

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Technologie odbavování cestujících
v IDS JMK a možnosti jejího zlepšení**

Bc. Jana Rausová

Diplomová práce

2009

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra technologie a řízení dopravy
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana RAUSOVÁ**

Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**

Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**

Název tématu: **Technologie odbavování cestujících v IDS JMK a možnosti jejího zlepšení**

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

Úvod

1 IDS JMK

2 Technologie odbavování cestujících

3 Návrhy na zlepšení technologie odbavování s využitím moderních technologií

4 Vyhodnocení návrhů

Závěr

Rozsah grafických prací: 2-5
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- (1) FIALA, P. Modely a metody rozhodování. Praha: Oeconomica, 2003, 292 s. 1.vyd. ISBN 80-245-0622-X
- (2) LINDA, B. Stochastické metody operačního výzkumu. Bratislava: STATIS, 2004, 110 s. 1.vyd. ISBN 80-85659-33-6
- (3) DRDLA, P. Technologie a řízení dopravy: Městská hromadná doprava. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005, 136 s. 1.vyd. ISBN 80-7194-804-7
- (4) VONKA, J. Osobní doprava. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001. 170 s. 1. vyd. ISBN 80-7194-320-7.
- (5) Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje (online). Brno: KORDIS JMK, c2008, (cit. 2008-06-30). Dostupné z: <www.kordis-jmk.cz>

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Josef Bulíček**
Katedra technologie a řízení dopravy

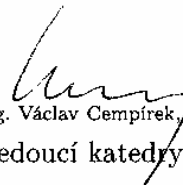
Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2008**

Termín odevzdání diplomové práce: **25. května 2009**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Václav Cempírek/Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. ledna 2009

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 25. 5. 2009

Bc. Jana Rausová

ANOTACE

Práce se věnuje odbavovacím technologiím ve veřejné hromadné dopravě osob. Analyzuje současný způsob odbavování cestujících v IDS JMK, včetně moderních trendů v možnosti odbavování. Jsou navrženy konkrétní způsoby odbavování cestujících v podmínkách IDS JMK s využitím stávajících i progresivních technologií v odbavovacích systémech. Jednotlivé navržené varianty odbavování jsou vyhodnoceny s důrazem na konkrétní aspekty jejich implementace v IDS JMK.

KLÍČOVÁ SLOVA

Odbavovací systém, jízdenky, integrovaný dopravní systém, tarif, radiofrekvenční identifikace, bezdrátová komunikace na krátkou vzdálenost, SMS jízdné, čipové karty.

TITTLE

Technology of Fare Collection Systems in IDS JMK and Improvement Concept

ANNOTATION

This diploma thesis deals with the fare collection technologies and ticketing in the public mass transportation. There is an analysis of the present way of dispatch of passengers in the integrated public transport system of the South Moravian Region including the modern trends in possibilities of dispatch of passengers. There are concepts of specific ways of dispatch of passengers in conditions of integrated public transport system of the South Moravian Region with the utilization of current and progressive technologies in the fare collection system and ticketing. The individual suggested options of dispatch of passengers are evaluated with the emphasis on the specific aspects of its implementation in the integrated public transport system of the South Moravian Region.

KEYWORDS

Fare collection system, tickets, integrated public transport system, tariff, Radio Frequency Identification, Near Field Communication, SMS ticketing, chip cards.

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Josefu Bulíčkoví za vyčerpávající připomínky a poznámky, které vznášel za účelem dosažení co nejlepšího výsledku této práce.

Taktéž bych poděkovala panu Ing. Květoslavu Havlíkovi, vedoucímu marketingového oddělení KORDIS JMK spol. s.r.o., za poskytnutí materiálů. A dále produktovému manažerovi Ing. Pavlu Šutovi ze společnosti SKS s.r.o. a obchodnímu manažerovi Jiřímu Pařízkovi ze společnosti EPRIN s.r.o.

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 INTEGROVANÝ DOPRAVNÍ SYSTÉM JIHOMORAVSKÉHO KRAJE.....	10
1.1 Technologie odbavování v IDS JMK.....	10
1.1.1 Tarif IDS JMK.....	11
1.1.2 Zónový tarif, uspořádání a způsob číslování zón a linek	12
1.1.3 Jízdní doklady.....	14
1.1.4 Organizace odbavení a nástupu cestujících.....	16
1.1.5 Smluvní přepravní podmínky a přepravní kontrola.....	18
1.2 Technická zařízení odbavovacího a informačního systému	18
1.3 Dotazníkový průzkum cestujících využívajících služeb IDS JMK.....	19
1.4 Dílčí hodnocení současného stavu.....	21
2 TECHNOLOGIE V ODBAVOVÁNÍ CESTUJÍCÍCH	24
2.1 SMS jízdenka.....	25
2.2 Technologie RFID	26
2.2.1 Pasivní technologie – procedura Check-In / Check-Out	27
2.2.2 Pasivní technologie – procedura Check-In.....	28
2.2.3 Aktivní technologie – procedura Be-In / Be-Out	28
2.2.4 Technologie NFC	29
2.3 Metodika vícekritériální rozhodovací úlohy pro výběr vhodného odbavovacího systému	30
3 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ TECHNOLOGIE ODBAVOVÁNÍ CESTUJÍCÍCH V IDS JMK	36
3.1 Navrhované změny v odbavování cestujících podle jednotlivých odbavovacích procedur	36
3.1.1 Odbavování na bázi papírové jízdenky	36
3.1.2 Odbavování prostřednictvím SMS jízdenky.....	37
3.1.3 Odbavování na bázi bezkontaktní pasivní čipové karty v režimu Check-In	38
3.1.4 Odbavování na bázi bezkontaktní pasivní čipové karty v režimu Check-In / Check-Out.....	43
3.1.5 Odbavování technologií NFC.....	44
3.1.6 Odbavování bezkontaktní aktivní čipovou kartou v režimu Be-In / Be-Out....	45

3.2	Dual – interface karta	48
3.3	Využití elektronických platebních médií.....	49
3.4	Návrh struktury a činnosti clearingového střediska IDS JMK při zavedení elektronických čipových karet	51
4	VYHODNOCENÍ NÁVRHŮ	53
4.1	Metodika vyčíslení ztrát řidiče regionální autobusové linky.....	53
4.2	Metodika systému hromadné obsluhy v podmínkách MHD.....	56
4.3	Náročnost systémů na zavedení a provoz.....	60
4.3.1	Náročnost hardwarového vybavení odbavovacího systému.....	60
4.3.2	Náročnost softwarového vybavení odbavovacího systému.....	62
4.4	Vyhodnocení jednotlivých odbavovacích procedur	62
	ZÁVĚR.....	66
	SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	68
	SEZNAM TABULEK	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM ZKRATEK	72
	SEZNAM PŘÍLOH	73

ÚVOD

Současným trendem v zajišťování dopravní obslužnosti na určitém území se stává budování integrovaných dopravních systémů s cílem zabezpečit účelnou a hospodárnou dopravu, která uspokojí maximum přepravních potřeb obyvatelstva. Principem je zajistit takovou veřejnou dopravu, ve které jednotlivé druhy dopravy vzájemně spolupracují, za účelem vytvoření přehledného systému vzájemně provázaných linek o požadované časové i prostorové koordinaci, kde platí jednotný tarif a jednotné přepravní podmínky.

Složitost řízení systému tak klade značné nároky na všechny zúčastněné subjekty. Nabídka dopravních služeb v Integrovaném dopravním systému Jihomoravského kraje proto vysvětluje použití zónového tarifu a pestré nabídky jízdních dokladů. Z toho vyplývá složitá orientace pro cestující, obzvláště pro ty, kteří nejsou pravidelnými cestujícími a jsou neznalí systému. Centrem zájmu se tak stávají cestující s požadavkem na snadnou, přehlednou, rychlou a spolehlivou technologii odbavování a s požadovanými informacemi během přepravy. Z výše uvedených důvodů se tak nabízí otázka, zda nepřinesou nové progresivní systémy odbavování možnost usnadnění tohoto procesu cestujícím a taktéž při získávání potřebných informací pro dopravce a koordinátora.

Technologie odbavování v IDS JMK je v současnosti realizována v případě odbavování nepravidelných cestujících jednorázovým znehodnocením papírových jízdních dokladů v elektrických označovačích a pro pravidelné cestující jsou zavedeny papírové průkazky s časovými předplatními kupóny. Na tento způsob odbavování tak sílí tlaky z okolí na zdokonalení odbavovacího systému, ať ve formě návrhu nového, anebo případná opatření na vylepšení stávajícího stavu.

Práce bude analyzovat současný odbavovací systém papírových jízdních dokladů a především se bude zaměřovat na nové možnosti moderních odbavovacích technologií, jenž jsou určeny pro veřejnou osobní hromadnou dopravu. Cílem bude vypracovat návrhy aplikace s využitím progresivních možností a nových trendů v podmínkách IDS JMK a ty následně porovnat a vyhodnotit.

1 INTEGROVANÝ DOPRAVNÍ SYSTÉM JIHOMORAVSKÉHO KRAJE

Důvodem vzniku integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje (IDS JMK) na Brněnsku byla neustále se zhoršující dopravní situace zejména ve statutárním městě, kdy nárůst individuální automobilové dopravy (IAD) v neprospěch veřejné hromadné dopravy (VHD) způsoboval citelné komplikace v dopravě. Východiskem ze situace se stalo uzavření dohody mezi Jihomoravským krajem a statutárním městem Brno na zkvalitnění systému veřejné hromadné osobní dopravy zavedením IDS, s cílem vnést do dopravního systému komplexnější formu zajištění dopravní obslužnosti, zastavit nebo alespoň omezit rozvoj IAD, zatraktivnit veřejnou dopravu a odlehčit síť pozemních komunikací.

Pod termínem IDS je chápán takový způsob zajištění veřejné dopravy na určitém území, ve kterém jednotlivé druhy dopravy vzájemně spolupracují, za účelem vytvoření srozumitelného a přehledného systému vzájemně provázaných linek, kde platí jednotný tarif a přepravní podmínky, pravidelné intervaly spojů a vzájemná časová i prostorová koordinace dopravních prostředků jednotlivých druhů dopravy pro zajištění přestupu mezi návaznými spoji. Cílem integrace je zabezpečit účelnou a hospodárnou dopravu, která uspokojí maximum přepravních potřeb obyvatelstva. Pro účel realizace IDS v regionu byl v září 2002 založen KORDIS JMK, spol. s r. o. (Koordinátor integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje), jehož posláním se stalo zřízení, provoz a koordinace IDS v regionu. Jednotlivé subjekty v IDS JMK a struktura jejich činností je uvedena v Příloze č. 1.

Pro IDS je typické, že vznikají po jednotlivých etapách z důvodu náročnosti příprav a uskutečnění integračního projektu. S dynamicky rostoucí rozlohou zaintegrovaným územím se předpokládá, že dojde k přilákání nových cestujících a k postupnému zvýšení stávajícího počtu cestujících v systému. Nezbytným nástrojem se tak stává propagace a nabídka levnější alternativy cestování a množství spojů zajišťující dopravní obslužnost nad rámec nezbytně nutných potřeb, aby si skutečně každý cestující mohl zvolit optimální variantu cesty.

1.1 Technologie odbavování v IDS JMK

Hlavní faktory, jenž výraznou měrou ovlivňují rozhodnutí cestujících o uskutečnění přepravy, jsou podmíněny volbou druhu dopravního prostředku, rychlostí přepravy a dobou strávenou ve vozidle, četností spojů a jejich návazností na ostatní spoje, snadností a průběhem odbavení, kvalitou a srozumitelností poskytovaných informací, bezpečností, kulturou

a pohodlí cestování. Tyto faktory korespondují s vhodně zvolenou cenou za uskutečněnou přepravu, jenž je motivačním prvkem cestujícího. Na odbavovací systém jsou proto kladeny tyto požadavky, mající vliv na celkovou míru uspokojení potřeb jak cestujících, tak i dopravců. Moderní odbavovací a informační systémy jsou schopné rozhodnutí o užití VHD a o průběhu přepravního procesu cestujícímu usnadnit.

Odbavovací systém v osobní dopravě je neoddělitelná součást přepravního procesu, přispívající k uspokojení potřeb cestujících i dopravců – tvoří klíčovou styčnou plochu mezi dopravcem a cestujícím. Tento termín se vyskytuje v souvislosti s tarifními a přepravními podmínkami, používá se ve smyslu realizace výběru jízdného, vyplývá z něj i organizace nástupu a výstupu do a z dopravního prostředku a vymezení placeného přepravního prostoru ve stanicích. Dále definuje způsob prodeje a označení jízdenky, prokazování se jízdním dokladem a jeho kontrolu pověřeným pracovníkem. S tím souvisí i síť informačních a prodejních středisek s možností sledování včasnosti a návaznosti spojů díky informačnímu systému. Systém odbavování přímo ovlivňuje to, jak cestující vnímají dopravní systém a jeho služby, o čemž vypovídá i výsledná kvalita služeb, kterou lze zjistit z prováděných průzkumů spokojenosti cestujících příp. jinými vhodnými metodami. Optimální nastavení těchto faktorů přináší zkvalitnění služeb odbavovacího systému, čímž pozitivně přispěje k nárůstu nových cestujících na úkor IAD, což je jedním ze základních cílů integrace ve VHD.

Tyto komponenty jsou úzce propojeny, tudíž změna jedné komponenty může vyvolat změnu dalších komponent. Odbavovací systém musí být především podporován vhodnou distribucí jízdních dokladů, jejich sortimentem, clearingem, informačním systémem, přínosy odbavovacího systému pro jednotlivé subjekty dopravy apod.

1.1.1 Tarif IDS JMK

Tarif určuje výši jízdného a dovozného, způsob užití jízdních dokladů a jejich platnost. Tarif IDS JMK stanoví způsob a postup při uplatňování maximálních cen jízdného v městské hromadné dopravě osob, na autobusových linkách veřejné vnitrostátní silniční linkové osobní autobusové dopravy provozovaných formou IDS a na tarifně zaintegrovaných úsecích Českých drah. Tarif IDS JMK je schvalován Valnou hromadou KORDIS IDS JMK, spol. s r.o., je vyhlášen všemi dopravci zapojenými do IDS JMK, je smluvně zajištěn mezi krajským městem, krajem a obcemi. (16)

Účelem tarifní integrace je sjednocení cen jízdného a zavedení integrovaného jízdního dokladu, jenž je akceptován všemi zaintegrovanými dopravci ve všech oborech dopravy. Tarifní integrace řeší i jednotný způsob odbavení cestujících a platnost jednotných Smluvních

přepravních podmínek IDS JMK (SPP IDS JMK). Návrh tarifního systému musí odpovídat přiměřenému zisku dopravců a ochotě cestujících platit za jízdu s ohledem na sociální dopady, motivaci k užití právě IDS JMK a ztrátě zájmu o IAD.

1.1.2 Zónový tarif, uspořádání a způsob číslování zón a linek

Území IDS JMK je rozčleněno do tarifních zón z důvodu polycentrického členění, kdy na území jedné tarifní zóny platí jednotná cena a při uskutečnění cesty přes více tarifních zón se cena zvyšuje v závislosti na počtu projetych zón. Tím je dosaženo optimální výše tržeb z přepravy a finanční náklady cestujících jsou spravedlivé. Rozloha jednotlivých zón je přibližně srovnatelná, jízdní vzdálenost mezi hranicemi zóny se pohybuje v rozmezí 5 až 7 km. Přehledný zónový způsob řešení systému přispívá ke snazší orientaci cestujících při odbavení, ten však musí být podpořen dostatečnými a srozumitelnými informacemi. Zónový tarif usnadňuje rozšíření na území, poskytuje transparentní systém dělby nákladů, tržeb a dotací z linek s generováním přiměřeného zisku.

V IDS JMK je použit *výkonový tarif* kombinací zónového a časového tarifu, tzn. že výše jízdného se odvíjí počtu projetych zón a potřebné časové platnosti jízdného. Pro potřeby IDS JMK se tarif člení na přestupní, nepřestupní, zónový a časový. V IDS JMK je uplatněn taktéž *úsekový tarif*, jenž v sobě spojuje výhody cestovat na krátkou vzdálenost v rámci dvou různých zón, případně až tří různých zón, mezi jejich vzájemně sousedícími krajními zastávkami za levnější jízdné, než je tomu v případě užití běžné vícezónové jízdenky. Tím je dosaženo spravedlivějšího zpoplatnění vůči stejně dlouhým cestám vykonaným v rámci jedné zóny. Tímto tarifem jsou odbavováni cestující výhradně na mimoměstských autobusových linkách, tarif je nepřestupný. Většina IDS tuto možnost nenabízí.

Jádrem systému jsou zóny 100 + 101 pokrývající území města Brna, zbytek území je pokryt množstvím tarifních zón rozložených šachovnicovým způsobem. Číslování zón a provozní označení linek je systematizováno a vychází z *číselného označení směru* jednotlivých železničních tratí.

Proto základem veškerého číslování jsou tato **čísla železničních tratí**:

- 2 trať Brno – Česká Třebová
- 3 trať Brno – Havlíčkův Brod
- 4 trať Brno – Jihlava; Brno – Hrušovany nad Jevišovkou
- 5 trať Brno – Břeclav - Mikulov
- 6 trať Brno – Veselí nad Moravou
- 7 trať Brno – Přerov
- 9 trať Břeclav – Veselí nad Moravou – Javorník

Číslo zóny je trojciferné, kde:

- stovková pozice číslice definuje směr,
- desítková pozice číslice udává “vzdálenost“ zóny od Brna,
- jednotková pozice číslice slouží k bližší orientaci.

Způsob číslování linek

Pro snazší orientaci cestujících v síti linek a zón jsou jednotlivé linky opatřeny jedinečným provozním číslem, jež cestujícímu poskytuje základní informace o konkrétní lince. Systém číslování linek je odvozen od páteřních železničních tratí.

- Linky operující na území města Brna (tramvaje, trolejbusy, městské autobusy) disponují dvou místným označením (čísla 1 – 99), tyto se dále dělí na 4 série:
 - tramvajové linky (1 – 19), trolejbusové linky (20 – 40), městské autobusové linky (40 - 89), noční autobusové linky (90 – 99).
- Železniční linky jsou odvozeny od číselného označení směru tratě (2 – 7), kdy se před číslo směru ještě přidává označení písmenem R (v případě vlaků dálkové dopravy) nebo S (regionální vlaky).
- Významné meziregionální dálkové autobusové linky (100 – 149),
- meziregionální tangenciální autobusové linky (150 – 199) spojují minimálně 2 páteřní železniční sítě,
- regionální autobusové linky (200 – 999) spojující jednotlivé obce regionu, směřují přepravu směrem k přestupním uzlům, číslo linky určuje bližší specifikaci:
 - stovková číslice určuje směr linky (odvozeno z čísla železniční tratě)
 - desítková a jednotková číslice: 01- 09 linka zajišťující až na území města Brna, 10 – 99 linka navazující na páteřní linky.

Z těchto výše uvedených důvodů je nutné zabezpečit, aby veškerí dopravci, zajišťující dopravu v rámci IDS JMK, dodržovali stanovené provozní standardy v označování

dopravních prostředků. Dopravní prostředek je proto povinně vybaven cedulkou s číslem linky a konečnou stanicí v horní části čelního skla, stejně tak i na boční straně vozidla přivrácené ke straně nástupu, v zadní části vozidla postačuje označení číslem linky (vlaky ČD jsou označeny jen po straně). V interiéru dopravního prostředku je na viditelném místě umístěn Plán sítě linek, SPP a Tarif IDS JMK. Pro zvýšení informovanosti cestujících je vhodné do vozidel umístit informační LED diodové displeje znázorňující číslo a směr linky, aktuální čas, následující zastávku, příslušnost k tarifní zóně, případně dovybavit vozidlo akustickými hlásiči zastávek – využívá Dopravní podnik města Brna (DPMB). (18)

Přehled dalších provozních charakteristik a standardů IDS JMK tak uvádí Příloha č. 2.

1.1.3 Jízdní doklady

Pod pojmem jízdní doklad se obecně rozumí papírová jízdenka (jednotlivá nebo předplatní) potvrzující zaplacení jízdného za příslušnou cestovní relaci, která je současně dokladem o uzavření přepravní smlouvy. Opravňuje k takovému počtu jízd a po takovou dobu, jaká je na ní uvedena. Taktéž slouží pro revizní (kontrolní) účely plnění SPP pověřenými pracovníky. V IDS JMK existuje pestrá nabídka integrovaných jízdních dokladů.

Druhy jízdného:

➤ Jednorázové pro jednotlivou jízdu

- Druhy: základní, zlevněná, ZTP,
- přestupní vícezónová / nepřestupní 10minutová 2zónová,
- úsekové jízdné nepřestupní pro mimobrněnské zóny (vydávána pouze v autobusech číselné řady 100 a výše, nelze užít v zónách 100 + 101),
- doplňkový prodej u řidiče brněnské MHD s přírážkou,
- přeprava zavazadel, psů.

Slouží pro jednorázovou cestu na linkách IDS JMK, omezena zónovou a časovou platností od okamžiku označení v elektronickém označovači. Jízdenky vydané řidičem mimo zóny 100 + 101 se neoznačují (datum a čas nástupu je již vyznačen při vytištění).

➤ Předplatní časové jízdenky

- Druhy: základní, děti, studenti, důchodci,
- krátkodobé přenosné základní (1, 3, 7, 14 a 30 dní) pro zóny 100 + 101 a jednodenní pro všechny zóny (případně všechny zóny vyjma brněnských zón 100 + 101),
- nepřenosné pro brněnské zóny s případnou kombinací mimobrněnských zón a pro mimoměstské zóny případně s jednou brněnskou zónou.

Nepřenosná předplatní časová jízdenka se skládá z *průkazky* (obsahuje identifikační údaje držitele a jeho foto) a z *kupónu* (s vyznačením údajů o časové a zónové platnosti doklad). Průkazka je s kupónem svázána totožným kódem – osmimístné číslo. Cestující mohou využít *plovoucího tarifu* – přizpůsobení začátku dne platnosti jízdního dokladu dle potřeby. Systém taktéž umožňuje za podmínek stanovených SPP IDS JMK vrácení nevyužitého jízdného.

➤ **Zvláštní roční kupón pro seniory**

Opravňuje k využití zlevněných jednorázových jízdenek v zónách 100 + 101 plně invalidními a starobními důchodci do 70 let.

➤ **Univerzální jízdenka**

– Druhy: základní, zlevněná, žákovská základní, žákovská zlevněná.

Univerzální jízdenka je jistým celorepublikovým unikátem, lze se s ní setkat právě v IDS JMK. Slouží k nepravidelným jízdám, zejména na delší vzdálenost, neboť předprodejní místa IDS JMK nabízejí jednorázové jízdenky *pouze do vzdálenosti 7mi zón*.

