve vozidlech. Dobou před započítáním načítání karty necht' je rozuměna časová prodleva začínající zastavením cestujícího u řidiče vozidla, resp. položením první nakročené nohy na podlahu, a končící přiložením karty ke čtečce.

4.1.2 Konec odbavení

Za konec odbavení byl považován okamžik odchodu cestujícího od řidiče vozidla. Přesněji lze tuto chvíli popsat tak, že se cestující začne otáčet od řidiče vozidla směrem do prostoru se sedačkami. Dále lze konstatovat, že k zastavení u řidiče dojde v drtivě většině případů odbavení, a to i u cestujících, kteří nedoplácí a jen přikládají identifikátor. Mnoho pasažérů totiž čeká na výsledek procesu výměny dat a mezi tím se stihne zastavit u stanoviště řidiče.

V případech, kdy byla tato doba drobně prodloužena po skončení komunikace s řidičem a dojde k dalšímu setrvání cestujícího u stanoviště řidiče, například manipulací s peněženkou po odbavení, dochází ke zbytečnému prodloužení doby odbavení. Pokud na to však dojde, nebyla po vzoru zdroje [1] tato odbavení započítána, případně byla doba zdržení dodatečně odečtena při zpracování dat. Autor ale stále spoléhá na to, že těchto případů nastane co nejméně díky uvědomělosti cestujících.

Pro účely výpočtu konstanty zdržení u řidiče byla použita jako doba po vyhodnocení kuponu časová prodleva mezi zobrazením údajů na displeji a postupem cestujícího dále do vozu. Konstanta zdržení u řidiče bude aplikovatelná za předpokladu, že interval spolehlivosti této průměrné hodnoty bude v mezích, kdy bude možné konstantu pro tento účel využít.

4.1.3 Nestandardní stavy

Vzhledem ke skutečnosti, že odbavení je z největší části položeno na mezilidské komunikaci, vzniká velký prostor pro různé nekonvenční situace a případné excesy. Příkladem můžou být dodatečné zdouhavé dotazy směrem k řidiči ze strany cestujícího, neboť někteří cestující nevědí přesně, na jaké zastávce vystoupit a znají jen místo, kam se mají dostat. Dále nespolupráce a případný konflikt s řidičem. V neposlední řadě je to nevhodná volba hotovosti, např. mnoho mincí nebo jedna velká bankovka hodnoty nad 500 korun. V těchto případech bývá složité odhadnout počátek a konec dodatečného času, proto byly tyto situace z údajů pro zpracování vyřazeny.

4.2 Záznam odbavení cestujících

K odbavení cestujících v příměstských linkách autobusů dochází téměř výhradně na stanovišti řidiče, a to vyjma pohybu v dojezdových pásmech, kdy řidič při příjezdu do zastávky otevře i zadní dveře, kde k odbavení u palubního počítače nedochází. Kromě toho je možné u

některých dopravců uskutečnit označení dodatečného JD uvnitř vozu. K tomu dochází třeba u změny tarifního pásma v průběhu jízdy. Toto označení lze provést během jízdy a cestující při tom není omezen konkrétním odbavovacím zařízením či fází přepravy. Tím se typ odbavení liší od toho, jež je provedeno u řidiče, reálně ale nedochází k prodloužení doby odbavení, se kterou autor počítá, neboť odbavení ve voze nemá vliv na zpoždění spoje zapříčiněné nástupem cestujících. Záznam tedy v terénu proběhl pouze u odbavení provedeného u stanoviště řidiče. [1]

Autor pro tuto práci zvolil metodu zaznamenávání odbavení, při které byl pořízen videoklip v kabině vozidla, jenž byl následně zpracován na stolním počítači pomocí aplikace určené pro práci s videem. Při laboratorním testování záznam proběhl stejným způsobem. Procesy související s odbavením byly zaznamenány na videoklip určený k budoucímu zpracování.

Tato metoda se značně liší od té, která byla použita ve zdroji [1]. V následujících kapitolách jsou uvedeny důvody pro změnu metody zaznamenávání společně s potenciálními výhodami i nevýhodami zvolené metody. Dále jsou také zhodnoceny benefity i slabosti metody použité pro porovnávané údaje.

4.2.1 Metoda 2018

Jedná se o způsob záznamu použitý roku 2018 panem Čackým v bakalářské práci s názvem „Rychlost vybraných druhů odbavení cestujících ve veřejné dopravě,“ na niž je zde odkazováno jako na zdroj [1]. Tato metoda záznamu dat v terénu spočívala v usazení sběratele dat v autobusu příměstské linky po domluvě s řidičem a následném těžení dat a jejich zápisu do formuláře vytvořeném v aplikaci MS Excel, při čemž bylo použito pokročilých funkcí vytvořených programovacím jazykem Visual Basics for Applications – VBA, díky němuž je možné vytvářet různé prvky se specifickými funkcemi.

Základem byly velmi pokročilé stopky s digitálními tlačítky a rozšířenými funkcemi určenými specificky pro tento druh měření a zaznamenávání údajů. Tyto stopky byly tedy schopny zaznamenávat kromě času i další klíčové údaje, které se odbavení týkají. Zaprvé to byl způsob prokázání či neprokázání se před jízdou. Na ten navazovala jeho forma nebo způsob platby, tyto funkce byly vloženy dodatečnými digitálními tlačítky.

Průzkum byl realizován za pomoci notebooku s dlouhou výdrží baterie, jež byla prověřena před použitím v terénu. Vše probíhalo v prostředí operačního systému Windows 8.1.

Sběratel dat se v autobusu nacházel na jednom z míst označených číslicemi v Obrázku 7.



Obrázek 7 Schéma příměstského autobusu

(zdroj [1])

4.2.1.1 Výhody

Nespornou výhodou této metody je, že v praxi stačí sběrateli dat pouze klikat na digitální tlačítka stopek a formulář se bude vyplňovat sám. Výstupem po měření tedy bude hotový dokument obsahující jak časy, tak všechny další skutečnosti které se týkají způsobu a průběhu odbavení. Následné zpracování dat tedy je poměrně jednoduché.

4.2.1.2 Nevýhody

Tato metoda má velkou nevýhodu z hlediska přesnosti. Ta je totiž závislá na schopnosti lidského oka vnímat okolní vjemy a rychlosti ruky sběratele dat, kterou ovládá notebook a kliká na tlačítka stopek. Výsledkem tedy je, že data mohou být trochu nepřesná z důvodu reakční doby a možné únavy svalů na ruce sběratele dat, která stoupá každým posunem myši a kliknutím na její tlačítko. Nejedná se však pravděpodobně o velkou nepřesnost.

4.2.2 Metoda 2021

Tato metoda byla aplikována autorem roku 2021. Spočívá v záznamu dat v terénu za pomoci umístění kamery za řidiče a s výhledem na čtečku odbavovacího zařízení, pořízení videozáznamu v kabině vozidla a následném zpracování oněch videozáznamů na stolním počítači pomocí aplikace určené přímo k tomu.

Podle výše popsaných okamžiků stanovujících začátek a konec procesu odbavení jsou odečtena data obsahující časovou náročnost odbavení jednotlivých cestujících. Následně jsou data zpracována stejným způsobem jako v případě Metody 2018, tedy s důrazem kladeným na skladbu odbavení a k ní přiřazená data. Na toto zpracování také navazuje výpočet průměrných hodnot a směrodatné odchylky, stejně jako tomu bylo u zdroje [1].

Vzhledem ke změnám je třeba zmínit několik aspektů týkajících se sběru a zpracování dat, které byly nové a specifické pro tuto metodu měření.

Zaprvé, data pro tuto práci byla poskytnuta společností Regionální organizátor pražské integrované dopravy, p. o., zkráceně Ropid. Inspirací této metodě byla právě práce zaměstnanců Ropidu, kteří ji v terénu již využívají. Dále je nutno podotknout, že všechny videozáznamy byly pořízeny se souhlasem řidiče a pro zachování ochrany osobních údajů také tak, aby nebyly vidět tváře cestujících. Pokud druhá podmínka z prostorových důvodů nebyla naplněna, tvář cestujícího byla pochopitelně, pro účely zpracování časových a dalších údajů, upravena tak, aby nebylo možné zmíněného jakkoliv identifikovat. Za zmínku také stojí, že v každém vozidle byla nálepka s připomínkou, že je přepravní prostor monitorován.

