



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav dopravní telematiky

**Optimalizace systému odbavení cestujících
v Pražské integrované dopravě**

**Optimization of fare-collection system
in Prague Integrated Public Transport**

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Inženýrská informatika v dopravě a spojích

Vedoucí práce: Ing. Jan Šimůnek

Bc. Aleš Bitter

Praha 2014



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
děkan**

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K620 Ústav dopravní telematiky

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Aleš Bitter

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – ID – Inženýrská informatika v dopravě a spojích

Název tématu (česky): **Optimalizace systému odbavení cestujících
v Pražské integrované dopravě**

Název tématu (anglicky): Optimization of fare-collection system in Prague
Integrated Public Transport

Zásady pro vypracování

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

- popis současného stavu odbavování cestujících
- příklady odbavení ze zahraničí
- analýza odbavování cestujících v PID
- návrh optimalizace odbavení v PID
- využití moderních technologií pro odbavení v PID

- Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Langr, M. - Hrubeš, P.: Studie technologií v oblasti odbavení cestujících; [Výzkumná zpráva]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav řídicí techniky a telematiky, 2010. 59 s.
- Technické specifikace dodavatelů dopravních zařízení
Předpisy organizátora PID

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Šimůnek
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **5. července 2013**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **5. května 2014**
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

L. S.

.....
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky

.....
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....
Bc. Aleš Bitter
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....5. července 2013

Prohlášení

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

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

V Praze dne 5. května 2014

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této diplomové práce. Zvláště pak děkuji vedoucímu práce Ing. Janu Šimůnkovi za odborné vedení diplomové práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia.

V neposlední řadě děkuji svým rodičům za morální a materiální podporu během celého studia.

BITTER, Aleš. *Optimalizace systému odbavení cestujících v Pražské integrované dopravě*. Praha, 2014. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav dopravní telematiky. Vedoucí práce Jan Šimůnek.

Abstrakt

Diplomová práce popisuje stávající stav odbavení cestujících ve veřejné dopravě v České republice, zejména v Pražské integrované dopravě, a proces standardizace. Dále se věnuje využití moderních technologií pro systémy odbavení cestujících, např. bezkontaktních bankovních karet. Jako příklad moderního systému je popsán nový systém odbavení cestujících v Londýně. Druhá část práce se zabývá návrhem optimalizace systému odbavení cestujících v Pražské integrované dopravě. V rámci přípravy tohoto návrhu byl proveden průzkum jízdních dokladů a způsobu odbavení. Navrhovaný systém je založen zejména na bankovních i nebankovních bezkontaktních čipových kartách. Práce obsahuje popis architektury systému, fáze implementace, varianty možných způsobů odbavení a přínosy a rizika navrhovaného systému.

Klíčová slova

systém odbavení cestujících, bezkontaktní čipová karta, bezkontaktní bankovní karta, elektronický jízdní doklad, odbavení, jízdenka, veřejná doprava

Abstract

This master thesis describes the current situation of public transport ticketing in the Czech Republic, especially in the Prague Integrated Public Transport, and the process of standardization. It also discusses the use of modern technology for the fare-collection systems, e.g. contactless payment cards. As an example of a modern system a new fare-collection system in London is described. The second part of the thesis deals with the concept of optimization of the fare-collection system in Prague Integrated Public Transport. Within the preparation of this concept a survey of ticketing and ticket types was carried out. The proposed concept is based especially on contactless smart cards (payment cards and transport cards). The thesis contains a description of the system architecture, implementation phases, possible ways of ticketing and risks and benefits of the proposed system.

Keywords

fare-collection system, contactless smart card, contactless payment card, electronic ticket, ticketing, fare, public transport

OBSAH

POUŽITÉ ZKRATKY	8
1 ÚVOD.....	9
2 SOUČASNÝ STAV	11
2.1 Odbavení cestujících v ČR.....	11
2.1.1 Typy tarifů	11
2.1.2 Druhy jízdních dokladů.....	12
2.1.2.1 Papírové jízdní doklady	14
2.1.2.2 Elektronické jízdní doklady	16
2.1.3 Způsob platby	18
2.1.4 Způsoby odbavení a kontroly jízdních dokladů.....	18
2.1.4.1 Otevřený systém	19
2.1.4.2 Uzavřený systém.....	20
2.1.5 Snaha o standardizaci elektronického odbavení.....	21
2.1.5.1 Standardizační orgán	22
2.1.5.2 Obsah standardizace	22
2.1.5.3 Aktuální stav procesu standardizace	23
2.2 Současná situace v PID.....	23
2.2.1 Tarif.....	24
2.2.2 Způsob odbavení	25
2.2.3 Typy jízdních dokladů.....	25
3 MODERNÍ SYSTÉMY ODBAVENÍ	26
3.1 Princip ukládání dat	26
3.1.1 Čip jako nosič dat.....	26
3.1.2 Čip jako identifikátor	27
3.2 Využití dat z provozu.....	29
3.3 Využití bankovních BČK.....	30
3.3.1 Možnosti využití.....	31
3.3.1.1 Karta jako pouze platební prostředek	31
3.3.1.2 Karta jako nosič dat.....	31
3.3.1.3 Karta jako identifikátor	32
3.3.2 Popis londýnského systému	33
3.3.2.1 Oyster Card.....	33
3.3.2.2 Papírové jízdenky.....	35
3.3.2.3 Systém Contactless.....	35

4	PRŮZKUMY ODBAVENÍ V PID.....	39
4.1	Průzkum jízdnicích dokladů a odbavení.....	39
4.1.1	Základní informace o průzkumu	40
4.1.2	Metodika sběru a zpracování dat	40
4.1.2.1	Přípravná fáze.....	41
4.1.2.2	Sběr dat	42
4.1.2.3	Zpracování dat	43
4.1.3	Vyhodnocení průzkumu.....	44
4.1.4	Závěry průzkumu	48
4.2	Anketa o jízdnicích dokladech	49
5	NÁVRH OPTIMALIZACE SYSTÉMU ODBAVENÍ CESTUJÍCÍCH V PID	52
5.1	Požadavky na systém odbavení.....	52
5.2	Navrhované druhy jízdnicích dokladů.....	53
5.2.1	Bezkontaktní čip.....	54
5.2.2	Papírová jízdenka	55
5.2.3	SMS jízdenka	55
5.3	Fáze implementace.....	55
5.4	Architektura systému BČK	56
5.5	Navrhované způsoby odbavení.....	58
5.5.1	Odbavení na příměstských linkách.....	58
5.5.2	Odbavení na městských linkách.....	61
5.5.3	Odbavení ve vlacích.....	62
5.5.4	Výběr nejvhodnější kombinace variant	63
5.5.5	Řešení vícenásobného a zlevněného jízdnicího	63
5.6	Přínosy a rizika navrženého systému.....	64
5.7	Proveditelnost návrhu	65
5.8	Jednotný SW pro odbavovací zařízení.....	66
6	ZÁVĚR	68
	SEZNAM LITERATURY	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK	75
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

POUŽITÉ ZKRATKY

BČK = Bezkontaktní čipová karta

ČAOVD = Česká asociace organizátorů veřejné dopravy

ČR = Česká republika

FD ČVUT = Fakulta dopravní ČVUT

ISIC = International Student Identity Card (Mezinárodní studentská identifikační karta)

JJD = jednorázový jízdní doklad

NDS = Národní dopravní standard

NFC = Near Field Communication (bezkontaktní čip v mobilních telefonech)

OC = Opencard

OIS = odbavovací a informační systém

PAYG = Pay As You Go (princip odbavení v Londýně)

PC = personal computer (osobní počítač)

PID = Pražská integrovaná doprava

PIN = personal identification number (osobní identifikační kód)

QR (kód) = Quick Response (optický 2D kód)

ROPID = Regionální organizátor Pražské integrované dopravy

SAM = Secure Access Module

SDT = Sdružení pro dopravní telematiku

SID = Středočeská integrovaná doprava

SMS = Short Message Service (krátká textová zpráva)

SW = software

TETRA = Terrestrial Trunked Radio (neveřejná digitální radiová síť)

TfL = Transport for London (organizátor veřejné dopravy v Londýně)

Wi-Fi = Wireless Fidelity (bezdrátová počítačová síť podle standardů IEEE 802.11)

ZTP = zvlášť těžce postižený (označení průkazu opravňujícího k přepravě zdarma)

1 ÚVOD

Doprava je součástí každodenního života každého z nás. Potřeba přemístit něco nebo někoho provází lidstvo po celou dobu své existence a stále vznikají nové a nové potřeby a požadavky, které musí doprava splňovat. Základním cílem dopravních odborníků na celém světě je učinit dopravu efektivnější, bezpečnější, rychlejší, dostupnější a příjemnější.

Tyto cíle je nutné naplňovat i ve veřejné dopravě, jedině tak může konkurovat dopravě individuální. Vzhledem k tomu, že veřejná doprava není zpravidla poskytována zdarma, je její nutnou součástí i proces odbavení cestujících. Každý dopravní systém si na základě svých potřeb a možností vytváří vlastní specifický tarifní systém a systém odbavení cestujících. Oba tyto systémy by měly být co nejjednodušší a nejprehlednější, aby neodrazovaly cestující od využití veřejné dopravy.

Moderní technologie pronikají do všech odvětví včetně dopravy, kde ovlivňují mimo jiné i systém odbavení cestujících. Od klasických papírových jízdních dokladů se postupně přešlo na papírové jízdenky se strojově čitelnými údaji (magnetický proužek, čárový kód, QR kód apod.) až po plně elektronické jízdenky s využitím bezkontaktních čipových karet (BČK), SMS atd. Jako jeden ze současných trendů se jeví využití bezkontaktních platebních karet, které dnes při bezhotovostních platbách v obchodech postupně vytlačují klasické kontaktní platební karty.

V této diplomové práci se zabývám popisem současného stavu odbavení cestujících v České republice a dále moderními směry tohoto oboru s příklady využití v zahraničí.

Cílem diplomové práce je nalezení možností optimalizace systému odbavení cestujících v Pražské integrované dopravě (PID) s využitím moderních technologií. Jako podklady pro definování požadavků na systém a následný návrh optimalizace je nutné popsat stávající stav systému odbavení (z hlediska typu tarifu, druhu nosiče jízdního dokladu a způsobu odbavení) a dále zjistit podíl zastoupení jednotlivých jízdních dokladů v provozu PID. Z tohoto důvodu jsem organizoval dopravní průzkum typů používaných jízdních dokladů a způsobu odbavení na příměstských linkách PID. Výsledný návrh optimalizace systému musí být přizpůsoben danému tarifu, musí být efektivní, spolehlivý, jednoduchý a jízdní doklady musí být dostupné pro všechny cestující. Systém by měl být interoperabilní, aby cestující mohli v PID využívat i datové nosiče vydané v jiných dopravních systémech. Návrh by měl dále řešit, zda bude možné využití i některých stávajících druhů jízdních dokladů. Jedním z cílů

optimalizace je také omezení hojně využívaných plateb za jízdné v hotovosti, zejména na příměstských linkách PID při nákupu jízdních dokladů u řidiče, kde tento způsob odbavení velmi zpomaluje nástup do vozu.

2 SOUČASNÝ STAV

Tato kapitola se věnuje popisu současného stavu systémů odbavení cestujících zejména v České republice. V kapitole jsou vysvětleny základní principy jednotlivých typů tarifů, druhy jízdních dokladů a způsoby odbavení. Dále jsou zde uvedeny informace o procesu standardizace jednotného elektronického systému odbavení cestujících v ČR. Kapitola navazuje na některé části mé předchozí bakalářské práce a uvádí aktualizované údaje o současném stavu s podrobnějším zaměřením na typy jízdních dokladů a způsoby odbavení.

Ve druhé části kapitoly je podrobněji popsán současný stav systému odbavení cestujících v PID, na jehož optimalizaci se zaměřuje tato diplomová práce.

Příklady některých moderních systémů ze zahraničí jsou pak uvedeny v kapitole 3, včetně podrobného popisu nového systému odbavení v Londýně.

2.1 Odbavení cestujících v ČR

Systémy odbavení cestujících v České republice lze obecně popsat jako konzervativní. Modernizace systémů se provádějí relativně pomalu a nedochází k zavádění nejmodernějších technologií, ale spíše již hojně využívaných a vyzkoušených prostředků. Stále ve velké míře se využívají papírové jízdní doklady a jako způsob placení hotovost. Naopak využití bankovních (dnes již zejména bezkontaktních) platebních karet je stále minimální.

2.1.1 Typy tarifů

Základním podkladem pro výpočet ceny jízdného v určitém dopravním systému je příslušný tarif. Tarif určuje kritérium, podle kterého je jízdné účtováno. Nejrozšířenějšími typy tarifů ve veřejné dopravě jsou:

- kilometrický
 - výše jízdného se určuje podle počtu ujetých kilometrů
 - tarif není přestupní, neumožňuje volbu z více variant tras
 - vhodný pro dálkovou dopravu

- časový
 - výše jízdného se určuje podle času stráveném na cestě
 - přestupní tarif
 - vhodný zejména pro městskou dopravu na menším území
- zónový / pásmový
 - výše jízdného se určuje podle počtu projetých oblastí (zón / pásem)
 - přestupní tarif
 - vhodný pro větší integrované dopravní systémy
- zónově-relační
 - výše jízdného je určena relací výchozí a cílové zóny podle relační matice (obsahuje všechny kombinace výchozích a cílových zón)
 - přestupní tarif
 - vhodný pro středně velké integrované dopravní systémy
 - oproti zónovému lépe vystihuje nerovnoměrnost dopravní sítě
 - oproti zónovému je složitější, má více sazeb

Některé dopravní systémy mohou ve svých tarifech kombinovat více výše uvedených principů (např. čas a počet zón). Tabulka 1 uvádí použité tarify v některých dopravních systémech v ČR.

2.1.2 Druhy jízdních dokladů

Ve veřejné dopravě se dvěma základními typy jízdních dokladů, a to papírovými a elektronickými. Konkrétní použití jednotlivých typů jízdních dokladů v některých dopravních systémech v České republice je pak uvedeno v tabulce 1.

**Tabulka 1: Tarify a typy jízdních dokladů v některých dopravních systémech v ČR [1]
(aktualizováno podle informací z webů jednotlivých dopravních systémů)**

Název dopravního systému	Tarif	Typy jízdních dokladů
Integrovaný dopravní systém Karlovarského kraje (IDOK)	zónový (pouze předplatné jízdné), JJD neintegrovány	papír (JJD), BČK (předplatní)
Integrovaná doprava Plzeňska (IDP)	zónový (pouze předplatné jízdné), JJD integrovány pouze v Plzni	papír (JJD), BČK (předplatní, el. peněženka), SMS (JJD)
Doprava Ústeckého kraje	zónově-relační (dokončení integrace celého kraje cca v roce 2015)	papír (JJD, týdenní předplatní), BČK (předplatní, el. peněženka)
Středočeská integrovaná doprava (SID)	zónový	papír (JJD), BČK (předplatní, el. peněženka)
Pražská integrovaná doprava (PID)	pásmový s omezenou časovou platností	papír (JJD, předplatní), BČK (předplatní), SMS (JJD)
Integrovaný dopravní systém Libereckého kraje (IDOL)	zónově-relační	papír (JJD), BČK (JJD, předplatní, el. peněženka)
Integrovaná regionální doprava Královéhradeckého kraje (IREDO)	zónově-relační	papír (nepřestupní), BČK (JJD, předplatní)
Integrovaný dopravní systém Olomouckého kraje (IDSOK)	zónový s omezenou časovou platností	-nezjištěno-
Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje (IDS JMK)	zónový s omezenou časovou platností	papír (JJD, předplatní)
Integrovaný dopravní systém Moravskoslezského kraje (ODIS)	zónový, více tarifních oblastí s různou cenou za zónu	papír (JJD, předplatní), BČK (JJD, předplatní, el. peněženka), SMS (JJD)
Zlínská integrovaná doprava (ZID)	zónově-relační	papír (JJD, předplatní)
České dráhy (ČD)	kilometrický, tarif příslušného IDS	papír, BČK (traťové, el. peněženka), jízdní doklady příslušného IDS

2.1.2.1 Papírové jízdní doklady

Papírový jízdní doklad je v současné době stále ještě nejvyužívanějším druhem jízdního dokladu v ČR. Jednotlivé dopravní systémy mají snahu převést větší či menší část sortimentu jízdenek do elektronické formy, a tak postupně dochází k omezování papírových jízdenek. Avšak z důvodu zachování dostupnosti veřejné dopravy pro všechny cestující nemohou být zatím zrušeny papírové jízdenky úplně a minimálně jako okrajový sortiment budou existovat ještě několik dalších let.

Papírové jízdní doklady lze rozdělit z hlediska odbavení do následujících kategorií:

- klasický papírový jízdní doklad,
- strojově čitelný papírový jízdní doklad
 - optický (čárový kód, 2D kód apod.)
 - magnetický (magnetický proužek)

Klasické papírové jízdní doklady, jako nejdéle používané ve veřejné dopravě, obsahují údaje čitelné pouze pro člověka. Tato skutečnost znemožňuje jejich další automatické zpracování (např. kontrolu platnosti lze provádět jen osobně vizuální kontrolou údajů). Z praktických důvodů zřejmě nelze uvažovat o zavedení automatického zpracování pomocí systému rozpoznávání textu, neboť v reálném provozu lze očekávat vysokou chybovost a dlouhou dobu odbavení (neostrý obraz pro sejmutí jízdenky, špatné světelné podmínky, špatná čitelnost údajů natištěných označovačem apod.).

Pokud bychom tedy chtěli provádět automatické odbavení, je nutné jízdenky doplnit o strojově čitelné údaje. Strojově čitelné papírové jízdní doklady jsou jakýmsi mezikrokem mezi klasickými papírovými a plně elektronickými jízdenkami. Datovým nosičem zůstává papír, který obsahuje kromě strojově čitelných údajů i údaje čitelné pro člověka. Odbavení tedy může probíhat jak elektronicky, tak i manuálně.

Z optických řešení lze využít například dnes oblíbený dvojrozměrný (2D) kód, např. typu QR, který dokáže nést daleko více dat než dnes již v podstatě zastaralý jednorozměrný čárový kód. Výhodou 2D kódu je jednoduché používání. Na jízdenku se pouze natiskne ve formě černobílého obrázku spolu s ostatními údaji. Čtení je možné například běžným mobilním telefonem s fotoaparátem a příslušným softwarem, což je výhodné zejména pro revizory, neboť nemusí být vybaveni speciálními kontrolními zařízeními. Nevýhodami jsou, stejně jako u každého jiného systému založeném na snímání obrazu, vysoké nároky na ostrost obrazu a dobré světelné podmínky

(u přenosného čtecího zařízení lze jednoduše zaostřit pohybováním tímto zařízením a sledováním obrazu na displeji, což v případě stacionárního zařízení nelze a cestující tak musí pohybem jízdenky najít její správnou pozici před čtecím zařízením). Obdobu QR kódu, tzv. Aztécký kód, se používá na jízdních dokladech v železniční dopravě, v České republice například u dopravce České dráhy, a.s. (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Aztécký kód na jízdenkách dopravce České dráhy, a.s. [2]

Jízdní doklady s magnetickým proužkem by bylo vhodnější zařadit do skupiny elektronických jízdních dokladů, ale vzhledem k tomu, že magnetickými proužky se v dopravě vybavují většinou (i jednorázové) papírové jízdenky, zařadil jsem je záměrně do této skupiny. Jízdenky s magnetickým proužkem vyžadují pro odbavení speciální čtecí zařízení. Jejich nevýhodou jsou vyšší náklady na výrobu jízdenky, zejména pokud se jedná o JJD, dále náchylnost k poškození uložených dat například magnetem v blízkosti jízdenky a slabá bezpečnostní ochrana. Podle dostupných zdrojů se tento druh jízdenek v ČR nepoužívá a v době bezkontaktních čipů se již nepředpokládá jejich zavedení.

Obecnou výhodou papírových jízdních dokladů je jejich jednoduché zavádění, vysoká dostupnost pro cestující a možnost manuální kontroly platnosti. Nevýhodami jsou vysoké náklady na výrobu jízdenek (papír, tisk, ochranné prvky), vysoká spotřeba papíru s nemožností vícenásobného použití a velmi omezené možnosti automatického zpracování údajů na jízdence.

2.1.2.2 Elektronické jízdní doklady

Elektronické jízdní doklady zpravidla obsahují data pouze v elektronické podobě (pomineme-li speciální řešení s čipovou kartou, kde během transakce dochází kromě přenosu dat i k natisknutí viditelných údajů na povrch karty). Pro přečtení, zpracování a zobrazení dat je nutné použít příslušné elektronické zařízení. Velkou výhodou je možnost automatického zpracování dat na jízdence při odbavení, což vede k rychlejší a důslednější kontrole platnosti, dále několikanásobné využití datového nosiče a zpravidla bezhotovostní platby jízdného. Nevýhodou je vyšší technická složitost celého systému odbavení a nemožnost manuální kontroly bez příslušného čtecího zařízení.