Jízdní doklady IDS JMK lze užít k cestě osobními a spěšnými vlaky včetně rychlíků ve 2. vozové třídě, v MHD včetně plavby po brněnské přehradě a na zaintegrovaných veřejných linkách autobusové dopravy (VLAD). Tarif IDS JMK umožňuje vzájemně kombinovat předplacené nepřenosné jízdenky s jednorázovými v zónách, kde již předplatní jízdenky neplatí. Kombinovaná jízdenka, má zónovou a časovou platnost danou součtem projížděných zón a potřebné časové platnosti na předplatní a jednorázové jízdence.

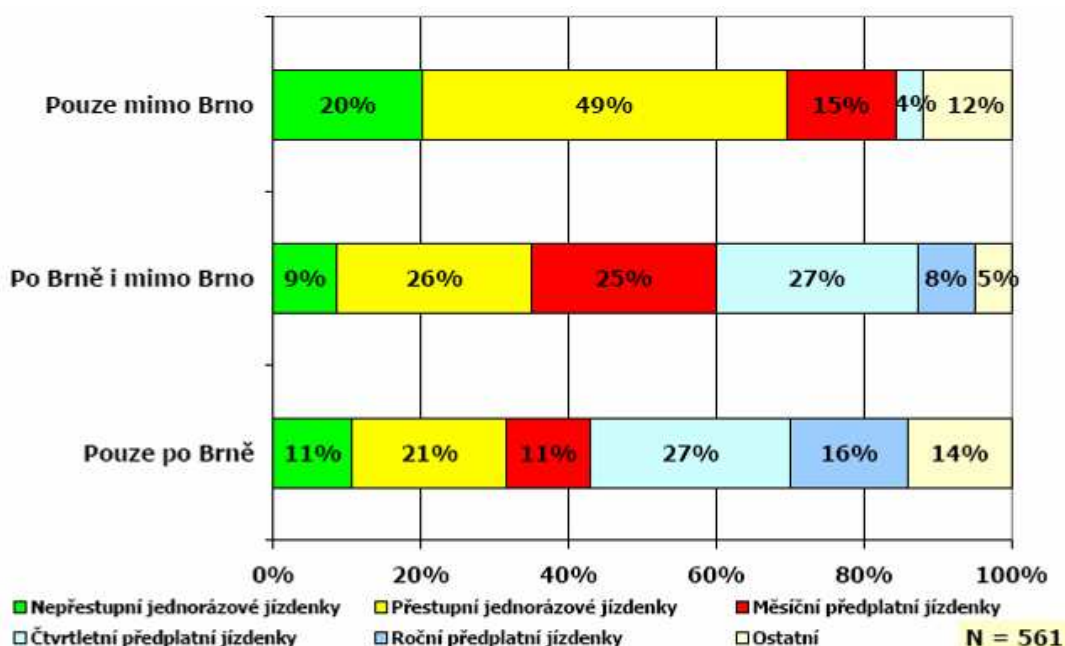
Jízdenky je možno zakoupit:

- v prodejích místech (trafiky) a u řidičů brněnské MHD (jen jednorázové 2 zónové jízdenky),
- v prodejních jízdenkových automatech v prostředí MHD (disponují pouze jednorázovými jízdenkami (základní/zlevněné) a předplatními přenosnými jízdními doklady,
- v dalších prodejních střediscích či informačních centrech (střediska dopravců, železniční a autobusová nádraží – poskytující kompletní sortiment jízdenek),
- u řidiče na regionálních linkách VLAD (jsou tištěny jednorázové jízdenky základní/zlevněné o požadované zónové a časové platnosti).

Výjimkou mezi dopravci jsou ČD, jejich primární prodej tvoří výdej vlastních jízdních dokladů zpoplatněných podle Tarifu ČD pro vnitrostátní přepravu cestujících a zavazadel, prodej jízdenek IDS JMK je chápán pouze jako doplňkový. Pokud si cestující předem neobstará integrovaný jízdní doklad, je povinen se odbavit dle Tarifu ČD, který ovšem

neumožňuje použít jiný druh dopravy a taktéž cena obyčejného jízdného převyšuje cenu integrovaného. Je však povinností pracovníka na prodejní přepážce v železniční stanici nabídnout cestujícímu pro něj nejvýhodnější jízdní doklad.

Nejhojněji využívaným druhem jízdních dokladů v Brně jsou předplatní jízdenky, avšak i jednorázové doklady jsou intenzivně využívány, jak je patrné z obrázku č. 1. Mimo Brno jsou využívány jednorázové jízdenek. Podle průzkumu provedeného v roce 2007 je předplatními jízdenkami vybaveno 60 % cestujících, kteří jezdí po Brně i mimo Brno, 54 % cestujících, kteří jezdí pouze po Brně a 19 % cestujících, kteří jezdí pouze mimo Brno.



Obrázek 1: Druhy využívaných jízdenek

Zdroj: KORDIS JMK – Zpráva o vývoji za rok 2007

Vzhledem k rozsahu dopravní sítě, Tarifu a SPP IDS JMK je nezbytné, aby bylo z jízdního dokladu jednoznačně patrné nejen to, ve kterém vozidle byla vystavena či označena, ale také kdy a kde se tak stalo (v případě jednorázové a univerzální jízdenky) a k jakému rozsahu cestování opravňuje. K tomu napomáhá jednotné a srozumitelné provedení integrovaného jízdního dokladu, jehož bližší specifikace je uvedena v Příloze č. 3.

1.1.4 Organizace odbavení a nástupu cestujících

V IDS JMK se uplatnila technologie papírových jízdních dokladů s interakcí na elektronický systém odbavování cestujících, mající přímou vazbou na snadno pochopitelný a ekonomicky vyvážený zónový tarif s časovou platností. Tento systém nabízejí cestujícímu široký sortiment jízdenek, usnadňuje jejich kontrolu a taktéž přispívá ke snazším administrativním a statistickým operacím.

Způsob odbavení (pořízení předplatního kupónu, označení jízdenky příp. vydání dokladu řidičem) je snadný a pro účely revizní kontroly zřejmý. Předplatní kupóny jednoznačně vymezují zónovou platnost v daném období. Jednorázové a univerzální jízdenky IDS JMK se označují v elektronických označovačích potiskem vyhrazené části jízdenky jehličkovou tiskárnou. Na jízdenku jsou tak vytisknuty základní údaje: číslo spoje, linky a nástupní zóny, datum a čas při nástupu, číslo dopravce. Pokud jízdenka opravňuje k přestupu, jízdní doklad se při přestupu dále již neoznačuje.

Odbavování v MHD

- Nástup cestujících do vozidla brněnské MHD (linky s číslem 1 – 99) je realizován všemi dveřmi,
- jednorázové označení předem zakoupeného jízdního dokladu v elektronickém označovači (NJ 24 C, viz příloha č. 4) umístěném po jednom kuse u všech dveří bezprostředně po nástupu,
- v případě neobstarání si jízdenky v předprodeji si cestující zakoupí jízdenku u řidiče s přírážkou, kterou musí dále označit, řidičem vydaný jízdní doklad je platný pouze pro 2 zóny po dobu 60 minut,
- předplatní přenosné jízdenky lze získat pouze z jízdenkových automatů, označují se pouze při prvním použití a dále se již neoznačují,
- nepřenosné předplatní jízdenky vydané prodejním střediskem se neoznačují vůbec.

Mezi další města se zavedenou MHD (autobusové linky) patří: Adamov, Blansko, Břeclav, Mikulov, Hodonín, Kyjov a Vyškov. Nástup cestujících je realizován předními dveřmi a odbavování zajištěno řidičem (pokladnou), příp. znehodnocením dokladu v označovači.

Odbavování v meziměstské autobusové dopravě

- Nástup cestujících do vozidla (linky s čísly 100 a výše) je realizován pouze předními dveřmi,
- jednorázové označení předem zakoupeného jízdního dokladu v elektronickém označovači umístěném u řidiče bezprostředně po nástupu,
- nepřenosné předplatní jízdenky vydané předprodejním střediskem se neoznačují vůbec, pouze se předkládají ke kontrole při nástupu,
- pokud si cestující předem neobstará jízdenku, je při nástupu odbaven řidičem prostřednictvím elektronické pokladny (USV 24 C, viz příloha č. 4), kdy je cestujícímu vytištěn jízdní doklad s požadovaným počtem zón a časem nástupu, při přestupu se pouze předkládá ke kontrole.

V podmínkách VLAD již několik dopravců umožnilo pravidelným cestujícím odbavení prostřednictvím čipových karet, podrobněji bude zmíněno v kapitole č. 3. 1. 3. Na linkách nezaintegrovaných do IDS JMK je cestujícímu při platbě z elektronické peněženky poskytnuta sleva na jízdném. To však není možné pro Tarif IDS JMK, kdy by dopravci museli tuto ztrátu odvádět ze svého zisku.

Odbavování na železnici

- Jednorázové označení předem zakoupeného jízdního dokladu v elektronickém označovači (varianta “antivandal“, viz Příloha č. 4) umístěném na nástupišti před nástupem, po nástupu se pouze předkládá ke kontrole průvodčímu,
- cestujícímu s dokladem IDS JMK, který nastupuje na zastávce nedisponující označovačem, je tento doklad označen vepsáním údajů o nástupu (číslo nástupní zóny, datum a čas) do příslušného pole jízdenky průvodčím,
- nepřenositelné předplatní jízdenky se pouze předkládají ke kontrole po nástupu,
- pokud si cestující předem neobstará jízdenku IDS JMK, je po nástupu odbaven průvodčím prostřednictvím přenosné osobní pokladny (tzv. POP, viz Příloha č. 4) a vydán jízdní doklad zpoplatněný podle Tarifu ČD.

1.1.5 Smluvní přepravní podmínky a přepravní kontrola

SPP IDS JMK řeší podmínky přepravy osob a jejich zavazadel a věcí a přepravu živých zvířat na všech linkách IDS JMK. Vydávají je dopravci, zajišťující přepravu na linkách provozovaných v IDS JMK na základě zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů a podle vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů č. 175/2000 Sb., o přepravním řádu pro veřejnou drážní a silniční dopravu. (16)

Podrobné informace o platných SPP IDS JMK a průběhu přepravní kontroly viz Zdroj č. 16.

1.2 Technická zařízení odbavovacího a informačního systému

Odbavovací systém je součástí celkového systémového řešení dopravního podniku. Musí komunikovat s ostatními systémy jak ve vozidle, tak i ve vozovně. Vzájemné propojení vozidlových periférií s centrálním palubním počítačem vozidla umožňuje automatický provoz odbavovacího systému bez zásahu řidiče. Poloha vozidla je sledována pomocí GPS a přenášena do odbavovacího systému v reálném čase. Odbavovací systém tak vyhodnotí souřadnice a automaticky přepíná zobrazovaná data v odbavovacích zařízeních, informačních panelech a hlásiči.

Specifikací významných systémů podílející se na úspěšném fungování IDS JMK se věnuje Příloha č. 4. Zejména se jedná o funkci a činnosti Centrálního dispečinku (CED IDS JMK) a jeho informačního systému (CEDRIS), nejsou opomenuty ani vozidlové a stacionární zařízení odbavovacího a informačního systému.

1.3 Dotazníkový průzkum cestujících využívajících služeb IDS JMK

Provedený vlastní dotazníkový průzkum cestujících byl zaměřen na získání informací ohledně spokojenosti cestujících, způsobu odbavování a provozních charakteristik IDS JMK. Hlavní důraz byl kladen na získání informací ohledně současného odbavovacího systému. Dotazník je součástí Přílohy č. 5.

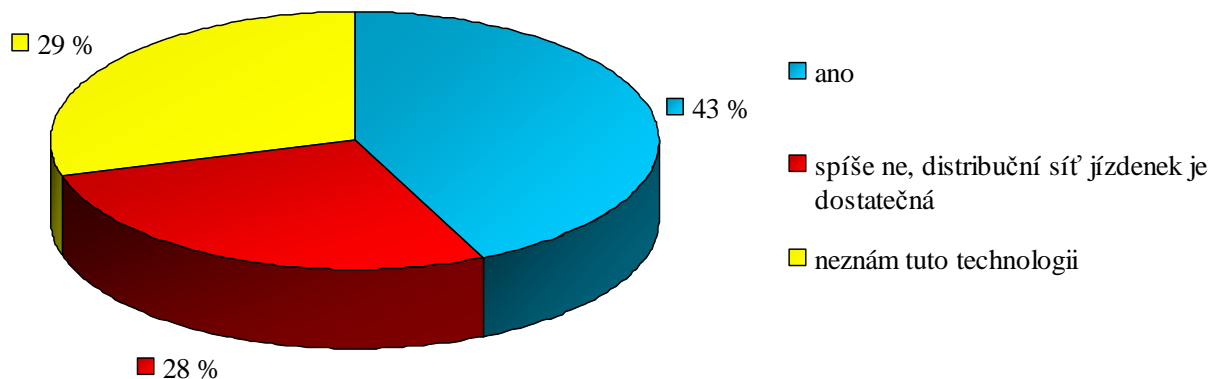
Dotazníkový průzkum probíhal od ledna do března roku 2009. Pro sběr informací byla zvolena v 70 % metoda dotazování prostřednictvím e-mailu a ve zbylých 30 % klasickou dotazníkovou formou (dotazování bylo prováděno bez tazatele). Dotazníkový průzkum šetřený prostřednictvím e-mailu dosáhl necelé 20 % návratnosti odpovědí. Výsledný vzorek oslovených respondentů tak činil 116 osob a sestával se: z 52 % osob do 26 let, 31 % osob do 50 let a 17 % starších 50 let. Získané výsledky jsou navíc podmíněny současnou mírou spokojenosti cestujících se systémem, možná inovace odbavovacího systému je tak ovlivněna vnímáním současného stavu.

Tabulka 1: Hodnocení spokojenosti cestujících

Spokojenost cestujících s IDS JMK		
<i>Souhrnná známka pro IDS JMK: 2,41</i>	<i>průměrná známka</i>	<i>směrodatná odchylka</i>
snadnost získání jízdního dokladu	2,13	0,76
pestrost nabídky jízdních dokladů	2,28	0,93
dostupnost zastávek, stanic	1,87	0,72
snadnost odbavení (ve vozidle)	2,17	1,03
dostupnost informací před cestou, během cesty a po ní	2,64	1,00
srozumitelnost těchto informací	2,26	0,95
dostatečný počet spojů	2,31	1,11
spolehlivost spojů	2,44	1,02
návaznost mezi spoji	2,53	1,04
kvalita nasazovaných vozidel	2,53	0,93
vybavení a čistota vozidel	2,62	1,02
vybavení a čistota zastávek, přestupních uzlů, stanic	3,22	0,97
chování zaměstnanců DPMB	2,42	0,73
chování zaměstnanců ČD	2,26	0,70
chování ostatních dopravců	2,31	0,71
chování revizorů	2,65	0,97

Zdroj: Autor

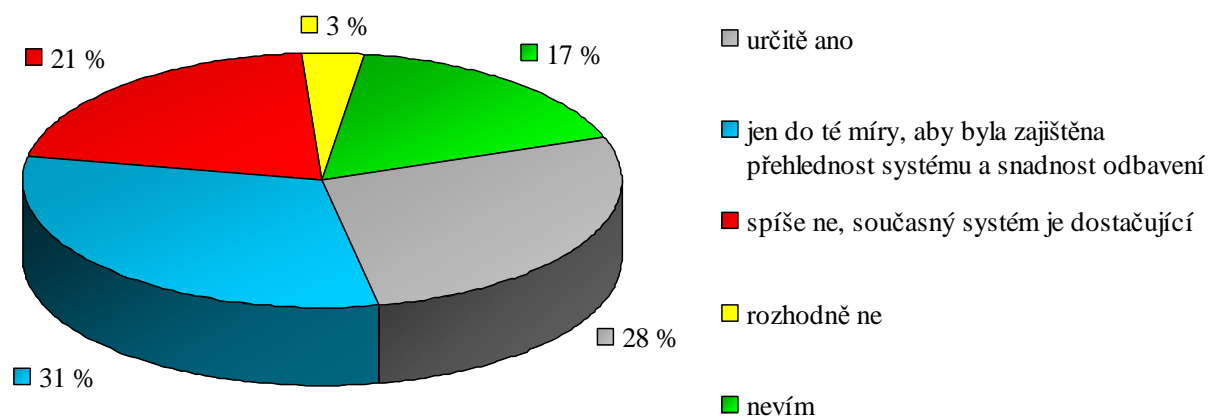
Tabulka č. 1 znázorňuje hodnocení vybraných služeb z pohledu cestujících. Použité hodnocení odpovídá pětistupňové hodnotící škále užívané ve škole. Hodnocení je navíc doplněno o hodnoty směrodatné odchylky, znázorňující míru rozptylu hodnot od průměru.



Obrázek 2: Ohlas cestujících na možnost odbavení SMS jízdenkou

Zdroj: Autor

Obrázek č. 2 ilustruje názor cestujících na možnost odbavování jízdenkou placenou prostřednictvím SMS. Necelá polovina respondentů (43 %) se vyjádřila pozitivně pro její zavedení, zejména z důvodu nezávislosti na distribučním systému jízdních dokladů v brněnské MHD, avšak 28 % tento způsob odbavování chápe pouze jako další doplňkový distribuční kanál. Navíc 29 % respondentů dosud nebylo seznámeno s možností platby jízdného prostřednictvím SMS, tudíž nebylo schopno zaujmout adekvátní stanovisko. Pokud vezmeme v úvahu, že 43 % cestujících možnou inovaci vítá, pak ze získaného vzorku respondentů, po vyloučení 29 % respondentů nemajících povědomí o SMS jízdence, získáme 61 % pozitivně nakloněných cestujících nové technologii.



Obrázek 3: Ohlas cestujících na inovaci odbavovacího systému

Zdroj: Autor

Průzkumem znázorněným na obrázku č. 3 bylo zjištěno, že 59 % cestujících je v podstatě pro inovaci způsobu odbavování, ale zároveň z nich 31 % má jisté výhrady,

21 % vyhovuje stávající systém a 3 % se změnou nesouhlasí. Z toho plyne, že 55 % cestujících de-facto pochybuje, zda jim nová technologie přinese vyšší užitek, současný systém jim tak vyhovuje. Grafické vyhodnocení taktéž vypovídá o ochotě akceptovat přechod na novou technologii. Pokud vezmeme v úvahu, že 59 % cestujících možnou inovaci vítá, pak ze získaného vzorku respondentů, s vyloučením 17 % respondentů bez jednoznačně vyřčeného stanoviska, lze získat 71 % cestujících pozitivně nakloněných inovaci.

1.4 Dílčí hodnocení současného stavu

Současný IDS JMK je zřízen takovým způsobem, aby vyhovoval pokud možno v co největší míře potřebám cestujících. Ale i v rámci uspokojení potřeb uživatelů je nutné sáhnout k určitým kompromisům při zabezpečení kvalitní a efektivní obsluhy území, při zajištění maxima přepravních potřeb se snahou o zachování ekonomičnosti provozu systému, neboť nelze uspokojit každého cestujícího individuálně.

Za **přínosy** je možno považovat zejména:

- z atraktivnější dopravní nabídky při zvýšení její kvality mající pozitivní vliv na mobilitu obyvatelstva,
- společný prodejní, odbavovací a informační systém, důraz na marketing,
- zavedení jednotného tarifního systému a jednotných jízdních dokladů zjednodušující orientaci cestujících, taktéž i jednotný vzhled jízdních řádů s vyznačením návazností,
- systematizované značení zón a linek usnadňuje orientaci,
- vhodně nastavená tarifní politika a nabídka široké škály jízdenek tak působící na přesun cestujících od jednorázových jízdenek k jízdenkám předplatním popř. univerzálním, s cílem omezit manipulaci s hotovostí, a tím urychlit odbavení,
- je uplatněn taktový jízdní řád, jsou zavedeny provozní a technické standardy dopravy, doprava je posílena o víkendech a večerních hodinách,
- zvýšení kvality dopravní obslužnosti i na území s méně častou dopravní obsluhou, kde nebyla zajištěna v odpovídající míře,
- kolejová doprava (železnice, tramvaj) tvoří páteř systému, vhodně ji doplňují autobusy – převážně tangenciální a napaječové linky,
- systém přestupních uzlů a návazností mezi spoji, návaznosti jsou korigovány dispečery operativně.

System ale s sebou nese i jistá **negativa**, mezi něž patří zejména:

- doprava je směřována směrem do „městských center IDS“, tudíž nabídka přepravních služeb ve vzdálenějších oblastech případně mezi zónami „necentrickými směry“ nemusí vždy vhodně navazovat,
- s tím souvisí i nedostatek přímých spojů (mimo spojů vlakových), neboť je doprava koordinována k obslužení všech zastávek na lince i tam, kde je minimální poptávka po přepravě, z čehož plyne prodloužení jízdní doby dopravního prostředku, v jehož důsledku dochází ke snížení cestovní rychlosti a v horším případě vede k neochotě cestujících využívat danou linku, příp. vůbec ke ztrátě zájmu o služby IDS,
- není možnost využití systému Park + Ride umožňující pořízení jízdního dokladu za zvýhodněnou cenu při prokázání přestupu z vlastního automobilu na VHD,
- tarifní systém v současnosti neposkytuje uživatelům žádné další výhody (př. odbavení cestujících za levnější jízdné v ostatních zónách při prokázání se platným předplatným kupónem, sleva na jízdném při doložení platby za parkovné),
- cestující jenž si neobstaral integrovaný jízdní doklad je ve vlacích ČD odbaven dle tarifu dopravce (zachování Tarifu ČD je ovšem opodstatněné z hlediska ČD jako celorepublikového dopravce),
- při velkém počtu cestujících se procedura odbavování (zejména na regionálních linkách) může neúměrně prodloužit na úkor kvality.

Avšak v souhrnu tohoto celku lze velice pozitivně hodnotit současný způsob odbavování cestujících viz tabulka č. 2, zejména co do jednoduchosti, spolehlivosti, dostupnosti a nízkých provozních nákladů. Přispívá k němu zejména prodejní a informační systém, jenž by však měl být ještě více propracovaný, zejména by se měl více zaměřovat na cestující, kteří nemají častý přístup k internetu, a tím i k aktuálním informacím. Informační systémy IDS JMK sice poskytují nepřehledné množství informací, zejména ohledně tarifních změn, organizace dopravy a rozšiřování IDS JMK do regionu, avšak ne vždy jsou tyto informace schopny proniknout ke všem cestujícím v požadované kvalitě a kvantitě, ti pak mají problémy se v systému vůbec zorientovat.