Vzhledem k faktu, že byla data těžena z videozáznamů, je vhodné zmínit, že byly pořízeny se snímkovou frekvencí 30 snímků za sekundu, což je činitel, který hraje roli při přesnosti vyhodnocování dat. Dlužno podotknout, že kamera byla při záznamu umístěna přibližně na místě označeném číslovkou dvě na Obrázku 7. Byla tam zajištěna dobrá viditelnost všech důležitých prvků týkajících se odbavení, tedy například použitého identifikátoru, ale i důležitých okamžiků, jimiž jsou právě počátek a konec odbavení. Důležitým hlediskem záznamu je také kvalita, ve které byl pořízen. V tomto případě se jedná o rozlišení 1920x1080 pixelů, o které se dá vcelku jistě říci, že na ní je dostatečně jistě možné určit například druh identifikátoru, který cestující použil.

Důvodem výběru této metody byla větší přesnost, spolehlivost a nezpochybnitelnost měření. Možné je také se k datům vrátit, cokoli přezkontrolovat, nebo je využít k dalšímu výzkumu.

Videozáznamy v terénu byly pořízeny většinou v odpoledních hodinách, menšina pak v dopoledních nejpozději do deseti hodin. V úvodu některých z nich byl i krátký rozhovor s řidičem vozidla, který se pokaždé zdál zcela pozorný, což se dalo poznat i na následující interakci s cestujícími. Bylo u něj tedy možné s jistotou vyloučit faktor únavy. Toto se však nedalo zcela vyloučit u cestujících, jimž nebylo vidět do tváře a rozhovor s nimi zapředen nebyl, proto u některých z nich únava mohla hrát roli při rychlosti odbavení.

4.2.2.1 Výhody

Znatelnou výhodou je výše zmíněná větší přesnost, které lze díky této metodě docílit. Velkým benefitem je pochopitelně také fakt, že se jedná o videozáznam, který když je jednou pořízen, lze se k němu kdykoliv vrátit, cokoli zkontrolovat, případně ho podrobit dalšímu výzkumu.

4.2.2.2 Nevýhody

Citelnou nevýhodou při zaznamenávání dat tímto způsobem je fakt, že je kamera staticky umístěna na jednom místě, takže pokud se cestující postaví v prostoru tak, že například nebude vidět na identifikátor, tak není možné vyčíst, jaký použil. Tomuto lze u Metody 2018 předejít tím, že se sběratel dat například nakloní a výhled na identifikátor v tu chvíli mít bude. Dále také existuje možnost, že si některý z cestujících třeba kamery všimne a začne na ni nějakým způsobem reagovat. Buď například vyptáváním, nebo v horším případě agresivněji, což může vést k dalším problémům, ale hlavně ke znehodnocení aktuálních dat a možná i těch budoucích, neboť po upozornění na kameru na ni mohou reagovat i další cestující.

4.3 Nástroje zpracování dat

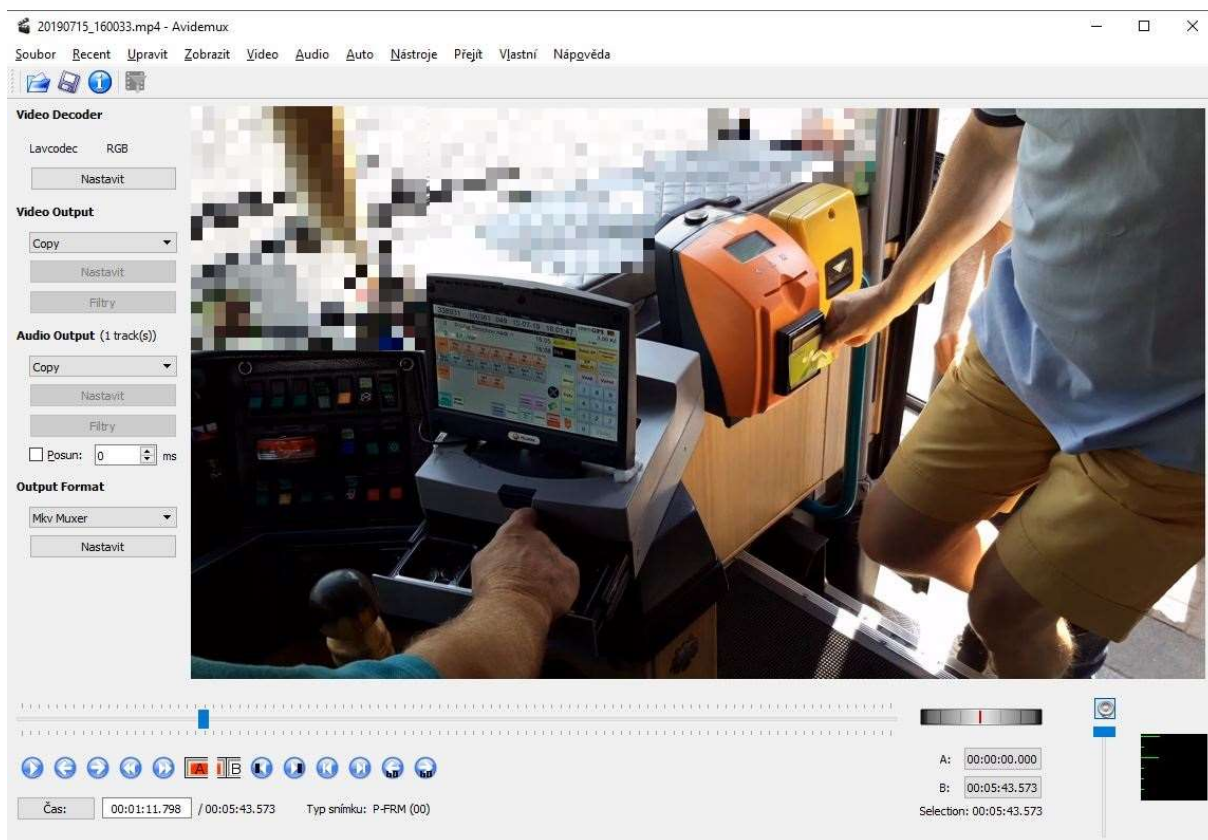
Aby bylo po získání dat možné dojít k jakémukoli závěru, bylo nutné data zpracovat tak, aby bylo možné zhodnotit konkrétní výstupy z nich. Zpracování dat autorem probíhalo za výrazně odlišných podmínek, než tomu bylo u dat dle metodiky 2018.

4.3.1 Pracovní zařízení

Videozáznamy byly vyhodnocovány na stolním počítači s uživatelským systémem MS Windows 10. Autor předpokládá, že i tento aspekt částečně ovlivní přesnost zpracování dat, neboť nebyla zapisována za běhu v terénu a hlavně zařízením s vhodnějším výkonem na operace, ve kterých se pracuje i na tisíce sekund.

4.3.2 Software

Již dříve zmíněná aplikace určená ke zpracování videozáznamů, jež byla použita k vyhodnocení dat, umožňuje zobrazit časovou osu videa s přesností minimálně na desetiny sekundy. Dále také zvládne posun záznamu po jednotlivých snímcích. Doba odbavení byla tedy odečtena z časové osy vyobrazené pod videem. Pro tyto účely byla použita konkrétně aplikace Avidemux Portable verze 2.2.1.0. Tato aplikace je zdarma a open-source.



Obrázek 8 Rozhraní aplikace Avidemux Portable

(zdroj autor)

Na Obrázku 8 lze velmi dobře vidět, že aplikace obsahuje všechny důležité funkce pro práci s daty dle požadavků. Primárně lze záznam pozastavit pro odečtení přesné hodnoty na časové ose. Zadruhé je pak možné velmi precizně záznam posouvat pro získání naprosto konkrétního okamžiku, kdy byl dosažen jeden z okamžiků udávajících počátek či konec odbavení.

Nejmenší možné měřítko je po snímcích, v tomto případě se tedy jedná o třicetinu sekundy. Také lze z obrázku vyčíst, že přesnost zaznamenaného času sahá až do tisícín vteřiny. Tato skutečnost však nehraje velkou roli vzhledem k tomu, že zpracovaná data byla srovnávána s daty zaznamenanými v řádu setin sekundy [1], proto bylo třeba v průběhu zpracování časové údaje zaokrouhlit. Dále je vhodné připomenout, že jeden snímek, o který lze záznam minimálně posunout, znamená přibližně 0,033 sekundy.