V České republice můžeme narazit na následující typy elektronických jízdních dokladů:

- bezkontaktní čipová karta
- SMS jízdenka

Jízdenku ve formě SMS nabízí dopravní systémy v několika českých městech, zejména pro JJD. Systém pracuje na principu tzv. Premium SMS, kdy cestující odešle SMS se žádostí o jízdenku, ta mu následně dorazí v příchozí SMS, jízdné je zapláceno mobilním operátorem a poté naúčtováno majiteli telefonu spolu s ostatními mobilními službami. Výhodou systému SMS jízdenek je uživatelská jednoduchost a dostupnost - téměř každý cestující dnes vlastní mobilní telefon a možnost nákupu SMS jízdenky v podstatě nahradí absenci jízdenkového automatu na zastávce. Nevýhodou však je skutečnost, že systém SMS jízdenek zpravidla není v režii objednatele nebo organizátora dopravy, ale je poskytován třetí osobou. Z tohoto důvodu je provoz systému většinou nákladný, navíc i cestující musí platit kromě samotného jízdného i cenu za odeslanou SMS. SMS jízdenku nemohou využít zahraniční návštěvníci a uživatelé, kteří nemají u svého mobilního operátora aktivovanou službu Premium SMS. Systém je tedy vhodný spíše jako doplňkový sortiment, pokud cestující v daném okamžiku nemá jinou možnost nákupu jízdenky, a rozhodně s ním nelze počítat při elektronizaci jízdních dokladů jako s hlavní preferovanou formou jízdních dokladů.

Bezkontaktní čipové karty jsou nejen v ČR, ale i ve světě nejrozšířenějším datovým nosičem elektronických jízdenek. Princip spočívá v bezdrátové komunikaci mezi BČK a čtečkou při přiblížení karty do magnetického pole čtečky. Toto magnetické pole se indukuje v BČK a napájí čip během transakce. Vnitřní uspořádání BČK s čipem

a anténou je vidět na obrázku 2. Nejčastěji se používá BČK jako nosič dat, kdy data jsou uložena přímo na kartě (rozdíl mezi dvěma základními principy použití BČK jsou dále popsány v kapitole 3.1). Výhodami BČK při odbavení cestujících jsou:

- rychlost a nízká chybovost odbavení
- relativně dobré zabezpečení dat i datového přenosu
- relativně velká kapacita paměti BČK (až 8 kB u nejpoužívanějšího typu MIFARE DESFire EV1 [3])
- variabilita systému - možnost vytváření různých aplikací (předplatní jízdenka, JJD, průkazka na slevu, elektronická peněženka, další i nedopravní aplikace)
- interoperabilita systému - možnost nahrání více aplikací na jednu BČK nebo sdílení jedné aplikace více dopravními systémy

Z tabulky 1 je vidět, že téměř každý dopravní systém v České republice používá bezkontaktní čipovou kartu pro různé aplikace (JJD, předplatní jízdenky, elektronická peněženka apod.). Každý dopravní systém si však zpravidla vytváří vlastní proprietární řešení, které není kompatibilní s jinými systémy. Tato situace zbytečně zvyšuje náklady na vývoj a provoz jednotlivých systémů odbavení a cestujícím nenabízí tak velký komfort, pokud nemůže jednu BČK využívat ve více dopravních systémech. Z tohoto důvodu se již objevily snahy o standardizaci elektronického odbavení cestujících v rámci České republiky, nicméně tento proces stále není dokončen (viz kapitola 2.1.5).



Obrázek 2: Čip a anténa Oyster Card po odloupení krycích vrstev [4]

2.1.3 Způsob platby

Platbu jízdného je možné uskutečnit jedním ze tří základních způsobů, kterými jsou:

- hotovost
- elektronická peněženka
- bankovní kontaktní / bezkontaktní karta

Platba v hotovosti je klasický nejstarší způsob placení. Nevýhodou je pomalé odbavení při manipulaci s mincemi, nutnost mít u sebe přiměřené drobné apod. V dopravě, stejně jako v jiných službách, je dnes snaha co nejvíce omezit hotovostní platby.

Elektronické peněženky jsou zpravidla aplikací pro BČK. Jak již bylo psáno v předchozí kapitole, na BČK je možné nahrát více aplikací, a tak na jednom datovém nosiči může mít cestující jak elektronické jízdenky, tak i elektronickou peněženku. V drtivé většině řešení se informace o stavu konta ukládají přímo na kartu. Výhodou platby elektronickou peněženkou je zrychlení odbavení bez manipulace s hotovostí. Nevýhodou je nutnost průběžně sledovat a udržovat stav konta na elektronické peněžence.

Platba pomocí bankovní karty funguje na stejném principu jako běžná platba u obchodníka. Na rozdíl od předchozích dvou způsobů placení bývá bankovní karta u českých dopravních systémů akceptována zpravidla pouze při nákupu jízdenek u přepážky, nikoliv u řidiče nebo samoobslužného jízdenkového automatu nebo terminálu. Větší zapojení zejména bezkontaktních plateb bankovními kartami, jaké můžeme vidět v zahraničí, je u nás zatím ve fázi neurčitých příprav. Podrobněji se jejich využitím zabývá kapitola 3.3.

2.1.4 Způsoby odbavení a kontroly jízdních dokladů

Způsoby odbavení se liší podle používaného tarifu a typů jízdních dokladů. Dále záleží na míře akceptovaného rizika počtu černých pasažérů, například při porovnání povinného odbavení při každém nástupu a namátkové kontroly - zda se vydat cestou jednoduššího otevřeného systému namátkové kontroly s příjemnějším cestováním bez nutnosti častého odbavení, ale s vyšším rizikem výskytu černých pasažérů, nebo ve snaze minimalizovat jízdy načerno zavést systém uzavřený s povinným odbavením,

který je však složitější a nákladnější. Volba vhodného způsobu odbavení také závisí na dané oblasti, složitosti tarifu a očekávané intenzitě cestujících (např. centrum města vs. region).

Základní možné způsoby odbavení a kontroly cestujících lze obecně rozdělit do následujících kategorií:

- otevřený systém
 - samoobslužné odbavení pouze na začátku platnosti jízdního dokladu, namátková kontrola revizorem
 - odbavení průvodčím
- uzavřený systém
 - samoobslužné odbavení při každém vstupu do vozu nebo placeného prostoru
 - odbavení při nástupu u řidiče vozidla
 - odbavení při vstupu i výstupu do/z vozu nebo placeného prostoru
- kombinovaný systém

2.1.4.1 Otevřený systém

Otevřený systém umožňuje nástup do vozu nebo placeného přepravního prostoru všem cestujícím bez ohledu na to, zda mají nebo nemají platnou jízdenku. Výběr jízdného je zde založen jednak na poctivosti cestujících a jednak na namátkové nebo systematické kontrole platnosti jízdních dokladů během přepravy. Systém se vyznačuje jednak nižšími nároky na infrastrukturu a rychlejším a pohodlnějším cestováním – pokud cestující využije předplatní jízdenku nebo přestupní JJD, probíhá odbavení pouze při nákupu (resp. začátku platnosti), dále se může cestující volně pohybovat v příslušných dopravních prostředcích bez nutnosti dalšího odbavení po celou dobu platnosti jízdního dokladu. Otevřené systémy se využívají obvykle uvnitř větších měst, kde je vysoká intenzita cestujících, jejichž časté odbavování by mohlo zpomalit a znepříjemnit cestování, a dále v železniční dopravě. Otevřený systém je možné použít pro všechny druhy jízdních dokladů.

Nad dodržováním platnosti a správnosti jízdních dokladů bdí revizoři, kteří provádějí namátkové kontroly. Ke zvýšení platební kázně v otevřeném systému je nutné nasazovat kontroly co možná nejčastěji.

Zvláštním případem je systém, kde platnost jízdních dokladů kontroluje průvodčí. Nejstarší způsob odbavení, který se dříve používal prakticky ve všech druzích veřejné dopravy, můžeme dnes najít už zpravidla pouze na železnici. Lze říci,

že průvodčí provádí systematickou kontrolu, neboť jeho snahou je zkontrolovat pokud možno každého cestujícího. Navíc je zde možnost zakoupit si jízdenku právě až u průvodčího (odpadá tím tedy nutnost zavádění jízdenkové infrastruktury do každé zastávky), a v tomto případě tak cestující vlastně nastupuje do vlaku bez platné jízdenky regulérně, nejedná se o jízdu načerno.

2.1.4.2 Uzavřený systém

V uzavřeném systému má cestující povinnost provést odbavení při každém nástupu do vozu nebo placeného přepravního prostoru. Pokud jízdenka není místně nebo časově platná, neměl by být vpuštěn dále, případně by mělo být požadováno dokoupení příslušné jízdenky.

U dopravních prostředků s definovaným placeným přepravním prostorem (např. metro) je možné odbavovací zařízení doplnit o turnikety a fyzicky tak zamezit neoprávněnému vstupu bez platné jízdenky (viz obrázek 3). Při povinném nástupu předními dveřmi s odbavením řidičem je právě on osobou, která dovolí nebo nedovolí nástup cestujícího. Pokud je nástup do vozu umožněn všemi dveřmi nebo vstup do přepravního prostoru není vybaven turnikety, je opět povinnost odbavit se s platnou jízdenkou pouze morální a v takovém případě je opět nutné nasazování dostatečného počtu přepravních kontrol.



Obrázek 3: Odbavovací brány při vstupu do londýnského metra [5]

Nejkomplexnějším systémem odbavení cestujících je založen na odbavení při vstupu do vozu nebo přepravního prostoru i při jeho opuštění, tzv. check-in + check-out systém. Při kontrole platnosti jízdních dokladů i při výstupu lze zjistit, zda měl cestující platnou jízdenku po dobu jeho celé cesty - zda nevypršela časová platnost nebo zda bylo dodrženo cestování v příslušných zónách. Pokud je jízdenka v době výstupu neplatná, musí si cestující jízdné doplatit, případně je mu např. strženo automaticky z elektronické peněženky. V tomto systému lze využívat i variabilního jízdného, kdy je cena vypočítána až při výstupu podle skutečně projeté trasy. Check-out může být také dobrovolný, přičemž cestující, který se dobrovolně zdrží odbavením se při výstupu, může být odměněn určitým bonusem.

Pro uzavřené systémy je nutné používat spolehlivé a rychlé systémy automatického odbavení. Výhodou uzavřených systémů je omezení jízdného a dále možnost získávání věrohodných dat o pohybu a intenzitě cestujících, které jsou velmi cenné pro projektování dalšího rozvoje veřejné dopravy (v případě systému check-in + check-out lze z dat přesně zrekonstruovat všechny provedené cesty).

Nevýhodou uzavřených systémů jsou vysoké požadavky na infrastrukturu a větší zdržení cestujících. Zejména na frekventovaných dopravních uzlech je pak nutné navrhnout opatření, jakým způsobem naložit s cestujícími, kteří z důvodu neplatného nebo poškozeného jízdního dokladu nebyli úspěšně odbaveni, aby neblokovali ostatní cestující s platnou jízdenkou.

2.1.5 Snaha o standardizaci elektronického odbavení

V České republice v současné době neexistuje žádný jednotný standardizovaný systém elektronického odbavení cestujících. V podstatě v každém dopravním systému, kde se zaváděly elektronické jízdenky, byla vyvíjena vlastní architektura a struktura systému. Systém sice plně odpovídá místním požadavkům, ale zpravidla již nevyhovuje požadavkům jiných dopravních systémů a je s jinými systémy odbavení nekompatibilní. Tato situace jednak prodražuje rozvoj elektronických jízdních dokladů a dále snižuje komfort cestování po České republice, neboť není možné využít jediný datový nosič pro elektronické jízdní doklady ve více dopravních systémech. V neposlední řadě dělá starosti těm dopravcům, kteří provozují svoje linky ve více dopravních systémech, protože odbavovací zařízení v jejich vozech musí být schopno správně fungovat ve všech příslušných dopravních systémech.

Řešením této situace je standardizace odbavovacích systémů. Najít společnou cestu však není vůbec jednoduché, neboť se zde střetávají legislativní požadavky,

požadavky objednatelů nebo organizátorů veřejné dopravy, požadavky a zájmy dopravců a zájmy výrobců a dodavatelů odbavovacích zařízení.

2.1.5.1 Standardizační orgán

Prvním krokem k zahájení procesu standardizace bylo podepsání „Memoranda o spolupráci na realizaci otevřeného kartového systému ve veřejné dopravě v ČR“ mezi Českou asociací organizátorů veřejné dopravy (ČAOVD) a Sdružením pro dopravní telematiku (SDT) v roce 2010. Později se do přípravy standardizace zapojily další subjekty včetně Ministerstva dopravy, a vznikl tak oficiální standardizační orgán se třemi hierarchickými úrovněmi. [1]

Členy standardizačního orgánu jsou kromě ČAOVD, SDT a Ministerstva dopravy ještě zástupci dopravců a dodavatelé odbavovacích a informačních systémů. Dalším členem je i FD ČVUT, která zde plní roli odborné autority a také provozovatele certifikační laboratoře.

Certifikační laboratoř FD ČVUT má za úkol vytváření metodik pro testování kompatibility jednotlivých prvků OIS, dále testování zařízení a vydávání certifikátů o shodě s požadovanými standardy. Stav budování laboratoře je nyní těsně před jejím dokončením.

2.1.5.2 Obsah standardizace

Obsahem standardizace je zejména datová struktura elektronických jízdních dokladů. Standardizační orgán počítá s vytvořením jednotného systému odbavení s využitím BČK jako datového nosiče (rozdíl mezi použitím BČK jako datového nosiče a BČK jako identifikátoru jsou uvedeny v kapitole 3.1). Výsledkem standardizace má být dopravní aplikace, která se bude skládat z následujících částí:

- personalizační aplikace
- elektronická jízdenka
- elektronická peněženka
- případný prostor pro další aplikace

Standardizace se netýká pouze systémů odbavení cestujících, ale celkově všech prvků OIS. Jedná se zejména o definování požadavků na jednotné funkce a chování jednotlivých prvků, jednotný komunikační protokol mezi prvky OIS ve voze

a jednotný formát všech vstupních a výstupních dat. Tato celá oblast standardizace je označována jako tzv. Národní dopravní standard (NDS).

2.1.5.3 Aktuální stav procesu standardizace

Původní návrh jednotné dopravní aplikace vychází ze struktury Moravskoslezské karty od společnosti XT-card a.s., která je již dnes provozována v Integrovaném dopravním systému Moravskoslezského kraje a v mírně modifikované verzi se připravuje pro Královehradecký kraj. Struktura karty do značné míry vyhovuje požadavkům jednotné dopravní aplikace a navíc je aplikace tvořena jako otevřená, což umožňuje její úpravy pro potřeby NDS [1].

V roce 2013 byl představen návrh MAP karty (Multiaplikační karty), kterou vyvíjí společnost České dráhy, a.s., Plzeňské městské dopravní podniky, a.s. a ODP-software, spol s r.o. pro využití v Integrované dopravě Plzeňska. Navrhovaná karta využívá dynamickou strukturu jízdních dokladů, kdy jednoduché jízdní doklady zabírají méně místa v paměti než doklady se složitější strukturou [6].

Standardizační orgán se zatím neusnesl na konkrétní datové struktuře dopravní aplikace ani jiné části NDS. Standardizovat odbavovací a informační systémy pro celou Českou republiku je vzhledem k současné roztříštěnosti a nekompatibilitě jednotlivých součástí velmi složité a uvnitř standardizačního orgánu se zatím nepodařilo najít společné řešení problému, které by bylo kompromisem mezi zájmy jednotlivých subjektů a splňovalo by maximum požadavků pro všechny dopravní systémy v ČR.

Z důvodu těchto časových průtahů procesu standardizace se pro některé dopravní systémy dále pokračuje s vlastním vývojem systémů odbavení cestujících. Příkladem je i tato diplomová práce, která se zabývá návrhem zavedení moderních technologií do systému odbavení cestujících v PID, přičemž tento návrh počítá s budoucí kompatibilitou s jednotným NDS.

2.2 Současná situace v PID

Pražská integrovaná doprava obsluhuje území dvou krajů, a to Hlavního města Prahy a části Středočeského kraje. Tato skutečnost je patrná i na systému odbavení cestujících, neboť existují rozdíly v odbavení na městských a příměstských linkách.

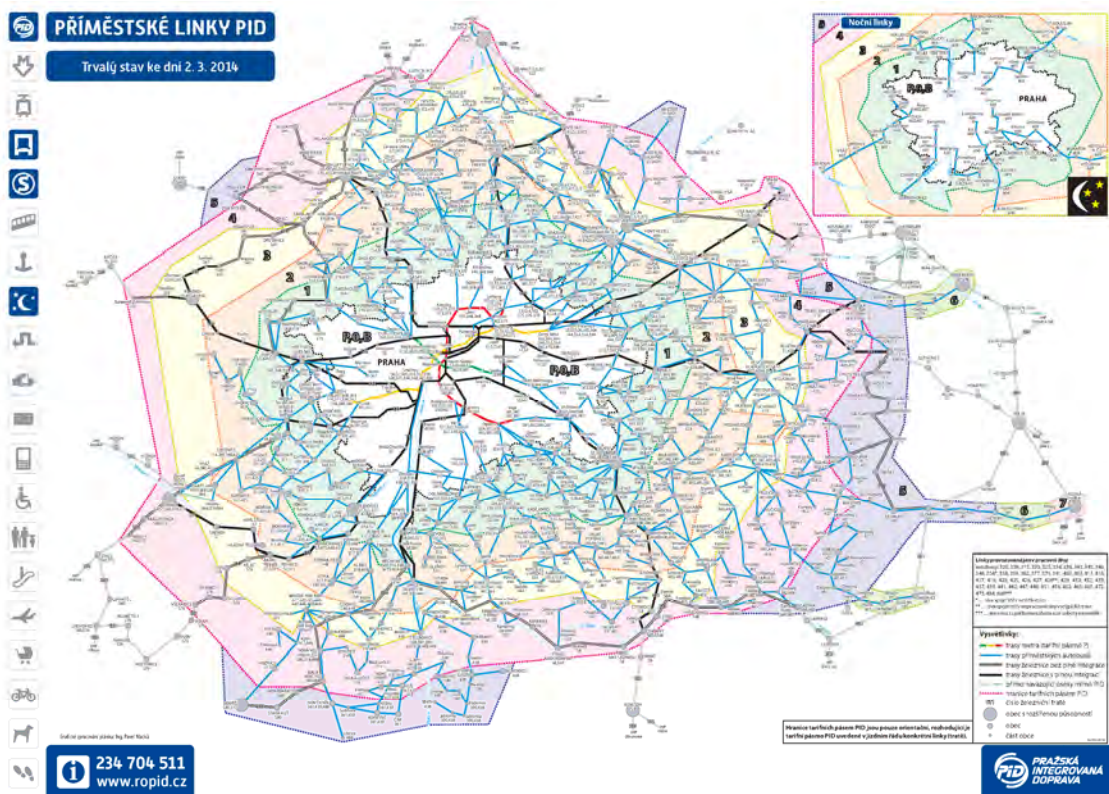
Do systému PID je zapojeno metro, tramvaje, městské autobusy, přívozy, lanová dráha, vlaky a příměstské autobusy.

2.2.1 Tarif

V PID je zaveden pásmový a časový tarif, který zahrnuje tři vnitřní pásma na území hlavního města (P, 0, B) a sedm vnějších pásem (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), jejichž hranice tvoří pomyslné kružnice kolem Prahy (jak je zřejmé z obrázku 4). Jízdenky jsou v rámci své časové a pásmové platnosti přestupní. [7]

Při cestování pouze na území Prahy se vnitřní pásma chovají pouze jako jedno pásmo a rozhodujícím parametrem o platnosti jízdenky je čas. Všechny městské linky jsou zařazeny pouze do pásma P, i když totožná zastávka může být pro příměstské linky zařazena do pásma 0 nebo B. Výše jízdného na městských linkách je jiná než pro vnější pásma.

Mimo území Prahy hraje roli v platnosti jízdenky nejen čas, ale i správný počet zakoupených pásem. Při zajištění z vnějších pásem do Prahy je nutné započítat i potřebná vnitřní pásma, přičemž pásmo P je účtováno jako dvě pásma.



Obrázek 4: Plán sítě PID s vyznačenými tarifními pásmy [8]

2.2.2 Způsob odbavení

Dalším rozdílem mezi vnitřními a vnějšími pásmy je způsob odbavení. Na městských linkách je povolen nástup do vozů všemi dveřmi, u metra je zaveden přepravní placený prostor. Držitelé předplatních jízdenek se během cestování nemusí nijak odbavovat, při jízdě s JJD je nutné použít označovač na začátku cesty. Jedinou kontrolou platnosti jízdních dokladů jsou namátkové přepravní kontroly prováděné revizory.

V příměstských autobusech je možný nástup pouze předními dveřmi s povinným odbavením u řidiče.

Ve vlacích je při nástupu povinné odbavení pouze s předem zakoupeným JJD, který je nutné označit v označovači umístěném zpravidla na nástupišti. Během jízdy je prováděna kontrola jízdních dokladů průvodčím.

2.2.3 Typy jízdních dokladů

Hlavními jednorázovými jízdenkami jsou papírové, které lze zakoupit u přepážek předprodeje, v trafikách, automatech, u řidiče autobusu na příměstských linkách a s přírůžkou také u řidiče na městských autobusových linkách. Na městských linkách je také možné používat jednorázové SMS jízdenky.

Předplatní jízdenky existují buď v podobě papírových kuponů nebo elektronické, které jsou nahrány na BČK Opencard.

Dále se v PID vyskytují ještě různé druhy průkazů opravňujících ke slevě na jízdném nebo jízdě zdarma. Pro některé tarifní skupiny cestujících existuje elektronická verze průkazu pro Opencard (žák, student, senior atd.), jiní se prokazují papírovými průkazy (žákovský / studentský průkaz, ISIC, služební průkaz, průkaz ZTP, občanský průkaz pro seniory nad 70 let apod.) [7].

Nejčastější způsob platby jízdného je hotovost. Bezhotovostní platby jsou v současné době akceptovány pouze u přepážek předprodeje u některých dopravců a v e-shopu při nákupu elektronické jízdenky na Opencard. Úhrada SMS jízdenky je prováděna prostřednictvím mobilních operátorů jako služba Premium SMS. Někteří dopravci na příměstských linkách umožňují při nákupu JJD u řidiče provést platbu elektronickou peněženkou SID.