Tabulka 2: SWOT analýza odbavovacího systému na bázi papírových jízdenek

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
<ul style="list-style-type: none"> – vysoká spolehlivost – jednoduchá obsluha a snadnost pochopení – široká nabídka jízdních dokladů – nenáročný prodejní systém – nízké náklady na tisk jízdenek díky tisku ve velkém množství – nízké pořizovací náklady – podpora přestupného tarifu a tarifních zón – minimální počet černých pasažérů v regionální dopravě vlivem důslednější kontroly tarifní kázně řidičem – lze kombinovat jízdní doklady – snadný a jednoznačný způsob kontroly platnosti dokladu 	<ul style="list-style-type: none"> – nutnost obstarat si papírovou jízdenku před jízdou – zajištění dostatečného počtu prodejních a informačních míst – náklady na distribuční systém a údržbu – možnost padělání jízdních dokladů – nemožnost progresivních sazeb (např. na doplňkový nebo na zlevněný prodej jízdenek na parkovišti P+R je nutno mít zvláštní série jízdenek) – nelze využít jízdenky i pro jiné účely (např. parkoviště)
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
<ul style="list-style-type: none"> – kompatibilita a modularita zařízení – snadnost rozšíření systému do celého regionu kraje – možnost čerpat dotace na odbavovací systém z fondů EU 	<ul style="list-style-type: none"> – nástup nových bezhotovostních odbavovacích systémů – náhrada papírových jízdních dokladů čipovými kartami – rozvoj možností kopírovací a tiskařské techniky usnadňující padělání jízdenek – riziko uzavření prodejních míst v malých obcích – nutnost vyjednávat s prodejci o provizi

Zdroj: Autor

Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje za krátkou dobu své existence prokázal svou oprávněnost. Dokazuje to zejména každoroční nárůst počtu cestujících, zvyšování nabídky spojů v regionální autobusové i železniční dopravě i vyjadřovaná spokojenost většiny cestujících. Jsou tak dány předpoklady pro splnění úkolu Zastupitelstva Jihomoravského kraje zaintegrovat území celého kraje do konce roku 2010. Součástí bude i řešení přeshraničních vztahů se Slovenskem a Rakouskem.

2 TECHNOLOGIE V ODBAVOVÁNÍ CESTUJÍCÍCH

Kapitola bude analyzovat možnosti moderních technologií v odbavovacích systémech. Konkrétně půjde o technologii SMS jízdného a radiofrekvenční identifikaci.

Při přechodu na nový odbavovací systém nebo inovaci stávajícího je nutno zohlednit několik významných skutečností, které rozhodující mírou mohou ovlivnit činnost a organizaci IDS, kvalitu realizovaného dopravního a přepravního procesu, a s tím i spojenou spokojenost zúčastněných subjektů. Snahou IDS musí být nabídka takových služeb v požadované intenzitě a kvalitě, aby přilákala pokud možno co nejvíce potencionálních uživatelů.

Základní vlastnosti, kterými musí disponovat moderní odbavovací systém:

- *snadnost pochopení a jednoduchá obsluha* – jedná se především o vydání jednotných tarifních a přepravní podmínek srozumitelných pro cestující a s nimi korespondující uživatelská přívětivost během odbavení,
- *rychlost* – podpora rychlých transakcí při odbavení, aby doba odbavení nezpůsobovala prodloužení doby přepravy (pobytu na zastávkách),
- *bezpečnost* – zajištění co nejvyšší ochrany dat před zneužitím systému neoprávněnou manipulací, zvýšení požadavků na ochranu osobních údajů, eliminace možnosti vzniku omylů,
- *kompatibilita* – jedině dodržováním výrobních norem a standardů je možné zajistit bezproblémovou kompatibilitu se systémy a zařízeními od jiných výrobců, nutná kooperace s ostatními subjekty,
- *komplexnost* – odbavovací systém je možno rozšířit o systémy informační a telematické; (palubní počítače, satelitní sledování vozidel GPS, elektronické informační panely, systémy sledující obsazenost vozidla, digitální hlásič zastávek, akustický systém pro orientaci nevidomých),
- *modularita* – možnost postupného přidávání, upravování nebo odebrání jednotlivých složek a libovolné kombinování jednotlivých zařízení dle potřeby a možností,
- *otevřenost* – požadavek na snadnou údržbu a servisní podporu nezávislou na dodavateli systému, mít k dispozici veškeré prostředky pro ovládání systému,
- *provozní spolehlivost a fyzická odolnost* – zejména je kladen důraz na vysokou spolehlivost, snadnost údržby případně odolnost vůči povětrnostním vlivům u vnějších prvků, vibracím a vandalismu spojeným se snadnou opravou či údržbou částí,
- *ekonomičnost a přiměřená cena* – rozhodující faktor pro efektivní správu a údržbu

- systemu, společně s návrhem tarifního systému působí na brzkou návratnost investice,
- *přidaná hodnota* – snížení náročnosti na údržbu a obsluhu, zvýšení uživatelského komfortu.

Ze zásady musí být inovace odbavovacího systému v systému veřejné dopravy zdůvodnitelná. Implementaci nových technologií kvůli inovaci anebo aktuálnímu trendu je nutné podpořit vzájemnou kooperací zúčastněných subjektů, aby mohlo být zajištěno masivního rozšíření systému. Nový odbavovací systém musí přitáhnout nové cestující, zabránit odlivu stávajících zákazníků, zvýšit jejich průměrný počet cest anebo snížit náklady na provoz a údržbu. Zvýšené tržby respektive snížené náklady musí přitom být v náležitém poměru k nutným investicím. Mimoto se objevují úvahy o tom, že určité skupiny zákazníků nepřistoupí na nový systém jako na jediné prodejní médium a přispějí k nárůstu IAD. Vedle toho působí negativním způsobem také poměrně dlouhá doba návratnosti.

2.1 SMS jízdenka

Poprvé byla v podmínkách ČR využita roku 2008 v Praze a posléze v Ústí nad Labem. Její zavedení eliminuje nedostatek distribučních míst a prodejních automatů na jízdenky, jenž mohou být nefunkční, či usnadňuje řidiči doplňkový prodej. Před realizací cesty pak stačí zaslat na příslušné telefonní číslo textovou zprávu v požadovaném znění. Vzápětí je doručena SMS jízdenka opravňující využít VHD v daném rozsahu. SMS jízdenku je nutné chápat coby *doplňkové jízdné*, neboť dopravce nemůže nikomu nařídít její využívání a taktéž ani není schopen zajistit distribuci mobilních telefonů, podobně i v případě užití čipových karet. Aspekty využití SMS jízdenky jsou rozpracovány v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Hodnocení odbavení cestujícího prostřednictvím SMS jízdenky

VÝHODY	NEVÝHODY
<ul style="list-style-type: none"> – jednoduchá obsluha – dostupnost služby v libovolném čase na libovolném místě – bezhotovostní platba, zahrnuta do běžného vyúčtování mobilního operátora – možnost získat duplikát SMS jízdenky v případě nechtěného smazání či vydání daňového dokladu v elektronické podobě – snížení počtu distribučních míst (MHD) – není třeba instalovat do vozidel žádné dodatečné systémy 	<ul style="list-style-type: none"> – aktivace služby u mobilního operátora – doba doručení SMS jízdenky se může prodloužit – zlomek ceny z SMS jízdenky je odváděn ve prospěch mobilního operátora => nižší příjmy pro dopravce – komplikace při volbě vícezónové jízdenky (IDS) => omezený sortiment jízdného – nutné vybavit revizory kontrolním zařízením

Zdroj: Autor

2.2 Technologie RFID

Další alternativou bezhotovostního odbavování se stává využití technologie RFID (Radio Frequency Identification) umožňující bezkontaktní identifikaci a přenos dat součinností elektromagnetických střídavých polí působících mezi čipem a snímačem. Jako datového média se využívá pasivních anebo aktivních čipů. Uplatnění nalezneme nejen při odbavování ve VHD, taktéž je využívána např. i pro automatizaci skladové technologie, docházkové, přístupové popř. stravovací systémy apod. Podrobné informace o technologii RFID proto uvádí Příloha č. 6.

Tabulka 4: SWOT analýza RFID technologie

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
<ul style="list-style-type: none">– bezhotovostní způsob odbavení– vysoká spolehlivost a rychlost transakce– snížení nákladů na obsluhu a prodejní systém– komplexní informace o přepravních proudech– sledování činnosti zařízení– snazší modifikace tarifu– možnost zavedení zákaznických slev	<ul style="list-style-type: none">– vysoké náklady na pořízení– výpočetní náročnost při zpracování velkého množství dat, možnost ztráty dat– možnost narušení bezpečnosti důvěrných dat– zneužití neoprávněnou osobou– obavy ze ztráty soukromí– nutnost zaučit cestující a obsluhující personál z obsluhy
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
<ul style="list-style-type: none">– zdroj konkurenčních výhod– kvalitní monitoring, snadné analýzy– nová technologie– možnost globálního rozšíření systému– možnost čerpat dotace na nový odbavovací systém z fondů EU	<ul style="list-style-type: none">– neochota cestujících přistoupit na novou technologii– obava z nedostatečného zabezpečení– neochota dopravců přistoupit k jednotnému médiu

Zdroj: Autor

Uplatnění pasivních čipů ve VHD

Současným trendem ve VHD je aplikování čipových karet při odbavování pravidelných cestujících, které nahrazují papírové jízdní doklady. Čipová technologie pro bezhotovostní odbavování může využívat různé typy čipů:

- bezkontaktní čip s anténou – používá se pro aplikace vyžadující rychlé přenosy,
- kontaktní čip s kontaktním polem – použití pro aplikace vyžadující vysoké zabezpečení.

Na českém dopravním trhu se využívá čipová bezkontaktní technologie Philips Mifare, existuje několik typů, v současnosti je nejpropracovanější Mifare Desfire, a to zejména díky paměťové kapacitě a vysokému stupni zabezpečení (příklad aplikace: ČD v podobě In-karet či dopravci Středočeské integrované dopravy). Karta je bezkontaktním platebním médiem usnadňujícím samotnou proceduru odbavování, přispívá zejména k jejímu zrychlení a eliminaci vzniku pochybení, neboť zúčastněné subjekty (řidič, cestující) fyzicky nemanipulují s finančním obnosem.

Ve VHD může čipová karta fungovat současně ve dvou režimech: jako *časové jízdné* (zanesení informace o platnosti časového kupónu) a jako *elektronická peněženka* (s vloženou finanční částkou). Při odbavování čipovými kartami tak lze získat významná statistická data o přepravních proudech cestujících. Elektronickou peněženku je možno dobíjet v místech předprodeje, popř. i ve vozidlech samotných, která disponují adekvátním odbavovacím zařízením. Dobití elektronické peněženky nebo prodloužení časové platnosti je možno provést svépomocí i v moderních multifunkčních prodejních terminálech umožňujících navíc kupř. zakoupit vstupenky na kulturní městské akce přímo platbou z dopravní karty. Preferovány jsou otevřené systémy založené na přijímání karet různými subjekty (doprovci), což je atraktivní pro uživatele, který tak nepotřebuje vlastnit několik karet různých dopravců.

2.2.1 Pasivní technologie – procedura Check-In / Check-Out

Procedura odbavování spočívá v principu přihlašování a odhlašování cestujícího prostřednictvím čipové karty, kdy je cestující odbaven prostřednictvím elektronické peněženky s vloženým finančním obnosem. Odbavovací terminály jsou umístěny u všech dveří. Při nástupu do vozidla a přiložení čipové karty k terminálu se z elektronické peněženky odpočítá záloha jízdného až do konečné zastávky. Při výstupu a znovu-přiložení karty se tato záloha přepočítá na cenu, která odpovídá skutečně ujeté vzdálenosti. Tento způsob odbavení je využívám cestujícími nedisponujícími časovým jízdným, který simuluje jednorázovou elektronickou jízdenku. Pro pravidelné cestující karta funguje coby předplatné časové jízdné a cestující není obvykle nucen přikládat kartu k terminálu. Způsob odbavování tím klade zvýšené nároky na cestujícího častou manipulací s čipovou kartou a taktéž na požadované vybavení vozidel dopravce. Aspekty využití pasivních čipových karet v režimu Check-In / Check-Out (CICO) jsou rozpracovány v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Hodnocení odbavovacího systému v režimu CICO

VÝHODY	NEVÝHODY
<ul style="list-style-type: none"> – jednoduché a rychlé bezhotovostní odbavení – cestující nemusí znát tarif – možnost slevy na jízdném – snadné získání provozních a statistických dat pro optimalizaci dopravy – flexibilita při změně tarifu a aktualizaci systému – snížení možnosti padělání – náklady na údržbu systému a zařízení – kompatibilita a modularita zařízení 	<ul style="list-style-type: none"> – vysoké pořizovací náklady na zavedení systému – “obtěžování“ cestujícího při kládání karty při nástupu i výstupu – nutnost vizuální příp. akustické kontroly správně provedené transakce – v případě nefunkčnosti nemožnost rychlého sjednání nápravy (jak ze strany dopravce tak i cestujícího) – nutnost zachování odbavení papírovou jízdenkou pro cestující nedisponující kartou

Zdroj: Autor

2.2.2 Pasivní technologie – procedura Check-In

Způsob odbavení je podobný jako v případě CICO, avšak cestující manipuluje s kartou při odbavení pouze při nástupu do vozidla. V případě využití elektronické peněženky je cestujícímu stržen finanční obnos podle tarifu a vydán papírový doklad sloužící ke kontrolním účelům, což v porovnání s hotovostním odbavením cestujícího přináší úsporu času a práce řidiče. Čipová karta s časovým jízdným je přikládána k terminálu ke kontrole její platnosti, kdy je automaticky vytištěn papírový doklad s informacemi o platnosti časového jízdného. V případě nároku cestujícího na slevu na jízdném (dítě, student, ZTP) je nutné zanést na čip dodatečnou informaci o typu slevy, totéž platí i pro kartu v režimu CICO.

2.2.3 Aktivní technologie – procedura Be-In / Be-Out

Narozdíl od pasivních systémů není nutná aktivní činnost cestujícího při odbavování, odpadá tak jakákoliv další manipulace s jízdním médiem během nástupu či výstupu. Přítomnost cestujícího ve vozidle VHD je systémem Be-In / Be-Out (BIBO) detekována prostřednictvím specifické osobní čipové karty popř. mobilního telefonu s implementovaným čipem, jenž je aktivní a cyklicky se hlásí při hledání spojení. Automaticky se tak registrují veškeré cesty. Podle utváření systému je vhodné tento způsob odbavování kombinovat s terminály Walk-In / Walk-Out (WIWO), popř. CI, neboť díky velkému prostorovému dosahu snímačů BIBO a odezvy elektronických karet je třeba zamezit nechtěnému snímání těch karet, jenž se nacházejí poblíž vozidla (při míjení s jiným vozidlem). (12)

Aspekty využití režimu BIBO jsou rozpracovány v tabulce č. 6.

Tabulka 6: Hodnocení odbavovacího systému v režimu BIBO

VÝHODY	NEVÝHODY
<ul style="list-style-type: none"> – atraktivní systém bezhotovostního odbavení – aplikace věrnostních programů – automatické vyúčtování jízdného – flexibilita při změně tarifu – systém nezatěžuje cestujícího při odbavování – snadné získání provozních a statistických dat pro optimalizaci dopravy a služeb – periferie systému nejsou vystaveny vandalismu 	<ul style="list-style-type: none"> – velmi vysoké pořizovací náklady (aktivní čipové karty, vybavení vozidel, správa systémy) – nutnost zachovat odbavení prostřednictvím papírového dokladu, popř. hotovosti – je ve fázi testování – předpokládané uplatnění systému v roce 2012 v Drážďanech

Zdroj: Autor

2.2.4 Technologie NFC

NFC (Near Field Communication) technologie umožňuje vysokofrekvenční bezdrátový přenos dat na krátkou vzdálenost. Byla primárně vyvinuta pro mobilní telefony, které mohou být využity jako bezkontaktní identifikátory, bezkontaktní čipové média anebo jako přenosné RFID terminály. Pro potřeby odbavování ve VHD je k provádění transakcí využito paměti SIM karty. Po automatickém navázání spojení a spárování mobilního telefonu se čtečkou se mobilní telefon přepne do režimu elektronické peněženky a uživatel potvrdí nebo odmítne nabízenou službu. Technologie NFC mj. splňuje i normou ISO 14443, čímž zajišťuje kompatibilitu s technologií čipů Mifare. Aspekty využití NFC technologie jsou rozpracovány v tabulce č. 7.

Tabulka 7: Hodnocení odbavovacího systému v režimu NFC

VÝHODY	NEVÝHODY
<ul style="list-style-type: none"> – jednoduchá obsluha – rychlost transakce < 0,1 s – podpora více aplikací – aplikace ukládány na kartu SIM => přenositelné do dalších NFC mobilů – provedené transakce se ukládají, záznam lze zpětně zobrazit na displeji – kompatibilní s technologií Mifare 	<ul style="list-style-type: none"> – nutnost vlastnit mobilní telefon podporující požadovanou technologii – aktivace služby u operátora – čtení dat na krátkou vzdálenost – nedostatečné bezpečnostní zajištění prováděných transakcí

Zdroj: Autor

2.3 Metodika vícekritériální rozhodovací úlohy pro výběr vhodného odbavovacího systému

Pro řešení úlohy byl zvolen vícekritériální diskretní rozhodovací model, v němž jsou jednotlivé varianty odbavovacích systémů popsány explicitně seznamem variant ohodnocených podle jednotlivých kritérií. (1)

Matematickou definicí je úloha zadána:

- seznamem variant $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$,
- seznamem kritérií $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$,
- hodnocením variant podle jednotlivých kritérií ve tvaru kritériální matice Y :

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \cdots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Cílem úlohy je nalézt takovou variantu, která dosahuje podle všech kritérií co nejlepší hodnocení, příp. tyto varianty vhodně uspořádat. Před řešením úlohy je nezbytné převést všechna kritéria na maximalizační typ.

Následující tabulka č. 8 znázorňuje bodové ohodnocení jednotlivých variant systémů podle zvolených kritérií, použitá hodnotící stupnice je v rozmezí 1 až 10 b., kdy vyšší hodnoty znamenají lepší provozní vlastnosti. Tabulka je výchozí kritériální maticí pro řešení úlohy. Výchozí hodnoty byly zjištěny průzkumem u vybrané skupiny respondentů, která čítala 39 osob. Pro získání vstupních hodnot byly zohledněny průměrné hodnoty a četnost jejich výskytu.

Tabulka 8: Kritériální matice vstupních hodnot pro zpracování multikritériální analýzy

	snadnost odbavení	rychlost odbavení	provozní spolehlivost	odolnost vůči vnějším vlivům	provozní náklady	náročnost aplikace v celém IDS
papírový doklad	7	6	9	6	6	8
CI	7	7	7	7	7	6
CICO	8	7	7	7	7	6
NFC	7	7	6	8	7	5
BIBO	9	10	6	9	6	4
SMS jízdenka	7	4	5	9	8	8

Zdroj: Autor

Příloha č. 8 dále znázorňuje graficky vstupní kritériální matici paprskovým grafem.

Je nutné vyjádřit dodatečné informace o důležitosti kritérií, kde platí že:

$$v = (v_1, v_2, \dots, v_n), \quad \sum_{j=1}^n v_j = 1, v_j \geq 0 \quad (2)$$

kde: v_1, v_2, \dots, v_n jsou jednotlivé váhy kritérií.

Pro určení vektoru vah kritérií byla zvolena bodovací metoda, kdy jsou jednotlivá kritéria hodnocena dle významnosti v rozmezí 1-100 b., přepočten vah proveden dle vzorce:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j} \quad (3)$$

kde: v_j ... váha kritéria v j -tém sloupci, b_j ... bodové ohodnocení kritéria v j -tém sloupci.

Tabulka 9: Bodové a váhové ohodnocení jednotlivých kritérií

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
bodové ohodnocení	85	70	75	55	50	60
vektor vah kritérií	0,22	0,18	0,19	0,14	0,13	0,15

Zdroj: Autor

Úloha je řešena dvěma způsoby, a to:

- **metodou WSA** (Weighted Sum Approach) – kdy principem je maximalizace užitku variant z váhami ohodnocených kritérií

Způsob výpočtu metodou WSA:

1. Určení ideální varianty H a bazální varianty D kritériální matice Y :

Ideální varianta H je varianta (hypotetická), která dosahuje ve všech kritériích nejlepší hodnoty. Bazální varianta D je varianta, která dosahuje ve všech kritériích nejhorší hodnoty.

Tabulka 10: Ideální a bazální varianta výchozí kritériální matice Y

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
ideální varianta	9	10	9	9	8	8
bazální varianta	7	4	5	6	6	4

Zdroj: Autor

2. Transformace kritériální matice Y na normalizovanou kritériální matici R podle vzorce:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (4)$$

kde: r_{ij} ... normalizovaný prvek v i -tém řádku a j -tém sloupci matice R , y_{ij} ... prvek v i -tém řádku a j -tém sloupci matice Y , D_j ... bazální varianta j -tého prvku, H_j ... ideální varianta j -tého prvku.

Tabulka 11: Transformovaná normalizovaná matice R

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
a_1	0,00000	0,33333	1,00000	0,00000	0,00000	1,00000
a_2	0,00000	0,50000	0,50000	0,33333	0,50000	0,50000
a_3	0,50000	0,50000	0,50000	0,33333	0,50000	0,50000
a_4	0,00000	0,50000	0,25000	0,66667	0,50000	0,25000
a_5	1,00000	1,00000	0,25000	1,00000	0,00000	0,00000
a_6	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Zdroj: Autor

3. Výpočet váženého užitku varianty a_i dle vztahu:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j \times r_{ij} \quad (5)$$

kde: $u(a_i)$... užitek varianty v i -tém řádku, v_j ... váha v j -tém sloupci, r_{ij} ... normalizovaný prvek v i -tém řádku a j -tém sloupci matice R.

Tabulka 12: Vážený užitek variant

papírový doklad	0,40084
CI	0,36920
CICO	0,47679
NFC	0,33017
BIBO	0,57911
SMS	0,41772

Zdroj: Autor

Varianta, která dosáhne nejvyšší hodnoty užitku $u(a_i)$ je metodou vyhodnocena jako nejlepší.

Druhou použitou metodou je

- **metoda TOPSIS** (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – princip spočívá v minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty

Způsob výpočtu metodou TOPSIS:

1. Výpočet normalizované kritériální matice R podle vztahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (y_{ij})^2}} \quad (6)$$

kde: r_{ij} ... normalizovaný prvek v i -tém řádku a j -tém sloupci matice R, y_{ij} ... prvek i -tém řádku a j -tém sloupci matice Y.

Tabulka 13: Normalizovaná kritériální matice R

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
a_1	0,37907	0,34699	0,54174	0,31623	0,35666	0,51533
a_2	0,37907	0,40482	0,42135	0,36893	0,41611	0,38649
a_3	0,43322	0,40482	0,42135	0,36893	0,41611	0,38649
a_4	0,37907	0,40482	0,36116	0,42164	0,41611	0,32208
a_5	0,48738	0,57831	0,36116	0,47434	0,35666	0,25766
a_6	0,37907	0,23133	0,30096	0,47434	0,47555	0,51533

Zdroj: Autor

Po této transformaci jsou sloupce v matici R vektory jednotkové délky podle Euklidovské metriky.

2. Výpočet vážené kritériální matice W podle vzorce:

$$w_{ij} = r_{ij} \times v_j \quad (7)$$

kde: w_{ij} ... vážený prvek matice W, r_{ij} ... normalizovaný prvek v i-tém řádku a j-tém sloupci matice R, v_j ... váha v j-tém sloupci.