4.3.3 Výhody

Za nejznatelnější výhodu lze považovat již výše zmíněnou přesnost díky využití aplikace pro zpracování videozáznamů. Významným benefitem je také pohodlí autora při zpracování dat

zejména ve smyslu práce u stolního počítače s bezpochyby větším prostorem pro manipulaci s myší a klávesnicí, což se mj. může promítnout opět do přesnosti zpracování.

4.3.4 Nevýhody

Při využití této metody je citelnou nevýhodou, že videozáznam je pro budoucí zpracování dat jen surová množina dat, ze které je nutné dále vytěžit informace pomocí další píle a většího množství času, neboť z hlediska zpracování dat jako takového neříká vůbec nic. Proto je jeho zpracování samo o sobě časově o něco náročnější.

4.4 Monitorovaná data

Naprostou nutností je definovat data, která bylo třeba z videozáznamu vytěžit. Jedná se o taková data, díky kterým je možné kvalifikovat a kvantifikovat hodnoty pro budoucí srovnání s daty ze zdroje [1].

4.4.1 Čas

Časovou hodnotou je jednoznačně rozdíl časových údajů odečtených z časové osy aplikace vybrané pro zobrazení a zpracování videozáznamů. Její funkce je tedy prostý rozdíl dat vyobrazený v časovém formátu s přesností na setiny sekundy, tedy zaokrouhlená hodnota ze surových dat.

Další důležitou časovou hodnotou je také prodleva mezi přiložením karty ke čtečce a načtením dat, která je následně odečtena od celkové doby odbavení, načež je vypočtena doba před a po zpracování dat pro budoucí účely.

4.4.2 Identifikátor

4.4.2.1 Očekávaná data

Obecné označení pro několik sloupců popisujících klasifikaci identifikátoru použitého cestujícím. Jedná se o binární hodnotu, která sděluje, zdali cestující použil daný identifikátor. Je-li označena pozitivně jedna z hodnot, logicky to znamená, že ostatní jsou vyloučeny.

Možné alternativy označené v tomto případě jsou celkem čtyři a detailně jsou popsány již v kapitole 3.1.1.

Jeden z identifikátorů je také třeba rozdělit na dvě kategorie. Tím identifikátorem je chytrý telefon. Ten je možné použít dvě způsoby. Tím prvním je prokázání se QR kódem, zatímco tím druhým je přiložení přístroje ke čtečce a předání informací pomocí technologie NFC. Do formuláře jsou tyto způsoby zavedeny oba a vyjádřeny jsou v různých sloupcích.

Mohou však nastat i – pro toto zaměření výzkumu – nestandardní situace, které jsou popsány níže.

4.4.2.2 Nerozpoznaný identifikátor

V případě, že je poloha identifikátoru a cestujícího taková, že na identifikátor není vidět, je označen jako nerozpoznaný. Proto je pro jistotu připravena i pátá kategorie, která však nakonec do dat zahrnuta nebyla, mj. pro nízkou četnost.

4.4.2.3 Papírový kupon

Je možné, že cestující přijde k řidiči a ukáže papírový kupon, a to časový nebo prostou jízdenku zakoupenou již před nástupem do autobusu. Tato data jsou do výzkumu také zahrnuta pro informaci, zdali se změnila doba odbavení v kombinaci s doplňkovým nákupem k pásmu nepokrytému kuponem. Jednorázové papírové jízdenky byly vyřazeny.

4.4.3 Doplňková platba

Opět se jedná o nadřazené označení pro několik možných jevů. Jde také o binární hodnoty, které označí alternativy navazující na jednu z předchozích možností a nastávají společně s nimi.

4.4.3.1 Platba hotově

Tato alternativa je vyznačena ve chvíli, kdy chce cestující doplatit cestu, na kterou mu případně nestačí časový kupon, za použití hotovosti. V případě, že tato varianta nastane, je očekáváno velké rozmezí časových prodlev, neboť pasažér může mít již připravenou konkrétní částku, nebo naopak předloží bankovku, kterou řidič musí rozměnit a vrátit na ni, což trvá déle.

4.4.3.2 Platba kartou

Další možnost doplňkové platby, se kterou lze počítat, je platba kartou. Není očekáváno tak velké rozmezí prodlev, ale opět záleží na individuálním přístupu cestujícího v této situaci. Někdo ví, že bude doplácet a zároveň je rozhodnutý pro platbu kartou, proto ji drží v ruce.

Někdo jiný si je také vědom doplatku a chce platit bezhotovostně, ale nemusí mu v tu chvíli dojít, že by měl mít kartu připravenou, protože zrovna uvažuje o něčem jiném. Určitá skupina si nemusí být doplatkem jistá, stejně tak jako způsobem platby, která u některých cestujících může záviset i na výši doplácené částky, neboť u sebe nosí mince, ale jen do určité výše.

4.4.3.3 Bez doplatku

Tato situace nastává v případech, kdy cestující nemusí dopláct žádnou částku pro přiložení identifikátoru. Jednoduchými příklady jsou situace, kdy se pasažér pohybuje v rámci pásme P a B, pro které stačí základní časový kupon pro Prahu, nebo pokud má zaplacenou rozšířenou oblast i pro pásma 1 – 9 (Ize vidět na Obrázku 2).

4.4.3.4 Zdarma

Situace, která může nastat a je také ve formuláři zahrnuta, je ta, při které je cestující identifikován jako osoba starší než 65 let, tedy osoba, která má přepravu v rámci PID zcela zdarma.

Tuto situaci pomocí aplikované metodiky nelze identifikovat a odlišit od té předchozí, proto ve formuláři spadá do stejné kategorie.

4.4.4 Formulář

	A	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1				Čas					Identifikátor							Platba				
2	č	Počátek	ZN	KN	Konec	Celkem	BN	JN	Lít	IK	Ikv	BK	QR	NFC	Ner	Pap	Hot	BK	Bez/Zdar	Odbavovací zařízení
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				

Obrázek 9 Předloha formuláře

(zdroj autor)

Na Obrázku 9 je formulář určený pro zápis dat vytěžených z videozáznamů. Legenda k němu je umístěna níže v Tabulce 1.

Čas	ZN	Začátek načítání identifikátoru
	KN	Konec načítání identifikátoru
	BN	Celková doba bez načítání identifikátoru
	JN	Jen načítání identifikátoru, veličina využitá jen u laboratorních měření
Identifikátor	Lít	Lítačka
	IK	In Karta
	BK	Bankovní karta
	QR	Chytrý telefon s použitím QR kódu
	NFC	Chytrý telefon s použitím technologie NFC
	Ner	Nerozpoznaný identifikátor
	Pap	Papírový kupon
Platba	Hot	Platba v hotovosti
	BK	Platba bankovní kartou
	Bez/Zdar	Bez poplatku nebo občan nad 65 let

Tabulka 1 Legenda k formuláři pro zápis dat

4.5 Rozdíl oproti zpracování porovnávaných dat

Předpokládané rozdíly oproti datům interpretovaným ve zdroji [1] jsou v již tolik zmiňované přesnosti. Ta je však částečně pokryta směrodatnou odchylkou. Data vytěžená pro tuto práci jsou stejně různorodá v ohledu odbavovacích přístrojů na palubě vozidel, neboť videozáznamy byly pořízeny ve vozidlech osazených přístroji Telmax FCS 2000 a Mikroelektronika Synergy OCC. Kromě toho jsou různorodější, co se týče počtu nepapírových identifikátorů, protože nový odbavovací systém MOS jich nabízí díky technologickému pokroku o něco více než systém předchozí, zkoumaný Metodou 2018.

4.6 Porovnávané hodnoty

Kategorie hodnot počítané Metodou 2021 mají v některých ohledech jiné parametry než v případě Metody 2018, proto se nebudou zcela překrývat a nebude tedy možné je porovnat způsobem „každá s každou.“ Autor s tímto počítá, proto v případě srovnání hodnot budou použita jen relevantní data. Tabulky vyobrazující srovnání dat tedy budou méně obsáhlé než tabulky obsahující data vytěžená.