3 MODERNÍ SYSTÉMY ODBAVENÍ

Moderní systémy odbavení cestujících jsou založeny zejména na plně elektronických jízdních dokladech. Případné papírové jízdenky jsou již jen okrajovým nebo přechodným sortimentem pro zachování dostupnosti všem cestujícím. Využití plně elektronických jízdních dokladů omezuje spotřebu papíru, což se pozitivně projevuje na ekonomickém a ekologickém hledisku celého systému. Jízdenka v podobě elektronického záznamu též umožňuje lépe zautomatizovat kontrolu platnosti, evidenci tržeb a dále využití těchto dat ke sledování přepravní poptávky.

3.1 Princip ukládání dat

Kromě speciálních typů odbavení, jako je například SMS jízdenka, se v moderních systémech odbavení cestujících využívá různých forem bezkontaktních čipů. Odbavování bezkontaktním čipem lze rozdělit do dvou základních skupin podle principu využití tohoto čipu, kdy je čip využit jako nosič dat, nebo slouží pouze jako identifikátor cestujícího a všechna data jsou uložena v centrálním systému.

3.1.1 Čip jako nosič dat

Tohoto řešení je využíváno u většiny současných systémů. Všechna data týkající se jízdních dokladů jsou uložena přímo v interní paměti čipu. Během odbavení jsou tato data buď do čipu nahrávána a nebo naopak z něj vyčítána a porovnávána s aktuálním časem a polohou (aktuální tarifní zóna apod.).

Konkrétní možnosti jízdních dokladů záleží na příslušném typu čipu a datové struktuře aplikace. Z tohoto důvodu je možná určitá kompatibilita jízdního dokladu ve více dopravních systémech, vše však záleží zejména na organizačních schopnostech jednotlivých subjektů, zda se jim podaří dohodnout se na společné datové struktuře jízdenek, případně na stejném typu datového nosiče, který by byl schopen podporovat více jízdenkových aplikací současně (viz kapitola 2.1.5 o přípravě NDS).

Bezkontaktní čip je možné využít jako nosič pro předplatní časové i jednorázové jízdenky nebo i jako průkazku k doložení nároku na slevu.

Součástí aplikace na bezkontaktním čipu může být i elektronická peněženka sloužící k bezhotovostní platbě jízdného. Elektronická peněženka může být jedním ze způsobů, jak urychlit a zjednodušit odbavení omezením platby v hotovosti. Nevýhodou však je nutnost cestujícího průběžně kontrolovat a dobíjet své konto. Dobíjení může probíhat hotovostně i bezhotovostně, avšak vlastní aktualizace stavu konta na datovém nosiči musí proběhnout vždy osobní přítomností u příslušného odbavovacího, resp. dobíjecího zařízení.

Výhody využití čipu jako nosiče dat:

- možnost offline odbavení bez nutnosti online připojení odbavovacího zařízení k centrálnímu back office
- rychlost odbavení v porovnání s papírovými jízdními doklady
- jednodušší řešení back office, vlastní data o jízdenkách uložena zejména na datových nosičích, logika odbavení se nachází v jednotlivých odbavovacích zařízeních

Nevýhody využití čipu jako nosiče dat:

- častá nekompatibilita datové struktury mezi více dopravními systémy
- při změně datové struktury nebo typu nosiče nutný zásah u všech koncových uživatelů - majitelů datových nosičů i odbavovacích zařízení
- při využití elektronické peněženky nutnost průběžného sledování a navyšování konta uživatelem
- nutnost stanovení bezpečnostní politiky práv pro čtení a zápis - čtecí a zápisové klíče, správa SAM modulů

3.1.2 Čip jako identifikátor

V poslední době se začíná využívat zcela opačný princip odbavení cestujících, kdy je bezkontaktní čip použit pouze jako identifikátor cestujícího. Na čip se fyzicky žádná data o jízdenkách neukládají a při odbavení se z čipu přečte pouze jeho jednoznačný identifikátor. Záznamy o jízdenkách zakoupených jednotlivými držiteli čipů jsou pak uloženy přímo v odbavovacím zařízení nebo centrálně v databázi back office celého systému. V každém případě je nutné zajistit datové spojení odbavovacího zařízení s back office.

Z hlediska kompatibility mezi více dopravními systémy je tento způsob odbavení značně výhodnější. Držitel jízdního dokladu se může tímto bezkontaktním čipem identifikovat ve více dopravních systémech, přičemž jízdní doklady si každý systém ukládá zvlášť ve své databázi back office, která může mít úplně odlišnou strukturu než ostatní kompatibilní systémy. Navíc je možné sdílet jeden bezkontaktní čip s dopravním systémem využívající předchozí způsob odbavení – v jednom systému použít čip jako nosič dat o jízdenkách a ten samý čip v jiném dopravním systému využívat pouze jako identifikátor. Jedinými případnými problémy v kompatibilitě čipů mezi více systémy může být formát jednoznačného identifikátoru čipu a sdílení společných čtecích klíčů (pokud není na čipu nahráno více identifikátorů, pro každý systém zvlášť).

Stejně jako u předchozího způsobu odbavení je možné tento systém využít pro časové i jednorázové jízdenky nebo elektronickou peněženku. Rozsah využití záleží na struktuře back office a na parametrech datového spojení back office a jednotlivých odbavovacích zařízení.

Parametry tohoto datového připojení jsou důležité pro funkci celého systému odbavení jako celku. Některá data je vhodné posílat pokud možno ihned, u jiných je možné zasílání dávkově s určenou periodou. Zejména vozidlová odbavovací zařízení využívající bezdrátovou komunikaci mohou mít často problémy s kvalitou připojení. Proto je nutné u tohoto způsobu odbavení počítat s možnými výpadky připojení, ať už z důvodu ztráty signálu bezdrátové sítě nebo z důvodu poruchy zařízení, a stanovit opatření, jak se má systém v takovém případě zachovat.

Výhody použití čipu jako identifikátoru:

- vysoká rychlost vlastního fyzického odbavení
- snazší zajištění kompatibility čipu ve více dopravních systémech
- větší variabilita systému – při změně datové struktury jízdních dokladů stačí upravit pouze back office, případně některá odbavovací zařízení
- v některých případech je možné zjednodušit funkci odbavovacího zařízení na minimum a veškerou logiku centralizovat do back office
- jednodušší bezpečnostní politika – využívají se pouze čtecí klíče, na čipu nejsou uloženy žádné zneužitelné údaje

Nevýhody použití čipu jako identifikátoru:

- nutnost datového spojení odbavovacích zařízení s back office – náklady na komunikaci, výpadky spojení mají zásadní vliv na funkci celého systému
- složitější řešení back office
- při využití elektronické peněženky nutnost průběžného sledování a navyšování konta uživatelem

3.2 Využití dat z provozu

Vzhledem k použití plně elektronických jízdních dokladů je možné všechna data z odbavování shromažďovat pro další využití, a to nejen pro evidenci tržeb, ale i například pro zjišťování přepravní poptávky. Kvalita dat pro zjišťování přepravní poptávky závisí zejména na typu odbavení.

Při namátkové kontrole jízdních dokladů je možné získávat data pouze při odbavení na začátku platnosti jednorázové jízdenky. Další průběh cesty, případně cestu s časovou jízdenkou není možné zjistit.

Pokud se provádí kontrola při každém nástupu do vozidla, tedy systém check-in, můžeme získat data o cestujících s jednorázovými i časovými jízdenkami. Protože se cestující prokazuje při každém nástupu, lze získat informace i o jednotlivých přestupech v rámci jedné cesty. Cíl cesty pak lze odhadovat z místa počátku následující, pravděpodobně zpáteční cesty.

Nejspolehlivější informace o jednotlivých cestách generuje systém s odbavením při nástupu i výstupu, tedy check-in + check-out. Zde je možno jednoznačně určit přesnou trasu i čas každé cesty. Toto řešení pak může zcela nahradit klasické dopravní průzkumy, které se využívají pro vyhodnocení a plánování dopravy, neboť získáváme přesnější data jednodušším a levnějším způsobem.

V některých systémech odbavení cestujících nemusí být odbavení při přestupu nebo při výstupu povinné - neslouží pro kontrolu platnosti jízdenky, ale pouze právě pro statistické účely. Cestujícím, kteří se dobrovolně odbaví, je pak možné udělit určitý bonus, např. v podobě slevy apod.

Shromažďování těchto dat však může vzbuzovat obavy o ochraně soukromí cestujících, neboť s takovými daty je možné zrekonstruovat každý pohyb konkrétního cestujícího veřejnou dopravou. Proto je nutné s daty pracovat obezřetně, provádět jejich anonymizaci a ukládat je odděleně od databáze osobních údajů držitelů jízdních dokladů.

3.3 Využití bankovních BČK

Velmi zajímavou novinkou v oblasti odbavení cestujících je využití bezkontaktních bankovních karet (contactless payment technology). Vzhledem ke stále rostoucímu počtu bezkontaktních platebních karet a k oblibě, kterou si tento způsob placení získává, lze očekávat, že využití této technologie v dopravě se bude celosvětově rozšiřovat.

Bezkontaktní bankovní karty nemusí být totiž využity jen jako způsob platby jízdného, ale mohou sloužit i jako jízdní doklad. Celý management distribuce a správy karet je v režii bank a karetních společností, tudíž pro dopravní systémy odpadá nutnost provozování vlastního nákladného karetního managementu. Vzhledem k současné i očekávané budoucí rozšíření těchto karet mezi potenciálními cestujícími, je již dnes rozdíluováno relativně velké množství nosičů jízdních dokladů, proto ze strany připravenosti cestujících je možné spustit systém v podstatě ihned. Další výhodou je multifunkční využití jedné karty, což jistě ocení cestující, kteří v dnešní době nosí ve svých peněženkách mnoho různých karet.

Na vývoji systémů odbavení cestujících s využitím bezkontaktních bankovních karet se sami podílejí i jejich výrobci, např. celosvětově rozšířené společnosti MasterCard se svojí bezkontaktní technologií PayPass nebo Visa s technologií payWave. Tímto je zajištěna v podstatě celosvětová kompatibilita karet. Označení platebních míst podporujících bezkontaktní platbu kartami obou společností ukazují obrázky 5 a 6.



Obrázek 5: Označení platebního místa s technologií MasterCard PayPass [9]



Obrázek 6: Označení platebního místa s technologií Visa payWave [10]

3.3.1 Možnosti využití

3.3.1.1 Karta jako pouze platební prostředek

Jedná se o nejjednodušší variantu zapojení bezkontaktní platební karty do procesu odbavení cestujících. Systém využívá stávajících jízdních dokladů i způsobu odbavení, bezkontaktní platba je pouze způsob úhrady jízdného jako alternativa k platbě v hotovosti nebo z elektronické dopravní peněženky. Způsob platby se prakticky neliší od běžného nákupu v obchodě, a proto je toto řešení někdy nazýváno jako Retail Model [11].

Výhodou této varianty je jednoduchá a rychlá implementace - stačí pouze doplnit odbavovací zařízení zařízením pro čtením bezkontaktních bankovních karet, zbytek infrastruktury se nemění. Toto řešení lze použít u jízdenkových automatů i při prodeji u řidiče a cestujícím nabízí možnost jednoduché platby, čímž by mělo dojít k celkovému urychlení odbavení a omezení platby v hotovosti.

3.3.1.2 Karta jako nosič dat

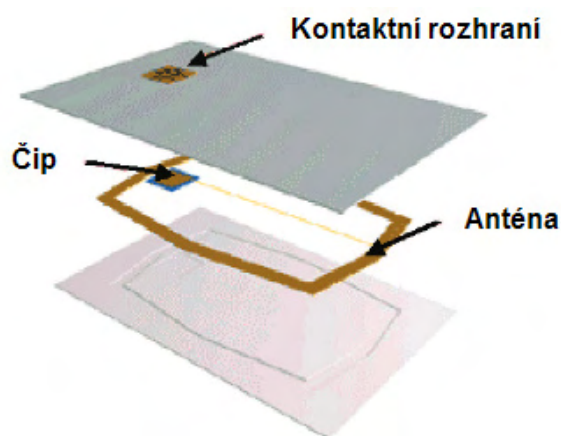
Toto řešení vychází z principu uvedeném v kapitole 3.1.1, kdy jako nosič dat je použita bezkontaktní platební karta. Je možné použít buď tzv. hybridní nebo kombinovanou kartu.

Hybridní karta obsahuje dva oddělené čipy a každý z nich má své vlastní bezkontaktní a/nebo kontaktní rozhraní. Kvůli složitému řešení a vyšší ceně se však tento typ karet v praxi zpravidla nepoužívá.

Kombinovaná karta má pouze jeden čip, který je možné využít pro více aplikací (obrázek 7). Tento typ karet lze spatřit v některých dopravních systémech ve světě, jako např. Daejeon Traffic Card (Jižní Korea, cca 2002) [12], TaiwanMoney Card (Taiwan, 2007) [13] nebo nyní i Bratislavská městská karta (Bratislava, 2011) [14].

Výhody takového řešení jsou popsány v kapitole 3.1.1, navíc má cestující pouze jednu víceúčelovou kartu. Nevýhodou je nutnost úzké spolupráce s bankami, jakožto vydavateli karet, při vydávání těchto specifických karet. Je nutné přesvědčit ke spolupráci všechny významné banky daného státu, aby byl tento druh nosiče dat dostupný pro většinu cestujících. Pro zahraniční návštěvníky je tento typ jízdního dokladu prakticky nedosažitelný. Dalším problémem může být otázka bezpečnosti

při zápisu a čtení karty, kdy dopravní data musí být bezpečně oddělena od dat bankovních.



Obrázek 7: Kombinovaná karta pro kontaktní i bezkontaktní transakce [12]

3.3.1.3 Karta jako identifikátor

Zajímavějším systémem je využití bezkontaktní bankovní karty jako identifikátoru cestujícího. V tomto případě lze použít běžnou čtečku pro bezkontaktní platbu v obchodech, neboť jediným úkolem čtečky je přečíst identifikátor karty, nikoliv data z dopravní aplikace. Je tedy možné využít čtečky certifikované bankami nebo výrobcí karet pro „standardní“ bezkontaktní platby, čímž je vyřešena otázka zabezpečení.

Velkou výhodou tohoto řešení je využití standardní bezkontaktní bankovní karty. Tudiž kterýkoliv cestující, který vlastní bezkontaktní bankovní kartu, včetně cizinců, ji může využít jako jízdní doklad bez ohledu na vydávající banku.

Obecný popis principu čipu jako identifikátoru je uveden v kapitole 3.1.2. Konkrétní možnosti při využití bankovní karty nastiňuje například společnost Visa v tzv. Visa Transit Solutions [11]. Řešení nabízí dvě varianty rychlého odbavení bez nutnosti zadávání PIN a bez online autorizace. V první variantě je výše jízdného známa předem a při odbavení probíhá ihned bezkontaktní platba. Druhá varianta je určena pro složitější dopravní systémy s variabilní cenou jízdného. Během odbavení (např. check-in + check-out) se pouze načítají identifikační údaje karty, které se zasílají do back office. Back office všechna odbavení eviduje a na konci dne provede celkové vyúčtování jízdného pomocí jedné společné platby. Druhý způsob postupně využívá

například dopravní systém v Londýně od roku 2012 (obrázek 8), který je podrobně popsán v kapitole 3.3.2.



Obrázek 8: Odbavení bezkontaktní bankovní kartou Visa v Londýně [11]

3.3.2 Popis londýnského systému

Integrovaný dopravní systém v Londýně zajišťuje organizačně i tarifně metro, autobusy, lokální železnice, DLR (Docklands Light Railway), tramvaje a lodní dopravu. Organizátorem londýnské dopravy je společnost Transport for London (TfL). Tarif je zónový s devíti kruhovými zónami, podobně jako pásma v PID. Způsob odbavení je check-in u autobusů a tramvají, u ostatní kolejové dopravy je zaveden check-in + check-out. Denně proběhne v systému až 15 milionů transakcí [15].

3.3.2.1 Oyster Card

Oyster Card je bezkontaktní čipová karta sloužící jako jízdní doklad vydávaná společností TfL od roku 2003. Záznamy jízdnek se ukládají přímo na kartu. Původně byla karta určena jako datový nosič pro časové jízdné, později došlo k rozšíření i o jednorázové jízdné - tzv. systém Pay As You Go (PAYG), součástí karty je

i elektronická peněženka [16]. Oyster Card původně využívala technologii Mifare Classic, později bezpečnější Mifare DESFire [17].

Pro usnadnění orientace používá TfL u všech odbavovacích zařízení čtečky Oyster Card se stejným vnějším vzhledem - žlutý kulatý kryt (viz obrázek 9), a cestující tak již z dálky vidí místo, kam má svou kartu přiložit.

Systém PAYG funguje na stejném principu jako systém s variabilní cenou jízdného od Visa Transit Solutions popsany v kapitole 3.3.1.3. Systém při odbavení pouze shromažďuje údaje o nástupu a výstupu cestujícího a výše jízdného je vypočítána až zpětně. Zároveň systém uplatňuje denní resp. týdenní strop (tzv. capping), pokud při používání jednorázových jízdenek dojde k dosažení ceny celodenní resp. týdenní jízdenky, pak je zaúčtována tato výše jízdného a dalšími jízdami se již nezvyšuje. Zajímavostí je také cenové zvýhodnění v případě, pokud se cestující vyhne cestování metrem přes centrum města v době dopravní špičky. Pro doložení objetí této centrální zóny je nutné se při přestupu odbavit u speciálního zařízení s růžovou čtečkou. Při využívání systému PAYG v základním jízdném je karta přenosná a její používání není vázáno pouze na svého majitele.

Oyster Card je možné používat i pro zvýhodněné jízdné nebo jízdné zdarma (např. pro děti, studenty, důchodce, invalidy, nezaměstnané, válečné veterány apod.). V takovém případě se vydává nepřenosná karta s natištěnými osobními údaji a fotografií [18].

Odbavení s Oyster Card je velmi rychlé, neboť spočívá pouze v přiložení karty ke čtečce, kdy proběhne kontrola a případně aktualizace dat na kartě. Odpadá tedy vizuální kontrola nebo ruční zadávání typu jízdenky. Podle požadavků TfL musí být všechny transakce provedeny do 500 milisekund [15].

Od počátku existence systému už bylo vydáno přibližně 56 milionů Oyster Card. [19].



Obrázek 9: Odbavení s Oyster Card [20]

3.3.2.2 Papírové jízdenky

Papírové jízdenky v Londýně dnes slouží spíše jako doplňkový sortiment, například pro turisty nebo občasné návštěvníky Londýna, kteří nevlastní Oyster Card.

V papírové podobě lze koupit jednorázové nebo zpáteční jízdenky, denní jízdenky pro zvolené tarifní zóny a dále skupinové jízdenky (skupinové jízdenky existují pouze v papírové podobě) [21].

Papírové jízdenky jsou v autobusech kontrolovány vizuálně řidičem při nástupu. U ostatních druhů dopravy, kde jsou při vstupu i výstupu umístěny turnikety, se využívá čtení dat z magnetického proužku na jízdence.

Výhodou papírových jízdenek je jejich dostupnost (automaty, prodejní přepážky) a možnost kombinace s jízdným na regionálních železnicích. Nevýhodou je menší variabilita (je nutné znát typ a cenu jízdenky předem, narozdíl od Oyster Card), pomalejší odbavení a náklady na každou papírovou jízdenku (papír, tisk, magnetický proužek).

3.3.2.3 Systém Contactless

Od roku 2012 dochází k zavádění odbavení cestujících s využitím bezkontaktních bankovních karet, v TfL označovaným jako systém Contactless.

Důvody, které vedly k zavedení tohoto systému [19]:

- vysoké náklady na správu karet Oyster Card vzhledem k obrovskému množství vydaných karet
- proprietární systém Oyster Card specifický pro Londýn, nekompatibilní s dalšími (ne)dopravními systémy
- elektronická peněženka na Oyster Card - nutnost správy peněžních kont, cestující musí své konto průběžně dobíjet
- u systému Oyster Card se data ukládají přímo na kartu - složitější získávání online dat

Očekávání od systému Contactless [19]:

- snížení nákladů na systém odbavení cestujících
- zvýšení uživatelského komfortu
- vyšší samoobslužnost pro cestující

- snížení závislosti na produktech, které využívají kartu jako nosič dat
- zdroji financí jsou přímo běžné nebo kreditní účty cestujících, není nutné předem dobíjet elektronickou peněženku, data o zůstatku se neukládají na kartu
- mezinárodní dostupnost karet
- zvýšení bezpečnosti bez nutnosti vytvářet vlastní proprietární technologie
- využití existujících otevřených standardů
- zachování principu odbavení PAYG s funkcí capping
- zachování rychlosti odbavení

Výhodou využití systému založeném na bezkontaktních bankovních kartách je jejich současná rozšířenost, která se bude podle očekávání dále zvyšovat, a dále skutečnost, že správa karet je plně v režii bank. Odbavení bezkontaktní bankovní kartou je do jisté míry podobné s běžnou bezkontaktní platbou u obchodníka (tzv. retail model), je zde však několik zásadních odlišností [15]:

- během transakce s kartou není známa výše jízdného
- není možné namátkově požadovat PIN (z důvodu stanovené maximální době odbavení 500ms a absence klávesnice na odbavovacích zařízeních)
- terminál musí být aktivní nepřetržitě (v retail modelu je aktivován ručně obchodníkem)

Další problémy, které bylo nutné vyřešit v souvislosti se zachováním principu odbavení PAYG [15]:

- ukládání a zpracování dat probíhá v back office, nikoli přímo v kartách
- zpracování modelu odpovědnosti za rizika spojená s platbou zpětně a rozdělení této odpovědnosti mezi TfL a bankovní společnosti
- zlepšení datového propojení infrastruktury

Implementace systému odbavení Contactless v londýnské veřejné dopravě je naplánována do pěti fází, jak ukazuje tabulka 2. V současné době je úspěšně dokončena druhá fáze.