Tabulka 14: Vážená kritériální matice W

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
a_1	0,08157	0,06149	0,10286	0,04403	0,04515	0,07828
a_2	0,08157	0,07174	0,08000	0,05137	0,05267	0,05871
a_3	0,09323	0,07174	0,08000	0,05137	0,05267	0,05871
a_4	0,08157	0,07174	0,06857	0,05871	0,05267	0,04892
a_5	0,10488	0,10249	0,06857	0,06605	0,04515	0,03914
a_6	0,08157	0,04099	0,05715	0,06605	0,06020	0,07828

Zdroj: Autor

3. Určení ideální varianty H a bazální varianty D vzhledem k hodnotám ve vážené kritériální matici W

Tabulka 15: Ideální a bazální varianty vážené kritériální matice W

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
ideální varianta	0,10488	0,10249	0,10286	0,06605	0,06020	0,07828
bazální varianta	0,08157	0,04099	0,05715	0,04403	0,04515	0,03914

Zdroj: Autor

4. Výpočet vzdálenosti variant od ideální d_i^+ a od bazální d_i^- varianty podle vzorců:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - H_j)^2} \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - D_j)^2} \quad (8)$$

kde: d_i^+ ... vzdálenost od ideální varianty, d_i^- ... vzdálenost od bazální varianty,

w_{ij} ... vážený prvek matice W, D_j ... bazální varianta j-tého sloupce matice W, H_j ... ideální varianta j-tého sloupce matice W.

Tabulka 16: Výpočet vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty

	d_i^+	d_i^-
a_1	0,05417	0,06358
a_2	0,05163	0,04429
a_3	0,04752	0,04579
a_4	0,06030	0,03800
a_5	0,05417	0,07028
a_6	0,08009	0,04736

Zdroj: Autor

5. Výpočet relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty podle vztahu:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (9)$$

kde: c_i ... relativní ukazatel vzdáleností variant, d_i^+ ... vzdálenost od ideální varianty, d_i^- ... vzdálenost od bazální varianty.

Tabulka 17: Relativní ukazatelé vzdáleností variant od varianty bazální

papírový doklad	0,53992
CI	0,46170
CICO	0,49072
NFC	0,38654
BIBO	0,56476
SMS	0,37160

Zdroj: Autor

Varianta s nejvyšší hodnotou ukazatele vzdálenosti c_i je metodou vyhodnocena jako nejlepší.

Dílčí závěr výběru rozhodovacích metod

Nejlepší variantou (ideální), by byla ta varianta, která by získala ve výsledném hodnocení hodnotu rovné jedné. Tato varianta by tak musela ve všech hodnotících kritériích dosahovala nejlepších hodnot z nabízené hodnotící stupnice, tj. hodnoty 10. Vliv na výsledek celého výpočtu tak mají zejména hodnoty vstupní kritériální matice a vektory vah jednotlivých kritérií.

Tabulka 18: Vzájemné porovnání výsledků vícekriteriálních rozhodovacích metod

WSA		TOPSIS	
<i>vážené užítky jednotlivých variant</i>		<i>ukazatelé relativní vzdálenosti od bazální varianty</i>	
BIBO	0,579	BIBO	0,565
CICO	0,477	papírový doklad	0,540
SMS	0,418	CICO	0,491
papírový doklad	0,401	CI	0,462
CI	0,369	NFC	0,387
NFC	0,330	SMS	0,372

Zdroj: Autor

Jak znázorňuje tabulka č. 18, multikriteriální rozhodovací metody (WSA, TOPSIS) se ve svém výsledném hodnocení rozcházejí.

Metodou TOPSIS byl vyhodnocen jako nejvhodnější způsob odbavování režim BIBO a papírové jízdní doklady. Výsledné hodnoty se významně neliší, z čehož lze vyvodit, že v porovnání s moderními způsoby odbavování si stále významnou pozici uchovávají papírové jízdní doklady, a to zejména svou aplikační nenáročností a provozní spolehlivostí. Mezi nejméně výhodné technologie pro provoz v rozsáhlých dopravních systémech, jakým může být právě IDS, se tak řadí NFC a SMS. Za zmínku taktéž stojí i režim CICO, v tomto případě je vhodné vyzdvihnout ten fakt, že cestující nemusejí znát tarifní podmínky, což ocení právě v IDS, kdy je území rozčleněno do velkého počtu tarifních zón a ztrácí se tak přehlednost při vlastní přepravě.

V případě vyhodnocení metodou WSA nejlepšího hodnocení dosahuje opět režim BIBO, jenž je následován režimem CICO. Při hodnocení užítku se téměř neliší varianty odbavování prostřednictvím papírového dokladu a SMS jízdenky. Režim CI a NFC technologie jsou vyhodnoceny nejméně příznivě.

Z obou užitých metod přesnějšího hodnocení dosahuje metoda TOPSIS, a to zejména svou výpočetní složitostí a vyšší citlivostí na změnu vstupních parametrů. Vyšší diference mezi jednotlivými variantami odbavovacích procedur lze dosáhnout výraznějšími rozdíly mezi vstupními hodnotami výchozí kriteriální matice a taktéž znatelnějšími rozdíly mezi váhami jednotlivých kritérií. Dotazníkový průzkum by tak musel být zodpovězen více respondenty, kteří jsou navíc velmi dobře znalí provozních charakteristik u výše zmíněných odbavovacích technologií. Provést tak rozsáhlý průzkum je proto nad rámec vlastních možností při zpracování práce.

3 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ TECHNOLOGIE ODBAVOVÁNÍ CESTUJÍCÍCH V IDS JMK

Výsledky analýz či dotazníkového průzkumu v předcházejících kapitolách tak nabízejí podnět, pro návrh možné inovace odbavovacího systému v podmínkách provozu IDS JMK s ohledem na možnosti a přínosy jednotlivých technologií a zvyklosti v Jihomoravském kraji.

3.1 Navrhované změny v odbavování cestujících podle jednotlivých odbavovacích procedur

Podkapitola bude specifikovat činnosti při jednotlivých režimech odbavování zohledňující charakter odbavovacího procesu v jednotlivých dopravních oborech IDS JMK.

3.1.1 Odbavování na bázi papírové jízdenky

Jak dokládají výsledky „Dotazníkového průzkumu cestujících v IDS JMK“, papírový jízdní doklad zaujímá významné postavení, provoz takového systému je ekonomicky rentabilní (dle tvrzení zástupců KORDIS), vyznačující se nízkými náklady a cestující nezaznamenávají výrazné nedostatky v současné technologii. Tento způsob odbavování je nutné zachovat i při změně na jinou technologii, a to zejména z důvodu pohybu mnoha „příležitostných cestujících“ využívajících IDS JMK v nižší míře, než je tomu tak u pravidelných cestujících.

Pro zrychlení odbavování cestujících zejména na regionálních autobusových linkách je vhodné zajistit masivnější propagaci pro zintenzivnění využívání univerzálních jízdenek na úkor jednorázových. V současnosti se cenové zvýhodnění jízdného při použití univerzální jízdenky oproti jednorázové pohybuje v rozmezí 6 – 9 % v závislosti na potřebné zónové a časové platnosti jízdního dokladu – tato sleva je spíše symbolická a málo motivační. Z těchto důvodů je proto vhodné zvýšit cenový rozdíl mezi jednorázovou jízdenkou (zakoupenou u řidiče autobusu anebo pořízenou v předprodeji a označenou ve vozidle, popř. na zastávce žel. dopravy) a právě univerzální jízdenkou o odpovídající zónové a časové platnosti. Vyšší mírou využívání univerzálních jízdenek pak lze dosáhnout úspor v počtu a práci zaměstnanců prodejních středisek a zejména řidičů regionálních autobusových linek při vydávání jednorázových jízdenek. Jednorázové jízdenky by si pak pořizoval pouze zlomek příležitostných cestujících.

Jelikož je prodej integrovaných jízdenek na železnici realizován jako doplňkový prodej, je nutné zajistit jejich dostatečnou zásobu, neboť v případě jejich nedostatku je cestující donucen odbavit se dle Tarifu ČD. V případě nedostatečné distribuce je proto vhodné umožnit cestujícím odbavit se podle Tarifu IDS JMK a vydat integrovaný doklad buď prostřednictvím pokladny UNIPOK anebo z POP průvodčího. Tímto cestující nebude omezen pouze na výběr železničního dopravního prostředku při uskutečnění cesty. Avšak toto rozhodnutí je závislé na možné dohodě s ČD.

3.1.2 Odbavování prostřednictvím SMS jízdenky

Pro dopravu v IDS JMK je tato elektronická SMS jízdenka jistě atraktivní doplňkovou službou odbavování, zejména v podmínkách provozu brněnské MHD, kdy ve vzdálenějších zónách od centra (zóna 101) a taktéž v nočních hodinách nemusí být distribuční síť jednorázových jízdních dokladů dostatečně zajištěna.

Na papírové jízdenky se tiskne mimo jiné i číslo nástupní zóny určující následnou zónovou platnost dokladu. Mobilní technologie by sice umožňovala volbu vícezónové jízdenky na základě zadání čísla nástupní zóny a počtu projížděných zón do registrační textové zprávy, avšak ze strany uživatele by to znamenalo mít poměrně velmi dobrou znalost tarifních podmínek, k nimž by mu dopomohla mapa tarifních zón či jízdní řády umístěné na všech zastávkách a stanicích, popř. by musel mít vlastní mapu tarifních zón vždy u sebe.

Z těchto důvodů je navrhována SMS jízdenka omezená pouze časovou platností, čímž poslouží pouze pro cestování v brněnských zónách (100 + 101), neboť právě zde není lokalizace místa nástupu tak rozhodující.

Požadavky na aplikaci SMS jízdenky:

- aktivace příslušné služby u svého mobilního operátora,
- dostatečná výše kreditu na předplacené kartě / neomezená paušální služba,
- znalost formátu textové zprávy a telefonního čísla poskytovatele služby,
- odeslání požadavku SMS jízdenky v dostatečném předstihu před nástupem do vozidla,
- možnost zpětného ověření platnosti jízdenky (přeposlání duplikátu SMS jízdenky).

Technologie SMS jízdenky nevyžaduje žádnou instalaci odbavovacích terminálů cestujících do vozidel VHD, ale je nutné vybavit revizory kapesními PC ke kontrole platnosti vygenerovaného kontrolního kódu SMS dokladu. Tabulka č. 19 ilustruje návrh provedení přestupní SMS jízdenky.

Tabulka 19: Návrh přestupní SMS jízdenky

časová platnost	zónová platnost	cena [Kč]
25 min	100 + 101	18
75 min	100 + 101	22

Zdroj: Autor

Cena SMS jízdenek pro zóny 100+101 musí zůstat na stejné cenové úrovni jako je tomu v případě pořízení jednorázové jízdenky, ačkoliv je do ceny SMS jízdenky nutné zahrnout i náklady a marži operátora za poskytnuté mobilní služby, které tak bude hradit ze zisků dopravní podnik. Pokud by byl cenový rozdíl patrnější, hrozilo by, že by služba nebyla využívána. Navíc je vhodné prodloužit dobu platnosti jízdenek, z důvodu kompenzace časových ztrát před doručením kontrolní SMS.

3.1.3 Odbavování na bázi bezkontaktní pasivní čipové karty v režimu Check-In

V regionu již několik dopravců aplikovalo čipové karty pro odbavování cestujících, mezi autobusovými dopravci jsou to BODOS BUS, ČAD Blansko, VYDOS BUS, BORS Břeclav, ČSAD Kyjov, ČSAD Ústí nad Orlicí, ZDAR a v železniční dopravě ČD. Technologií Mifare DESFire disponují ČD, avšak většina dopravců využívá starší typ Mifare Classic, který není kompatibilní. Proto při zavedení jednotné čipové karty, platné pro celý IDS JMK, je nutné nahradit starších čipové karty za bezpečnější a modernější typ DESFire včetně softwarového a hardwarového vybavení odbavovacího systému.

Druhy navrhovaných personalizovaných čipových karet, které respektují zavedenou kategorizaci skupin cestujících v IDS JMK:

- Občanská – základní
- Studentská – děti a žáci do 15 let věku; žáci a studenti od 15 do 26 let věku
- Důchodcovská – pro starobní důchodce
- Zaměstnanecká – osoby pracující v zájmu IDS JMK, popř. rodinní příslušníci
- ostatní karty (servisní, revizní, karta řidiče) – pro správu odbavovacího systému

Vhodné je navrhnout i tzv. *turistické karty*, jenž jsou neadresné a přenosné.

Nahrazení papírových jízdních dokladů tak bezesporu přispěje ke snížení a fakticky k eliminaci možnosti padělání předplatních i jednorázových jízdních dokladů.

Návrh způsobu odbavování a kategorizace cestujících na základě platebního média

1) pravidelní cestující využívající dopravních služeb denně – časové zpoplatnění jízdného, nejvyšší intenzita těchto cestujících je v MHD

V paměti čipové karty je zanesen záznam seznamu předplacených zón. V případě úhrady jízdného v ostatních nepředplacených zónách, či v okamžiku neplatného časového jízdného, platbě za spolucestujícího, zavazadlo apod. je částka stržena z výše kreditu elektronické peněženky.

V podmínkách *brněnské MHD* se cestující vlastníci předplatné časové jízdné neodbavují, cestující nedisponující předplatní jízdenkou se odbaví ve vozidle svépomocí prostřednictvím volby jízdného na odbavovacím terminálu čipových karet s tiskem jízdního dokladu.

Na *regionálních autobusových linkách a linkách MHD s nástupem předními dveřmi* se cestující s předplatní jízdenkou odbaví bez zásahu řidiče, kdy po přiložení karty ke čtečce pokladny řidiče dojde automaticky k tisku kontrolního dokladu o platnosti předplatní jízdenky. Při jízdě přes nepředplacené zóny musí cestující předem nahlásit řidiči počet projížděných zón a po přiložení karty je stržena odpovídající částka z elektronické peněženky a vytištěn jízdní doklad.

Na linkách *železniční dopravy* se cestující před započítáním cesty odbaví svépomocí prostřednictvím odbavovacího terminálu pro čipové karty s tiskem dokladu, umístěným ve stanicích a na zastávkách. V případě provozu na „menších“ tratích, kde nejsou instalovány terminály, provede odbavení průvodčí prostřednictvím zařízení POP.

2) nepravidelní cestující – cestují poměrně často, odbavují se jednorázově, avšak předplatné jízdné není pro ně finančně výhodné

Tito cestující jsou vždy odbaveni z elektronické peněženky, proces odbavování z elektronické peněženky je realizován obdobně, jako v případě pravidelného cestujícího odbavujícího se elektronickou peněženkou.

Čipová karta musí navíc podporovat i ty cestující, jenž mají dle Tarifu IDS JMK nárok na slevu na jízdném – děti, studenti, důchodci. To se týká zejména studentů, jenž v současnosti mohou využívat univerzálních žákovských jízdenek při cestě do vzdělávacích institucí (při předložení Žákovského průkazu), avšak při cestě, která není časově ani místně blízka místům uvedeným v průkazu, se musí odbavit za plnou cenu. Z toho důvodu musí karta podporovat 2 režimy zpoplatnění a při její personalizaci musí být zaneseny doplňující data o uživateli a případných nárocích na slevy z jízdného v příslušných zónách (totéž platí

i pro pravidelné cestující).

3) ostatní cestující (turisté) – čipovou kartu by nevyužili; nutnost zachování současného systému odbavování na bázi papírové jízdenky placené v hotovosti.

Provozní požadavky:

Výhodnost zavedení čipových karet v režimu CI pro obě skupiny cestujících spočívá v nenáročnosti na aplikaci v IDS JMK, zejména na regionálních autobusových linkách a linkách MHD, kde je realizován nástup předními dveřmi.

➤ **Vybavení předprodejních středisek – zákaznická centra**

Předprodejní centra určená pro správu čipových karet jsou soustředěna do prodejních středisek dopravců. Tato místa je nutné dovybavit obslužným softwarem s databází uživatelů, čtečkou čipových karet, skenerem, zařízením pro potisk čipových karet, tiskárnou dokladu o provedení transakce a připojením k internetové síti. Navíc je nutné zohlednit vybavení prodejních míst ČD a způsob akceptace karet. V těchto předprodejních centrech mj.dochází k:

- podání požadavku na vytvoření čipové karty,
- personalizaci karet (prvotnímu vystavení ČK na konkrétního uživatele, potisk karty, zanesení údajů o vlastníkově do paměti karty a zavedení do systému databáze držitelů karet) a popř. k distribuci karet do ostatních předprodejních míst v regionu k vyzvednutí majitelem,
- převzetí personalizované čipové karty, jejímu vrácení,
- prodlužování platnosti časového jízdného,
- dobítí elektronické peněženky a kontrola zůstatku elektronické peněženky,
- vyřizování reklamací,
- blokaci karty a k opětovnému zprovoznění,
- poskytování dalších informací.

➤ **Vybavení prodejních automatů jízdenek**

Automaty v podmínkách brněnské MHD nadále poslouží k výdeji papírových jednorázových jízdenek, avšak sortiment vydávaných jízdenek je omezen jen pro použití v tarifních zónách 100+101, čímž je určen pro příležitostné cestující, bez vazby k IDS JMK. Systém si klade za cíl přilákat více uživatelů čipových karet z řad nepravidelných cestujících. Pro využití možnosti dobítí kreditu elektronické peněženky a možnosti kontroly zůstatku je nutné prodejní automaty (typ AVJ G od společnosti Mikroelektronika) vybavit čtečkou čipových karet a dále provést reinstalaci obslužného softwaru.

➤ **Vybavení vozidel, přepravních prostor**

Vozidla *regionálních autobusových linek a linek MHD s nástupem předními dveřmi* jsou vybavena zařízením NJ24C (označovač) a USV24C (pokladna řidiče) viz Příloha č. 4, z toho důvodu stačí vybavit pokladnu čtečkou těchto karet pro kontrolu platnosti předplatného jízdného a taktéž pro jednorázové odbavení z elektronické peněženky. Označovač již nebude plnit svou funkci, neboť odbavování příležitostných cestujících bude realizováno v hotovosti, z důvodu motivování ostatní cestující k využívání čipových karet. Je však vhodné zachovat označovače ve vozidlech, která zajišťují DO i na území města Brna.

Vozidla linek *brněnské MHD* je nutné vybavit u všech dveří odbavovacím terminálem čipových karet s tiskem jízdního dokladu viz Příloha č. 7. Pouze v podmínkách brněnské MHD zůstane označovač zachován pro odbavování příležitostných cestujících.

Zastávky a železniční stanice je nutné vybavit totožným odbavovacím terminálem čipových karet s tiskem jízdního dokladu, zařízení NJ24C již nebude využíváno.

Při odbavení musí mít cestující možnost kontroly zůstatku elektronické peněženky a platnosti časového předplatného jízdného, tato informace je proto tištěna na kontrolní jízdní doklad. V případě nedostatečného kreditu v elektronické peněžence je navíc vhodné umožnit cestujícímu jednu jízdu „do debetu“ a při následném dobítí peněženky se cena této jízdy odečte z dobíjené částky.

➤ **Vybavení info-stánků**

Informační stánky (samoobslužné zóny) poslouží cestujícím ke kontrole platnosti karty, provedených transakcí či ke sledování dalších služeb svépomocí. Po přiložení karty je umožněno zejména:

- sledovat platnost karty, kontrola zůstatku elektronické peněženky,
- prodloužení platnosti časového jízdného, dobíjení kreditu elektronické peněženky (prostřednictvím platby z bankovní platební karty, anebo vložení finanční hotovosti),
- přehledy o jízdném, jízdních řádech, organizaci a změnách v dopravě, vyhledávání dopravního spojení apod.,
- nabídka možnosti přímé hlasové komunikace s centrem (vhodné zejména pro méně technicky zdatné cestující či zrakově postižené), tísňové volání,
- využití internetových služeb, e-mailu.

V případě prodloužení platnosti předplatného časového jízdného svépomocí je nutné definovat následující kritéria pro prodlužování jízdného v info-stánku:

občanské základní – není potřeba dále prokazovat nárok na časové jízdné,

důchodci – do karty je zanesena informace o věku,

děti – karta musí obsahovat informaci o datu narození uživatele, na jejímž základě systém rozhodne, zda prodlouží platnost časového jízdného či nikoliv,

studenti – student využívající zlevněného jízdného je povinen se v předprodejním středisku 1x ročně prokázat Potvrzením o studiu, na jehož základě bude zanesena informace do karty umožňující cestujícímu následné prodlužování platnosti jízdného.



Obrázek 4: Varianta samoobslužného info-stánku cestujících

Zdroj: Autor

➤ **Přepravní kontrola**

Jízdní doklady cestující předkládají ke kontrole platnosti na vyzvání pověřených osob - jsou oprávněni k dohledu nad dodržováním tarifních a přepravních podmínek IDS JMK, ke kontrole platnosti karty (jízdenky) a údajů o držiteli, k blokaci neoprávněně používané karty, případně k jejímu zabavení. Za tyto osoby jsou považováni:

- řidiči linkové autobusové dopravy – vybaveni pokladnou řidiče
- průvodčí v železniční dopravě – vybaveni POP
- revizoři – vybaveni čtečkou karet (PDA).

Výše jmenovaná kontrolní zařízení taktéž umožňují generovat statistiky kontroly cestujících a přehled samotné práce subjektu kontroly.



Obrázek 5: Čtečka revizora

Zdroj: EMTEST – solution provider

3.1.4 Odbavování na bázi bezkontaktní pasivní čipové karty v režimu Check-In / Check-Out

Návrh způsobu odbavování a kategorizace cestujících na základě platebního média

Rozdělení cestujících na základě užitého platebního média je opět tříúrovňové podobně jako v režimu CI. Režim CICO se liší od CI ve způsobu realizace odbavovacího procesu, kdy:

1) pravidelní cestující využívající dopravních služeb denně

V podmínkách brněnské MHD, kde má cestující platné časové jízdné není povinen přikládat kartu na odbavovací terminál, v ostatních systémech MHD a na regionálních autobusových linkách kartu s předplatným jízdným přikládá k terminálu ke kontrole platnosti jen při nástupu do vozidla na vyzvání pověřené osoby.

V případě cest konaných mimo předplacené zóny musí cestující vždy přikládat kartu na odbavovací terminál při každém nástupu i výstupu z dopravního prostředku.

2) nepravidelní cestující

Pro cestující odbavující se elektronickou peněženkou plyne při nástupu i výstupu povinnost vždy přikládat kartu k terminálu bez ohledu na druh dopravy.

3) ostatní cestující (turisté) – zachování současného systému odbavení na bázi papírové jízdenky placené v hotovosti.

Při využívání elektronické peněženky se musí zajistit zohlednění případných slev z jízdného (dítě, student a důchodce) a dále zajistit efektivní výkonové zpoplatnění cestujících na základě počtu vykonaných cest v příslušných zónách za časový úsek. Systém tak musí evidovat přestupy cestujících a na základě toho rozhodnout, zda byla cesta již ukončena či nikoliv. Jako časový interval pro přestup, v rámci platnosti elektronického jízdního

dokladu, je vhodné navrhnout takovou hodnotu, která zohlední maximální hodnotu časové návaznosti mezi dvěma spoji linek uvedených v jízdním řádu, navýšenou o možnou dobu zpoždění.