5 Vyhodnocení dat

5.1 Průběh vyhodnocení

Dle předpokladu bylo těžení jednotlivých časových údajů poměrně zdlouhavé. Proces naštěstí urychlil software a několik jeho specifických funkcí. Za použití mnoha klávesových zkratk byl také o trochu zjednodušen a urychlen.

Vše bylo možné zpracovat na stolním počítači pomocí aplikací Avidemux Portable a Microsoft Excel. Nejprve bylo třeba pomocí Avidemux Portable identifikovat přesné místo na časové ose videozáznamu a následně tento údaj přenést do tabulkového procesoru MS Excel.

Drobným zádrhelem při přenosu časových údajů byl fakt, že aplikace Avidemux Portable byla vyvinuta v anglickém prostředí, kde se užívá jiných interpunkčních znamének pro oddělení určitých řádů hodnot. Proto při oddělení jednotek sekund od desetin byla v přenesených hodnotách použita desetinná tečka. Avšak pro česky lokalizovaný MS Excel je třeba pro použití dalších funkcí použít formát „hh:mm:ss,00,“ nikoliv „hh:mm:ss.00.“ Takže bylo nutné aplikovat pomocnou funkci automaticky nahrazující onu desetinnou tečku právě desetinnou čárkou. Původní hodnoty interpretované s desetinnou tečkou byly nakonec skryty pro lepší estetickou úpravu dokumentu (viz Obrázek 9).

Pro získání celkového času odbavení byla užita jednoduchá funkce rozdílu mezi koncem a počátkem odbavení. Ta byla dále zpracována další odečtenou hodnotou (rozdíl konce a počátku načtení identifikátoru) do hodnoty udávající čas odbavení bez prodlevy způsobené komunikací při načítání identifikátoru. Tato hodnota byla dále využita pro vypočtení průměrné doby zdržení způsobeného příchodem cestujícího, jeho odchodem a komunikací s řidičem.

V každém řádku byl označen použitý identifikátor i případný druh platby, pokud byla uskutečněna a nebyl uplatněn postup zdarma či bez doplatku. V posledním sloupci bylo jmenováno zařízení, na kterém bylo odbavení uskutečněno, za účelem budoucího třídění a grafického zpracování.

Autor pracoval s 223 měřeními v terénu. Dále také se 166 měřeními v laboratorních podmínkách, tedy bez zdržení, které mohou nastat v praxi. Ze 389 provedených měření jich bylo 144 provedeno na odbavovacím zařízení Telmax FCS 2000, dále 181 na zařízení Mikroelektronika Synergy OCC a také 64 na revizorských čtečkách.

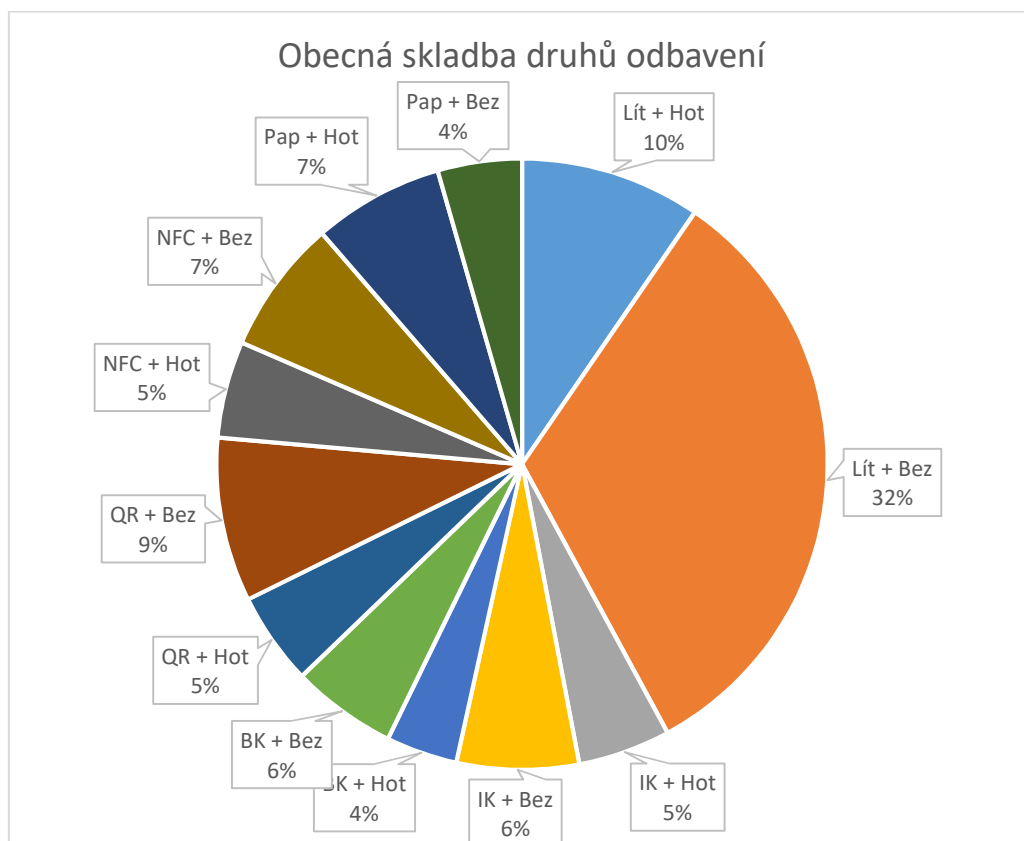
Za zmínku stojí poznatek, že ve vozidlech nebyla uskutečněna platba kartou.

5.2 Vytěžená data a jejich zpracování

Stejně jako u zdroje [1] bylo na jednotlivé skupiny dat rozdělených podle druhů odbavení nahlíženo jako na výběrové soubory. Z tohoto důvodu byly níže vypočteny statistické veličiny, které se jich týkají. Těmito veličinami jsou průměrná hodnota, výběrová směrodatná odchylka a interval spolehlivosti. Po získání těchto kritérií bylo teprve možné rozhodnout, jestli jsou vytěžená data použitelná pro kvalitní závěry. Je nutné brát na vědomí, že z videozáznamů byl získán pouhý vzorek dat, a proto nemohou být data považována za základní soubor.

5.2.1 Složení dat

Graf 1 vyobrazuje rozdělení odbavení dle základních kritérií, tedy užitého identifikátoru s čipem nebo papírového kuponu v kombinaci s formou úhrady.



Graf 1 – Obecná skladba druhů odbavení

Na první pohled lze vidět jasnou převahu jednoho druhu odbavení, jímž je užití BČK Lítačka bez dodatečného placení. Druhým nejčastějším druhem s výrazně menším zastoupením je pak BČK Lítačka v kombinaci s doplacením určité částky v hotovosti. Jako třetí nejčastější druh odbavení je užití QR kódu také bez doplatku.

5.2.2 Průměrná hodnota

Pro další práci s daty je třeba aplikovat vzorce pro tři veličiny. Tou první je průměrná hodnota. Jedná se o aritmetický průměr souboru hodnot. Náleží mu značka \bar{x} a výpočet, jež ho stanoví, vypadá následovně [2]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

Proměnná n vyjadřuje celkový počet dat a proměnné x_1 až po x_n potom jednotlivé hodnoty naměřených dat.

5.2.3 Výběrová směrodatná odchylka

Výběrová směrodatná odchylka je statistická veličina, která udává, jak moc se naměřená data odchylují od průměrné hodnoty. Její značkou je σ její výpočet vypadá následovně [2]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Ve jmenovateli je proměnná n , kterou se opět rozumí celkový počet dat, zatímco \bar{x} značí již výše vypočtenou střední hodnotu a x_i postupně každou z naměřených hodnot v souboru.

5.2.4 Interval spolehlivosti

Pro vyhodnocení kvality vypočtené konstanty zdržení u řidiče byl použit interval spolehlivosti s konfidenční hladinou 95 %. Značí se CI a jeho výpočet vypadá takto [19]:

$$CI = \bar{x} \pm z \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Proměnná \bar{x} je průměrná hodnota, z je na základě zvolené konfidenční hladiny konstanta 1,96, s je výběrová směrodatná odchylka a n značí počet dat.