Tabulka 2: Fáze implementace londýnského systému odbavení Contactless [22]

Fáze	Obsah implementace	Předpokládaný termín realizace
1	úvodní implementace pouze do autobusů - jízdenky pro jednotlivou jízdu, bez funkce capping	2012
2	zapojení ostatních druhů dopravy - využití pouze pro PAYG, zavedení funkce capping	2012 / 2013
3	zapojení časových jízdenek do systému Contactless	2013
4	druhá generace Oyster Card - pro časové jízdenky a zlevněné jízdné - čip pouze jako identifikátor	2014
5	výměna první generace Oyster Card za druhou, ukončení provozu původní Oyster Card	2015

Upravený systém odbavení PAYG pro bezkontaktní bankovní karty funguje následujícím způsobem. Zpracování dat probíhá ve třech úrovních [19]:

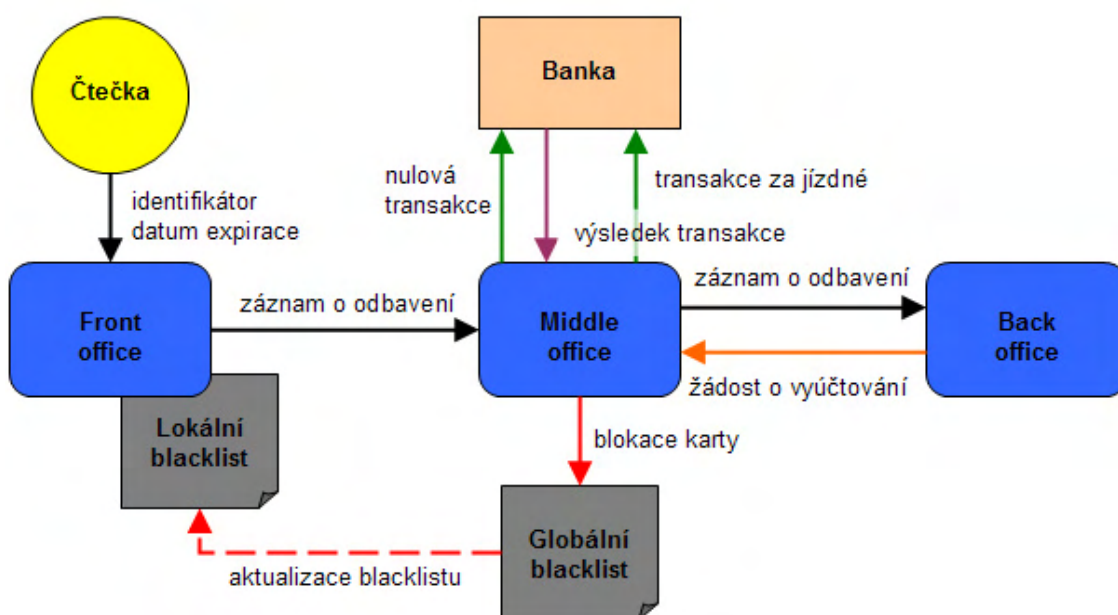
- front office (odbavovací terminál, odbavení check-in popř. i check-out)
- middle office (zjišťování zůstatku, zprostředkování plateb)
- back office (shromažďování záznamů o odbavení, výpočet jízdného)

Celý proces začíná u front office přiložením bezkontaktní bankovní karty ke čtečce odbavovacího terminálu. Čtečka přečte příslušné identifikační údaje z karty a ověří její funkčnost a platnost - datum expirace, porovnání s lokálním seznamem zakázaných karet (tzv. blacklist). Během této transakce se nevyužívají vnitřní bezpečnostní čítače karty, které při standardním placení u obchodníka v případě splnění určitých podmínek požadují zadání PIN. Pokud je karta funkční a platná, je cestujícímu umožněn nástup, v opačném případě terminál ohlásí chybu. Tato transakce podle požadavků TfL musí proběhnout v časovém limitu 500ms. Pokud proběhla transakce v pořádku, jsou z odbavovacího terminálu odeslána data o transakci do middle office.

Middle office následným dotazem u příslušné banky zjišťuje, zda je karta platná a zda je na ní kladný zůstatek. Toto se provádí provedením platební transakce s nulovou hodnotou. Pokud banka transakci odmítne, middle office přidá záznam o této kartě na globální blacklist. V určitých časových intervalech se zasílá aktualizace blacklistu do všech zařízení front office. Pokud banka transakci přijme, předá middle office příslušná data do back office.

Back office má na starosti ukládání jednotlivých záznamů o odbavení. Pro každou transakci musí být uložen identifikátor karty, místo a čas odbavení a typ odbavení (check-in, check-out). Back office ze shromážděných dat zpětně vyúčtuje výši jízdného za stanovené období a případně aplikuje capping. Celkovou požadovanou částku předá zpět do middle office, který zprostředkuje transakci s bankou daného cestujícího. Cestující může přes webové rozhraní nahlížet do back office a sledovat své jízdy a vyúčtování.

Jednotlivé prvky a vazby odbavení PAYG zobrazuje diagram na obrázku 10.



Obrázek 10: Schéma odbavení PAYG při využití bezkontaktních bankovních karet

Z finančního hlediska lze podle TfL očekávat náklady na zavedení systému Contactless ve výši £74,5 mil. (cca 2,5 mld. Kč). Finanční úspory během následujících deseti let jsou odhadovány na £129,2 mil. (cca 4,3 mld. Kč) [22]. Finanční cíle systému contactless jsou následující:

- snížení režijních nákladů na síť Oyster Card
- snížení počtu vydaných Oyster Card o 20 %
- zvýšení zisku z jízdného
- zvýšení uživatelského komfortu zkrácením cestovní doby

4 PRŮZKUMY ODBAVENÍ V PID

Jedním z důležitých podkladů pro optimalizaci systému odbavení cestujících jsou dopravní průzkumy zaměřené na jízdní doklady a odbavování. Pro návrh optimalizace odbavení cestujících v PID se vycházelo z následujících dvou průzkumů.

Prvním dopravním průzkumem byl průzkum jízdních dokladů a odbavení v příměstských autobusech PID - procentuálního zastoupení jednotlivých typů jízdních dokladů. Z tohoto průzkumu lze pak usoudit, které typy jízdních dokladů je vhodné optimalizovat (např. z důvodu zrychlení odbavení) a kolika procent cestujících se tato opatření dotknou.

Dalším zajímavým průzkumem je anketa mezi cestujícími v Praze, kde lze zjistit například složení cestujících z hlediska bydliště - kolik procent z cestujících tvoří rezidenti (s bydlištěm v Praze, případně v regionu PID), kolik cestující z jiných částí České republiky a kolik procent cizinci. Tato data naopak mohou posloužit k odhadům, kterých skupin cestujících se navržená opatření dotknou a jaká je dostupnost jízdních dokladů pro jednotlivé skupiny (např. dostupnost datových nosičů elektronických jízdenek).

4.1 Průzkum jízdních dokladů a odbavení

Průzkum jízdních dokladů a odbavení v PID jsem organizoval v roce 2014 v rámci své činnosti v organizaci ROPID. Na průzkumu se podíleli i další pracovníci, a to ve fázi přípravy, sběru dat i následného zpracování a vyhodnocení. Cílem průzkumu bylo získat procentuální podíl typů používaných jízdních dokladů a způsob nákupu a platby jízdného nebo kontroly platnosti již koupené jízdenky. Výsledky průzkumu slouží jednak jako podklady pro optimalizaci systému odbavení cestujících, jehož návrh je v následující kapitole, dále jako pracovní materiál pro řešení otázky společného tarifu v rámci jednání o připravovaném sloučení dopravních systémů PID a SID a v neposlední řadě jako informační materiál pro ostatní pracovníky v organizaci ROPID.

4.1.1 Základní informace o průzkumu

Průzkum proběhl v období 12. - 28. 2. 2014 ve třech vytipovaných oblastech na vybraných spojích některých linek. Průzkum proběhl na 306 spojích s celkovým počtem 5313 zastavení v zastávkách a během průzkumu bylo zaznamenáno celkem 10596 nastupujících cestujících (viz tabulka 3).

Tabulka 3: Souhrnné informace o průzkumu jízdních dokladů a odbavení

Oblast	Linka	Počet spojů	Počet nástupů
Berounsko	380	85	4206
	425	23	312
Jihovýchod	381	23	1801
	382	2	95
	385	1	19
	410	33	735
	421	11	173
	489	31	392
	491	44	932
	494	1	10
Mníšek pod Brdy	317	27	1419
	488	25	502
Celkem	12	306	10596

4.1.2 Metodika sběru a zpracování dat

Průzkum byl zaměřen pouze na příměstské linky, neboť zde je povinný nástup předními dveřmi a kontrola nebo nákup jízdenky u řidiče, což může představovat velké provozní zdržení spojů.

4.1.2.1 Přípravná fáze

Přípravná fáze spočívala v následujících činnostech:

- výběr vhodných lokalit a linek
- stanovení variant sledovaných jízdních dokladů a odbavení cestujících
- vytvoření sčítacího formuláře a jeho ověření v praxi
- naplánování služeb pro pracovníky průzkumu

Výběr lokalit a linek byl proveden tak, aby obsahoval příměstské autobusové linky zajišťující do Prahy (řada 300) i regionální (řada 400). Dále aby se na daných linkách vyskytovaly přestupní vazby z autobusu na autobus a z vlaku na autobus. Ve výběru měly být také zastoupené linky, na kterých podle tržeb vyčtených z odbavovacích zařízení vozů je časté využití nákupu jednorázové jízdenky PID s platbou elektronickou peněženkou SID. Dalším, spíše provozním kritériem, byla snadná dostupnost spojů vybraných linek (zejména v dopravní špičce) pro pracovníky z Prahy.

Na základě těchto požadavků jsem vybral tři oblasti: Berounsko (linky 380 a 425), Jihovýchod (linky 381, 410, 421, 489, 491) a Mníšek pod Brdy (linky 317 a 488). Dodatečně byla v oblasti Jihovýchod získána data z několika spojů dalších linek (382, 385, 494). Mapy s vyznačenými linkami jsou uvedeny v příloze 1.

Poté proběhlo stanovení variant jízdních dokladů podle jejich typů a způsobů odbavení. Na základě analýzy všech možných kombinací jízdních dokladů bylo stanoveno následujících 17 variant:

- Kupon na OC
- Průkazka na slevu na OC + zlevněný JJD koupený u řidiče
- Kupon na OC + JJD koupený u řidiče hotově
- Kupon na OC + JJD koupený u řidiče z elektronické peněženky SID
- Kupon na OC + označení předem koupeného JJD
- Kupon na OC + již označený JJD (při přestupu)
- JJD koupený u řidiče hotově
- JJD koupený u řidiče z elektronické peněženky SID
- označení předem koupeného JJD
- již označený JJD (při přestupu)
- Papírový kupon
- Papírový kupon + JJD koupený u řidiče hotově
- Papírový kupon + JJD koupený u řidiče z elektronické peněženky SID

- Papírový kupon + označení předem koupeného JJD
- Papírový kupon + již označený JJD (při přestupu)
- Zdarma
- Ostatní

Následně byl pro každou linku (oba směry) vytvořen sčítací formulář, kde v prvním sloupci byl uveden seznam zastávek a v dalších sloupcích byly nadepsány jednotlivé varianty jízdních dokladů. Na každé zastávce tak pracovník průzkumu zaznamenal do příslušného sloupce zjištěné jízdní doklady. Před samotným zahájením průzkumu byl formulář otestován v provozu na několika spojích a případné nedostatky byly opraveny. Ukázka formuláře je uvedena v příloze 2.

Posledním krokem při přípravě průzkumu bylo rozepsání vybraných spojů do služeb tak, aby na sebe vhodně navazovaly. Po dohodě s Oddělením dopravních průzkumů ROPID, kdy jsme dostali přidělen příslušný počet pracovníků na jednotlivé dny průzkumu, jsem vytvořil 44 služeb, přičemž 22 z nich se ve druhé části období zopakovalo.

4.1.2.2 Sběr dat

Sběr dat probíhal přímo ve vozech, kdy pracovník průzkumu seděl na sedadle za řidičem a na každé zastávce si do připraveného formuláře poznamenával typ jízdního dokladu každého nastupujícího cestujícího.

Během sběru dat byl zjištěn menší problém se správným určováním typu jízdenky v případech, kdy cestující používal Opencard s nahranou průkazkou na slevu nebo jízdu zdarma. Vzhledem ke skutečnosti, že pracovník průzkumu nevidí na displej terminálu řidiče, mohla být v některých případech špatně zapsána varianta jízdenky jako „Kupon na OC“ místo „Zdarma“, nebo také „Kupon na OC + JJD koupený u řidiče hotově“ místo „Průkazka na slevu na OC + zlevněný JJD koupený u řidiče“. Tato chyba může mít vliv na procentuální podíly jednotlivých variant jízdních dokladů, avšak z pohledu způsobu odbavení jsou tyto varianty shodné.

4.1.2.3 Zpracování dat

Zpracování dat spočívalo v sumarizaci záznamů v jednotlivých políčkách všech sčítacích formulářů a přepsání těchto dat do elektronické podoby. Následně byly provedeny příslušné součty a vytvořeny grafy pro vyhodnocení následujících kritérií:

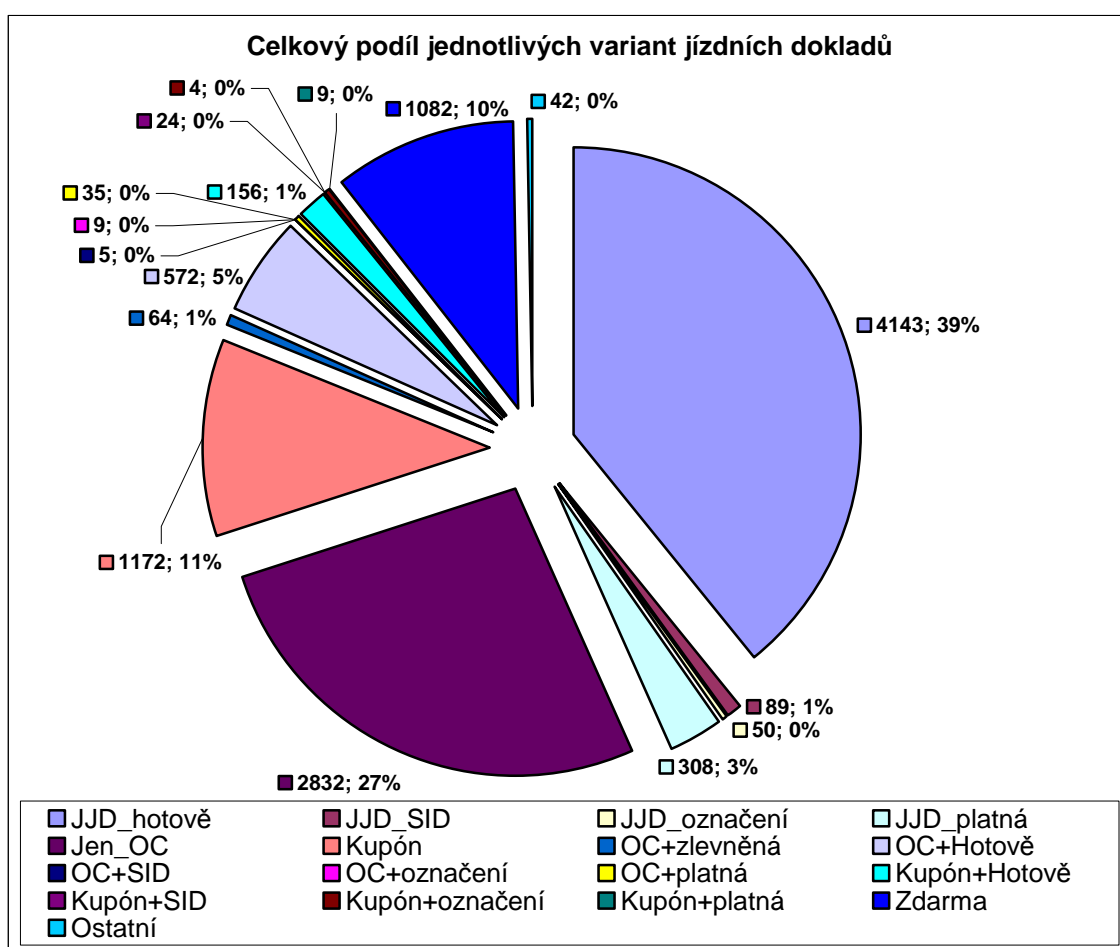
- celková skladba jízdních dokladů podle 17 stanovených variant
- typy jízdních dokladů
- způsob odbavení
- po tarifních pásmech
- po linkách řady 300 / 400
- vliv umístění jízdenkového automatu v zastávce

V případě potřeby je možné pro další využití připravit výstupy i podle jiných kritérií (např. po linkách, po dopravcích, po oblastech, po pracovnících průzkumu apod.).

4.1.3 Vyhodnocení průzkumu

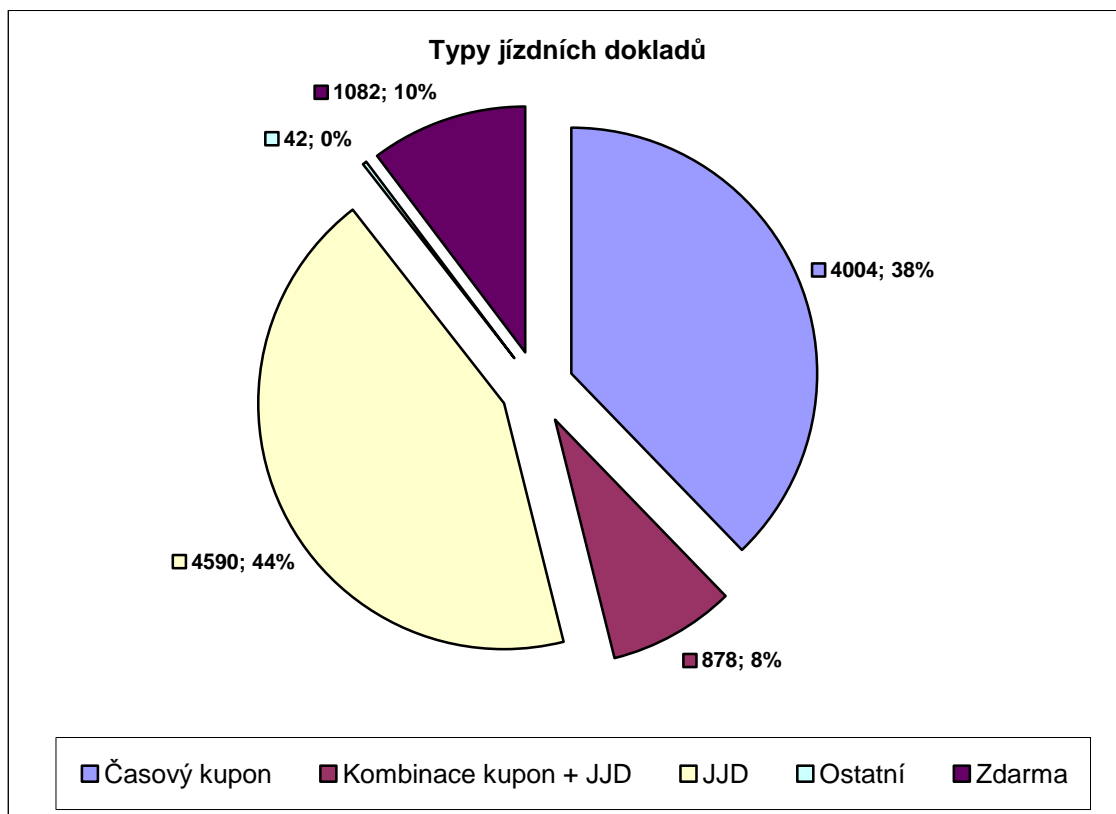
Vyhodnocení průzkumu jízdních dokladů a odbavení podle jednotlivých kritérií přehledně zobrazují grafy uvedené v této kapitole.

Celkovou skladbu jízdních dokladů na zkoumaných spojích příměstských linek podle všech 17 stanovených variant ukazuje graf na obrázku 11. Jak je z grafu vidět, nejčastěji cestující nastupovali do autobusu a nakupovali si jízdenku u řidiče platbou v hotovosti. Druhým nejčastějším jízdním dokladem pak byl elektronický časový kupon nahraný na OC.