Provozní požadavky:

Oproti odbavování v režimu CI je tato metoda náročnější co do činnosti cestujícího, náročnosti na aplikaci a výši nákladů na realizaci.

➤ **Vybavení předprodejních středisek – zákaznická centra**

Popis se neliší od výše popsaného režimu CI.

➤ **Vybavení prodejních automatů jízdenek**

Funkční popis je totožný jako v režimu CI.

➤ **Vybavení vozidel, přepravních prostor**

Vybavení vozidel *regionálních autobusových linek a linek MHD s nástupem předními dveřmi* je řešeno instalací čtečky čipových karet do pokladny řidiče (USV 24C), jež slouží ke kontrole platnosti předplatného jízdného a k označení nástupu u cestujících odbavujících se elektronickou peněženkou. Při výstupních dveřích je nezbytná instalace terminálu čipových karet pro označování výstupu u elektronické peněženky.

Vozidla *brněnské MHD* díky realizaci nástupu/výstupu cestujících všemi dveřmi je nutné doplnit o odbavovací terminál čipových karet při všech dveřích. Navíc je vhodné vozidla vybavit alespoň jedním terminálem čipových karet s tiskem kontrolního dokladu – slouží pro případné zpětné vyúčtování např. pracovních cest.

V *železniční přepravě* je nutné nahradit stávající označovače (NJ 24 C) za odbavovací terminály čipových karet.

➤ **Vybavení info-stánků, průběh přepravní kontroly**

Popis se neliší od výše popsaného režimu CI.

3.1.5 Odbavování technologií NFC

Jelikož tato technologie je primárně určena pro jednorázovou platbu za nabízenou službu – úhrada jízdného, je hůře implementovatelná pro nákup předplatného jízdného pro pravidelné cestující.

Technologie NFC při simulaci funkce elektronické peněženky umožní úhradu jednorázového jízdného a dalších plateb podobně jako v případě režimu CI. Neboť jsou platební operace vázány záznamem transakce na kartu SIM, vyúčtování se provede na vrub paušálního účtu (popř. z výše kreditu). Pro samotný proces platby

za jízdné je nutné mobilní telefon přiblížit ke čtečce čipů a nabízenou transakci, která se zobrazí na displeji, potvrdit klávesnicí. V případě uplatnění nároku na slevu na jízdném (děti, studenti, důchodci) je nezbytné předložit příslušný průkaz na slevu.

Provozní požadavky:

Aplikace technologie klade požadavky jen na vybavení vozidel a zastávek odbavovacími terminály čipových karet.

➤ **Vybavení vozidel, přepravních prostor**

Vybavení potřebnými odbavovacími terminály odpovídá proceduře CI.

➤ **Přepravní kontrola**

Kontrola přepravních povinností cestujícím je realizována předložením záznamu o provedené transakci zobrazené na displeji.

3.1.6 Odbavování bezkontaktní aktivní čipovou kartou v režimu Be-In / Be-Out

Cestující odbavující se prostřednictvím elektronického aktivního bezkontaktního jízdního média jej není nucen přikládat ke snímači pro validaci díky možnosti čtení na větší vzdálenost, včetně běžně nošených vrstev oblečení. Její oživení a aktivace probíhá samočinně při průchodu detekčními dveřními snímači vozidla v případě, že je v „pohotovostním režimu“. V průběhu přepravního procesu nelze kartu deaktivovat, neboť je systémem aktivně vyhledávána. Implementovaný informační digitální displej umožňuje kontrolu funkčnosti karty a případnou doplňkovou volbu prostřednictvím funkčních tlačítek či manuální aktivaci pokud nedošlo k oživení bezprostředně po nástupu.

Na obrázku č. 8 je vyobrazena aktivní karta cestujícího, jenž byla testována v roce 2005 v dopravních prostředcích VHD v Drážďanech.



Obrázek 6: Aktivní elektronická karta systému BIBO

Zdroj: Future Trends In Railway Ticketing

Návrh způsobu odbavování a kategorizace cestujících na základě platebního média

Navrhované formy platebního média:

1) inteligentní elektronická karta – obdoba časového jízdného

Karta umožňuje držiteli nástup libovolnými detekčními dveřmi dopravního prostředku, dochází k automatické registraci uživatelských karet dveřními anténními snímači (WIWO), kdy je zanesen záznam o místě, čase nástupu a číslu vozidla. V průběhu pohybu dopravního prostředku mezi zastávkami dochází prostřednictvím prostorových senzorů registračního počítače (BIBO), umístěném v každém vozidle, k načtení a zpracování údajů ze všech přítomných registrovaných karet do palubního počítače. Současně během jízdy je dopravní prostředek sledován systémem GPS. Z údajů těchto zařízení pak palubní počítač systému BIBO vypočte skutečně ujetou vzdálenost do místa, kde byl detekován výstup.

Všechny nashromážděné datové informace jsou odesílány z palubního počítače sítí GPS do centrálního počítače dopravce, kde se ve finálním výsledku provede měsíční vyúčtování pro každého zákazníka. Platby probíhají obdobně, jak je známo např. z vyúčtování poplatků za telefon.

2) elektronická karta s funkcí elektronické peněženky – obdoba jednorázového jízdného;

pro cestující kterým nevyhovuje způsob odbavení (vyúčtování) u prvně jmenované karty, nebo chtějí mít své výdaje za jízdné plně pod kontrolou

Na tuto kartu se ukládají hodnoty jednotlivé jízdy/platby. Platba je buď provedena jednorázově před cestou anebo je využito integrované elektronické peněženky, kdy je o místě nástupu uložen na kartu záznam a stržen odpovídající finanční obnos odpovídající cestě do nejbližšího místa výstupu.

Při využívání zejména elektronické inteligentní karty se proto musí zajistit efektivní výkonové zpoplatnění cestujících na základě počtu vykonaných cest v příslušných zónách za časový okamžik, s ohledem na případné slevy z jízdného (dítě, student, důchodce). Systém musí umožnit evidovat přestup cestujících a na základě toho rozhodnout, zda byla cesta ukončena či nikoliv. V případě cestujících s inteligentní elektronickou kartou clearingové středisko dopravce měsíčně eviduje vykonaný počet cest, na jejímž základě se vyhodnotí frekvence a přepravní výkon cestujícího a provede měsíční vyúčtování za přepravní služby. Počet vykonaných cest v zónách je výchozím ukazatelem a cena za přepravní služby se snižuje s rostoucí frekvencí využívání linek IDS, čímž se dosáhne spravedlivého zpoplatnění obdobně jako u časového jízdného.

Karty umožňují kontrolu dat o uskutečněných cestách a provedených platbách, které si cestující může snadno ověřit prostřednictvím info-stánku, popř. internetové aplikace. Cestujícího je možné navíc informovat zasláním SMS o výši celkové částky účtované za přepravní služby, datu splatnosti faktury a číslu účtu příjemce pro odvedení platby, anebo o nízkém stavu kreditu v případě karty s funkcí elektronické peněženky.

3) papírové jízdenky – zachování současného odbavovacího systému na bázi papírové jízdenky placené v hotovosti

Provozní požadavky:

➤ **Vybavení předprodejních středisek – zákaznická centra**

Předprodejní zákaznická místa co do vybavení a poskytovaných služeb v souvislosti se správou elektronických karet jsou téměř totožná jako v případě režimu CI, s ohledem na použitý jízdní doklad. Pouze Centrální zúčtovací pracoviště zajistí souhrnné měsíční vyúčtování přepravních služeb cestujících s inteligentní el. kartou.

➤ **Vybavení prodejních automatů jízdenek**

Funkční popis je totožný jako v případě režimu CI, avšak doplnění stávajících prodejních automatů čtečkou elektronických karet nelze z důvodu nekompatibility s pasivní technologií, kterou dodávají výrobci odbavovacích systémů.

➤ **Vybavení vozidel, přepravních prostor**

Pro provoz systému v podmínkách *regionální autobusové dopravy* i *MHD* je nezbytné vybavit veškeré dveře (nástupní) snímacími anténami detekující pohyb cestujících a dále nainstalovat prostorový senzor systému BIBO v interiéru vozidla.

V podmínkách *železniční dopravy* je nejvhodnějším řešením vybavení přepravních prostor (nástupiště, zastávky) v místech příchodu/odchodu cestujících na/z nástupiště terminálem cestujícího pracujícím v režimu CICO s krátkou detekční vzdáleností, kde by cestující manuálně „označil“ místo nástupu/výstupu.

➤ **Vybavení info-stánků**

Vybavení odpovídá režimu CI.

➤ **Přepravní kontrola**

Kontrola přepravních povinností cestujících je podobná jako v případě režimu CI, s ohledem na použitou aktivní kartu se kontrola sestává z:

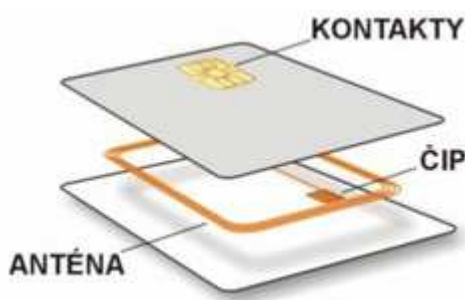
- ověření aktivity a provozní funkčnosti karty
- kontrola zda proběhla registrace při vstupu, popř. načtení dat během jízdy,

příčemž:

- na linkách regionální autobusové dopravy při průchodu cestujícího nástupními dveřmi je automaticky oživena elektronická karta, řidič proto pouze provede vizuální kontrolu její aktivity. Při zjištění nefunkční karty je cestující odbaven řidičem (papírový doklad).
- V železniční dopravě je vizuální kontrola aktivity karty prováděna průvodčím, v případě nezprovoznění karty na nástupišti provede odbavení POPem (papírový doklad),
- v ostatních případech a zejména v podmínkách MHD kontrolu zajistí revizoři prostřednictvím kapesního počítače (PDA).

3.2 Dual – interface karta

Karta funkčně využívá pasivní technologie jak bezkontaktní, tak i na kontakt vázané – karta má jeden čip, ke kterému lze přistoupit buď pomocí kontaktního pole nebo bezdrátově pomocí zalité antény. Podmínkou pro jejich vzájemnou interakci je sdílení společné paměti zpřístupněné pro obě technologie. Tímto karta může nabídnout více možností využití nejen v dopravním sektoru, a to při vysokém stupni zabezpečení prováděných operacích a správou dat.



Obrázek 7: Vnitřní struktura duální čipové karty

Zdroj: Autor

Podpora aplikací, služeb a prováděných operací s duální čipovou kartou pro účelu IDS JMK je podmíněna existencí „specifického dopravního účtu cestujícího“. Správu i přístup k účtu je vhodné realizovat obdobně, jak je známo z elektronického bankovníctví. Správu účtu proto zajistí distributor karet – dopravce či koordinátor, přičemž se cestujícímu umožní přístup k účtu prostřednictvím internetové aplikace. Převod finančních prostředků na specifický účet čipové karty si cestující poté zajistí svépomocí z běžného bankovního účtu. Kredit zaslaný na specifický účet poslouží k dobíjení elektronické peněženky a k prodloužení předplatní jízdenky na kartě. Aktualizaci paměti čipu pak lze provést u dopravce, buď přímo ve vozidle anebo v předprodejních střediscích.

Při odbavování ve vozidlech VHD se využije bezkontaktní technologie z důvodu rychlého přístupu k informacím na sdíleném paměťovém čipu. Kontaktního přístupu se využije v případě použití u nedopravních subjektů. Zpětně dle provedených transakcí dojde k vyúčtování služeb dopravcem a správě účtu cestujícího. Duální čipová karta se tak stane snadno použitelnou díky rychlosti prováděných transakcí a při vysokém stupni zabezpečení. Pro zajištění bezpečnosti proti neoprávněnému zneužití karty a taktéž i účtu cestujícího je vhodné uplatnit podobné postupy, jaké jsou známy u bankovních účtů a platebních karet.

Díky kontaktnímu rozhraní se navíc nabízí možnost aktualizace stavu paměti čipu svépomocí, prostřednictvím čtečky kontaktních čipových karet připojené k osobnímu počítači vybaveným registrovaným ovládacím softwarem a přístupem k internetu. Veškeré operace s účtem a kartou si tímto cestující může zajišťovat „z domova“, čímž odpadnou nutné osobní návštěvy prodejních středisek, jak je známe doposud. Tímto lze docílit snížení počtu středisek a s nimi spojených nákladů na vlastní vybavení a provoz.

Nabízí se i možnost dobíjení jízdného a aktualizace stavu paměti prostřednictvím rozsáhlé sítě bankomatů. Její aplikaci však brání vztahy a vlastnická práva v bankovním sektoru, při snaze o využití sítě bankomatů pro jiné účely, ty dopravní – neboť banka vlastníci bankomat požaduje za provedenou operaci nemalý poplatek, včetně případné správy účtu, viz současná praxe. Navíc karta musí splňovat standardy bankovní platební karty (EMV čip) a vlastnit další nutné bezpečnostní prvky zakomponované do povrchu (jméno držitele, číslo karty, CVC kód, popř. magnetický proužek), což se odrazí na její pořizovací ceně.

3.3 Využití elektronických platebních médií

Významným motivačním prvkem cestujícího pro akceptaci a ochotu používat čipové karty je cenová politika uplatňovaná při platbě jízdného prostřednictvím čipové karty. Při odbavování z elektronické peněženky je vhodné poskytnout slevu z ceny jízdného, jenž odpovídá cenovému zvýhodnění aplikovanému u současných univerzálních jízdenek (např. až 10 % pro základní jízdné). Univerzální jízdenky pak pozbudou významu a nebudou vydávány. Pravidelným cestujícím vlastnícím předplatné jízdné je vhodné navíc nabídnout vyšší slevu na jízdném, placeným z elektronické peněženky, při jízdě přes zóny, pro které nemají předplatní jízdenku. Princip slevy spočívá v tom, že cestující s již předplaceným jistým počtem zón uvítají další možnost slevy na jízdném v ostatních zónách (např. více než 10 % pro základní jízdné). Ostatním cestujícím odbavujícím se v hotovosti se nabídne dražší jízdné (kromě dětí do 15 let a ZTP), než při urazení jízdného z elektronické peněženky.

Přínosem pro cestujícího je rychlý bezhotovostní platební styk, realizovaný prostřednictvím čipové karty uznávané všemi dopravci zaintegrovanými v IDS JMK a nabídka levnějšího cestování, než při použití jednorázových papírových jízdních dokladů.

Přínosem pro dopravní podniky a koordinátora IDS JMK při využití čipové technologie je lepší znalost pohybu a chování cestujících, data pak lze velmi efektivně použít při dopravním a marketingovém plánování a přijmout cílená opatření, která mimo jiné vyústí v nabídku odpovídajících produktů, vedoucí ke zvýšení loajality zákazníků a využití produktů. Další výhoda spočívá ve snadnosti získání provozních dat, náročné a nákladné přepravní průzkumy cestujících a měření frekvence přepravy se tím výrazně zredukuje. S tím souvisí i možnost přesné registrace tržeb na jednotlivých linkách, jenž poslouží pro vyúčtování zisků a ztrát a zajištění dotací pro ztrátové linky. Zavedení elektronického jízdného usnadní provádění změn v tarifní struktuře, přispěje ke snížení nákladů na distribuční systém jednorázových papírových jízdenek, urychlí dobu odbavování a zamezí možnosti padělání jízdních dokladů či pochybení při odbavování.

Princip zavádění elektronických čipových karet spočívá v tzv. multiaplikační podpoře platebních médií, které umožňují jejich uživatelům provádět platební operace i mimo dopravní sektor. Platebních média pak lze uplatnit i v dalších veřejných službách a institucích, mezi než mohou patřit: lázeňské komplexy, veřejná sportoviště, kulturní zařízení, vzdělávací instituce, obchodní pasáže, knihovny, internetové kavárny, docházkové a stravovací systémy vybraných institucí. Odbavování cestujících ve VHD prostřednictvím čipových karet je uplatnitelné i pro řešení městských parkovacích systémů, jenž by přispělo k vyššímu využívání MHD na úkor IAD formou zlevněného jízdného pro cestující, kteří z karty zaplatili parkovné za vozidlo odstavené na parkovišti mimo frekventované a dopravně přetížené zóny města. V současnosti v Brně není nabízen žádný systém záchytných parkovišť P+R, jen několik parkovišť nabízí pravidelným zákazníkům možnost úhrady platby „parkovací kartou“.

Podmínkou pro využití karet v širším okolí – v celém Jihomoravském kraji, je spolupráce s co největším počtem poskytovatelů služeb umožňující uživatelům platebních médií platbu z elektronické peněženky za poskytnuté služby. Široká nabídka služeb se stane dalším motivačním prvkem pro přilákání zákazníků. Avšak realizace plateb prostřednictvím elektronické peněženky klade zvýšené nároky na zúčtovací centrum, tzv. clearing tržeb a přináší možné pochyby o způsobu zabezpečení proti zneužití systému. Efektivní řízení clearingového střediska se tak stává nezbytností při zavedení čipových karet usnadňujících odbavování cestujících v IDS JMK a vytváření užšího vztahu uživatelů ke kraji.

3.4 Návrh struktury a činnosti clearingového střediska IDS JMK při zavedení elektronických čipových karet

Činnost clearingového střediska spočívá v zajištění vyúčtování a přerozdělení finančních prostředků z provedených plateb ve prospěch subjektů poskytujících služby. Pro plnění této činnosti je zapotřebí spravovat všechna data o jednotlivých transakcích ze všech zařízení a všech subjektů clearingů účastnících se clearingového systému. Zúčtovací centrum tak kromě funkce zpracování dat, vedení statistik a přerozdělování tržeb musí zajišťovat i kvalitní a bezpečné fungování systému.

Pro zajištění bezpečnosti systému je nutné vytvořit globální seznamy subjektů, seznamy zařízení subjektů provádějící operace s kartami a dále seznamy samotných karet subjektů účastnících se clearingů. Kompletní seznamy jsou následně vzájemně sdíleny, neboť slouží pro vyhodnocení, zda daný subjekt, zařízení či karta není zakázaná z důvodu závažného porušení pravidel, neoprávněného zneužití či ztráty. Taktéž je nezbytné provádět neustálou kontrolu těchto seznamů vedoucí k minimalizaci neoprávněného zneužití, kontrola zahrnuje mj. správnou posloupnost provedených operací s elektronickou peněženkou, zda karta není uvedena na seznamu zakázaných karet anebo zda transakce provedená na kartě nebyla provedena na zakázaném zařízení.

Prvky clearingů, jejich činnosti a kompetence

Činnosti prováděné **clearingovým střediskem**:

- průběžná kontrola zůstatků na kartách,
- vlastní výpočet převáděných částek v clearingovém středisku, jenž bude vzájemně přerozdělen mezi jednotlivé subjekty,
- správa globálních seznamů subjektů, karet a zařízení,
- podklady pro účetnictví, fakturaci a statistické informace pro státní správu.

Prováděné operace na **komunikačním rozhraní**:

- bezpečná komunikace mezi každým subjektem a clearingovým centrem pro zajištění integrity dat,
- ověřování platnosti transakcí,
- bilance provozu.

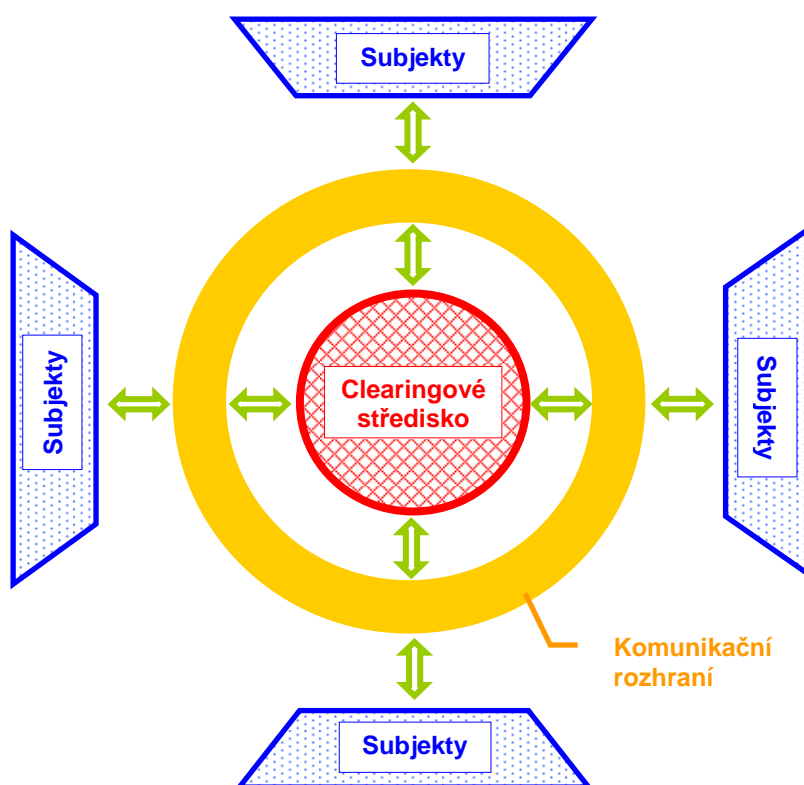
Subjekty – dopravci a ostatní organizace přijímající karty při prováděných operacích, jsou vlastníky karet a zařízení, mj. zodpovídají za:

- vydání, rušení, nabíjení a vybíjení svých karet, dobíjení karet ostatních subjektů, správu a kontrolu dat a transakcí u svých karet; transakce karet, jenž nejsou vlastní, posílají

ke zpracování do clearingového střediska,

- správu lokálních seznamů a komunikaci s clearingovým střediskem,
- předávání a sdílení seznamu povolených/zakázaných subjektů, zařízení, karet.

Osobní data je nutné zpracovávat podle platných ustanovení o ochraně dat a je třeba je využívat jen pro účely sloužící k bezporuchovému provádění elektronického prodeje jízdenek, správě systému či pro provoz ostatních aplikací. Vyhodnocování dat pro účely marketingu a ke zlepšení nabídky služeb lze provádět pouze anonymně.



Obrázek 8: Struktura prvků clearingů služeb

Zdroj: Autor

Z výše jmenovaných funkcí střediska tak musí zůstat v pravomoci KORDIS JMK rozhodnutí o vymezení přesných činností a způsobu organizace clearingů služeb.

Navíc je nezbytné zohlednit současnou situaci v odbavování cestujících čipovými kartami v kraji. Několik dopravců, jejich výčet byl uveden v kapitole 3.1.3., již při přechodu na bezkontaktní platební technologii vynaložili finanční prostředky na to, aby usnadnili práci nejen svým zaměstnancům, ale i cestujícím, a proto lze očekávat, že do systému ani nevstoupí, neboť jim vzniknou další náklady vlivem nutné výměny jimi zavedených karet, či změny softwarové a hardwarové konfigurace. Z těchto důvodů je vhodné všem dopravcům poskytnout finanční kompenzaci při zavádění nové technologie čipových karet (Mifare DESFire, popř. i s duálním přístupem), financované ze zdrojů kraje a státní správy.