5.2.5 Konstanta zdržení u řidiče

Pro další postup bylo třeba vypočíst konstantu zdržení u řidiče, jak byla popsána v kapitole 4.1.1 a 4.1.2, aby mohla být data rozšířena o ta, jež byla získána v laboratoři. Bylo tak učiněno za pomoci výpočtu průměrné hodnoty s přihlédnutím k intervalu spolehlivosti, na základě kterého pak bylo rozhodnuto, zda konstantu zdržení použít.

Samozřejmě nebylo možné jen tak sdružit všechna získaná data do jedné univerzální hodnoty a použít ji pro jednotnou úpravu laboratorních hodnot. Bylo třeba rozdělit tato zdržení na základě způsobu doplňkové platby. Vzhledem k tomu, že v terénním průzkumu doplňková platba kartou u řidiče neproběhla, tato kritéria byla tedy jen dvě – platba hotově a postup dále do vozidla bez dalšího placení, po pouhém přiložení BČK či prokázání se papírovým kuponem.

V Tabulce 2 jsou přehledně vypsány průměrné hodnoty a intervaly spolehlivosti korekčních hodnot pro další práci s údaji získanými v laboratoři. Údaje jsou uvedeny v sekundách.

	Průměrná hodnota	Interval spolehlivosti
Platba v hotovosti	7,65	±2,31
Bez doplňkové platby	1,86	±0,19

Tabulka 2 Konstanty zdržení u řidiče

Konstanta pro zdržení při platbě v hotovosti je dle očekávání větší. Dle pozorování vychází zejména z toho, zdali má cestující již připravené peníze pro platbu dodatečného jízdného, na které pokrytí jeho časového kuponu nestačí, nebo teprve při příchodu ke stanovišti řidiče sáhne do kapsy či kabelky pro peněženku. Dále také závisí na skladbě mincí, od níž se odvíjí délka jejich počítání a následně také výběr mincí na vrácení na straně řidiče.

Konstanta u případů bez doplňkové platby je pochopitelně výrazně kratší, neboť odpadá časově náročnější práce s mincemi nebo bankovkami. Na základě pozorování bylo zjištěno, že odchylka je ovlivněna vzdáleností následujícího pasažéra za aktuálně odbavovaným a také jeho horlivosti k odbavení. Byly zachyceny případy, kdy aktuální pasažér ještě ani neodešel, ale ten následující už přikládal svou BČK ke čtečce. Dále také průzkum odhalil, že závisí na ochotě cestujících čekat, než datová komunikace zcela proběhne a zazní zvukový signál, že odbavení proběhlo v pořádku. Pokud si je cestující jistý platností svého kuponu a zároveň si je vědom, že nebude muset nic doplácet, mnoho z nich jen přiloží kartu, aby se prokázali, ale téměř se u toho nezastaví. Toto lze pokládat za pozitivní jev, neboť se tím krátí doba, po kterou vůz stojí v zastávce.

Autor se rozhodl tyto průměrné hodnoty dále použít jako korekční hodnoty přičtené k datům vytěženým při testech uskutečněných v laboratoři.

5.2.6 Rozdělení dle používaných identifikátorů

V následujícím rozdělení hodnot je již aplikována konstanta zdržení u řidiče vypočtená v předchozí kapitole, a to pro všechny hodnoty naměřené v laboratoři. Zároveň je již vyřazena kategorie nerozpoznaného identifikátoru pro nedostatečnou četnost. Vypsána je i výběrová směrodatná odchylka souborů hodnot. Data jsou zároveň rozdělena podle užitého zařízení.

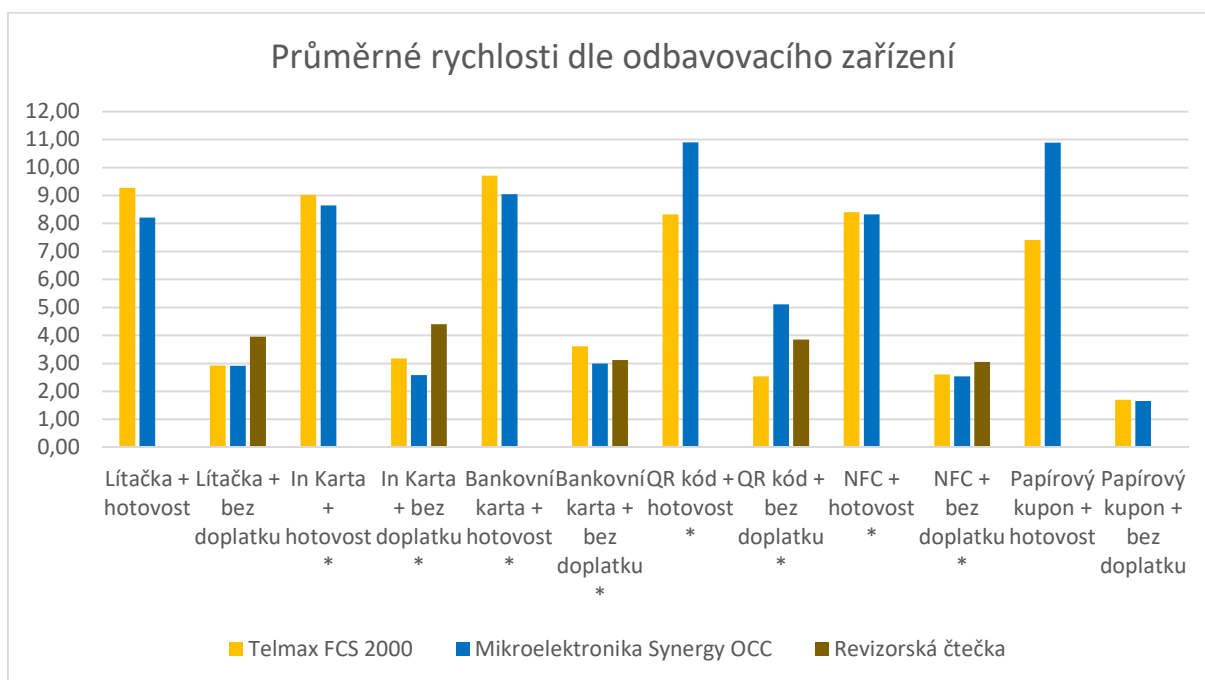
Následující hodnoty jsou uvedeny v sekundách. Buňka vyplněná pomlčkou značí nezaznamenanou kombinaci. Dodatečná platba bankovní kartou byla zcela vyřazena, neboť této možnosti pasažéři v praxi téměř nevyužívají. Tento jev byl zaznamenán i v případě výzkumu provedeného ve zdroji [1]. Některé z identifikátorů nebyly v terénu vůbec či téměř vůbec použity a proto byla zcela nebo z drtivé většiny data k nim příslušící zaznamenána v laboratoři. Tyto kategorie jsou v tabulkách a grafech označeny hvězdičkou.

Forma odbavení	Telmax FCS 2000		Mikroelektronika Synergy OCC		Revizorská čtečka		Celkem	
	Průměrný čas	Výběrová směrodatná odchylka	Průměrný čas	Výběrová směrodatná odchylka	Průměrný čas	Výběrová směrodatná odchylka	Průměrný čas	Výběrová směrodatná odchylka
Lítačka + hotovost	9,27	1,56	8,21	2,30	-	-	8,41	2,17
Lítačka + bez doplatku	2,93	1,31	2,92	3,04	3,96	1,07	3,04	2,13
In Karta + hotovost *	9,02	2,48	8,65	2,39	-	-	8,78	2,42
In Karta + bez doplatku *	3,18	0,32	2,59	0,26	4,40	0,44	2,96	0,30
Bankovní karta + hotovost *	9,71	2,69	9,05	2,42	-	-	9,36	2,55
Bankovní karta + bez doplatku *	3,62	0,51	3,00	0,32	3,12	0,27	3,26	0,39
QR kód + hotovost *	8,33	2,47	10,90	3,17	-	-	9,38	2,76
QR kód + bez doplatku *	2,54	0,35	5,11	1,05	3,85	0,90	3,70	0,75

NFC + hotovost *	8,40	2,93	8,33	2,53	-	-	8,37	2,77
NFC + bez doplatku *	2,61	0,81	2,54	0,41	3,05	1,00	2,71	0,75
Papírový kupon + hotovost	7,41	3,46	10,89	6,07	-	-	8,76	4,47
Papírový kupon + bez doplatku	1,70	0,73	1,66	0,67	-	-	1,68	0,70