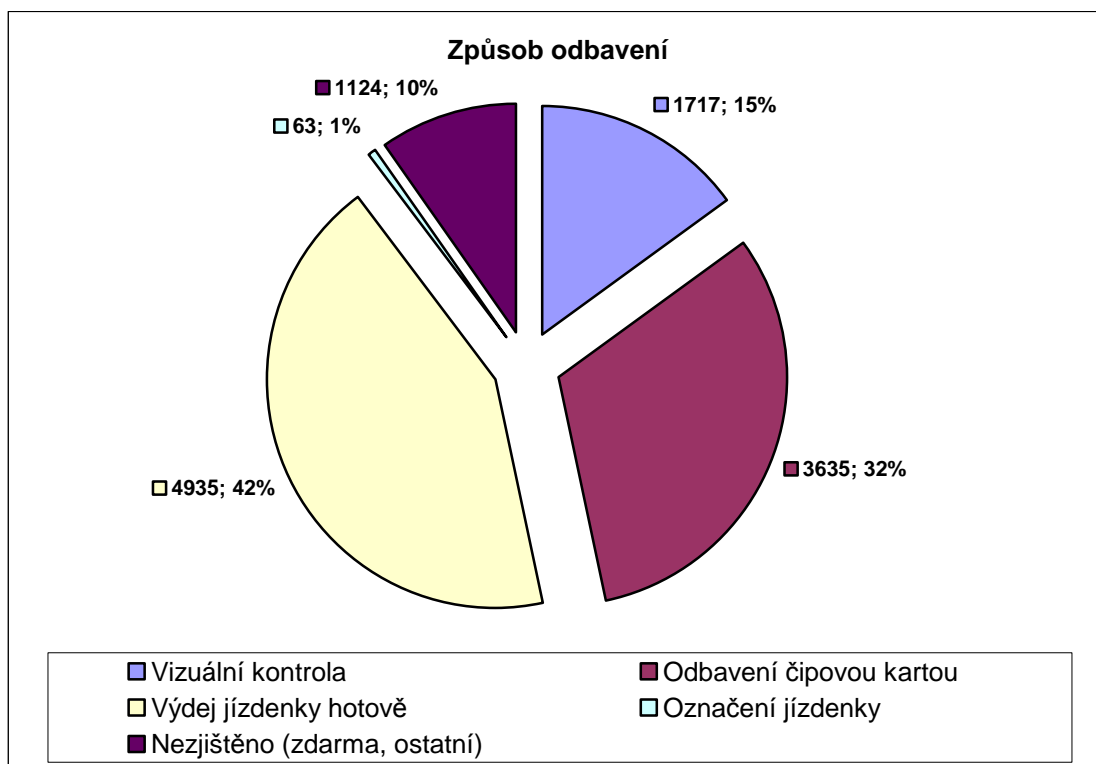
Obrázek 11: Celkový podíl jednotlivých variant jízdních dokladů

Dalším kritériem byl podíl typů jízdních dokladů ve smyslu jednorázových jízdenek, časových kuponů, případně jejich kombinace. Oproti úvodnímu grafu tedy byly sloučeny varianty časových kuponů bez ohledu na formu a všechny jednorázové jízdenky bez ohledu na místo nákupu a způsob placení. Na grafu zobrazeném na obrázku 12 je vidět, že počet cestujících s JJD i časovými kupony je zhruba stejný, tedy cca 40 %. Kombinaci obou typů v rámci jedné cesty používá asi 8 % cestujících, zbylých 10 % má jízdné zdarma.



Obrázek 12: Graf typů jízdních dokladů

Zajímavým výstupem je způsob odbavení cestujícího řidičem. Opět byly sloučeny některé varianty z prvního grafu podle toho, jakou činnost řidič nebo cestující při odbavení vykonával - vizuální kontrola platnosti jízdenky, odbavení čipovou kartou (načtení karty a následná kontrola platnosti odbavovacím zařízením, nebo výdej jízdenky s platbou elektronickou peněženkou), vydání jízdenky s platbou v hotovosti, označení jízdenky v označovači a ostatní. Pokud cestující kombinoval dva typy jízdních dokladů (např. časový kupon a JJD), byly započítány oba způsoby odbavení. Příslušný graf ukazuje obrázek 13. Z něj je vidět, že nejčastější činností při odbavení (42 %) je výdej jízdenky hotově.

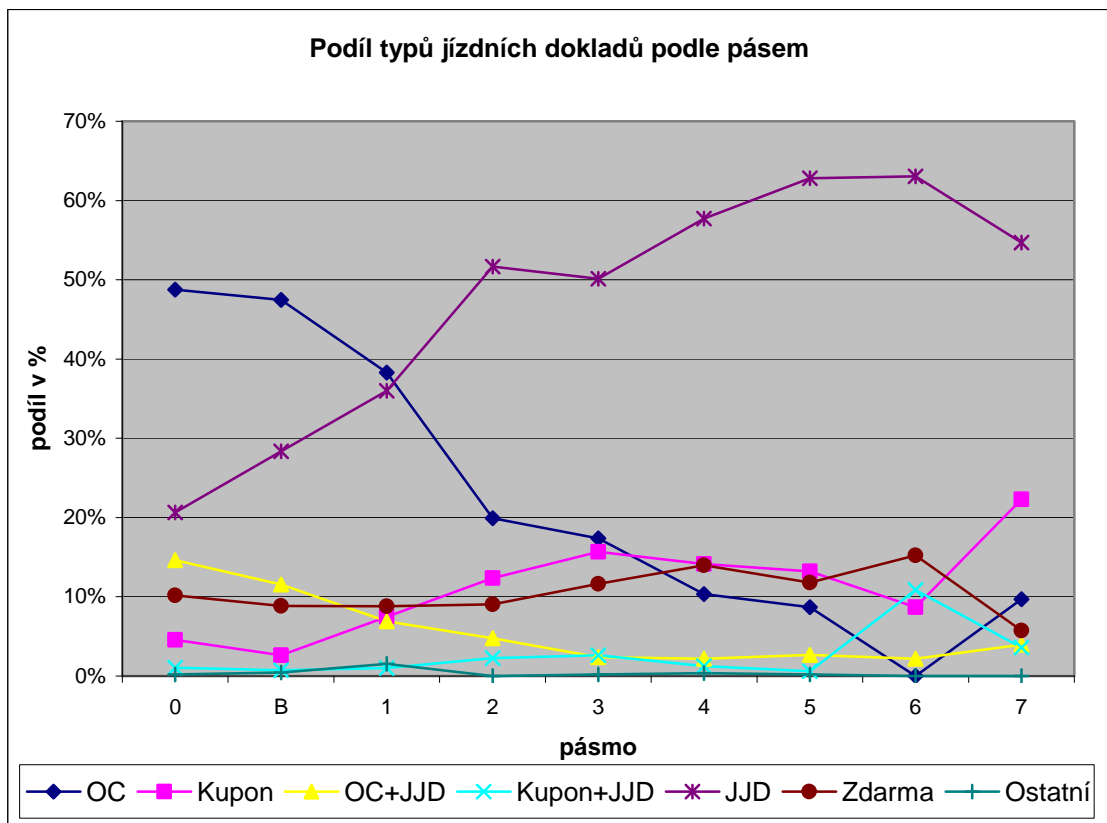


Obrázek 13: Způsob odbavení v příměstské dopravě

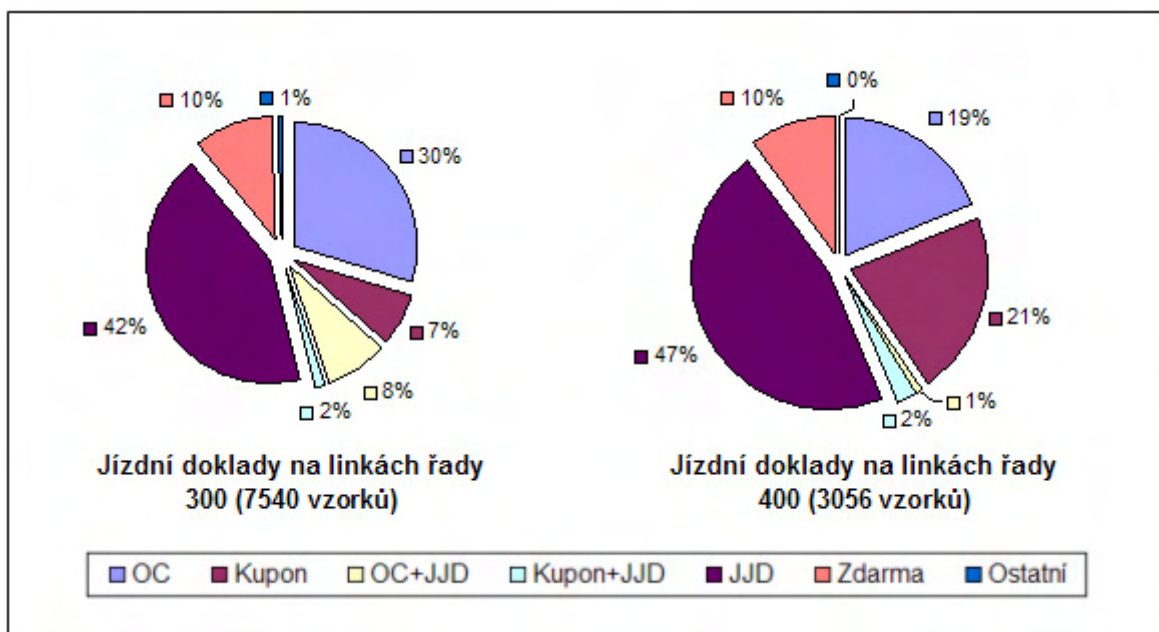
V následujících výstupech se opět pracuje s typy jízdních dokladů v závislosti na určitých kritériích. Pro zpřehlednění se opět nevyužívá všech 17 variant, u JJD se zde nerozlišuje způsob odbavení.

Podíl typů jízdních dokladů podle tarifních pásem přehledně zobrazuje graf na obrázku 14. Z grafu je patrné, že s rostoucí vzdáleností od Prahy rapidně roste četnost využívání JJD na úkor časových kuponů a dále v rámci časových kuponů se postupně více uplatňuje kupon papírový místo elektronického. Tento jev je ale pochopitelný z důvodu neexistence dobíjecích míst OC v regionu. Nutno upozornit, že graf neudává podíl všech platných jízdenek pro daná pásma, ale pouze jízdenek v těchto pásmech zakoupených. V tarifních pásmech 0 a B probíhal průzkum pouze ve směru z Prahy, neboť v opačném směru není v těchto pásmech povinné odbavení u řidiče.

Pokud se podíváme na porovnání jízdních dokladů podle linek řady 300 (příměstské zajiřďující do Prahy) a 400 (příměstské regionální), které je vidět na obrázku 15, vidíme následující skutečnosti. Podíl časových kuponů je přibližně stejný, pouze se liší jejich forma, kdy na příměstských linkách je častější používání kuponů na OC než na linkách regionálních. Podíl JJD na obou typech linek je přibližně 50 %, přičemž na příměstských linkách je část z nich kombinována s časovým kuponem (pravděpodobně kupon pro pražská vnitřní pásma a JJD pro vnější pásma).

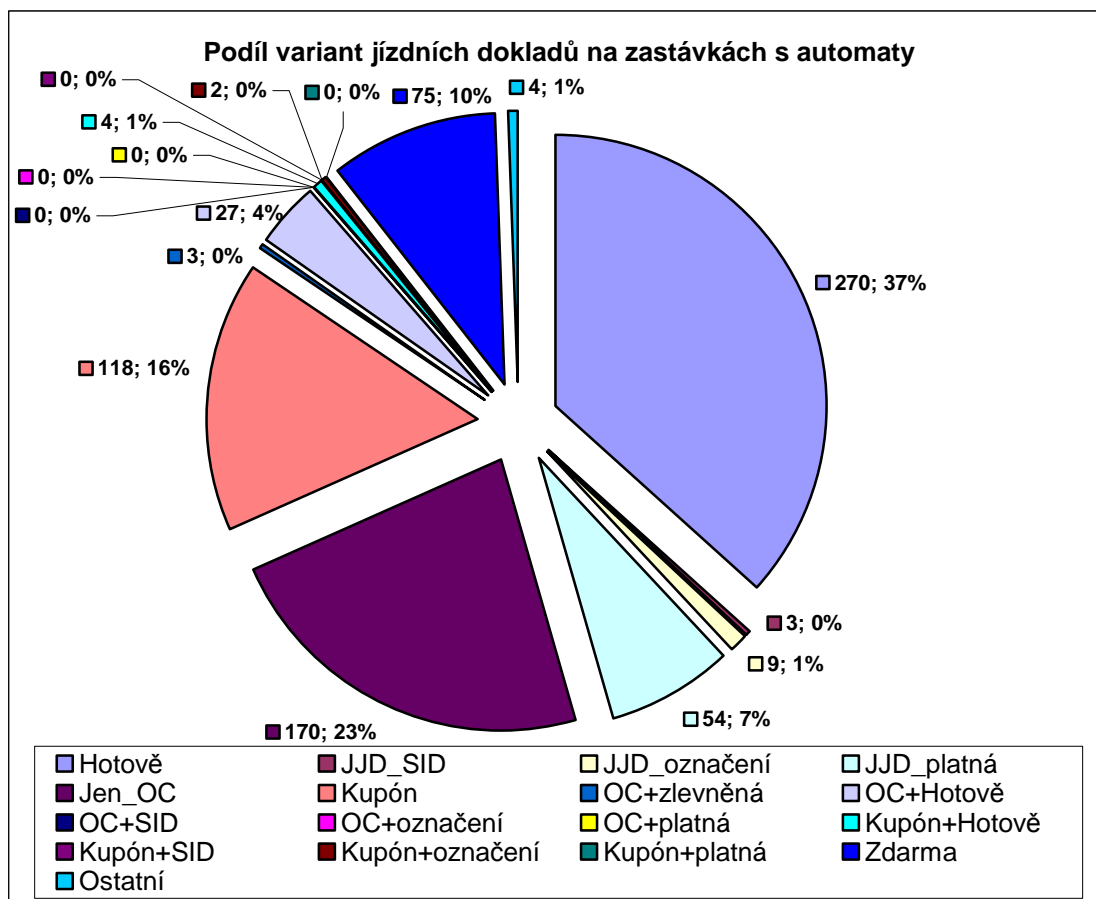


Obrázek 14: Podíl typů jízdních dokladů podle tarifních pásem



Obrázek 15: Rozdíl ve skladbě jízdních dokladů na linkách řady 300 a 400

Posledním zde uvedeným výstupem z průzkumu jízdních dokladů a způsobu odbavení je podíl všech 17 variant, ale pouze pro nastupující cestující na dvou vybraných zastávkách, kde jsou instalovány automaty na jízdenky (Kostelec n. Č. I., nám. a Mníšek p. Brdy, nám.) - viz graf na obrázku 16. Porovnáním s grafem na obrázku 11 není zřejmý žádný zřetelný nárůst jízdenek zakoupených v tomto automatu (varianty JJD_označení, OC+označení, Kupón+označení).



Obrázek 16: Podíl variant jízdenek na zastávkách s jízdenkovými automaty

4.1.4 Závěry průzkumu

Z provedeného dopravního průzkumu vyplývá, že v příměstské dopravě PID je přibližně stejně časté využití jednorázových jízdních dokladů i časových kuponů.

U časových kuponů je vidět rozdíl v používání kuponů papírových a elektronických nahraných na OC. Výskyt OC je největší v pražských pásmech, tedy na linkách řady 300, a se zvyšující se vzdáleností od Prahy rychle klesá. Většímu rozšíření elektronických kuponů v regionu brání chybějící infrastruktura OC - výdejní místa, dobíjecí terminály apod. (Opencard byla totiž původně vyvíjena jako pražská

městská karta). Pokud bychom tedy chtěli zvýšit podíl elektronického odbavení v regionu, je nutné nejprve příslušnou infrastrukturu vytvořit. Otázkou je, zda je v dnešní době vhodné rozšiřovat současný jednoúčelový proprietární systém OC, nebo zavést jiný interoperabilní systém odbavení s otevřenými standardy.

U JJD cestující nejčastěji nakupují jízdenku u řidiče při nástupu do vozidla v hotovosti. Tento způsob odbavení je velmi časově náročný a ve značné míře ovlivňuje dobu stání vozidla v zastávce a tedy i celkovou jízdní dobu spoje. Navíc manipulace s hotovostí přináší rizika jednak v podobě chyb při placení - ať už neúmyslné (např. špatné vrácení) nebo úmyslné (např. přijmutí hotovosti „do kapsy“ bez vydání jízdenky), dále starosti o drobné (řidič musí mít dostatek drobných na vrácení, cestující naopak musí myslet na to, aby měl vždy u sebe platidla přiměřené hodnoty) a v neposlední řadě tržby, kterou má řidič u sebe (může pro něj představovat bezpečnostní hrozbu v podobě krádeže nebo přepadení). Z výše uvedených důvodů je tedy velmi vhodné omezit platbu v hotovosti při odbavení u řidiče. Z grafu na obrázku 16 vyplývá, že rozšíření počtu jízdenkových automatů v regionu není řešením, neboť cestující je využívají minimálně. Nevýhodou automatů jsou vysoké náklady na pořízení a instalaci (v některých lokalitách je jejich instalace takřka nemožná), provozní náklady a neúplný sortiment nabízených jízdenek (nemožnost nákupu předplatních jízdních dokladů, chybí také JJD se studentskou nebo žakovskou slevou). Nabízí se možnost zavedení platby elektronickou peněženkou nebo bezkontaktní bankovní kartou. Při zachování i stávající hotovostní platby by bylo vhodné uvažovat o určitém finančním zvýhodnění elektronických plateb nebo naopak zavedením přírázky při platbě v hotovosti jako způsob, jak více přesvědčit cestující, aby omezili hotovostní platby u řidiče.

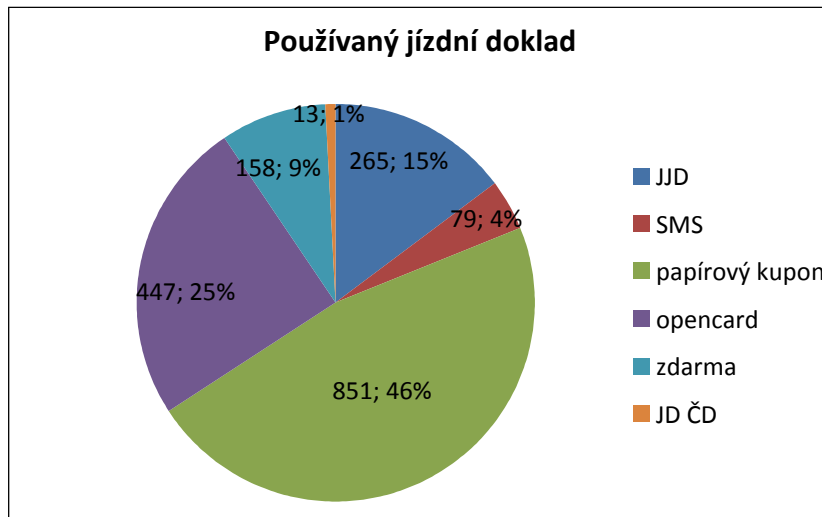
4.2 Anketa o jízdních dokladech

Tento dopravní průzkum prováděla organizace ROPID spolu s FD ČVUT v letech 2009 až 2010. Průzkum byl prováděn jako anketa formou přímého dotazování cestujících v dopravních prostředcích, na území hlavního města. Celkem bylo osloveno 1920 respondentů, kterým bylo položeno až 28 různých otázek.

Pro účely této diplomové práce jsem z ankety vybral některé výstupy, které jsou zajímavé z hlediska optimalizace systému odbavení cestujících.

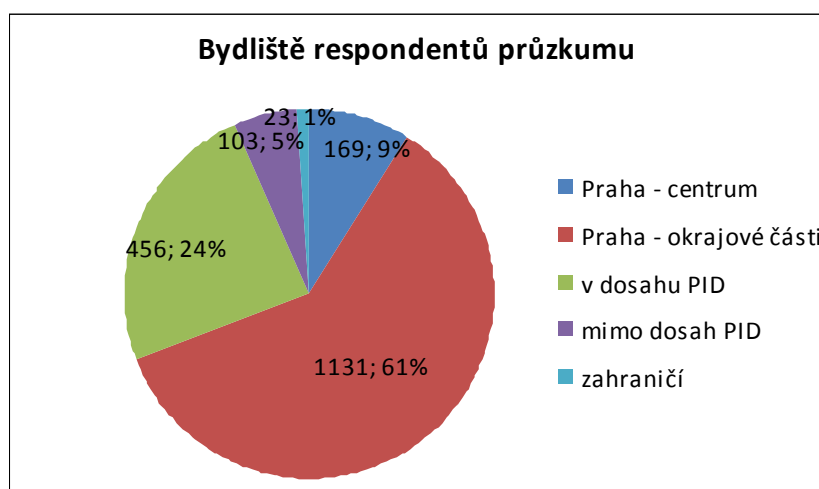
Na obrázku 17 je graf používaných typů jízdních dokladů. Jedná se o podobný graf jako v průzkumu uvedeném v kapitole 4.1, zde však ukazuje podíl jízdních dokladů

cestujících na území hlavního města Prahy. V době konání ankety ještě nebylo tolik rozšířené využití OC jako dnes, proto v dnešní době lze očekávat daleko větší podíl předplatních jízdenek na OC než papírových (v podobném poměru jako v pásmech 0 a B na obrázku 14). Na grafu se ale objevuje další typ jízdního dokladu platného pouze na území Prahy, kterým je SMS.



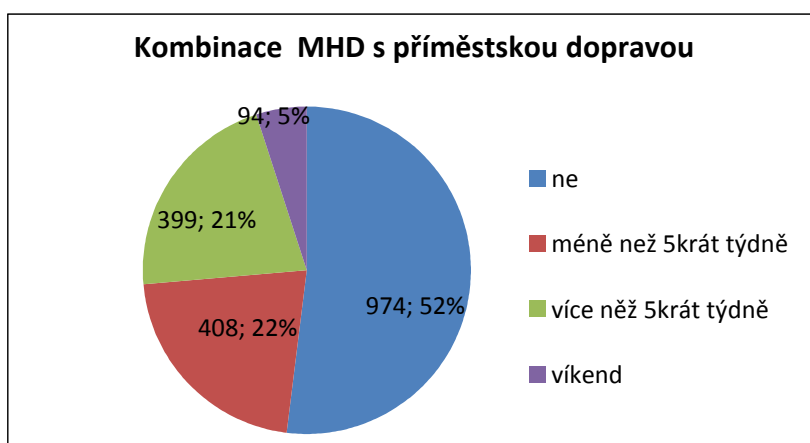
Obrázek 17: Podíl typů jízdních dokladů na území Prahy [23]

Dalším výstupem z ankety je graf bydliště respondentů, který je na obrázku 18. Z grafu je vidět, kolik procent cestujících bydlí v Praze, mimo Prahu v dosahu PID, mimo dosah PID a v zahraničí. Odtud lze odvodit, pro kolik procent cestujících je PID hlavním dopravním systémem, a dále lze podle tohoto grafu usuzovat dostupnost a vhodnost jednotlivých typů jízdních dokladů pro tyto skupiny cestujících (např. dostupnost BČK pro zahraniční turisty apod.).