4 VYHODNOCENÍ NÁVRHŮ

Účelem kapitoly je vyhodnotit jednotlivé navrhované změny ve způsobu odbavování cestujících, jenž byly zmíněny v předcházející kapitole. Porovnání vhodnosti jednotlivých navrhovaných odbavovacích systémů a jejich způsobů aplikace tak mnohé napoví o jejich dalším možném využití a uplatnění pro řešení odbavovacího procesu a poskytování služeb v IDS JMK. Navrhované procedury odbavování budou jednotlivě vyhodnoceny pro podmínky odbavování na regionálních autobusových linkách a na linkách brněnské MHD. Odbavování v železniční dopravě je realizováno buďto na nástupištích před nástupem do vozidla, anebo prostřednictvím POP průvodčího během jízdy, tyto procedury nemají vliv na dodržování časových poloh jízdního řádu a ani nepřináší výrazné zlepšení co do rychlosti odbavování, proto nebudou vyhodnoceny.

K vyhodnocení způsobu odbavování na regionálních autobusových linkách bude využito metody „kalkulace ztrát“, avšak ta není vhodná pro kvantifikaci ukazatelů v podmínkách odbavování v MHD, kde se cestující odbavují svépomocí bezprostředně po nástupu, popř. během jízdy, a to bez zásahu řidiče. Tudíž pro srovnání odbavovacích systémů v brněnské MHD bude zvolena metoda „systému hromadné obsluhy“ pro zjištění míry vytiženosti a přepravně-provozních charakteristik srovnávaných systémů.

4.1 Metodika vyčíslení ztrát řidiče regionální autobusové linky

Hlavní princip této metodiky poslouží pro ověření vlivu jednotlivých odbavovacích systémů na rychlost odbavování cestujících na regionální autobusové lince IDS JMK, se zaměřením na porovnání a možné zvýšení cestovní rychlosti, a tím i snížení nákladů na provoz linky a snížení celkové doby jízdy vozidla na lince. Konkrétní výpočet jednotlivých ukazatelů je ověřen na regionální autobusové lince č. 251 IDS JMK z důvodu známosti provozně-přepravních charakteristik. Před samotným výpočtem je nutné zajistit vstupní údaje, charakteristiky dané linky a technologický proces odbavování jednotlivých procedur. Ty jsou uvedeny v tabulce č. 20 a 21. Vlastní výpočet v tabulce č. 22 pak zohledňuje ztráty z pohledu řidiče vlivem odbavování cestujících. Kompletní odvození výpočtu je v Příloze č. 9.

Při výpočtu ztrát na lince vlivem odbavování je vypočtena doba strávená odbavováním všech cestujících se zohledněním procentuálního využití jednotlivých jízdních dokladů a z nich plynoucích časových ztrát linky. Z technické rychlosti dosahované při jízdě mezi zastávkami lze snadno získat dobu řízení řidiče, po připočtení doby odbavování

dostaneme celkovou dobu linky a taktéž jí odpovídající náklady. Časové ztráty se promítnou do cestovní rychlosti, která je tak při porovnání s rychlostí technickou nižší, neboť zohledňuje doby pobytu na zastávkách.

Tabulka 20: Vstupní údaje linky č. 251 IDS JMK

Trasa linky: Skalice nad Svitavou – Boskovice – Velké Opatovice – Jevíčko	
Návaznost v přestupních uzlech: Šebetov, Boskovice, Skalice nad Svitavou	
počet tarifních zón	4
počet zastávek	28
počet odbavujících se cestujících ¹⁾	65
náklady řidiče [Kč/hod]	85
délka linky [km]	37
technická rychlost [km/h] ²⁾	44

¹⁾ odpovídá obsaditelnosti vozidla Karosa, typ C 956

Zdroj: Autor

²⁾ vypočtena z kilometrické vzdálenosti a doby jízdy linky – vyplývá z jízdních poměrů na trase linky, z charakteristiky a organizace dopravy na trase pozemní komunikace

Tabulka 21: Základní vstupní charakteristiky odbavování na regionální autobusové lince č. 251 IDS JMK dle jednotlivých navržených variant odbavovacích systémů

	<i>Papír současnost</i>	<i>Papír * zlepšení</i>	<i>CI + NFC</i>	<i>CICO</i>	<i>BIBO</i>
Procentuální využití dokladů [%]					
předplatní kupóny	30	30			
označení jízdenky	10	50			
čipová karta s časovým jízdním			30	30	30
čipová karta s elektronickou peněženkou			50	50	50
odbavení řidičem	60	20	20	20	20
Čas odbavení [s]					
kontrola předplatního kupónu	2 ¹⁾	2 ¹⁾			
označení jízdenky	6	6			
kontrola čipové karty (časové jízdné)			4 ²⁾	3 ²⁾	2 ¹⁾
odbavení z elektronické penženky			7 ²⁾	3 ²⁾	
odbavení řidičem	13	13	13	13	13

¹⁾ doba odbavování spočívá jen ve vizuální kontrole platnosti řidičem

Zdroj: Autor

²⁾ vyplývá z nutnosti přikládat čipovou kartu k validačnímu snímači, příp. i volby druhu jízdného

* zlepšení spočívá ve zvýšení procentuálního využívání univerzálních jízdenek (71 % místo 14 %)

Procentuální podíl jednotlivých jízdních dokladů vychází z obrázku č. 1, přičemž v případě zjištění procentuálního podílu jízdenek, které se na lince označují – pouze univerzální, bylo užito výsledků dotazníkového průzkumu cestujících. Dle provedeného průzkumu využívá univerzální jízdenky v současnosti přibližně jen 14 % cestujících.

V případě inovace odbavovacího systému je zohledněn výsledek dotazníkového průzkumu, kde novou technologii přijme 71 % z řad nepravidelných cestujících.

Jednotlivé časy odbavování jsou průměrnými hodnotami, které jsou dosahovány při odbavování cestujících na linkách IDS JMK, popř. jsou získány z doby pobytu cestujícího u odbavovacího terminálu na jiných linkách VHD, kde je uplatněn daný režim odbavování (CICO, BIBO). Hodnoty doby odbavování byly zjištěny měřením stopkami, přičemž počátek byl vztažen k nástupu do vozidla a konec k opuštění prostoru u odbavovacího terminálu.

Tabulka 22: Znázornění vytíženosti řidiče při odbavování cestujících na regionální autobusové lince č. 251 IDS JMK podle jednotlivých navrhovaných variant

Výpočet ztrát/nákladů řidiče linky	<i>Papír současnost</i>	<i>Papír zlepšení</i>	<i>CI + NFC</i>	<i>CICO</i>	<i>BIBO</i>
kontrola předplatních kupónů [min]	0,7	0,7			
znehodnocování jízdenek [min]	0,7	3,3			
kontrola čipové karty s časovým jízdovým, příp. funkčnosti [min]			1,3	1	1,8
odbavení z elektronické peněženky [min]			3,9	1,7	
odbavování řidičem [min]	8,5	2,8	2,8	2,8	2,8
celková doba zdržení řidiče vlivem odbavování [min]	10	7	8	5,5	4,5
celková doba řízení [min]	50,5				
celková doba linky [min]	60,5	57,5	58,5	56	55
podíl celkové doby odbavování na celkové době linky [%]	16,5	12,2	13,7	9,6	8,2
celkové náklady na odbavování na lince [Kč]	14,20	9,9	11,30	7,80	6,40
celkové náklady na řízení řidiče [Kč]	71,50				
celkové náklady řidiče na lince [Kč/linka]	85,70	81,40	82,80	79,30	77,90
cestovní rychlost [km/h]	36,7	38,6	38	38,9	40,4
průměrná doba odbavení cestujícího [s]	9,1	6,3	7,4	5,0	4,2

Zdroj: Autor

Jak vyplývá z tabulky č. 22, zavedením vhodného odbavovacího systému (CICO, BIBO) se proces odbavování cestujících zrychlí, a to více než dvakrát, v porovnání se současným stavem. Pobyt vozidla v zastávce je vždy podmíněn dobou nástupu cestujících do vozidla a procesem odbavování – moderní odbavovací systémy tak mohou přinést rychlejší způsob odbavování a kontroly dodržování tarifních podmínek a tuto dobu pobytu na zastávce zkrátit, což se pozitivně projeví na zvýšení cestovní rychlosti, a tím i kvality dopravy. Vyšší procentuální využití nové technologie nepravidelnými cestujícími je ovlivněno dostupností jízdového média, nabízenými slevami a kvalitou poskytovaných služeb. Univerzální jízdenky v současnosti nejsou cestujícími příliš využívány, lze soudit, že je to právě zanedbatelným cenovým rozdílem v porovnání s jednorázovými jízdenkami, čímž je však dosaženo rovnocenných přepravních podmínek, neboť dopravní služba v IDS musí být dostupná všem cestujícím bez rozdílu.

4.2 Metodika systému hromadné obsluhy v podmínkách MHD

MHD je typická stochastickým charakterem provozních procesů, kdy cestující vstupuje do systému, řadí se do fronty linky obsluhy, je obsluhován a po dokončení procesu obsluhy opouští systém hromadné obsluhy (SHO) coby odbavený. Náhodnou veličinou je počet cestujících vstupujících do SHO. Teorie hromadné obsluhy matematicky analyzuje daný systém a poskytuje informace o chování systému při různých změnách, na základě nichž lze rozhodnout o vhodné konfiguraci systému. (2)

Systém je charakterizován:

- vstupním proudem – cestující s požadavkem na odbavení,
- frontou – vzniká v důsledku čekání na obsluhu,
- obsluhovacím zařízením (linka obsluhy) – např. označovač jízdenek, řidič a pokladna, terminál cestujícího.

Optimalizace při řešení problému front:

- čekací doba cestujících co nejkratší => obslužná zařízení s co největší kapacitou
- minimalizace nákladů na pořízení a údržbu obslužných zařízení => redukce jejich počtu

Cílem optimalizace se tak stává pořízení takových obslužných zařízení a v takovém počtu, aby náklady na provoz zařízení byly únosné a aby nedocházelo k neúnosné době pobytu u odbavovacích zařízení vlivem čekání ve frontě při odbavování.

Podle Kendalovy klasifikace se v podmínkách VHD uvažuje model M/M/n kde:

- intervaly mezi příchody zákazníků mají exponenciální rozdělení pravděpodobnosti, vstupní proud zákazníků tvoří Poissonův proces,
- doba obsluhy má exponenciální rozdělení pravděpodobnosti.

Vstupní údaje:

λ ... střední počet cestujících vstupního proudu za čas

μ ... střední počet zákazníků, které je linka schopná obsloužit za čas

n ... počet linek obsluhy

Z nichž vyplývá následný výpočet intenzity provozu ze vztahu:

$$\rho = \frac{\lambda}{n\mu} \quad [-]; \quad \text{kde platí } \frac{\lambda}{\mu} = \beta \quad [-] \quad (10)$$

Pro postačující podmínku kdy je systém schopen se stabilizovat platí nerovnost $\rho < 1$.

Z výše uvedených charakteristik lze určit provozně-kvalitativní ukazatele práce systému:

- pravděpodobnost p_0 , že se v systému nebude nacházet žádný cestující

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\beta^k}{k!} + \frac{n^n}{n!} \rho^k \frac{1}{1-\rho}} \quad (11)$$

- pravděpodobnost p , že bude cestující na obsluhu čekat

$$p = p_n \frac{1}{1-\rho}; \quad \text{kde } p_n = \frac{\beta^n}{n!} p_0 \quad (12)$$

- střední počet cestujících ve frontě γ

$$\gamma = p_n \frac{\rho}{(1-\rho)^2} \quad (13)$$

- střední počet obsazených linek obsluhy ν

$$\nu = \beta \quad (14)$$

- střední počet cestujících v systému κ

$$\kappa = \gamma + \nu \quad (15)$$

- střední dobu strávenou jedním cestujícím ve frontě EW

$$EW = \frac{p}{n\mu - \lambda} \quad (16)$$

- rozptyl dobu strávené jedním cestujícím ve frontě DW

$$DW = \frac{p(2-p)}{(n\mu - \lambda)^2} \quad (17)$$

- střední dobu, kterou stráví jeden cestující v systému ER

$$ER = EW + \frac{1}{\mu} \quad (18)$$

Do výpočtu jsou co by vstupní intenzity zahrnuty špičkové hodnoty hodinové intenzity přepravních proudů cestujících v brněnské MHD, které odpovídají době ranní špičky, tj. době od 7 do 8 hod. Nejvyšší hodnoty obratu cestujících je zřejmě dosahováno na zastávce Hlavní nádraží, např. pro tramvajovou linku č. 8 ve směru Starý Lískovec – Líšeň, kde intenzita nastupujících cestujících je 500 os/hod. a vystupujících 900 os/hod¹. Počet spojů na lince činí 12 spojů/hod. Pro výpočet je zvolen tramvajový vlak typ KT8D5 s celkovým počtem 5 nástupních/výstupních dveří, který jezdí na spojích frekventovaně.

¹ Intenzity zjištěny z vlastního sčítání

Dále je zohledněno, že 65 % cestujících využívá předplatní kupóny (viz obrázek č. 1), tudíž se aktivně neúčastní procesu odbavování. Zbylé procento cestujících je nuceno se jednorázově odbavovat. Průměrné hodnoty doby odbavování jednoho cestujícího na městských linkách byly zjištěny měřením, popř. byly získány z doby pobytu u odbavovacího zařízení na jiných linkách VHD, kde je použit daný režim odbavování:

- 6 s pro odbavení se papírovým dokladem
- 7 s pro odbavení v režimu Check-In, příp. NFC
- 3 s pro režim CICO
- 0,15 s pro BIBO *(provozní požadavek: zachytit min. 200 čísel mezi dvěma zastávkami během 30 vteřin – požadavek na systém BIBO provozovaný v Drážďanech, viz Příloha č. 6)

Celková doba po kterou je umožněno cestujícím se odbavovat činí 30 s, vyplývá z doby pobytu vozidla na zastávce, neboť po odjezdu vozidla ze zastávky mohou při revizní kontrole být vypnuta odbavovací zařízení – hodnota poslouží pro vymezení intenzity obsluhy.

Při samotném výpočtu je navíc nutné přihlídnout k charakter obsluhy, v tomto případě nelze počítat vytížení SHO pro celkový počet n linek modelem M/M/n, nýbrž výpočet vztáhnout jen na jednu linku obsluhy – model M/M/1 a intenzitu vstupního proudu cestujících vydělit celkovým počtem linek obsluhy. Tím je zohledněn fakt, že se cestující před nástupem rozptýlí k jednotlivým dveřím, a tím i mezi linky obsluhy ve vozidle.

Tabulka 23: Výpočet vytížení jednoho odbavovacího terminálu při špičkové intenzitě cestujících za předpokladu instalace minimálního počtu terminálů

	Papír	SMS	CI	CICO	BIBO
% využití jednotlivých dokladů	35%	15% papír	35%	35%	100%
minimální počet linek obsluhy ve vozidle	4	2	4	5	1
λ ...intenzita odbavujících se cestujících	4	4	4	8	195
μ ...intenzita obsluhy	5	5	4,296	10	200
ρ ...intenzita provozu	0,800	0,800	0,933	0,800	0,975
po ... pravděpodobnost že nebude v systému <i>žádný</i> cestující	0,200	0,200	0,067	0,200	0,025
pn ... pravděpodobnost že bude v systému právě n cestujících	0,160	0,160	0,062	0,160	0,024
p...pravděpodobnost že bude na obsluhu čekat	0,800	0,800	0,933	0,800	0,975
γ ...střední počet zákazníků ve frontě	3,200	3,200	13,067	3,200	38,025
v ...střední počet obsazených linek	0,800	0,800	0,933	0,800	0,975
κ ...střední počet zákazníků v systému	4,000	4,000	14,000	4,000	39,000
EW...střední čekací doba ve frontě	0,800	0,800	3,267	0,400	0,195
DW... rozptýl střední čekací doby	0,960	0,960	12,196	0,240	0,040
ER...střední doba kterou stráví zákazník v systému	1,000	1,000	3,500	0,500	0,200

Zdroj: Autor

V případě inovace stávajícího systému rozšířením o technologie SMS jízdenky je vytvořen předpoklad, že přibližně 61 % nepravidelných cestujících odbavujících se doposud jednorázovými doklady jsou ochotni využívat k platbě jízdného právě SMS zprávy (zjištěno dotazníkovým průzkumem cestujících), tudíž pouze 15 % z řad nepravidelných cestujících zůstane u papírových jízdenek. V případě ostatních technologií RFID – režimy CI, CICO je pro výpočet zvolena maximální intenzita nepravidelných cestujících, tedy 35 % a v režimu BIBO intenzita cestujících odpovídající počtu přítomných cestujících ve vozidle, neboť cílem výpočtu je zjistit přepravně-provozní charakteristiky odbavovacích zařízení při špičkové intenzitě cestujících.

Z výsledné tabulky vyplývá:

Při odbavování cestujících prostřednictvím papírových jízdních dokladů charakterizujících současný stav plyne, že ani zdaleka nedochází k vytížení odbavovacího systému – neboť dostačují pouze 4 linky obsluhy ($\rho = 0,8$). V případě zavedení SMS jízdenek pro nepravidelné cestující dle výpočtu dojde ke snížení vytíženosti systému, a to více než o polovinu, tudíž by dostačovaly 2 označovače jízdenek pro celé vozidlo. Předpokládané procentuální využívání tohoto média činí cca. 20 %, hodnota odpovídá ochotě využívat SMS jízdenky. V případě aplikace technologie RFID a jejich čipových karet (režim CI, CICO) je vysloven předpoklad, že všichni nepravidelní cestující využijí novou technologii.

Z uvedených systémů se jeví jako nejnáročnější režim CICO, neboť jsou všichni cestující nedisponující předplatným jízdným nuceni označovat nástup i výstup, což dokládá nutnost mít minimálně jeden odbavovací terminál u každých dveří. Při dané intenzitě cestujících a s počtem požadavků na odbavení dojde ke znatelnému růstu front vlivem označování nástupů a výstupů. Doba zde stanovená pro odbavování (30 s) vyhovuje, pro zvýšení plynulosti a dosažitelnosti terminálu je vhodné vybavit vozidla další „linkou obsluhy“ u každých dveří. Avšak výpočtem je doloženo, že jeden odbavovací terminál u každých dveří dostačuje pro odbavení špičkového proudu cestujících.

Způsob realizace odbavování systémem BIBO se jeví jako nejvýkonnější, vzhledem k tomu, že je schopný v krátkém čase odbavit mnohonásobně větší počet cestujících (200 čipů / 30 s) a bez vzniku front, jak je tomu v ostatních uvedených případech. Cestující jsou odbavováni až v průběhu jízdy vozidla – cyklicky, prostřednictvím prostorového snímače, a to na základě předchozí detekce při nástupu anténními dveřními snímači. Z důvodu lepšího pokrytí přepravního prostoru, zejména u vozidel větší délky (tramvaj KT8D5: 30 m), je vhodné instalovat alespoň dva prostorové registrační snímače.

V Příloze č. 10 je dále uveden výpočet v případě zohlednění faktu, že ne všichni cestující přestoupí na novou technologii, konkrétně pro režim CI a CICO je proto počítáno s 25 % využitím nepravidelnými cestujícími a zbylých 10 % zůstane u papírových dokladů. Domněnka vychází z vyhodnocení dotazníkového průzkumu, kdy tuto technologii využije na 71 % nepravidelných cestujících.

4.3 Náročnost systémů na zavedení a provoz

Zavádění nových systémů je spojeno se značnými infrastrukturálními investicemi, které nemohou být reálně pokryty pouze zvýšením tržeb. Potřebné finance na plánované investice lze získat z dotací obcí, kraje či evropských fondů. Další možností je snížení nákladů v oblasti stávajících odbytových kanálů, kdy by se celoplošně uzavírala předprodejní místa. V opačném případě vznikne zavedením nového systému pouze doplňkový odbytový kanál a s ním spojený v první řadě mohutný nárůst nákladů.

4.3.1 Náročnost hardwarového vybavení odbavovacího systému

Inovace odbavovacího systému je spojená s nemalými finančními investicemi, v případě IDS JMK se jedná o rozsáhlý vozový park zahrnující jak vozidla MHD, tak i regionálních autobusových linek, v podmínkách železniční dopravy se jedná o vybavení nástupišť železničních zastávek a stanic.

Vybavení vozidel brněnské MHD

Vozový park DPMB čítá na 319 vozidel tramvajů, 149 trolejbusů a 300 autobusů, jejich přehled je uveden v Příloze č. 11, společně s orientační cenou jednotlivých odbavovacích zařízení. Tabulka č. 24 ilustruje finanční náklady na vybavení vozidel DPMB dle navrhovaných variant odbavovacích systémů, není opomenuto porovnání se současnou technologií elektronického označování papírových jízdenek.

Tabulka 24: Náklady na vybavení vozidel DPMB odbavovacími terminály

	současnost (NJ24C)	CI *	CICO + NFC *	BIBO
tramvaje	11 001 000 Kč	37 056 000 Kč	23 160 000 Kč	68 800 000 Kč
trolejbusy	4 531 500 Kč	15 264 000 Kč	9 540 000 Kč	29 800 000 Kč
autobusy	9 405 000 Kč	31 680 000 Kč	19 800 000 Kč	60 000 000 Kč
celkem	24 937 500 Kč	84 000 000 Kč	52 500 000 Kč	158 600 000 Kč

* vozidlo vybaveno jedním odbavovacím terminálem u každých dveří – předpoklad, že jejich počet dostačuje špičkové intenzitě cestujících (viz kapitola 4.2)

Zdroj: Autor na podkladě cen poskytnutých soukromými subjekty

Vybavení autobusů regionální dopravy

Na regionálních autobusových linkách IDS JMK je dopravci nasazováno přibližně 550 vozidel. Tabulka č. 25 opět znázorňuje finanční náklady na vybavení vozidel.

Tabulka 25: Náklady na vybavení regionálních autobusů odbavovacími terminály

	současnost (NJ24C)	CI + NFC	CICO	BIBO
celkem	5 225 000 Kč	4 400 000 Kč ¹⁾	15 400 000 Kč ²⁾	82 500 000 Kč

¹⁾ cena za vybavení pokladny řidiče čtečkou čipových médií; v případě instalace samostatného odbavovacího terminálu cestujícího by se celková cena vyšplhala na 17 600 000 Kč. Zdroj: Autor

²⁾ cena za vybavení pokladny řidiče čtečkou čipových médií kombinovaný se samostatným terminálem u výstupních dveří; v případě instalace samostatných odbavovacích zařízení činí cena 22 000 000 Kč.

V nákladech není záměrně zahrnuta cena za zařízení na výdej jízdenek (pokladna řidiče), neboť v současnosti již jsou tímto zařízením vybavena veškerá vozidla.