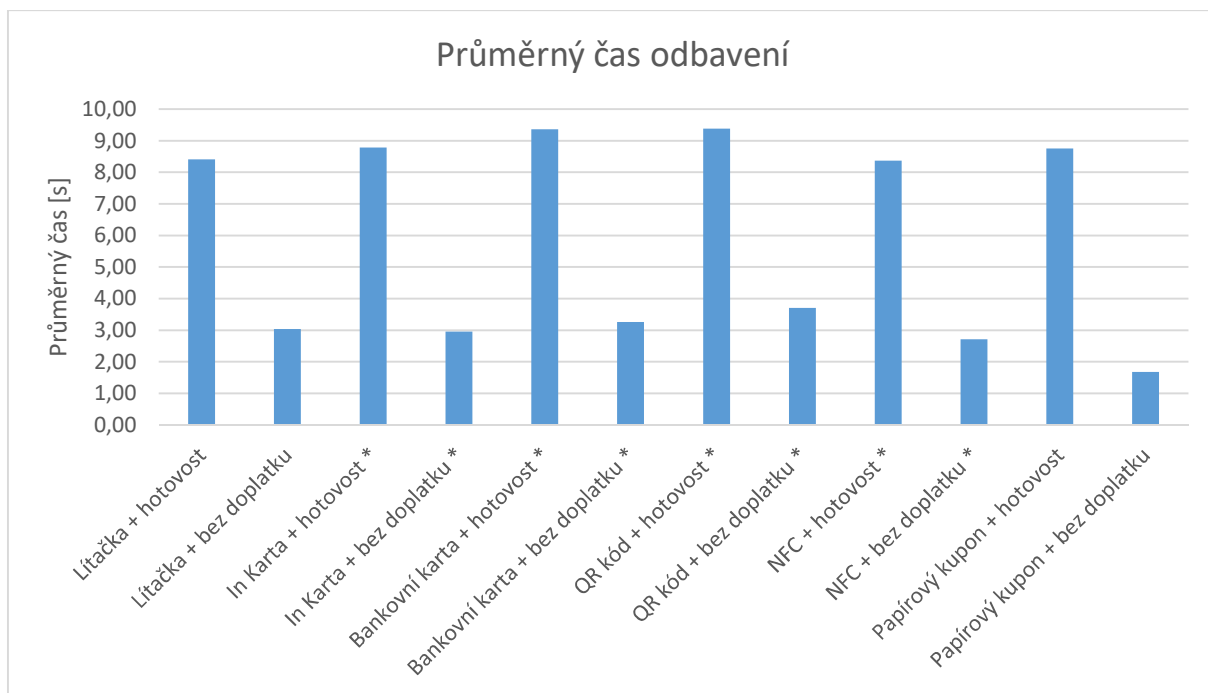
Tabulka 3 Použité kombinace identifikátorů a případné doplňkové platby

V případě sledování dat měřených revizorskou čtečkou zcela chybí kategorie s doplatkem. V praxi totiž ani nedochází, že by byl pasažér zkontrolován revizorskou čtečkou a musel za cestu doplácet. Situace by vypadala tak, že pokud by přepravní kontrola zjistila, že kupon není platný pro oblast, ve které se cestující nachází, rovnou mu udělí pokutu, neboť se pasažér nebyl schopen prokázat platným jízdním dokladem. Dále byla v případě revizorských čteček zcela vypuštěna možnost papírového kuponu, neboť je pro tento výzkum irelevantní.



Graf 2 Srovnání rychlostí odbavení podle odbavovacího zařízení

Chybějící hodnoty v Grafu 2 značí, že případ nenastal.



Graf 3 Průměrný čas odbavení při zahrnutí všech zařízení

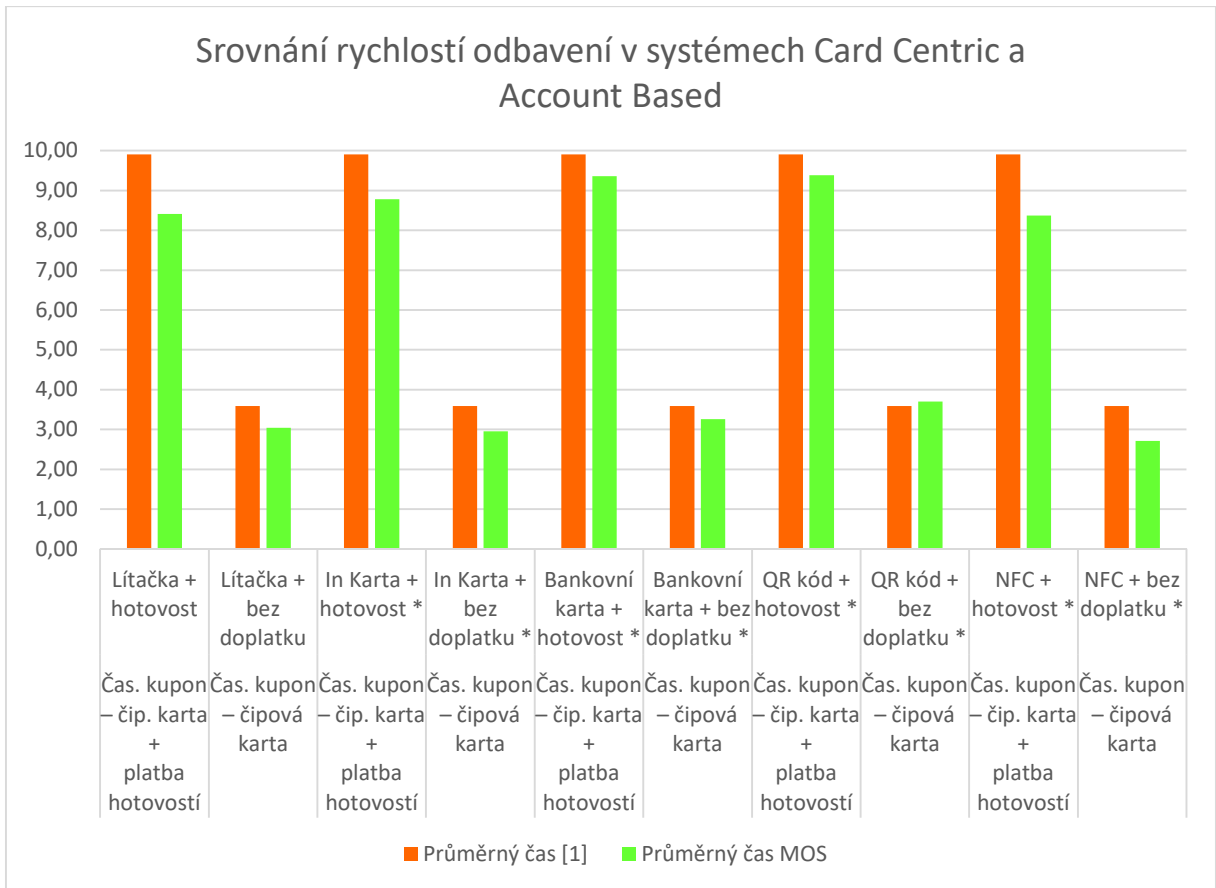
5.3 Porovnání dat

Porovnání dat proběhlo formou srovnání jednotlivých skladeb odbavení s obdobnými kategoriemi zjištěnými ve zdroji [1]. Tyto kategorie jsou dvě: užití BČK a platba v hotovosti, dále užití BČK bez doplňkové platby. Tato data byla porovnána s jednotlivými kombinacemi platby v rámci systému MOS. Srovnána jsou data z obecné skupiny průměrných hodnot (v tabulkách druhý sloupec zprava). Použita budou data z Tabulky 3 (Použité kombinace identifikátorů a případné doplňkové platby) zde a Tabulky 5 (Průměrné časy odbavení) ve zdroji [1]. Údaje jsou uvedeny v sekundách.