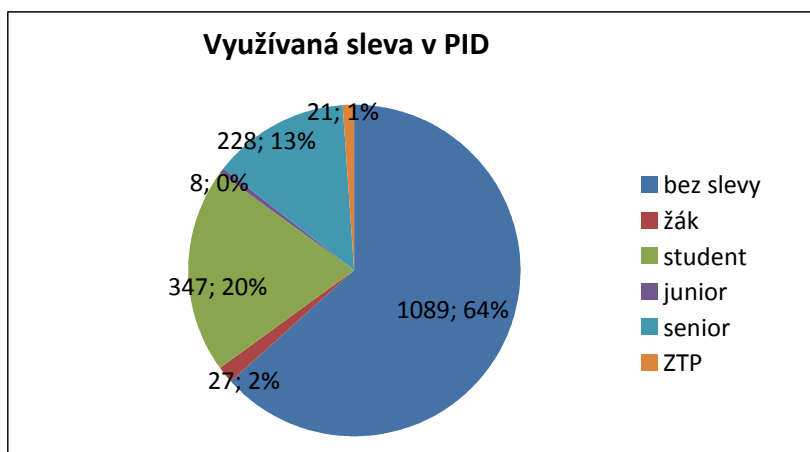
Obrázek 18: Bydliště respondentů ankety [23]

S předchozím grafem souvisí i graf na obrázku 19, který zobrazuje četnost kombinace městské a příměstské dopravy v PID. Z grafu je patrné, že skoro polovina respondentů nějakým způsobem kombinuje městskou i příměstskou dopravu. Tento údaj může být vhodný pro návrh optimalizace systému odbavení cestujících, neboť stávající způsob odbavení je jiný v městské dopravě (namátková kontrola) a v příměstské dopravě (kontrola řidičem při nástupu) a navrhované jízdní doklady musí být kompatibilní pro oba způsoby odbavení.



Obrázek 19: Četnost kombinace městské a příměstské dopravy [23]

Graf na obrázku 20 zobrazuje podíl slev na jízdném využívaném cestujícími. Z příloženého grafu je například vidět, že cca 22 % cestujících jsou žáci nebo studenti. Bohužel pro tyto tarifní kategorie není možné zakoupit příslušné zlevněné JJD v jízdenkovém automatu, a proto je tato skupina cestujících odkázána v příměstské dopravě pouze na nákup JJD u řidiče.



Obrázek 20: Podíl využívaných slev v PID [23]

5 NÁVRH OPTIMALIZACE SYSTÉMU ODBAVENÍ CESTUJÍCÍCH V PID

Současná situace s odbavením cestujících v Pražské integrované dopravě již neodpovídá současným požadavkům společnosti a bylo by vhodné systém zmodernizovat. V této kapitole se tedy věnuji návrhu, jakým způsobem je možné systém optimalizovat s využitím moderních technologií.

5.1 Požadavky na systém odbavení

Navrhovaný systém by měl zohledňovat následující požadavky, aby odstranil nebo alespoň omezil problémy současného systému:

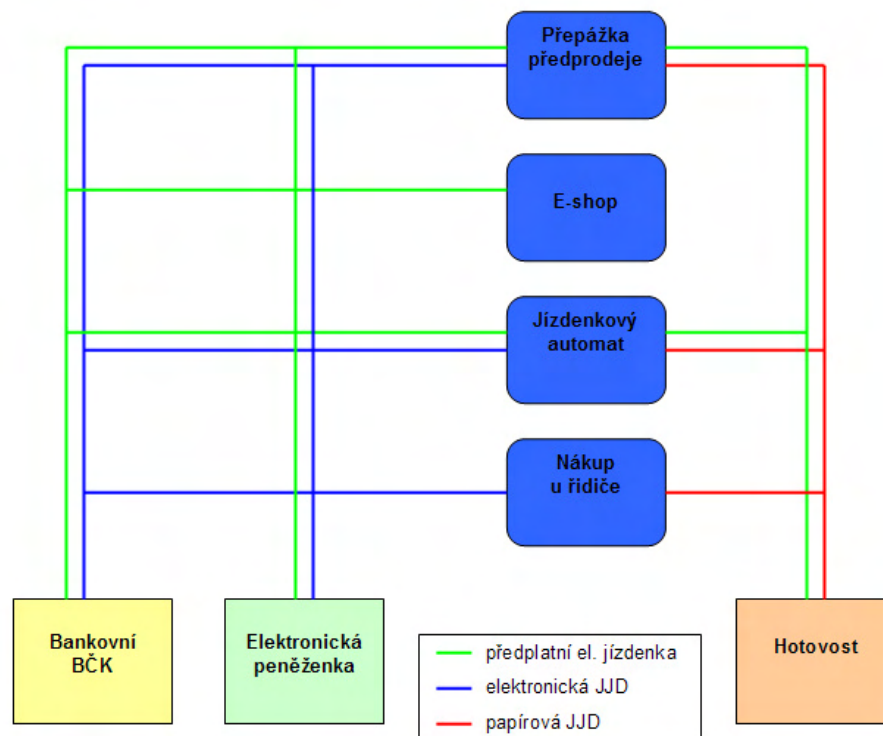
- zrychlení odbavení
 - zejména u příměstských linek, kde je dovolen nástup pouze předními dveřmi s povinným odbavením u řidiče
- omezení plateb v hotovosti
 - zrychlení odbavení
 - vyšší komfort pro cestující v době, kdy dochází k masivnímu nárůstu využívání zejména bezkontaktních bankovních karet, cestující tak nemusí dbát nutnosti mít u sebe přiměřené drobné
 - u dopravců se omezí nutná manipulace s hotovostí - tržby, drobné pro vracení nazpět
 - snížení rizika krádeží tržeb a jiných úniků
- snížení nákladů na odbavení cestujících
 - značné omezení papírových jízdenek
 - omezení vydávání vlastních BČK
 - využití otevřených standardů místo vývoje a údržby vlastního proprietárního řešení
- zvýšení dostupnosti jízdních dokladů
 - pro zastávky, kde dnes není možnost nákupu jízdenky
 - pro návštěvníky z jiných částí republiky a ze zahraničí, kteří nevlastní příslušnou BČK

- možnost využití dat z odbavovacích zařízení pro rozvoj PID
 - zjišťování přepravní poptávky pro vyhodnocení a případnou optimalizaci linkového vedení a jízdních řádů
 - snížení závislosti na dopravních průzkumech prováděných lidmi
- jednotný software odbavovacích zařízení
 - sjednocení uživatelského rozhraní, jednotlivých funkcí, vstupních a výstupních datových formátů
 - nezávislost na použitém typu a dodavateli zařízení (předpokládá se využití v zařízeních se standardním operačním systémem)
 - správa, vývoj a distribuce SW plně v kompetenci organizátora dopravy

5.2 Navrhované druhy jízdních dokladů

Optimalizovaný systém odbavení cestujících by měl být založen na následujících druzích nosičů jízdních dokladů:

- bezkontaktní čip
- papírová jízdenka
- SMS jízdenka



Obrázek 21: Způsob nákupu jednotlivých druhů jízdních dokladů

Na obrázku 21 je zobrazeno schéma dostupnosti jednotlivých druhů jízdních dokladů a možný způsob jejich placení.

5.2.1 Bezkontaktní čip

Princip bezkontaktního čipu by měl hrát hlavní roli v navrhovaném moderním systému odbavení cestujících v PID, neboť díky svým vlastnostem ho lze označit za nejvhodnější současné médium pro potřeby odbavení.

V níže navrhovaném systému uvažuji o využití BČK jako identifikátoru, nikoliv přímo jako nosiče dat. Hlavním centrálním prvkem celého systému by pak byl back office, kde by se uchovávaly záznamy o všech jízdních dokladech. Tento princip má výhodu ve větší variabilitě systému, kdy lze jednodušeji implementovat případné změny ve struktuře jízdenek a možné kompatibilitě s jinými systémy využívajícími BČK, aby cestující mohli pro cestování v PID využít již některou z BČK, které dnes nosí u sebe. Navržený systém může akceptovat tyto bezkontaktní čipy:

- bezkontaktní bankovní karty
- stávající BČK Opencard
- nově vydané bezkontaktní čipy v PID (mohou být nejen ve formě BČK, ale i samolepky, přívěšku na klíče apod.)
- BČK ostatních dopravců nebo dopravních systémů
- NFC

Stávající BČK Opencard by mohly být zachovány. Nebude se však používat stávající dopravní aplikace uložená na OC, systém bude při odbavení číst z OC pouze její identifikátor.

BČK by bylo využito i pro elektronickou formu JJD. V tomto případě lze uvažovat i o zavedení obdoby londýnského systému PAYG, kdy výše jízdného je vypočítána zpětně až na základě skutečně absolvovaných cest.

Platby za všechny jízdenky zakoupené na bankovní BČK budou automaticky provedeny přímo z bankovního účtu cestujícího jako klasická platba bankovní kartou. V případě využívání JJD na jiné nebankovní BČK je nutné zavést systém elektronické peněženky, neboli dopravního virtuálního účtu, ze kterého budou platby jízdného strhávány.

5.2.2 Papírová jízdenka

Papírové jízdenky musí být v určitém rozsahu zachovány pro maximální dostupnost PID pro všechny potenciální cestující. V papírové formě by byly k dispozici pouze JJD, nikoliv předplatní jízdenky. Způsob odbavení s papírovým jízdním dokladem by zůstal nezměněn.

Papírové jízdenky by však měly tvořit pouze okrajový sortiment a cestující by měli být vedeni k využívání elektronických jízdenek, zejména v příměstské dopravě při nákupu jízdenky u řidiče. Z tohoto důvodu je zde možné uvažovat o zavedení přírážky stejně jako dnes u doplňkového prodeje v městských autobusech.

5.2.3 SMS jízdenka

Systém SMS jízdenek doporučuji zachovat ve stávajícím rozsahu jako další způsob obstarání jízdenky pro příležitostné cestující, kteří nevlastní příslušné akceptované médium s bezkontaktním čipem. Nespornou výhodou SMS jízdenek je jejich dostupnost, neboť mobilní telefon má dnes v podstatě každý. Cestující tak není vázán na přítomnost jízdenkového automatu na zastávce nebo na nákupu jízdenky u řidiče.

Opět se však jedná o systém pro spíše okrajové využití z důvodu platnosti pouze na městských linkách, vyšších nákladů na provoz a skutečnosti, že systém provozuje externí společnost.

5.3 Fáze implementace

Implementace systému by měla proběhnout v několika etapách, podobně jako při nasazování systému Contacless v Londýně (viz tabulka 2 v kapitole 3.3.2.3). Rychlost zavádění jednotlivých fází závisí na finanční, technické a organizační náročnosti jednotlivých fází. Pro implementaci nového systému odbavení cestujících v PID navrhuji následující fáze:

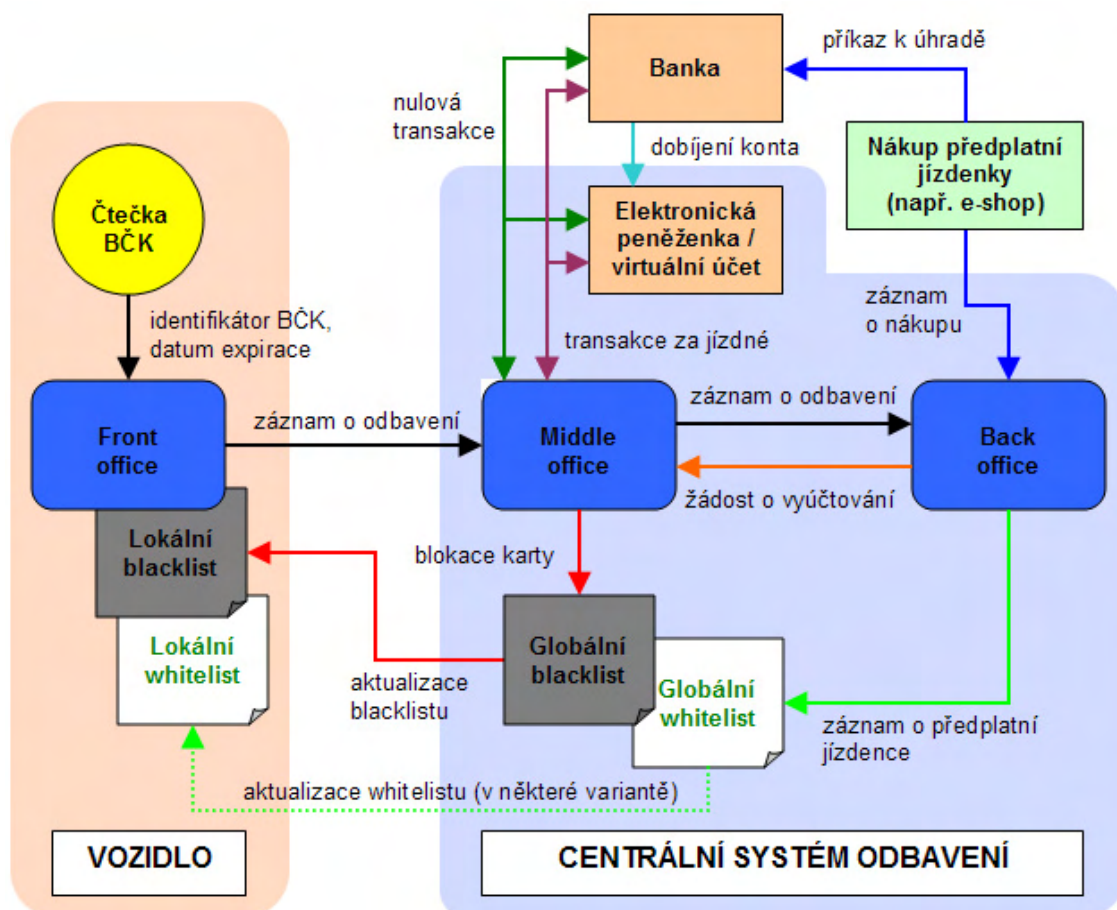
1. stávající systém (JJD i předplatní), akceptace bankovních BČK pouze jako způsob platby v jízdenkových automatech a na přepážkách
2. stávající systém (JJD i předplatní), akceptace bankovních BČK pouze jako způsob platby při nákupu jízdenky u řidiče v příměstské dopravě a u průvodčích na železnici
3. zavedení elektronických JJD s principem PAYG vázaných na identifikátory bankovních BČK, stávající systém předplatních jízdenek
4. zavedení nového systému předplatních jízdenek vázaných na identifikátory bankovních a jiných akceptovaných BČK, zrušení papírových předplatních jízdenek
5. zavedení elektronické peněženky vázané na identifikátory nebankovních akceptovaných BČK, zavedení přírážky na papírové JJD

První dvě fáze zachovávají současný systém odbavení cestujících, pouze rozšiřují možnost způsobu placení stávajících jízdních dokladů o platbu BČK, čímž dojde k postupnému nasazování čteček příslušných bankovních i nebankovních BČK do provozu. V dalších fázích je pak postupně zaváděn systém elektronických JJD i předplatních jízdenek založený na BČK jako identifikátoru a centralizovanými záznamy v databázi back office.

Následující kapitoly se zabývají popisem navrhovaného systému v již cílovém stavu, tedy po provedení páté fáze, a jsou zaměřeny zejména na odbavení s BČK, neboť způsob odbavení papírových nebo SMS JJD zůstává v podstatě totožný.

5.4 Architektura systému BČK

Architektura systému by měla být do jisté míry podobná jako u londýnského systému Contactless popsaném v kapitole 3.3.2.3. Záleží však na konkrétní zvolené variantě způsobu odbavení, zda se bude platnost a cena JJD zadávat ihned při úvodním odbavení, nebo zda bude dopočítána zpětně podle skutečně projeté trasy. Každopádně funkce denního stropu by měla být dostupná ve všech variantách. Blokové schéma navrhovaného systému pro odbavení s BČK ukazuje obrázek 22.



Obrázek 22: Schéma navrhovaného systému odbavení cestujících s BČK

V případě JJD je při odbavení ve front office přečten identifikátor BČK a zkontrolována platnost podle vyčteného data expirace BČK a porovnáním s lokálním blacklitem v odbavovacím zařízení. Jestliže je karta platná, je cestujícímu umožněn nástup a záznam je odeslán do middle office, kde je zjišťována skutečná platnost karty a stav účtu cestujícího. Pokud se jedná o bankovní BČK, je provedena transakce s nulovou částkou přímo do banky klienta, u nebankovní BČK je zkontrolována výše virtuálního konta elektronické peněženky. Při zjištění nedostatečného zůstatku nebo blokace účtu, je identifikátor karty zapsán na blacklist, jehož aktualizace jsou v daných intervalech distribuovány do jednotlivých odbavovacích zařízení. Pokud proběhla kontrola bez problémů, je záznam předán do back office, kde dochází k uchování záznamů a zpětnému výpočtu výše jízdného. Požadovaná částka je pak opět přes middle office odečtena z uživatelského účtu.

Odbavení cestujících s předplatní jízdenkou záleží více na vybrané konkrétní variantě způsobu odbavení. Buď se celé odbavení uskuteční stejným způsobem jako u JJD a zjišťování existence platné předplatní jízdenky probíhá až v back office, a nebo je tento tzv. whitelist distribuován do všech odbavovacích zařízení, a tak při odbavení

probíhá nejprve porovnání s lokálním whitelistem a případně až potom je odeslán záznam dále pro zúčtování.

Navržené procesy odbavení a zúčtování ve formě vývojových diagramů jsou uvedeny v příloze 3 a 4.

Dále je vhodné uvažovat o vytvoření webových nebo mobilních aplikací, které by byly cestujícími využívány pro nákup předplatních jízdenek (e-shop) nebo pro zobrazení údajů o výši projetého jízdného a aktuální době platnosti jízdních dokladů.

Celý systém odbavení cestujících a veškerá datová struktura jízdních dokladů musí odpovídat platné legislativě a příslušným normám (zejména vyhlášce Ministerstva dopravy a spojů č. 175/2000 Sb. O přepravním řádu pro veřejnou drážní a silniční osobní dopravu, normám ČSN EN 1545-1 a ČSN EN 15320, které upravují použití identifikačních karet v dopravě a jejich interoperabilitu, a dalším předpisům).

5.5 Navrhované způsoby odbavení

V této kapitole se zabývám návrhem způsobu odbavení s BČK. Pro navrhovaný systém předkládám více variant řešení způsobu odbavení jak pro městské, tak i příměstské linky PID.

5.5.1 Odbavení na příměstských linkách

Pro příměstské linky jsem navrhl tři možné varianty způsobu odbavení. Jejich hlavní rozdíly popisuje tabulka 4. U všech variant je zachován povinný nástup předními dveřmi.

Tabulka 4: Varianty způsobů odbavení na příměstských linkách

Varianta	Odbavení s JJD		Odbavení s předplatní jízdenkou	
	Nástup	Výstup	Nástup	Výstup
P1	check-in, výběr počátečního a cílového pásma	bez odbavení	check-in, výběr počátečního a cílového pásma	bez odbavení
P2	check-in, výběr počátečního a cílového pásma	bez odbavení	pouze check-in	bez odbavení
P3	pouze check-in	check-out	pouze check-in	check-out

P1

Ve variantě P1 se neuvažuje s odbavením při výstupu z vozu, tudíž požadovanou pásmovou (resp. časovou) platnost musí zadávat řidič při nástupu cestujícího. Tato informace se pak odesílá ke zpracování spolu s identifikátorem BČK. Při odbavení se nerozlišuje, zda má cestující platnou předplatní jízdenku, nebo požaduje nákup JJD, toto zjišťuje až back office. Pokud cestující během cesty přestupuje, volí jízdenku vždy do místa přestupu a odbavuje se při každém nástupu stejným způsobem (jako by si kupoval nepřestupní jízdenky pro každý spoj).

Na konci zúčtovacího období se vypočítá výše jízdného za každou cestu. Jízda v pásmech, na které má cestující zakoupenou předplatní jízdenku, se neúčtuje. Při cestě s přestupy se jednotlivé jízdenky propojí, pokud přestup proběhl v rámci časové platnosti předchozí jízdenky, a duplicitně zaznamenaná pásma se tak účtují pouze jednou.

Výhodou je podoba se stávajícím principem odbavení a jednotný způsob odbavení všech držitelů BČK bez ohledu na typ jízdního dokladu. U této varianty postačuje vybavit příměstské autobusy pouze jednou čtečkou BČK u místa řidiče. Nevýhodou je nutnost zadávání počtu pásem řidičem pro všechny cestující, tedy i pro držitele předplatních jízdenek. V této variantě neexistuje systematická kontrola, zda cestující vystoupil opravdu tam, kde měl.

P2

Varianta P2 je z větší části podobná předchozí variantě, liší se pouze u odbavení s předplatní jízdenkou. Seznam všech existujících platných předplatních jízdenek, tzv. whitelist, je distribuován do všech odbavovacích zařízení. Po načtení

BČK pak odbavovací zařízení porovnává identifikátor BČK nejen s lokálním blacklistem, ale i lokálním whitelistem. Pokud je nalezen příslušný záznam o předplatní jízdence, je cestujícímu umožněn nástup a do back office se odešle záznam o odbavení s nulovou hodnotou jízdného.