Vybavení zastávek, stanic

Na železniční síti Jihomoravského kraje zahrnuté do IDS JMK je v současnosti celkem 152 železničních stanic a zastávek vybavených označovači jízdenek, čímž umožňují odbavení dle Tarifu IDS JMK. Příslušný počet odbavovacích terminálů musí korespondovat s intenzitou cestujících, a taktéž svým umístěním ve směru pohybu cestujících musí splňovat podmínku snadné dosažitelnosti.

Vybavení předprodejních středisek

V neposlední řadě je nutné se zaměřit i na vybavení předprodejních středisek, informačních míst, prodejních automatů jízdenek, jenž jsou neméně důležité. Zejména se jedná o tyto periferie: čtečky čipových médií, PC, scannery, tiskárny a další zařízení.

Vybavení revizorů

Pro kontrolu dodržování tarifních kázně cestujících je nutné vynaložit investice do revizorských zařízení, jedná se o mobilní osobní počítače (PDA) pro kontrolu platnosti čipových karet a dalších definovaných operací s nimi (zablokování karty apod.) Jejich cena se pohybuje v desítkách tisíc za kus.

Náklady cestujícího

Inovace odbavovacího systému s využitím čipové technologie generuje další náklady pro cestující samotné. Po splnění podmínek (žádost o vydání ČK) je cestujícímu vystavena čipová karta. Cena za vystavení karty (typ Mifare) činí v průměru 150 Kč za kus, čímž lze získat další finanční prostředky na provoz systému, karta je majetkem dopravního podniku nebo koordinátora. V případě využití technologie NFC cestující musí investovat

do mobilního telefonu podporujícího technologii, na českém trhu toto zařízení nabízí společnost Nokia za cenu cca. 3 200 Kč za kus¹. Nejnákladnějším médiem je aktivní čipová karta systému BIBO, cena této technologie může dosahovat až 1 000 Kč za kus.

4.3.2 Náročnost softwarového vybavení odbavovacího systému

Neopomenutelnou nákladovou položku dopravních podniků nebo koordinátora IDS tvoří softwarové zajištění funkčnosti odbavovacího systému. Komplexní řídicí software je propojen na další systémy, resp. moduly, mezi něž patří předprodej a ostatní prodej, příprava dat, zpracování dat a přenos dat, přepravní kontrola, dispečink a monitoring, správa systému odbavovacího zařízení. Výhodnost softwarového systému spočívá v možnosti získání velkého množství provozních informací, které je však důležité vhodně zpracovat a umět efektivně využít. Cena za softwarové zajištění provozu odbavovacího systému se odvíjí od specifikací dopravce a nárokům na správu a provoz systému. V podmínkách IDS JMK tak pro dopravce budou tvořit významnou nákladovou položkou.

4.4 Vyhodnocení jednotlivých odbavovacích procedur

Při modernizaci odbavovacího systému je nezbytné pozitivně zapůsobit zejména na cestující, a to nabídkou jednoduššího způsobu odbavování či cenovým zvýhodněním jízdného při přechodu na novou technologii. Inovací systému lze předpokládat, že dojde k poklesu využívání jednorázových papírových jízdenek a přilákání širší veřejnosti do IDS JMK mimo jiné i možným propojením systému s jinými subjekty: parkoviště P+R, stravování, knihovny, kulturní akce apod. Nároky kladené na nový odbavovací systém v podmínkách provozu IDS JMK musí respektovat hledisko všech zúčastněných subjektů.

Z pohledu dopravců a koordinátora IDS JMK je proto nutné náležitě posoudit, zda inovace přinese požadované úspory v nákladech na provoz, údržbu, předprodejní systém, přepravní průzkumy, zvýšení rychlosti odbavování a z něj plynoucí časovou úsporu z doby pobytu na zastávkách, lepší využití pracovních sil, usnadnění administrativní činnosti a další požadované vstupy a výstupy ze systému. Přínos nového systému spočívá v lepší informovanosti o proudech cestujících, a tím i snazší organizaci provozu a optimalizaci dopravy a v lepší transparentnosti tržeb, nákladů, dotací a clearingů služeb. Nezbytné je zajistit datovou ochranu proti neoprávněnému zneužití.

¹ mobilní telefon NOKIA 6212 CLASSIC, zdroj: www.alza.cz

Cestující ocení zjednodušení a usnadnění vlastního odbavovacího procesu, možné cenové zvýhodnění přepravy spojené s bezhotovostním platebním stykem, podporu více režimů zpoplatnění při zajištění přehlednosti a snadné orientace v systému, či využití čipového média v rámci Jihomoravského kraje i v nedopravním sektoru. Multiplikační médium navíc umožní podpořit příslušnost uživatele ke kraji.

Režim Check-In, Check-In/Check-Out, NFC

Náročnost na zavedení nové technologie v podmínkách brněnské MHD se nejeví příliš efektivně, a to zejména co do rozsahu vozového parku, způsobu odbavování, organizaci nástupu a výstupu cestujících, ceně a počtu terminálů. Taktéž je zde vysoké procento cestujících využívajících předplacené časové jízdné, kteří jsou zproštěni činnosti přikládat čipovou kartu k terminálu. Cena za dodatečné vybavení těchto vozidel odbavovacími terminály tak dosahuje nemalé částky, která převyšuje současné náklady na vybavení vozidel až trojnásobně.

Při aplikaci na regionálních autobusových linkách a ostatních linkách MHD s nástupem předními dveřmi přináší inovovaný odbavovací systém výhody, spočívající zejména v urychlení samotného procesu odbavování cestujících – až o 45 %, což přispívá k lepšímu dodržování jízdního řádu vozidel na lince, k minimalizaci časových nerovnoměrností v přestupních uzlech a usnadnění práce řidiče.

V případě inovace v podmínkách železniční dopravy není možné vybavit jednotlivé vozy odbavovacími terminály, vzhledem k rozsahu a struktuře vlakových spojů zařazených do IDS JMK a nutnosti zajištění oběhu vozů ČD po síti. Řešením je vybavení stanic a zastávek příslušným odbavovacím terminálem pro cestující, jak bylo realizováno doposud. Navíc v případě režimu CICO, kdy je cestující nucen označovat jednotlivě nástup i výstup na jednotlivých spojích, je vhodné, aby tuto proceduru nemusel absolvovat při přestupu v rámci stejné železniční stanice při krátkých přestupních časech mezi spoji. Neboť bývají odbavovací zařízení menších žel. stanic umístěny u výpravní budovy, redukcí v označování přestupů se zamezí nežádoucím pohybům cestujících mezi budovou a dopravními kolejemi, křížení proudů cestujících a v neposlední řadě tato organizace povede k úspoře času na přestup.

Systém odbavování cestujících v režimu CI v současnosti nahrazuje dostatečná distribuční síť jednorázových a univerzálních jízdenek určených pro nepravidelné cestující, přičemž univerzální jízdenky se postupně stávají pro cestující atraktivnější na úkor jízdenek jednorázových díky možnosti jejich využití při více cestách. Navíc při stejném procentuálním

využití jízdních dokladů zakoupených v předprodeji lze dosáhnout podobných časových úspor, jako v případě bezkontaktní čipové technologie režimu CI při jednorázovém odbavování, což bylo opět doloženo výpočtem v kapitole 4. 1. Další nevýhoda vyplývá z náročnosti při provádění údržby odbavovacích terminálů, z nutnosti pravidelného doplňování náplně (papírové kotouče) do termo-tiskárny odbavovacích jednotek a odstraňování případných dalších poruch, což se projeví do nákladů.

Uživatelé progresivních mobilních technologií jistě uvítají možnost platby za jízdné prostřednictvím mobilní technologie NFC. Proces odbavování probíhá podobně jako u režimu CI, avšak bez nutnosti výdeje papírového dokladu. Vybavení přepravních prostor odbavovacími terminály je proto méně nákladnější. Avšak nelze předpokládat, že tato technologie bude motivovat cestující k nákupu příslušně vybaveného mobilního telefonu, proto ji lze považovat za doplňkový způsob odbavování k elektronické peněženke odbavovací procedury CI.

A proto nejvhodnější pasivní technologií RFID pro podmínky provozu v IDS JMK se stává odbavovací procedura CICO. Ačkoliv jsou nepravidelní cestující nuceni označovat každý nástup a výstup na spoji, při zajištění efektivního vyúčtování jízdného podle vykonaného přepravního výkonu nemusí znát tarifní podmínky. Tuto vlastnost tak uvítají zejména ti cestující, kteří se přepravují nepravidelně, či zřídka, neboť jim výrazně usnadní odbavovací proces a orientaci v tarifním systému IDS JMK. Výhodná je zejména na linkách nově zaintegrovaného území, kdy uživatelům celý proces zjednoduší a nepřispěje k negativním vnímání nově zaváděného dopravního systému.

Nadstavba pasivní čipové technologie – Dual-interface karta

Další možnou inovační technologií v platebních mediích přináší duální čipová karta se sdíleným čipem pro kontaktní i bezkontaktní transakce. Výhoda její aplikace spočívá ve vytvoření „dopravního účtu cestujícího“ s možností správy prostřednictvím internetu, podobně jak je realizováno v elektronickém bankovníctví. Platební příkaz zadaný z běžného bankovního účtu poslouží k navýšení finanční hotovosti na specifickém účtu a obdržený kredit lze využít pro nabití elektronické peněženky či k nákupu předplatní časové jízdenky. Aktualizaci stavu paměti čipu je pak možné provést u dopravce či v prodejním středisku.

Aplikace duálního přístupu k paměti čipové karty nabízí široké uplatnění nejen v dopravním sektoru, a proto je významným hlediskem, při inovaci odbavovacího systému na bázi čipových karet. Výhody duálních médií mohou být plně oceněny až po implementaci v celém IDS JMK, neboť jsou podmíněny ochotou cestujících využívat

nový platební prostředek a přístupem dalších subjektů do systému s vazbou na služby, které nabídnou uživatelům karet v Jihomoravském kraji.

BIBO v kombinaci s WIWO či CICO

Aplikace tohoto technicky a funkčně nejpropracovanějšího systému do IDS JMK se jeví jako atraktivní řešení odbavovacího systému pro budoucnost. Oproti výše popsaným pasivním technologiím tak cestující vlastní aktivní druh čipové karty, kterou není nucen přikládat k validačnímu snímači. Z důvodu automatické detekce jízdního média v přepravním prostoru tak cestující mohou namítat, a zřejmě zcela oprávněně, že jsou záměrně sledováni. Avšak ve výsledku jim systém přinese uživatelský komfort. Tyto aktivní jízdní média, podobně jako v případě karet Mifare, mohou podporovat více aplikací, lze je využít kupř. pro dálkové ovládání vjezdových bran na placené parkoviště. V současnosti však nelze očekávat implementaci tohoto odbavovacího systému v sektoru veřejné hromadné dopravy. V neprospěch technologie hovoří zejména vysoké finanční náklady na jeho pořízení, a to jak ze strany dopravních podniků, tak i cestujících. Tyto faktory tak brání akceptaci a rozšíření mezi jednotlivé subjekty, alespoň v současnosti.

Systém papírových jízdenek doplněný o SMS jízdenek

Z výše uvedených hodnocení se současný systém odbavování využívající papírové jízdní doklady jeví jako vyhovující, zejména co do zřejmosti, snadnosti a přehlednosti při realizaci odbavování, a to jak z pohledu cestujících, tak i osob podílejících se na vydávání jízdních dokladů, dodržování přepravních podmínek a kontrole. Snahou o zlepšení je větší propagace pro využívání univerzálních jízdenek v příznivější cenové relaci, než je tomu dosud. Náročnost rozšíření toho systému do Jihomoravského kraje se z pohledu finančních nákladů řadí mezi nejlevnější varianty.

Systém papírových jízdenek je navíc vhodné rozšířit i o technologii odbavování SMS jízdenkou, kterou lze uplatnit při odbavování v brněnské MHD. Zavedením SMS jízdného se může snížit počet distribučních míst, čímž dojde k celkovému snížení odváděné marže distributorům jízdenek, a tyto úspory lze následně využít pro platbu operátorům za zprostředkovanou službu.

Vzhledem k plánovanému rozšíření mezinárodní spolupráce IDS JMK s BID (Bratislavskou integrovanou dopravu) a s VOR (Verkehrsverbund Ost-Region) pak papírové jízdní doklady v porovnání se zavedením jednotných čipových karet znamenají nižší náročnost při vzájemné akceptaci.

ZÁVĚR

Při aplikaci nového odbavovacího systému do tak rozsáhlého dopravního systému jakým je právě IDS JMK je primárním cílem udržet, nejlépe však zvýšit zájem cestujících o veřejnou dopravu. Je taktéž nutné zaobírat se optimalizací nabízených veřejných služeb a jejich marketingem za účelem jejich přiblížení a zatraktivnění pro zákazníky, s cílem zlepšení kvality, zvýšení životní úrovně a atraktivity pro obyvatele a návštěvníky regionu. Stejně tak je nutné respektovat hledisko dopravců a koordinátora a tyto výdaje optimalizovat. Dosažení těchto cílů lze podpořit vhodně koncipovaným odbavovacím systémem využívající zákaznických multiaplikačních regionálních karet, jenž cestujícím přinesou další možnosti využití tohoto média, usnadňující platební transakce v oblasti dalších služeb, čímž se postupně stanou předmětem denní potřeby a identifikačním znakem Jihomoravského kraje.

Nezbytně nutné je posoudit, zda inovace přinese požadované úspory v nákladech na provoz, údržbu, předprodejní systém, přepravní průzkumy, zvýšení rychlosti odbavování a z něj plynoucí časovou úsporu z doby pobytu na zastávce, lepší využití pracovních sil, usnadnění administrativní činnosti a další požadované výstupy ze systému. Přínos systému je spatřován v informovanosti o přepravních proudech cestujících, a tím i v možnosti provozu a optimalizaci dopravy, transparentnosti tržeb, nákladů, dotací a clearingů služeb. Nezbytné je zajistit datovou ochranu proti neoprávněnému zneužití. Překážkou pro rozsáhlou modernizaci se tak stává interoperabilita odbavovacího systému a služeb jejich poskytovatelů, finanční náročnost na pořízení a zprovoznění systému a možnosti čerpání dotací nejen z krajského rozpočtu, ale kupř. i z fondů EU, které musí pokrýt náklady na inovaci systému.

V IDS JMK je modernizace odbavovacího systému přínosem, avšak je nutné zvážit, zda nepřispěje ke ztrátě zájmu cestujících v případě jejího negativního přijetí. Ze současně prosazovaných pasivních RFID technologií je vhodné zvolit proceduru Check-In / Check-Out a za jízdní médium čipovou kartu typu Mifare DESFire s duálním přístupem k paměťovému čipu. Tímto lze docílit vyššího stupně zabezpečení v součinnosti s nabídkou dalšího možného využití.

V každém případě současná odbavovací technologie využívající papírové jízdní doklady a s ní související odbavovací systém je uživateli hodnocena vesměs kladně. Předností je poměrně hustá distribuční síť jízdních dokladů, jednoduchý způsob odbavování, možnost využití širokou cestující veřejností, kdy nejsou cestujících cenově znevýhodněni, a to při poměrně nízkých nákladech na zavedení a provoz. Vhodným návrhem na doplnění

současné technologie je zavedení poměrně nenáročné technologie SMS jízdenek využitelné pro brněnskou MHD.

Používané technologie v odbavování cestujících byly analyzovány prostřednictvím SWOT analýz a dále pomocí metod WSA a TOPSIS multikriteriální analýzy. Významným přínosem, pro návrh možné inovace, se stal provedený dotazníkový průzkum spokojenosti cestujících a hodnocení provozních charakteristik jednotlivých odbavovacích procedur.

Následně pro každou odbavovací proceduru byly navrženy podmínky pro provoz v IDS JMK, se zohledněním kategorie cestujícího a druhu nejčastěji využívaného jízdného. Způsob odbavování taktéž respektoval charakter provozu v systému MHD, na regionálních autobusových linkách a linkách provozovaných ČD. Způsob provádění vyúčtování za provedené přepravní a další služby byl zmíněn v návrhu struktury prvků clearingů služeb.

V závěrečné části práce byly jednotlivé návrhy vyhodnoceny za pomoci metody vyčíslení ztrát řidiče vlivem odbavování na regionální autobusové lince, stochastickou metodou systému hromadné obsluhy pro podmínky MHD a taktéž byl proveden i předběžný odhad nákladů na inovaci odbavovacího systému. Odbavovací procedury byly komplexně zhodnoceny a zdůrazněna byla ta nejvhodnější.

Cíl práce vytyčený v úvodu tak byl splněn.

SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

Literární zdroje

- 1) FIALA, P. *Modely a metody rozhodování*. 1. vyd. Praha : Oeconomica, 2003. 292 s. ISBN 80-245-0622-X.
- 2) LINDA, B. *Stochastické metody operačního výzkumu*. 1. vyd. Bratislava : STATIS, 2004. 110 s. ISBN 80-85659-33-6.

Internetové zdroje

- 3) *Brněnská MHD : Přehled současného vozového parku* [online]. 2002 [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/prehled.php>>.
- 4) *ČDT - UNIPOK* [online]. 2007, 9.7.2007 [cit. 2008-11-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.cdt.cz/templates/Clanek.aspx?col=275>>.
- 5) *Dopravní podnik města Brna* [online]. 1998 , 1.12.2008 [cit. 2008-12-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.dpmb.cz/>>.
- 6) *Elektronický prodej jízdenek – eTicketing* [online]. 2006 [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.inkarta.cz/files/clanky/clanek-eTicketing.pdf>>.
- 7) *EMTEST – solution provider* [online]. 2008 [cit. 2008-11-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.emtest.biz/index.php>>.
- 8) *Future Trends In Railway Ticketing* [online]. 2007, 12.10.2007 [cit. 2009-01-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.uic.asso.fr/uic/presentations/acklam.pdf>>.
- 9) *IDS JMK přináší zlepšení řízení dopravy a kvalitní informace pro cestující* [online]. 2007, 18.7.2007 [cit. 2008-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=3510>>.
- 10) *Inside the Nokia 3220 NFC* [online]. 2008, 1.12.2008 [cit. 2009-03-19]. Dostupný z WWW: <<http://blogs.forum.nokia.com/blog/gerald-madlmayrs-forum-nokia-blog/2008/12/01/inside-the-nokia-nfc-3220>>.
- 11) *Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje* [online]. Brno: KORDIS JMK, c2008, [cit. 2008-06-30]. Dostupný z WWW: <www.kordis-jmk.cz>
- 12) *Jízdenkové odbavovací systémy v Evropě . DP - KONTAKT* [online]. 2004, roč. 9, č. 3 [cit. 2008-10-20], s. 20-25. Dostupný z WWW: <<http://www.metroweb.cz/dp-kontakt/dp.htm>>. ISSN 1212-6349.

- 13) *MIKROELEKTRONIKA – systems for easy life* [online]. 2008 [cit. 2008-11-10]. Dostupný z WWW: <<http://mikroelektronika.cz/odbavovaci-systemy?PHPSESSID=a538221b20a410466c47086dfa3e18a2>>.
- 14) *Na návštěvě u KORDIS JMK. Centrální dispečink a informační systém CEDRIS*. [online]. 2008, 4.8.2008 [cit. 2008-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=5090>>.
- 15) *POP CASIO IT-3000* [online]. 2009 [cit. 2009-3-4]. Dostupný z WWW: <<http://www.odp.cz/t/index.php?id=23>>.
- 16) *Tarif a smluvní přepravní podmínky IDS JMK* [online]. 2002 , 1.4.2009 [cit. 2008-11-10]. Dostupný z WWW: <<http://idsjmk.cz/tarif.aspx>>.
- 17) *Technické parametry karet Mifare* [online]. 2008 [cit. 2009-03-05]. Dostupný z WWW: <http://opencard.praha.eu/jnp/cz/o_karte/bezpecnost/zakladni_informace.html>.

Ostatní zdroje

- 18) KORDIS JMK – *Technické a provozní standardy*. Brno: KORDIS JMK, spol. s r.o. 2007. 75s.
- 19) KORDIS JMK – *Zpráva o vývoji za rok 2007*. Brno: KORDIS JMK, spol. s r.o. 2008. 14s.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Hodnocení spokojenosti cestujících	19
Tabulka 2: SWOT analýza odbavovacího systému na bázi papírových jízdenek.....	23
Tabulka 3: Hodnocení odbavení cestujícího prostřednictvím SMS jízdenky	25
Tabulka 4: SWOT analýza RFID technologie.....	26
Tabulka 5: Hodnocení odbavovacího systému v režimu CICO	28
Tabulka 6: Hodnocení odbavovacího systému v režimu BIBO	29
Tabulka 7: Hodnocení odbavovacího systému v režimu NFC	29
Tabulka 8: Kriteriaální matice vstupních hodnot pro zpracování multikriteriaální analýzy	30
Tabulka 9: Bodové a váhové ohodnocení jednotlivých kritérií.....	31
Tabulka 10: Ideální a bazální varianta výchozí kriteriaální matice Y.....	31
Tabulka 11: Transformovaná normalizovaná matice R	32
Tabulka 12: Vážený užitek variant.....	32
Tabulka 13: Normalizovaná kriteriaální matice R	33
Tabulka 14: Vážená kriteriaální matice W	33
Tabulka 15: Ideální a bazální varianty vážené kriteriaální matice W	33
Tabulka 16: Výpočet vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty.....	34
Tabulka 17: Relativní ukazatelé vzdáleností variant od varianty bazální	34
Tabulka 18: Vzájemné porovnání výsledků vícekritériaálních rozhodovacích metod	35
Tabulka 19: Návrh přestupní SMS jízdenky	38
Tabulka 20: Vstupní údaje linky č. 251 IDS JMK	54
Tabulka 21: Základní vstupní charakteristiky odbavování na regionální autobusové lince č. 251 IDS JMK dle jednotlivých navržených variant odbavovacích systémů	54
Tabulka 22: Znázornění vytíženosti řidiče při odbavování cestujících na regionální autobusové lince č. 251 IDS JMK podle jednotlivých navrhovaných variant	55
Tabulka 23: Výpočet vytížení jednoho odbavovacího terminálu při špičkové intenzitě cestujících za předpokladu instalace minimálního počtu terminálů.....	58
Tabulka 24: Náklady na vybavení vozidel DPMB odbavovacími terminály.....	60
Tabulka 25: Náklady na vybavení regionálních autobusů odbavovacími terminály	61

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Druhy využívaných jízdenek	16
Obrázek 2: Ohlas cestujících na možnost odbavení SMS jízdenkou	20
Obrázek 3: Ohlas cestujících na inovaci odbavovacího systému	20
Obrázek 4: Varianta samoobslužného info-stánku cestujícího.....	42
Obrázek 5: Čtečka revizora	43
Obrázek 6: Aktivní elektronická karta systému BIBO.....	45
Obrázek 7: Vnitřní struktura duální čipové karty.....	48
Obrázek 8: Struktura prvků clearingů služeb	52

SEZNAM ZKRATEK

BIBO	Be-In / Be-Out
CED IDS JMK	Centrální dispečink Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje
CI	Check-In
CICO	Check-In / Check-Out
ČD	České dráhy
ČK	čipová karta
DO	dopravní obslužnost
ELP	elektronické informační panely
GPRS	General Packet Radio Service (mobilní datová služba pro uživatele GSM)
GPS	Global Positioning System (globální poziční systém)
GSM	Global System for Mobile Communications (globální systém pro mobilní komunikaci)
IDS JMK	Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje
KORDIS JMK	Koordinátor integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje
MHD	městská hromadná doprava
MPS	modul sledování polohy
NFC	Near Field Communication (komunikace na krátkou vzdálenost)
PDA	Personal Digital Assistant (osobní kapesní počítač)
SHO	systém hromadné obsluhy
SMS	Short Message Service (služba krátkých textových zpráv)
SPP	smluvní přepravní podmínky
VHD	veřejná hromadná doprava
VLAD	veřejná linková autobusová doprava
WIWO	Walk-In / Walk-Out

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č.1: Pojem IDS a subjekty zúčastněné na IDS JMK
- Příloha č.2: Provozní charakteristiky a vybrané standardy IDS JMK
- Příloha č.3: Identifikační prvky jízdenky IDS JMK
- Příloha č.4: Provozní zařízení odbavovacího a informačního systému IDS JMK
- Příloha č.5: Dotazník cestujících
- Příloha č.6: Technologie RFID
- Příloha č.7: Odbavovací zařízení pasivní technologie RFID na českém trhu
- Příloha č.8: Grafické znázornění paprskovým grafem výchozí kritériální matice
- Příloha č.9: Metodika vyčíslení ztrát řidiče regionální autobusové linky
- Příloha č.10: Systém hromadné obsluhy
- Příloha č.11: Struktura vozového parku a náklady na hardwarové vybavení vozidel

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Pojem IDS a subjekty zúčastněné na IDS JMK

Pod termínem integrovaný dopravní systém (dále jen IDS), v současnosti velmi frekventovaným, je chápán takový způsob zajištění veřejné dopravy na určitém území, ve kterém jednotlivé druhy dopravy vzájemně spolupracují, za účelem vytvoření srozumitelného a přehledného systému vzájemně provázaných linek, kde platí jednotný tarif, jednotné přepravní podmínky a pravidelné intervaly mezi spoji.