Forma odbavení		Průměrný čas [1]	Průměrný čas MOS	Rozdíl	Podíl v %
Čas. kupon – čip. karta + platba hotovostí	Lítačka + hotovost	9,91	8,41	1,50	84,9 %
Čas. kupon – čipová karta	Lítačka + bez doplatku	3,59	3,04	0,55	84,6 %

Čas. kupon – čip. karta + platba hotovostí	In Karta + hotovost *	9,91	8,78	1,13	88,6 %
Čas. kupon – čipová karta	In Karta + bez doplatku *	3,59	2,96	0,63	82,4 %
Čas. kupon – čip. karta + platba hotovostí	Bankovní karta + hotovost *	9,91	9,36	0,55	94,5 %
Čas. kupon – čipová karta	Bankovní karta + bez doplatku *	3,59	3,26	0,33	90,8 %
Čas. kupon – čip. karta + platba hotovostí	QR kód + hotovost *	9,91	9,38	0,53	94,7 %
Čas. kupon – čipová karta	QR kód + bez doplatku *	3,59	3,70	0,11	103,2 %
Čas. kupon – čip. karta + platba hotovostí	NFC + hotovost *	9,91	8,37	1,54	84,5 %
Čas. kupon – čipová karta	NFC + bez doplatku *	3,59	2,71	0,88	75,6 %

Tabulka 4 Srovnání časů v systémech Card Centric a Account Based



Graf 4 Srovnání rychlostí odbavení v systémech Card Centric a Account Based

6 Závěr

6.1 Vyhodnocení porovnání

Dle grafů a tabulky je vidno, že největší posun z hlediska časové úspory nastal implementováním identifikátoru v mobilním telefonu, který suverénně vede v délce odbavení. Úspora celou sekundu při již tak malých časech odbavení je velmi slušný posun správným směrem v kategorii odbavení bez doplatků.

Pro identifikátor v QR kódu velký posun nenastal, protože je při jeho aplikaci třeba správně nastavit displej telefonu proti čtečce. Výsledná prodleva měla být dle očekávání větší, leč data velmi pozitivně ovlivnila čtečka QR kódů na zařízení Telmax FCS 2000, která je nastavena vertikálně čelem dolů a displeje zabírá opravdu rychle (viz Graf 10).

Velmi viditelná je také skutečnost, že doplatky na nepokrytá pásma hrazené hotovostí značně prodlužují dobu odbavení. Částečně tuto prodlevu snižují lidé, kteří již vědí, kolik budou doplácet, a dokonce mají i připravené mince v přesné výši. I přes tyto případy je však prodleva dosti znatelná. V případě doplatku v hotovosti lze za nejpřesnější data považovat ta, jež jsou spojena s Lítačkou, neboť jich bylo pořízeno nejvíce v terénu i celkově. V této kategorii nastala úspora dokonce o více než vteřinu.

K množství dat lze dodat, že při měření v laboratorních podmínkách bylo zaznamenáno výrazně méně vzorků, než tomu bylo v případě měření v terénu. Tato data sloužila primárně pro získání záznamů pro identifikátory nepoužívané v terénu. K těmto vzorkům je třeba ještě doplnit, že mohou být o něco optimističtější oproti datům z terénu. Na palubních počítačích ve vozech totiž probíhají i jiné procesy než jen odbavování.

Dále je také nutné zmínit, že při výzkumu v terénu nebyla zaznamenána při odbavení ani jedna situace, při které byl použit online dotaz. Pro účely srovnání dat je to velká škoda, protože by to byl důležitý faktor z hlediska rychlosti odbavení. Samozřejmostí je, že by právě online dotazy mohly výrazně zhoršit statistiku nového odbavovacího systému. Proto je v praxi tento fakt, že data jsou synchronizována, velkým přínosem. Nutno podotknout, že v takovémto ideálním případě bez používání online dotazů nehraje roli v rychlosti odbavení vytíženost sítě, neboť z procesu vypadne přenos dat mezi palubním počítačem a serverem.

Po užití této metody měření a vyhodnocení dat se patří připomenout, že jejím pravděpodobně největším přínosem je její přesnost, která je přibližně 1/30 sekundy a není závislá na postřehu lidského oka ani rychlosti ruky. Proto lze data naměřená v terénu považovat za hodnotná.

Z hlediska rozmanitosti dat je nevýhodou při sledování cestujících při používání MOS menší rozsah užívaných identifikátorů. Mezi lidmi je znatelně nejpoužívanějším nosičem BČK Lítačka. Proto je o něco složitější získat dostatek dat pro další identifikátory. Byla již zmíněna časová náročnost zpracování videozáznamů. V případě autora vzhledem k jeho prvnímu setkání s tímto postupem trvalo zpracování jedné minuty záznamu 5 – 10 minut. Celkově se tato metodika se ukázala jako vhodná a lze ji spolehlivě aplikovat i na jiný odbavovací systém.

Velkým překvapením byl fakt, že nejlépe ze všech časů odbavení vyšla kombinace papírového kuponu bez doplatku. Tato skutečnost vzniká na základě postoje řidičů a cestujících k této formě kuponů. Mnoho pasažérů v tomto případě totiž jen projde okolo řidiče a na zlomek vteřiny k němu přiblíží svůj kupon. Řidič sice má šanci na kupon vidět, ale všechny důležité informace z nich velmi pravděpodobně přechíst nestihne. Vzniká tedy, v tom nejhorším případě, prostor falzifikaci průkazů či jinou formu podvodu. Kromě toho o takovém kuponu systém vůbec neví a dopravce pak nemá informaci, kolik pasažérů s tímto kuponem bylo odbaveno.

6.2 Porovnání na úrovni systémů

Na úplný závěr lze dodat, že podle vyhodnocených dat v Tabulce 4 lze označit nový odbavovací systém jako mírně rychlejší než ten předešlý. Za úspěch lze také považovat mj. i to, že nový odbavovací systém má množství dalších předností, a přesto není pomalejší. Charakteristikou MOS je minimum dat (pouhé ID) uložených v identifikátoru společně s aktuálními whitelisty na vozidlových palubních počítačích synchronizovaných se servery. Nejedná se sice o velké úspory na úrovni jednotlivých odbavení, avšak posun to stále je, a pokud se tato data propíší do odbavení celé fronty například u příměstského autobusu, lze konstatovat zvýšení plynulosti a pohodlnosti odbavení a cestování VD.

Použité zdroje

- [1] ČACKÝ, L. *Rychlost vybraných druhů odbavení cestujících ve veřejné dopravě*. [online]. Praha, 2018 [cit. 2.3.2020]. Bakalářská práce. ČVUT, Fakulta dopravní. Dostupné z: <https://oi.fd.cvut.cz/prace/F6-BP-2018-Cacky-Lukas-V-Final.pdf>
- [2] ROGALEWICZ, Vladimír. 2007. *Pravděpodobnost a statistika pro inženýry*. Praha: ČVUT. ISBN 978-80-01-03785-0
- [3] GNAP, J. A KOL. 2007. *Aplikácia informačných systémov v cestnej doprave*; Žilina: Žilinská univerzita. ISBN 978-80-8070-791-0
- [4] Magistrát hlavního města Prahy. Projekt opencard vstupuje do nové fáze a spojuje se s městskou hromadnou dopravou. Redakce portálu. In: *praha.eu* [online]. 5.8.2008 [cit. 2.3.2020]. Dostupné z: https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/archiv_tiskovych_zprav/projekt_opencard_vstupuje_do_nove_faze_a.html
- [5] Dopravní podnik hlavního města Prahy, a.s. Profil společnosti. In: *dpp.cz* [online]. [cit. 3.3.2020]. Dostupné z: <https://www.dpp.cz/spolecnost/o-spolecnosti/profil-spolecnosti>
- [6] Piráti. Opencard. In: *redmine.pirati.cz* [online]. [cit. 3.3.2020]. Dostupné z: <https://redmine.pirati.cz/attachments/download/18/OpenCard.pdf>
- [7] Česká asociace organizátorů veřejné dopravy, z. s. Multikanálový odbavovací systém. Představení projektu. In: *caovd.cz* [online]. Duben 2017 [cit. 27.4.2020]. Dostupné z: http://caovd.cz/wp-content/uploads/2017/10/MOS_CAOVD_27.pdf
- [8] Top Expo CZ. Multikanálový odbavovací systém. Představení projektu. In: *top-expo.cz* [online]. [cit. 27.4.2020]. Dostupné z: http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2018/integrovana-doprava-2018/prezentace/beranek_michal_multikanalovy-odbavovaci-system---ict-operator.pdf
- [9] Magistrát hlavního města Prahy. Nový odbavovací systém změní pražskou hromadnou dopravu. MHMP. In: *praha.eu* [online]. 20.12.2016 [cit. 28.4.2020]. Dostupné z: https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/novy_odbavovaci_system_zmeni_prazskou.html