Pokud cestující kombinuje předplatní jízdní doklad a JJD, pak postupuje stejným způsobem, jako by žádnou předplatní jízdenku neměl, a skutečnost je následně zohledněna až v back office. Stejně tak by se postupovalo i v případě, pokud by odbavovací zařízení z nějakého důvodu neobsahovalo aktuální whitelist a příslušný záznam by v něm chyběl.

Výhodou oproti variantě P1 je rychlejší odbavení cestujících s předplatními jízdenkami. Nevýhodou však je nutnost distribuce kompletních whitelistů do všech odbavovacích zařízení.

P3

Tato varianta zcela mění zažitý způsob odbavení na příměstských linkách PID a je v podstatě totožná se systémem PAYG v londýnské městské kolejové dopravě.

Při nástupu a načtení BČK se provede pouze check-in, tedy vytvoření záznamu o nástupu do vozu v dané zastávce (pásmu) v daný čas. Řidič pouze kontroluje, aby někdo nenastoupil bez odbavení, případně nepustí do vozu cestujícího, pokud odbavovací zařízení indikuje zablokovanou BČK.

Pro stanovení správné výše jízdného je povinný check-out při výstupu, při kterém je vytvořen záznam se stejnými informacemi jako při check-in. Pokud cestující check-out neprovede, back office mu následně náúčtuje jízdné v takové výši, jako by jel až na konečnou zastávku daného spoje. I při jízdě s přestupy je nutné dodržovat povinnost odbavení při každém nástupu i výstupu.

Výhodou varianty P3 je zejména rychlost odbavení při nástupu, které probíhá v podstatě bez zásahu řidiče. Dále jsou jednoznačně známy trasy pohybu všech cestujících, což jsou velmi cenná data pro analýzu a další rozvoj veřejné dopravy. Nevýhodou jsou vyšší náklady na zavedení systému, neboť každý vůz by musel být vybaven příslušnou čtečkou BČK u každých dveří. Dalším problémem jistě bude zapomínání cestujících odbavit se i při výstupu. Zejména v případě dlouhých linek jim pak za jejich omyl může být náúčtováno několikanásobně vyšší jízdné než podle skutečně odjeté trasy.

5.5.2 Odbavení na městských linkách

Pro městské linky je návrh způsobu odbavení složitější, neboť zde lze navrhnout více variant a jejich různé kombinace pro JJD i předplatní jízdenky. Nastínění několika možných variant je uvedeno v tabulce 5.

Při nástupu by cestující prováděl pouze check-in bez zadávání typu požadované jízdenky. Pro správné zpětné vyúčtování je tedy nutné zavést povinný check-out při výstupu. U městských autobusů a tramvají by byl zachován nástup a výstup všemi dveřmi.

Umístění čteček BČK by odpovídalo rozmístění stávajících označovačů jízdenek (na hranici přepravního prostoru metra i pro výstup). Pro všechny čtečky musí být zajištěna datová komunikace s centrálním zúčtovacím systémem. Ve vestibulech metra lze uvažovat s připojením k místní síti na stanovišti dozorcího stanice. U ostatních druhů městské dopravy provozovaných Dopravním podnikem hl. m. Prahy, a.s. (DPP) bude pravděpodobně nutné dovybavit všechna vozidla bezdrátovým modemem mobilní datové sítě (v dnešní době jsou vybaveny pouze datovým modemem městské sítě TETRA, jejíž provoz je dnes na hranici kapacity).

Tabulka 5: Varianty způsobů odbavení na městských linkách

Varianta	Vhodné pro jízdenky	Check-in	Check-out
M1	předplatní	nepovinný	nepovinný
M2	JJD, předplatní	povinný při zahájení cesty, jinak nepovinný	povinný při ukončení cesty, jinak nepovinný
M3	JJD, předplatní	povinný při každém nástupu	povinný při každém výstupu

M1

Tato varianta je vhodná pouze pro předplatní jízdenky. V podstatě je shodná se současným způsobem cestování s předplatní jízdenkou, kdy cestující nemusí provádět žádné odbavení a kontrola platnosti je pouze náhodná při setkání s revizorem.

Odbavení při nástupu a výstupu může být dobrovolné za účelem poskytování dat o přepravního poptávce. K dobrovolnému odbavení může být cestující motivován určitými bonusy ve formě například slevy na nákup dalšího jízdního dokladu.

Výhodou varianty M1 je jednoduchost cestování totožná se současným systémem. Nevýhodou pak nejistá vypovídací hodnota získaných dat závislá na počtu dobrovolných odbavení.

M2

Varianta M2 je již vhodná jak pro předplatní, tak i pro jednorázové jízdní doklady. Způsob odbavení spočívá v odbavení na počátku cesty při nástupu a na konci cesty při výstupu. Odbavení při přestupu je opět dobrovolné podobně jako u předchozí varianty. V případě zapomenutí na odbavení při výstupu musí být cestujícímu pravděpodobně naúčtována cena celodenní jízdenky.

Výhodou je znalost začátku a cíle cesty a jízdné je spočítáno podle skutečné cestovní doby. Nevýhodou je opět nutnost zaplatit daleko vyšší cenu při zapomenutí odbavení při výstupu. Dalším problémem u této varianty je způsob kontroly jízdního dokladu revizorem v případě, kdy odbavovací zařízení na prvním spoji ještě neodeslalo záznam o odbavení do zúčtovacího systému a cestující již přestoupil na jiný spoj (v takovém případě revizor není schopen si provedení odbavení ověřit ani připojením k back office, ani připojením k odbavovacímu zařízení vozu).

M3

Tato varianta požaduje provedení odbavení při každém nástupu i výstupu z vozidla (při přestupu by postačoval pouze check-in). V případě zapomenutí na odbavení při výstupu je za cílovou zastávku považována konečná zastávka daného spoje.

Výhodou varianty M3 je dostupnost kompletních dat o přepravní poptávce a dále proveditelnost přepravní kontroly, kdy revizor zjišťuje stav pouze na aktuálním spoji, zda byl proveden check-in a nebyl proveden check-out (což je možné provést vyčtením dat z odbavovacího zařízení vozu). Nevýhodou je nižší komfort a riziko většího zdržení spojů zejména na frekventovaných dopravních uzlech.

5.5.3 Odbavení ve vlacích

Pro odbavení cestujících ve vlacích zapojených v PID navrhuji podobný způsob jako na městských linkách.

Pro cestující s předplatní jízdenkou zachovat v podstatě stávající způsob, tedy pouze kontrola platnosti průvodčím. Check-in a check-out by byl pouze dobrovolný.

Cestující s JJD by byli povinni na příslušných zastávkách při každém nástupu provést check-in, při výstupu check-out a dále by byli opět kontrolováni průvodčím.

5.5.4 Výběr nejvhodnější kombinace variant

Výběr nejvhodnější kombinace variant závisí na mnoha faktorech, zejména na finanční náročnosti, technické složitosti a mohutnosti systému, rychlosti odbavení a srozumitelnosti systému pro cestující.

Po zhodnocení všech výhod a nevýhod mnou výše navržených variant bych osobně zvolil za nejlépe proveditelnou následující kombinaci, která nabízí funkční systém, který je kompromisem výše uvedených faktorů a způsob odbavení do jisté míry připomíná současný systém odbavení:

- příměstská doprava
 - varianta P1 - pro předplatní i JJD
- městská doprava
 - varianta M1 - pro předplatní jízdenky
 - varianta M3 - pro JJD

5.5.5 Řešení vícenásobného a zlevněného jízdného

Někteří cestující by mohli uvítat možnost zakoupení více současně platných elektronických jízdenek na jednu BČK, např. pro spolucestujícího, zavazadlo, psa apod. Tento požadavek by bylo možné řešit předvolením požadavku na počet a typ dalších současně platných jízdenek, které by zahájily platnost od okamžiku následujícího odbavení. Tato předvolba by mohla být provedena například pomocí multifunkčního jízdenkového automatu (samoobslužného terminálu) nebo pomocí mobilní aplikace. Na příměstských linkách by tento požadavek mohl zadávat přímo řidič při odbavení.

Navrhovaný systém odbavení cestujících by mohl řešit i poskytování slev na jízdném (např. žákovské, studentské atd.). V případě nároku na slevu by cestující musel navštívit přepážku předprodeje, kde by mu byla na základě předloženého potvrzení změněna tarifní kategorie u jeho uživatelského účtu. Platnost nároku na slevu by musel dotyčný cestující dokládat každý rok.

Odbavování cestujících s nárokem na slevu by probíhalo úplně stejným způsobem jako u ostatních cestujících, sleva by byla odečítána až při vyúčtování v back office.

Otázkou je, jakým způsobem by bylo možné kontrolovat, že zvýhodněné jízdné je využíváno pouze tím konkrétním cestujícím. Z tohoto důvodu by mohlo být zavedeno opatření, že na žádost řidiče nebo revizora je cestující povinen prokázat totožnost osobním dokladem s fotografií. Řidič nebo revizor ale musí být nejprve upozorněn na skutečnost, že se jedná o BČK cestujícího s nárokem na slevu, proto by bylo nutné například distribuovat seznamy těchto BČK do všech odbavovacích zařízení podobně jako u blacklistů.

5.6 Přínosy a rizika navrženého systému

Systém je výhodný pro svoji velkou dostupnost pro všechny skupiny cestujících, díky možnosti využití dnes velmi oblíbených platebních BČK, stávajících Opencard, akceptovaných BČK jiných dopravních systémů, případně stávajících jednorázových papírových nebo SMS jízdenek. Dnes velmi diskutovaná interoperabilita odbavení cestujících v různých dopravních systémech je zde řešena využíváním pouze jednoznačného identifikátoru BČK bez ohledu na další vnitřní obsah a strukturu karty.

Dalším přínosem je omezení platby jízdného v hotovosti a zrychlení odbavení zejména na příměstské dopravě, kde podle výsledků provedeného průzkumu až 42 % odbavení u řidiče spočívá v časově náročné platbě v hotovosti při nákupu JJD.

Velkou výhodou je variabilita systému. Díky centralizaci ukládání dat v back office namísto ukládání přímo v paměti jednotlivých BČK lze jednoduše upravovat strukturu záznamů, přidávat nové typy jízdenek apod. bez nutnosti aktualizace aplikací na BČK u všech cestujících.

Nevýhodou navrženého řešení jsou velké objemy přenášených dat mezi odbavovacími zařízeními a back office (resp. middle office). Právě závislost systému na datových přenosech je značným rizikem systému, kdy správnost následného vyúčtování jízdného závisí na bezchybném přenosu dat. Zejména u bezdrátové komunikace přes mobilní datové sítě, která bude zajišťovat přenos z většiny odbavovacích zařízení, může docházet k problémům. V dalších krocích bude tedy nutné definovat konkrétní požadavky na spolehlivost přenosu dat a opatření pro případ neúspěšných přenosů (např. vybavením vozů datovým rozhraním Wi-Fi, aby alespoň

na konci dne po příjezdu vozidla do areálu garáží / vozovny mohl být proveden přenos všech potřebných dat.

Dalším problémem k řešení je stanovení pravidel a procesů pro situace, jako jsou ztráta nebo výměna BČK (nutné propojení uživatelského konta s následující BČK) nebo též reklamace výše odečteného jízdného, kdy musí být jednoznačně zjistitelná příčina (špatně provedené odbavení cestujícím nebo řidičem, chyba v přenosu dat, chyba ve vyúčtování, zaúčtování delší jízdní doby z důvodu zpoždění určitého spoje apod.).

5.7 Proveditelnost návrhu

Zavedení nového systému odbavení cestujících s sebou samozřejmě nese nemalé finanční náklady, zejména tyto:

- vybavení všech vozidel, vstupů i výstupů do / z přepravního placeného prostoru a samoobslužné jízdenkové terminály příslušnými čtečkami BČK
- vytvoření centrálního zúčtovacího systému - middle office, back office

Vzhledem k morální i technické zastaralosti většiny současných odbavovacích zařízení v příměstských autobusech a všech jízdenkových automatů by mohlo být nasazení příslušných čteček BČK provedeno zároveň s obnovou těchto zařízení. Dále by mohlo být požádáno o spolufinancování pořízení čteček u tuzemských bank a mezinárodních karetních společností, neboť do těchto institucí budou plynout příjmy z poplatků za platby uskutečněné bankovními kartami. Obě hlavní světové karetní společnosti, MasterCard i Visa, se již dnes zapojují do vývoje mnoha různých systémů pro dopravu (viz např. systém Contactless provozovaný v Londýně, jehož princip je popsán v kapitole 3.3.2.3).

Podobně jako u londýnského systému Contactless lze po optimalizaci systému odbavení v PID očekávat finanční úspory, které by měly postupně převýšit vstupní i provozní náklady, zejména:

- snížení počtu vlastních vydávaných BČK
- omezení výskytu hotovosti v celém systému
- zrychlení odbavení zejména na příměstských linkách
- vyšší uživatelský komfort, který může přinést více pravidelných cestujících

- lepší dostupnost systému, který může přinést více cestujících i z řad občasných návštěvníků a cizinců
- jednodušší a levnější úprava struktury jízdních dokladů z důvodu centralizace dat

Konkrétní porovnání předpokládaných nákladů a úspor není součástí této diplomové práce, neboť se jedná pouze o návrh architektury a funkcí systému. Relevantní odhad těchto čísel bude možný až na základě konkrétní specifikace systému, počtu participujících subjektů a termínu realizace.

5.8 Jednotný SW pro odbavovací zařízení

Další částečně samostatnou kapitolou optimalizace systému odbavení cestujících je software pro odbavovací zařízení.

Z historických důvodů dodavatelé dosud dodávají svá zařízení i s příslušným SW pro obsluhu odbavení, ať už se jedná o palubní počítače do vozů, jízdenkové automaty nebo jiná odbavovací zařízení. Odbavovací systémy dřívější generace byly jednoduchými elektronickými zařízeními s proprietárním obslužným SW.

Problém nastává v případě, jestliže se objeví potřeba provedení úprav v tomto SW. V takovém případě je potřeba zadat požadavek na změnu SW dodavatelům jednotlivých zařízení. Vzhledem ke skutečnosti, že v rámci jednoho dopravního systému bývá provozováno více typů odbavovacích zařízení a zpravidla od různých dodavatelů (PID není výjimkou), je potřeba tento požadavek zadat u všech dodavatelů a úprava SW se pak stává organizačně, časově i finančně náročná a může se stát, že některá zařízení ani nebudou schopna tyto požadavky splnit.

Odbavovací zařízení moderní koncepce jsou většinou založeny na principu průmyslových PC, jejichž funkci řídí některý ze standardních operačních systémů (Windows, Linux apod.). Software pro odbavení cestujících je pak jednou z mnoha možných aplikací, které mohou být v zařízení spuštěny. Aplikace pro tento typ zařízení je možné tvořit v klasických vývojových prostředích pro tvorbu počítačového SW. Z tohoto důvodu se jeví za vhodné vytvořit jednotnou aplikaci pro odbavení, která by mohla být nasazena do více typů zařízení od různých dodavatelů.

Jednotný SW by měl být ideálně ve vlastnictví příslušného organizátora dopravy, který by byl i zadavatelem požadavků na případné úpravy a vývoj a který by řídil distribuci tohoto SW jednotlivým dopravcům zapojených v daném dopravním

systemu. Verze SW by se od sebe jen drobně lišily podle způsobu použití (např. odbavení řidičem, samoobslužné odbavení cestujícím atd.).

Výhody zavedení jednotného SW pro odbavovací zařízení v rámci jednoho dopravního systému:

- jednotné funkce SW
- jednotný vzhled uživatelského rozhraní
- jednotná správa a vývoj SW - veškeré úpravy SW se provádějí pouze jednou, čímž dochází k rychlejšímu a levnějšímu nasazení aktualizací
- pro dopravce nižší pořizovací náklady za odbavovací zařízení - odbavovací SW dodá organizátor
- jednotný formát vstupních a výstupních dat

V rámci optimalizace systému odbavení cestujících v PID by tedy bylo vhodné zamyslet se nad návrhem jednotného SW pro odbavovací zařízení, který by byl v majetku organizace ROPID a který by byl nasazen spolu s novým systémem odbavení.

6 ZÁVĚR

Diplomová práce se věnuje problematice odbavení cestujících ve veřejné dopravě a navrhuje řešení, jakým způsobem optimalizovat systém odbavení v Pražské integrované dopravě.

V rámci přípravy podkladů pro tento návrh jsem zorganizoval průzkum jízdních dokladů a způsobu odbavení na příměstských autobusových linkách PID. Při průzkumu bylo celkem zaznamenáno 10596 jízdních dokladů. Z vyhodnocení průzkumu mimo jiné vyplynulo, že nejčastější způsob odbavení v příměstské dopravě je nákup jízdenky u řidiče s platbou v hotovosti. Právě tento způsob odbavení nejvíce zdržuje nástup cestujících do vozu a je tedy vhodné jej v co největší možné míře nahradit jiným, rychlejším a komfortnějším způsobem, který využívá v dnešní době všeobecně stále oblíbenějších bezhotovostních plateb. Dále bylo zjištěno, že mimo Prahy neexistuje infrastruktura pro vydávání a dobíjení bezkontaktních čipových karet Opencard a cestující, kteří nedojíždění do Prahy, nemohou využívat elektronické jízdní doklady a jsou odkázáni pouze na papírové jednorázové nebo předplatní jízdenky.

Samotný návrh optimalizace systému odbavení cestujících v PID spočívá ve využití elektronických jízdních dokladů centrálně ukládaných v back office vázaných na konkrétního cestujícího identifikací příslušnou bezkontaktní čipovou kartou. Pro co nejvyšší dostupnost a interoperabilitu navrhovaného systému doporučuji akceptovat bankovní bezkontaktní čipové karty, z nebankovních karet stávající Opencard a dále karty vydávané jinými dopravními systémy. Pro okrajové využití předpokládám zachování existence jednorázových jízdenek ve formě papíru i SMS, přičemž na papírové jízdenky by mohla být zavedena určitá přírážka z důvodu motivace cestujících k používání elektronických jízdenek. Pro jednorázové jízdenky navrhuji v konečné fázi implementace vytvořit systém dynamického jízdného se zpětným vyúčtováním za celý den, který podle skutečně absolvovaných cest automaticky vypočítá nejvhodnější jízdné (podobně jako londýnský systém Pay As You Go). Vyúčtování jízdného poté proběhne automaticky, v případě bankovní karty z bankovního účtu a v případě některé z nebankovních karet z konta elektronické peněženky. V návrhu jsem nastínil varianty možných způsobů fyzického odbavení při nástupu (resp. výstupu) pro městské i příměstské linky s uvedením výhod a nevýhod užití jednotlivých variant. Návrh se též zabývá řešením odbavení cestujících s nárokem na slevu nebo jízdné zdarma a možností současného nákupu více jízdenek na jednu kartu. V neposlední řadě jsem se zabýval myšlenkou výhody jednotného softwaru pro odbavovací zařízení.

Diplomová práce nabízí návrh systému odbavení cestujících využitelného pro systém PID, který se vymyká současným spíše konzervativním systémům provozovaným v České republice a který má za cíl zefektivnit a zatraktivnit cestování Pražskou integrovanou dopravou.

Dalšími aktivitami navazujícími na diplomovou práci by byly zhotovení konkrétní specifikace systému s podrobným ekonomickým a technickým zhodnocením proveditelnosti a návrh pilotního projektu pro otestování jednotlivých funkcionalit. Dále je možné navrhovaný systém porovnat se specifiky jiných integrovaných dopravních systémů a zjišťovat možnosti jeho využití i mimo PID.

SEZNAM LITERATURY

- [1] BITTER, Aleš. *Jednotný elektronický odbavovací systém pro integrované dopravní systémy v ČR*. Praha, 2012 [cit. 2014-03-30]. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav řídicí techniky a telematiky. Vedoucí práce Jan Šimůnek
- [2] JAROŠ, Michal. *Nové jízdenky ČD* [fotografie]. In: JAROŠ, Michal. *České dráhy zavádějí na zkoušku nové tiskopisy jízdenek* [online]. ŽelPage, 2011. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/zpravy/8328>
- [3] MIFARE DESFire EV1 4K. *NXP* [online]. NXP Semiconductors. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: http://www.nxp.com/products/identification_and_security/smart_card_ics/mifare_smart_card_ics/mifare_desfire/series/MIFARE_DESFIRE_EV1_4K.html#overview
- [4] PALMER, Ollie. *Oyster melting* [fotografie]. In: PALMER, Ollie. *Oyster melting* [online]. Ollie Palmer. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://olliepalmer.com/tag/oyster-card>
- [5] *London fare gates* [fotografie]. In: REES, Stephen. *How London Deals with Fare Evasion* [online]. Stephen Rees's blog, 2012. [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://stephenrees.wordpress.com/2012/02/22/how-london-deals-with-fare-evasion>
- [6] ČESKÉ DRÁHY, PLZEŇSKÉ MĚSTSKÉ DOPRAVNÍ PODNIKY a ODP-SOFTWARE. *Představení systému MAP* [prezentace]. 2013. [cit. 2014-04-03].
- [7] ROPID. *Tarif Pražské integrované dopravy* [online]. Praha: ROPID, 2014. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: http://ropid.cz/data/Galleries/126/128/d1184_1_tarif_PID_2011-07-01_vse_d1_d2_d3_d4_d5_d6_d7_d8_d9_d10_d11_d12_d13_d14.pdf

- [8] ROPID. *Příměstské linky PID* [obrázek]. Pražská integrovaná doprava [online]. Praha: ROPID, 2014. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: http://ropid.cz/data/Galleries/59/62/d782_3_A3_Primestske_linky_2014-03.png
- [9] *Akceptace karet s technologií PayPass* [obrázek]. In: *Co je to MasterCard PayPass?* [online]. MasterCard. [cit. 2014-03-13]. Dostupné z: <http://www.paypass.cz/stranka/1/co-je-paypass/>
- [10] Jak probíhá bezkontaktní platba [obrázek]. In: *Visa Classic payWave* [online]. Fio banka. [cit. 2014-03-13]. Dostupné z: <http://www.fio.cz/bankovni-sluzby/platebni-karty/visa-classic-paywave>
- [11] Visa Transit Solutions. *Visa Europe* [online]. Visa Europe. [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: http://www.visaeurope.com/en/businesses__retailers/transit.aspx
- [12] KHEE MING, L. a Q. HAN LIM. *A New Generation Smart Card – Combi Card* [online]. Information Technology Standard Committee, 2002. Section Three. [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: http://www.itsc.org.sg/pdf/2002/PDF/Section_three_2of2a.pdf
- [13] MasterCard Announces the Full Scale Roll-Out of the Internationally Recognized TaiwanMoney Card. *MasterCard* [online]. MasterCard, 2007. [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: https://www.mastercard.com/us/company/en/newsroom/pr_taiwanmoneycard.html
- [14] MasterCard se v Bratislavě podílí na úspěšném projektu městské karty. *Měšec.cz* [online]. Internet Info s.r.o., 2011. [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.mesec.cz/tiskove-zpravy/mastercard-se-v-bratislave-podili-na-uspesnem-projektu-mestske-karty/>
- [15] LOSQ, Sebastien. *Future of Smart Card Ticketing in London* [prezentace]. Transport for London, 2013. [cit. 2014-03-25].
- [16] On Oyster. *Transport for London* [online]. Transport for London. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.tfl.gov.uk/fares-and-payments/ticket-types/on-oyster?intcmp=15334>

- [17] BALABAN, Dan. Transport for London to Discard Mifare Classic. In: *NFC Times* [online]. Forthwrite Media, 2010. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://nfctimes.com/news/transport-london-discard-mifare-classic-seeks-desfire-sims>
- [18] Adult discounts & concessions. *Transport for London* [online]. Transport for London. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.tfl.gov.uk/fares-and-payments/adult-discounts-and-concessions>
- [19] LEWIS, Peter. *The Oyster Card and Contactless Payments at TfL* [prezentace]. Transport for London, 2013. [cit. 2014-03-26].
- [20] TRANSPORT FOR LONDON. *Oyster card* [fotografie]. [online]. Visit London. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: http://cdn.londonandpartners.com/visit/london-organisations/transport-system/64228-640x360-oyster-tube-terminal_640.jpg
- [21] Paper tickets. *Transport for London* [online]. Transport for London. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.tfl.gov.uk/fares-and-payments/ticket-types/paper-tickets?intcmp=15331>
- [22] LONDON ASSEMBLY. Transport Committee. *The Future of Ticketing* [online]. London: Greater London Authority, 2011. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.london.gov.uk/moderngov/documents/s7401/The%20Future%20of%20Ticketing%20-%20Appendix%201.pdf>
- [23] ROPID a FD ČVUT. *Anketa o jízdních dokladech* [dokument excel]. Praha: ROPID, 2010. [cit. 2014-04-07].
- [24] KRAJČOVIČOVÁ, Michaela, Aleš BITTER a Jan ŠIMŮNEK. *Formulář pro průzkum jízdních dokladů a odbavení: Linka 410, směr zpět* [dokument excel]. Praha: ROPID, 2014. [cit. 2014-05-01].
- [25] *Jizdnirady.cz: Map IDOS* [online]. CHAPS, spol. s r.o. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://mapy.idos.cz/praha>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1:	Aztécký kód na jízdenkách dopravce České dráhy, a.s.	15
Obrázek 2:	Čip a anténa Oyster Card po odloupení krycích vrstev	17
Obrázek 3:	Odbavovací brány při vstupu do londýnského metra	20
Obrázek 4:	Plánek tarifních pásem PID	24
Obrázek 5:	Označení platebního místa s technologií MasterCard PayPass	30
Obrázek 6:	Označení platebního místa s technologií Visa payWave	30
Obrázek 7:	Kombinovaná karta pro kontaktní i bezkontaktní transakce	32
Obrázek 8:	Odbavení bezkontaktní bankovní kartou Visa v Londýně	33
Obrázek 9:	Odbavení s Oyster Card	34
Obrázek 10:	Schéma odbavení PAYG při využití bezkontaktních bankovních karet	38
Obrázek 11:	Celkový podíl jednotlivých variant jízdních dokladů	44
Obrázek 12:	Graf typů jízdních dokladů	45
Obrázek 13:	Způsob odbavení v příměstské dopravě	46
Obrázek 14:	Podíl typů jízdních dokladů podle tarifních pásem	47
Obrázek 15:	Rozdíl ve skladbě jízdních dokladů na linkách řady 300 a 400	47
Obrázek 16:	Podíl variant jízdenek na zastávkách s jízdenkovými automaty	48
Obrázek 17:	Podíl typů jízdních dokladů na území Prahy	50

Obrázek 18:	Bydliště respondentů ankety	50
Obrázek 19:	Četnost kombinace městské a příměstské dopravy	51
Obrázek 20:	Podíl využívaných slev v PID	51
Obrázek 21:	Způsob nákupu jednotlivých druhů jízdních dokladů	53
Obrázek 22:	Schéma navrhovaného systému odbavení cestujících	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Tarify a typy jízdních dokladů v některých dopravních systémech v ČR 13

Tabulka 2: Fáze implementace londýnského systému odbavení Contactless 37

Tabulka 3: Souhrnné informace o průzkumu jízdních dokladů a odbavení 40

Tabulka 4: Varianty způsobů odbavení na příměstských linkách 59

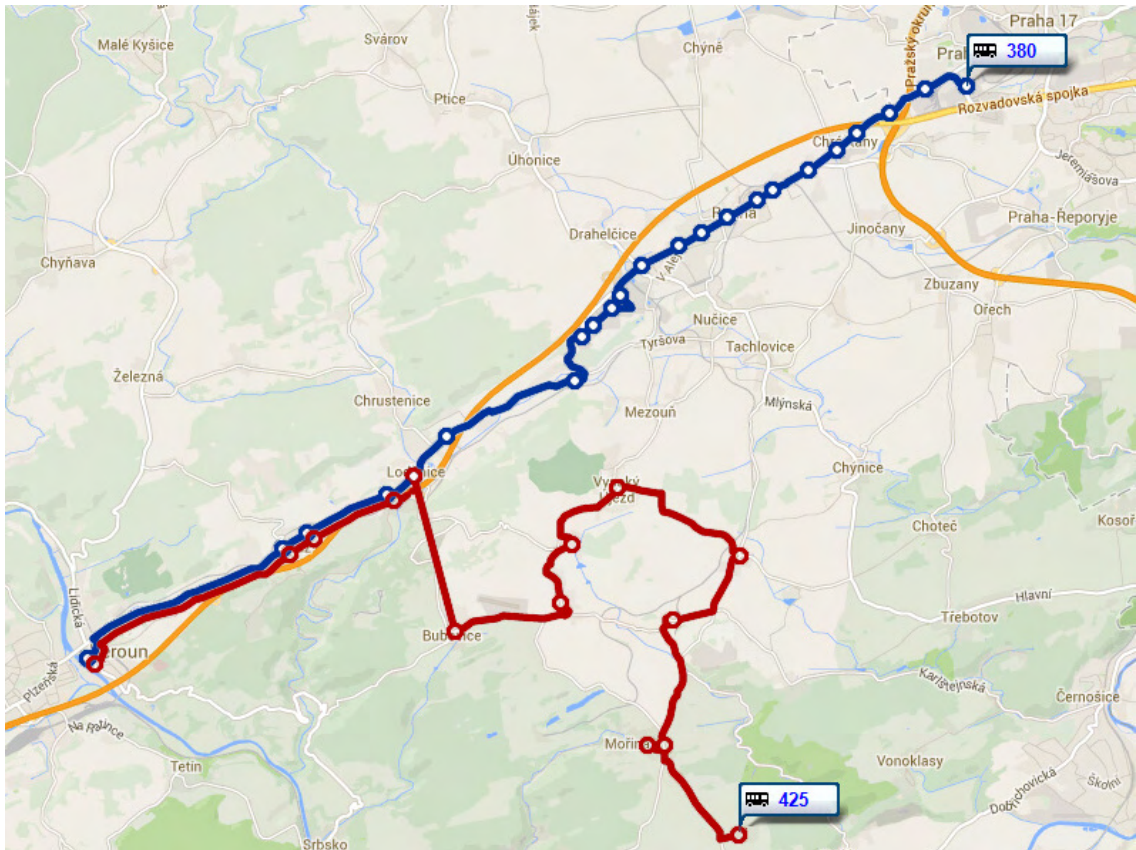
Tabulka 5: Varianty způsobů odbavení na městských linkách 61

SEZNAM PŘÍLOH

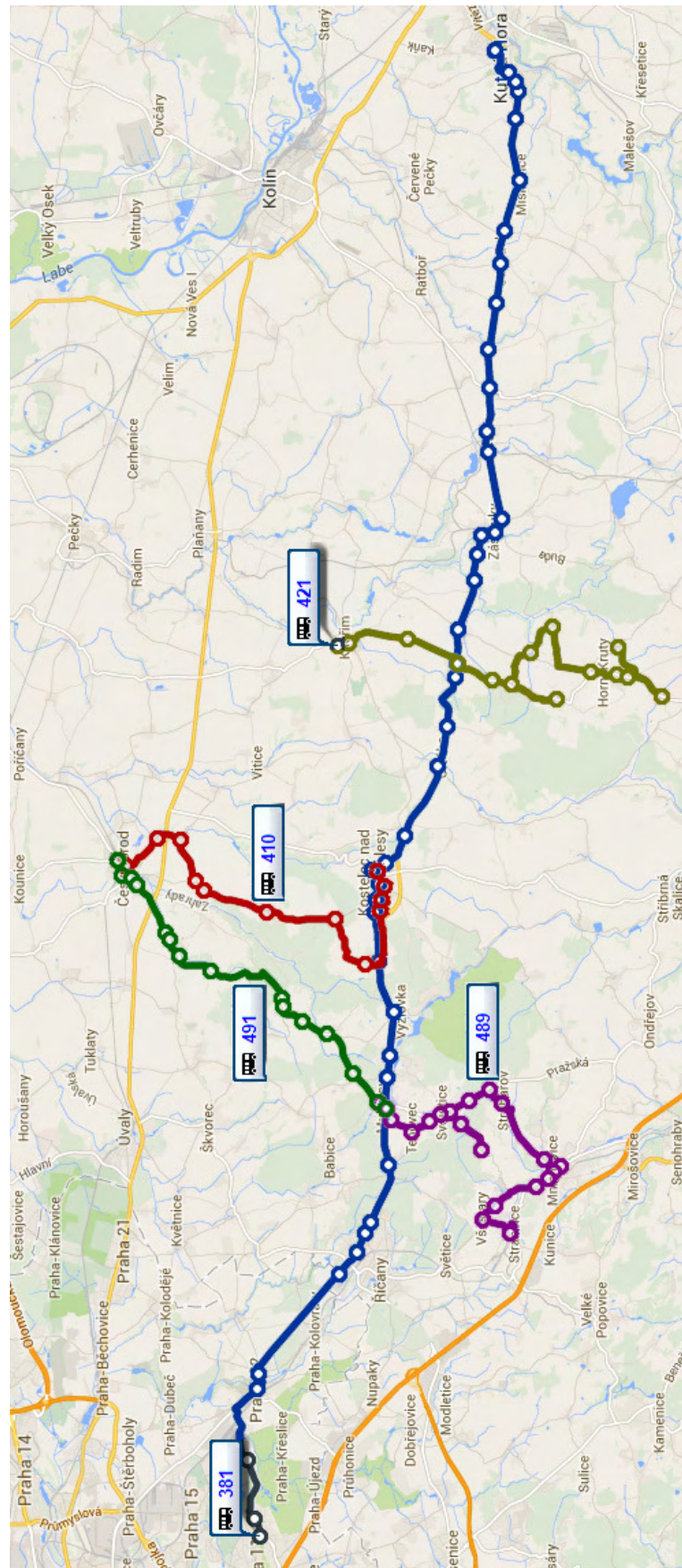
Příloha 1: Mapy vybraných linek zařazených do dopravního průzkumu	77
Příloha 2: Ukázka sčítacího formuláře pro dopravní průzkum	80
Příloha 3: Proces navrhovaného systému odbavení cestujících s BČK	81
Příloha 4: Proces zúčtování elektronického jízdného v navrženém systému	82

Příloha 1: Mapy vybraných linek zařazených do dopravního průzkumu

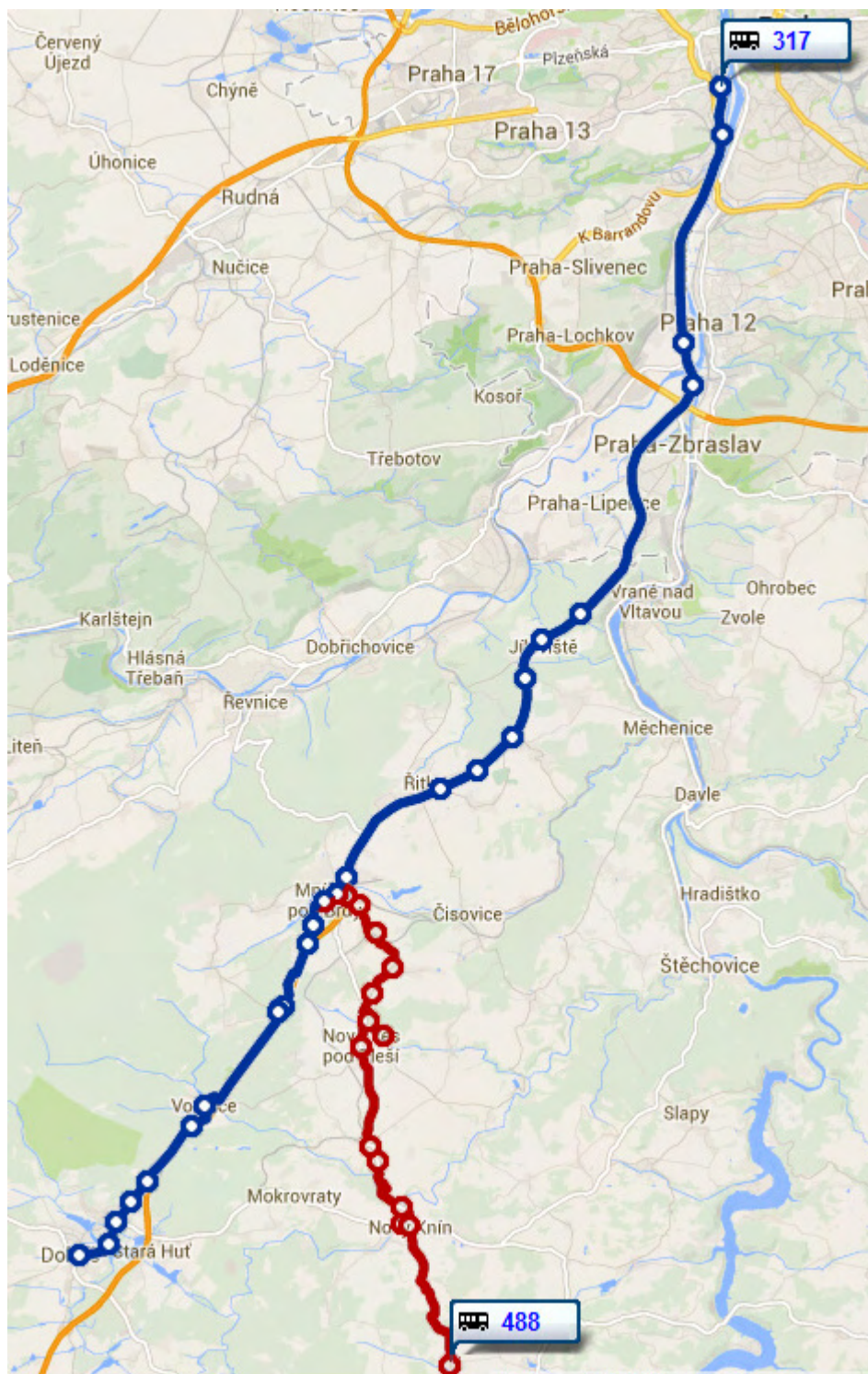
a) oblast Berounsko



b) oblast Jihovýchod



c) oblast Mníšek

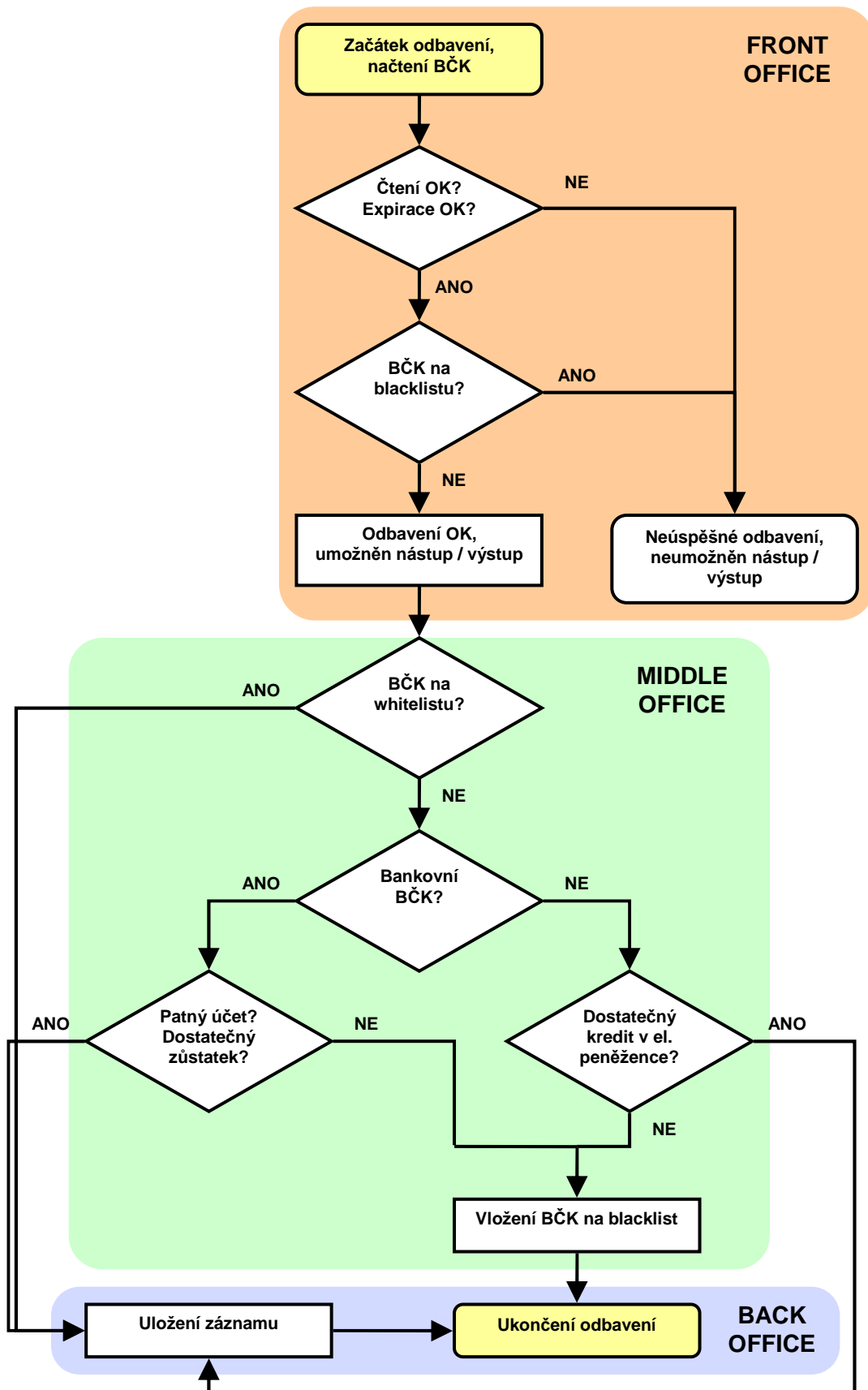


Pro vytvoření obrázků byly použity podklady z portálu Map IDOS [25].

Příloha 2: Příklad sčítacího formuláře pro dopravní průzkum [24]

Dopravce	ČSAD POLKOST, spol. s.r.o.		Linka/pořadí	410 /												
Jméno sčítače																
Datum			Čas odjezdu													
Zastávky	OC	OC + JJD				JJD			Kupon + JJD		Zdarma	Ostatní				
		nákup JJD				nákup JJD			nákup JJD							
		+ zlevněná	H	SID	před	platná / již označena	Hotově	SID	před	platná / již označena	Kupón	H	SID	před.	platná / již označena	
Kostelec n.Č.I.-nám.																
Kostelec n.Č.I.-U Křížku																
Kostelec n.Č.I.- Trativody																
Kostelec n.Č.I.-Na Skalce																
Kozojedy																
Kostelec n.Č.I.-Truba																
Přehvozdí																
Tuchoraz																
Tuchoraz-U sadů																
Pňstoupim																
Pňstoupim- rozc.																
ČB-Jana Kouly																
Český Brod-žel.st.																

Příloha 3: Proces odbavení pro navrhovaný systém



Příloha 4: Proces zúčtování jízdného pro navrhovaný systém