- [10] Operátor ICT, a.s. Základní info. In: *operatorict.cz* [online]. [cit. 22.5.2020]. Dostupné z: <https://operatorict.cz/zakladni-info/>
- [11] Dopravní podnik hlavního města Prahy, a.s. Obchodní podmínky. In: *eshop.dpp.cz* [online]. Praha: 1.1.2020 [cit. 7.7.2020]. Dostupné z: <https://eshop.dpp.cz/Home/ObchodniPodminky>
- [12] Operátor ICT, a.s. Průvodce regionálním dopravním systémem PID Lítačka. In: *pidlitacka.cz* [online]. [cit. 7.7.2020]. Dostupné z: https://www.pidlitacka.cz/assets/Guide_cz.pdf
- [13] Avizer Z, s.r.o. In Karta je poprvé zdarma, v mobilu nahradí lidem i průkaz totožnosti pro cesty vlakem. SŮRA, Jan. In: *zdopravy.cz* [online]. 16.1.2018 [cit. 8.7.2020]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/in-karta-je-poprve-zdarma-v-mobilu-nahradi-lidem-i-prukaz-totoznosti-pro-cesty-vlakem-6702/>
- [14] Operátor ICT, a.s. In Karta v metru, tramvaji i autobusu...nyní už žádný problém. In: *pidlitacka.cz* [online]. 27.8.2018 [cit. 8.7.2020]. Dostupné z: <https://www.pidlitacka.cz/article/4>
- [15] ČD - Informační systémy a.s. In Karta si s Lítačkou rozumí! In: *cdis.cz* [online]. [cit. 8.7.2020]. Dostupné z: <https://www.cdis.cz/in-karta-si-s-litackou-rozumi-776/>
- [16] CzechCrunch s.r.o. Lítačka už naplno funguje i v mobilu. Do aplikace nahrajete dlouhodobé kupóny a můžete cestovat bez fyzické karty. HOLZMAN, Ondřej. In: *czechcrunch.cz* [online]. 2.12.2019 [cit. 15.7.2020]. Dostupné z: <https://www.czechcrunch.cz/2019/12/litacka-uz-naplno-funguje-i-v-mobilu-do-aplikace-nahrajete-dlouhodobu-kupony-a-muzete-cestovat-bez-fyzicke-karty/>
- [17] Internet Info, s.r.o. V pražské MHD si už vystačíte jen s mobilem. VÁCLAVÍK, Lukáš. In: *cnews.cz* [online]. 12.2.2020 [cit. 15.7.2020]. Dostupné z: <https://www.cnews.cz/pidlitacka-mobil-kupon-nosic-identifikator>
- [18] Operátor ICT, a.s. Často kladené dotazy. In: *pidlitacka.cz* [online]. [cit. 15. 7. 2020]. Dostupné z: <https://app.pidlitacka.cz/faq>
- [19] Wikimedia Foundation, Inc. Confidence interval. In: *en.wikipedia.org* [online]. [cit. 30.11.2021]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Confidence_interval
- [20] Sdružení pro dopravní telematiku, z. s. Aktuální trendy v odbavovacích a informačních systémech ve veřejné (hromadné) dopravě. SLIACKY, Milan. In: *telematika.cz*.

- 23.11.2016 [cit. 10.3.2021] Dostupné z:
http://www.telematika.cz/download/doc/02_Sliacky-CVUT_FD-VDO16.pdf
- [21] MAFRA, a. s. Praha se o pět let vrací v čase. Na MHD stačí oprášit starou legitku. VÁCHAL, Adam. In: idnes.cz [online]. 10.2.2015 [cit. 20.1.2021]. Dostupné z:
https://www.idnes.cz/praha/zpravy/papirove-kupony-na-mhd-praha.A150209_2138164_praha-zpravy_mav
- [22] Piráti. Papírové kupóny jsou důležitý doplněk Opencard. MICHÁLEK, Jakub. In: praha.pirati.cz [online]. 31.1.2015 [cit. 20.1.2021]. Dostupné z:
<https://praha.pirati.cz/papirove-kupony.html>
- [23] Fincentrum & Swiss Life Select a.s. Opencard dnes nabízí nejméně služeb ve své historii. In: investujeme.cz [online]. 10.8.2015 [cit. 21.1.2021]. Dostupné z:
<https://www.investujeme.cz/tiskove-zpravy/opencard-dnes-nabizi-nejmene-sluzeb-ve-sve-historii/>
- [24] Oživení, z.s. Zpráva o průběhu a výsledcích provedeného forenzního auditu dosavadní realizace projektu Opencard. In: oziveni.cz [online]. Praha: 20.11.2009 [cit. 21.1.2021]. Dostupné z:
https://www.oziveni.cz/wp-content/uploads/2010/08/684328_2374_Zprava_o_provedeni_foreznihho_auditu_Open_Card_2010_2009.pdf
- [25] Operátor ICT, a.s. Multikanálový odbavovací systém. In: operatorict.cz [online]. [cit. 10.3.2021]. Dostupné z: <https://operatorict.cz/multikanalovy-odbavovaci-system/>
- [26] Operátor ICT, a.s. E-shop PIDlítačka. In: pidlitacka.cz [online]. [cit. 10.3.2021]. Dostupné z: <https://www.pidlitacka.cz/buy/configurator>
- [27] Operátor ICT, a.s. Jak to funguje? In pidlitacka.cz [online]. [cit. 18.5.2021]. Dostupné z: <https://www.pidlitacka.cz/content/howto>
- [28] Nadace VIA. Textová podoba smlouvy. In: hlidacstatu.cz [online]. [cit. 18.5.2021]. Dostupné z:
<https://www.hlidacstatu.cz/TextSmlouvy/4350460?hash=4f777b75500f53afe5bdd39fb458ed1fcbffced49a24dbdd69832c2cc8deff8>
- [29] Dopravní podnik hlavního města Prahy, a.s. Výše přírážky. In: dpp.cz [online]. [cit. 20.10.2021]. Dostupné z: <https://www.dpp.cz/jizdne/pokuty-revizori/vyse-prirazky>

- [30] Statutární město Plzeň. Na jednu dopravní kartu v Plzni a brzo i po Plzeňsku. ŽÁKOVÁ, Radka. In: plzenskonakole.cz [online]. 14.11.2017 [cit. 18.5.2019]. Dostupné z: <http://www.plzenskonakole.cz/cz/na-jednu-kartu-v-plzni-a-brzo-i-po-plzensku-1431.htm>
- [31] Dopravní podnik hlavního města Prahy, a.s. Mobilní signál v metru. In: dpp.cz [online]. [cit. 20.10.2021]. Dostupné z: <https://www.dpp.cz/cestovani/mobilni-signal-v-metru>

Seznam obrázků

Obrázek 1	Architektura multikanálového odbavovacího systému.....	strana 16
Obrázek 2	E-shop Lítačka	strana 19
Obrázek 3	Časový kupon v aplikaci PIDlítačka	strana 21
Obrázek 4	Nosiče ve formě bezkontaktních čipových karet	strana 29
Obrázek 5	Schéma synchronizace.....	strana 36
Obrázek 6	Schéma obsahů původní dopravní karty a bankovní karty	strana 37
Obrázek 7	Schéma příměstského autobusu	strana 41
Obrázek 8	Rozhraní aplikace Avidemux Portable	strana 44
Obrázek 9	Předloha formuláře	strana 47

Seznam tabulek

Tabulka 1	Legenda k formuláři pro zápis dat.....	strana 48
Tabulka 2	Konstanty zdržení u řidiče	strana 53
Tabulka 3	Použité kombinace identifikátorů a případné doplňkové platby.....	strana 54
Tabulka 4	Srovnání časů v systémech Card Centric a Account Based	strana 56

Seznam grafů

Graf 1	Obecná skladba druhů odbavení	strana 51
Graf 2	Srovnání rychlostí odbavení podle odbavovacího zařízení	strana 55
Graf 3	Průměrný čas odbavení při zahrnutí všech zařízení	strana 56
Graf 4	Srovnání rychlostí odbavení v systémech Card Centric a Account Based	strana 58