Integrovaný dopravní systém může vzniknout třemi způsoby, a to:

- a) Rozšířením stávajícího systému MHD do větší vzdálenosti od města,
- b) dopravní systém vzniklý integrací více tradičních dopravních systémů v jednotlivých městech (tradiční městská hromadná, železniční doprava, příměstské autobusové linky),
- c) anebo zavedením zónového tarifu v uceleném širším regionu.

Cílem integrace dopravních systémů hromadné dopravy osob v širších městských aglomeracích je zabezpečit účelnou a hospodárnou dopravu, která uspokojí maximum přepravních potřeb obyvatelstva. V integrovaných dopravních systémech se využívá více druhů veřejných hromadných doprav (linkové autobusy, MHD a železnice) provozovaných více dopravci na základě vzájemné koordinace činností, včetně řízených návazností na individuální automobilovou dopravu. Integrace může zahrnovat i návaznosti na automobilovou nebo cyklistickou dopravu formou Park&Ride, Bike&Ride nebo Kiss&Ride.

Vhodně fungující IDS je účinným nástrojem přinášející výhody nejen cestujícím, ale i samotnému regionu. Přispívá taktéž k omezení individuální automobilové dopravy, a tím i kongesce. Zvýšením jejího účinku lze dosáhnout vhodnou kombinací s dalšími opatřeními, jako jsou kupř.: podpora návazných druhů dopravy (pěší chůze, cyklistika), omezení automobilismu (redukce parkovacích míst v centru města), nahrazení vybraných silnic pěšími zónami s možností vjezdu MHD a cyklistů.

Zúčastněné subjekty na IDS JMK

Pro správnou funkci IDS je nutné vzájemně propojit činnosti jednotlivých organizačních subjektů podílejících se na vlastním řízení tohoto složitého systému. Hlavní řídicí procesy, na kterých se subjekty podílí jsou: formulace zakázky, obchodně-organizační zajištění přepravní zakázky, dopravně-technické zajištění dopravní zakázky, plánování a řízení tržeb a dotací, financování dopravní zakázky a chodu IDS, organizace a rozvoj IDS. Složky si nesmí konkurovat, ba naopak si musí vzájemně vycházet vstříc a společně řešit danou problematiku.

Příloha č. 1: Pojem IDS a subjekty zúčastněné na IDS JMK

- **Organizátor (koordinátor)** – zastoupen organizací KORDIS JMK, spol. s r. o.

- **Cestující**

- taktéž označování jako spotřebitelé, pro jejichž potřeby se doprava realizuje,
- podmiňují existenci IDS JMK,
- využíváním služeb veřejné dopravy přináší do systému tržby,
- porovnává očekávanou kvalitu služeb se skutečnou se zpětnou vazbou na koordinátora.

Pozn.: Počet cestujících v systému je základním měřitelným ukazatelem atraktivity a výkonnosti systému dopravní obsluhy (dále jen DO) a IDS.

- **Dopravci**

- zajišťují veřejnou osobní dopravu stanovenou ve smlouvě uzavřené s koordinátorem,
- poskytují služby vymezené v jednotných Smluvních přepravních podmínkách IDS JMK,
- zavazují se dodržovat stanovené provozní a technické standardy,
- konzultují s koordinátorem navrhované jízdní řády a jejich změny,
- oznamují a projednávají změny ve svém vozovém parku, jimiž zajišťuje dopravu na linkách IDS JMK,
- jsou povinni poskytovat koordinátorovi informace o výši tržeb z jízdného v IDS JMK a případně další informace potřebné pro činnost koordinátora,
- vzájemně uznávají jízdní doklady v IDS JMK.

- **Objednatelé dopravy**

- taktéž označování jako zákazníci – **kraj a obce**,
- odpovídají za zajištění dopravní obslužnosti,
- zadávají dopravní zakázky, dotují veřejnou hromadnou dopravu,
- zastupují cestující a chrání jejich zájmy,
- zajišťují a spravují finanční prostředky nutné pro provoz IDS JMK.

Jihomoravský kraj

- snaží se optimalizovat spolupráci mezi dopravci a nabízenými dopravními službami,
- zřizuje koordinátora za účelem zajištění efektivní dopravní obsluhy kraje,
- uzavírá smlouvy s dopravci jako závazek veřejné služby ze své výsadní pozice dopravního úřadu,
- přispívá na činnost koordinátora.

Dopravní úřad

- je vykonavatelem státní správy a státního odborného dozoru na základě zákonů.

Příloha č. 1: Pojem IDS a subjekty zúčastněné na IDS JMK

Obec

- o samospráva obce je objednatelem dopravy nad rámec základní dopravní obsluhy,
- o pověří koordinátora organizačním zajištěním své dopravní obsluhy.

Statutární město Brno financuje činnost MHD DPMB a.s (Dopravního podniku města Brna) a podobně jako Jihomoravský kraj přispívá na činnost koordinátora jako jeho zřizovatel. Obce poskytují finanční příspěvky na provoz IDS JMK, které dále spravuje Jihomoravský kraj.

KORDIS JMK, spol. s r. o.

Organizace **KORDIS JMK, spol. s r. o.** byla založena v září 2002 součinností Jihomoravského kraje a Statutárního města Brno. Společnost vlastní z 51 % Jihomoravský kraj a ze 49 % Statutární město Brno. Hlavním mottem společnosti KORDIS JMK je přizpůsobit dopravní systém potřebám cestujícího (klienta), s cílem udržet stávající počet uživatelů veřejné hromadné dopravy v kraji, nejlépe však dosáhnout jeho nárůstu na úkor individuální dopravy. Společnost se v součinnosti s osobní dopravou zabývá rozsáhlou organizační činností, její výčet uvádí na svých internetových stránkách. Do budoucna společnost počítá s úplným převzetím přepravní kontroly od dopravců, neboť efektivní přepravní kontrola je dosažena pouze ve vozidlech ČD (Českých drah) a DPMB. (11)

Za významný krok směřující ke zlepšení komfortu a kvality veřejné osobní dopravy lze považovat projekt Centrálního dispečinku IDS JMK zprovozněného v roce 2007. Ten na celokrajské úrovni sleduje a částečně řídí provoz všech vozidel zahrnutých do systému a poskytuje cestujícím informace o příjezdu vozidla na zastávku v reálném čase, případně i o zpožděních a mimořádných událostech v dopravě.

V rámci rozšiřování IDS JMK směrem ke slovenským a rakouským hranicím byla navázána spolupráce s partnery z obou zemí. Cílem je zkvalitnit možnosti přeshraniční dopravy a vybudovat kvalitní dopravní a tarifní propojení mezi zeměmi regionu CENTROPE, kam jsou zařazeny sousedící regiony České republiky, Rakouska, Slovenska a Maďarska.

Příloha č. 2: Provozní charakteristiky a vybrané standardy IDS JMK

Vyčíslení počtu linek provozovaných v IDS JMK

Počet jednotlivých linek v IDS JMK	
tramvajových v Brně	13
trolejbusových v Brně	13
autobusových v Brně	49
- z toho noční	10
městské dopravy v Adamově, Blansku, Břeclavi, Hodoníně, Kyjově a Vyškově	28
Vlakových	23
regionálních autobusových	163
celkem linek	289

Zdroj: IDS JMK, platné k 25.2.2009

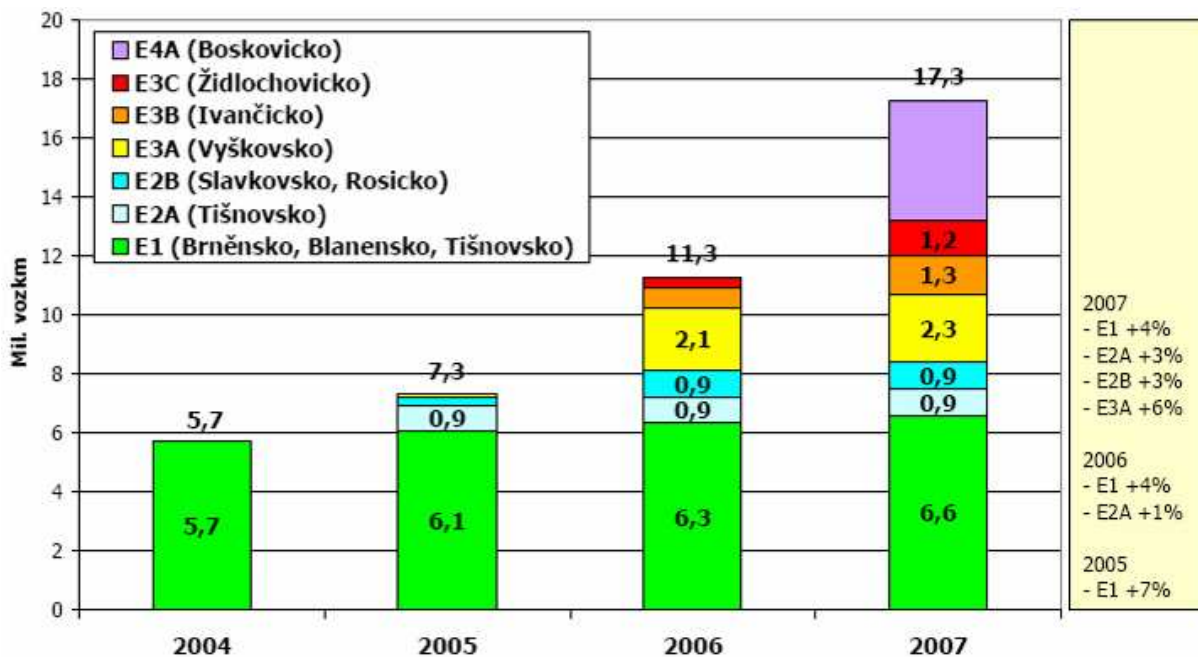
V IDS JMK je začleněno celkem 20 dopravců. (11)

Železniční dopravu zajišťují ČD.

Dopravu na území města Brna zajišťuje především DPMB. Další systémy MHD jsou provozovány i ve městech Adamov, Blansko, Břeclav, Hodonín, Kyjov a Vyškov.

Dopravu autobusových linkách v regionu zajišťuje:

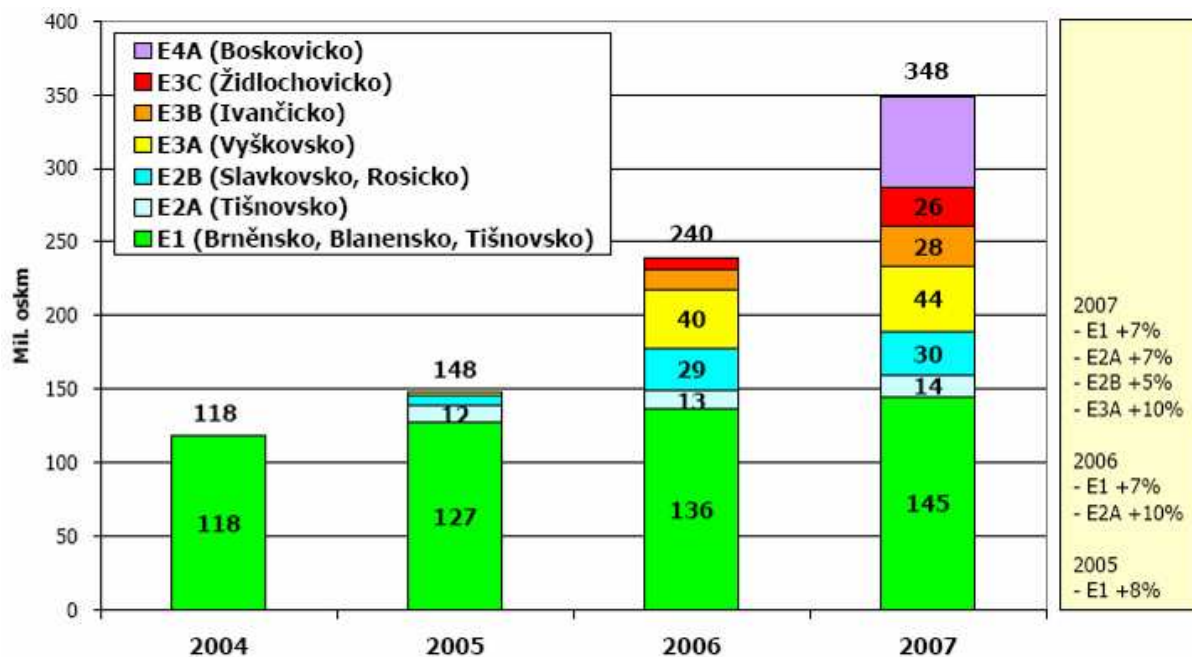
ADOSA, BDS BUS, BODOS BUS, BORS Břeclav, ČAD Blansko, ČSAD Hodonín, ČSAD Kyjov, ČSAD Ústí nad Orlicí, ČSAD Tišnov, DOPAZ, FTL Prostějov, Jarmila Brtníková – BTC, SEBUS, TOURBUS, TREDOS, VYDOS BUS, ZDAR, Znojemská dopravní společnost - PSOTA.



Roční výkony všech linek v IDS JMK (mimo vlakových)

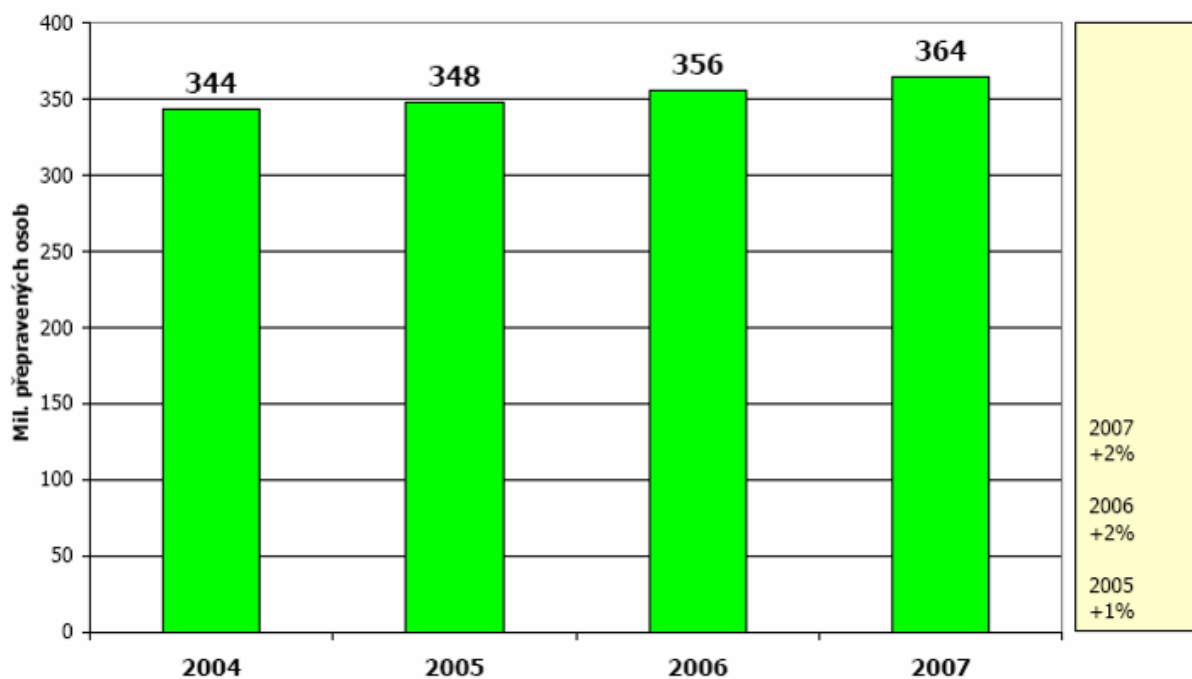
Zdroj: KORDIS IDS JMK – Zpráva o vývoji za rok 2007

Příloha č. 2: Provozní charakteristiky a vybrané standardy IDS JMK



Přepravené osoby v regionu v jednotlivých letech (převážný výkon v oskm)

Zdroj: KORDIS IDS JMK – Zpráva o vývoji za rok 2007



Přepravené osoby v brněnských městských zónách v ročních přehledech

Zdroj: KORDIS IDS JMK – Zpráva o vývoji za rok 2007

Příloha č. 2: Provozní charakteristiky a vybrané standardy IDS JMK

Níže uvedené standardy veřejné osobní dopravy jsou na území Jihomoravského kraje postupně uplatňovány od 1. 1. 2003: (19)

1. Standard jednotné kvality dopravní obslužnosti

Na celém území Jihomoravského kraje bude postupně do r. 2010 uplatňováním standardu minimální frekvence spojů do obcí zajištěna stejná kvalita dopravní obslužnosti.

2. Standard dostupnosti vybraných zařízení veřejnou osobní dopravou

Standard dostupnosti vybraných zařízení veřejnou osobní dopravou je zajištění přiměřené dopravy především do škol, předškolních zařízení, školních zařízení, na úřad, k soudům, k lékaři a do zaměstnání veřejnou osobní dopravou včetně dopravy zpět, jestliže jsou tato zařízení nedostupná pěší dopravou. Nedostupností pěší dopravou se rozumí skutečnosti, že obvyklá vzdálenost těchto zařízení pěší dopravou přesahuje 3 km.

3. Standard dostupnosti veřejné osobní dopravy

Standard dostupnosti veřejné osobní dopravy je zajištění dostupnosti veřejné osobní dopravy (zastávek, stanic) pěší dopravou zpravidla nepřesahující docházkovou vzdálenost 2 km s přihlédnutím k místním podmínkám.

4. Standard minimální frekvence spojů do obce

Obsluha obcí v Jihomoravském kraji je zajištěna:

- v pracovní den 6 páry spojů,
- ve dnech pracovního volna a pracovního klidu 3 páry spojů při splnění účelnosti takto vedených spojů.

5. Standard kvality přestupu

Je dán maximální dobou přestupu 10 min. (doba chůze a čekání na spoj) mezi jednotlivými druhy dopravy zařazenými do IDS JMK.

Příloha č. 3: Identifikační prvky jízdenek IDS JMK

Jednorázové jízdní doklady IDS JMK jsou standardizovaných rozměrů se šířkou 52 mm, které se označují v elektronických označovačích potiskem vyhrazené části jízdenky jehličkovou tiskárnou. Na jízdenku jsou tak vytištěny základní údaje o dopravci, číslo spoje, číslo linky, číslo zóny, datum a čas při nástupu.

Jízdenka IDS JMK nese tyto prvky:

- unikátní číslo,
- název dopravce a dopravního systému,
- doba platnosti od označení,
- označení místa pro znehodnocení,
- počet zón (zastávek) opravňující k projetí,
- druh jízdného (dítě, dospělý ...),
- cena (včetně 9 % DPH),
- piktogramy na jednotlivých jízdenkách blíže specifikují jejich užití,
- ochranné prvky znesnadňující padělání,
- návod k použití na rubu jízdenky.

Ochrana před paděláním

Do popředí zájmů spolehlivosti systému se staví potřeba zajištění ochrany jízdních dokladů proti padělání. Proto se při výrobě jízdních dokladů IDS JMK uplatňují speciální ochranné prvky znesnadňující padělání, podobně jako je tomu u bankovek.

Tiskem jednorázových jízdních dokladů pro IDS JMK je pověřena pražská Státní tiskárna cenin. Ta zakomponovala do jízdních dokladů hned několik ochranných prvků, zejména se jedná o vodoznak, ochranný hliníkový okénkový proužek střídavě protkaný podél jízdenky, ochranná vlákna, perforované obrazce, mikrotext, potisk rubové strany, reflexní barvy a reaktivní oblast papíru.

Jízdenky vydávané jízdenkovým automatem využívají tisku jehličkové tiskárny na reaktivní papír s vodoznakem o nižší gramáži, s potištěnou rubovou stranou a s perforovanými ochrannými prvky.

Papírové průkazky s kupóny taktéž disponují množstvím ochranných prvků, avšak průkazka s kupónem je uložena v plastickém obalu, který může snižovat jejich čitelnost a taktéž revizoři nejsou vybaveni UV lampou pro podrobnější zkoumání pravosti dokladu. Kupóny je taktéž možné zakoupit ve stanicích ČD, kupón je pak vytisknut na papír pokladen UNIPOK.

Příloha č. 3: Identifikační prvky jízdenek IDS JMK

Z přepravních podmínek vyplývá, že cestující je povinen po celou dobu přepravy mít platný jízdní doklad, včetně dokladů opravňujících k užití případné slevy z jízdného. Je snahou, aby údaje tištěné na jízdní doklady byly snadno kontrolovatelné (datum, čas, zóna), čemuž mohou přispět i samotné jízdenky svým grafickým provedením.

Při přepravní kontrole je cestující povinen předložit jízdenku pověřené osobě – přepravnímu kontrolorovi (řidič nebo zaměstnanec dopravce ve stejnokroji či jiná pověřená osoba vybavená kontrolním průkazem, kontrolním odznakem), který bdí nad dodržováním přepravního řádu, tarifních a SPP. Revizor DPMB se prokazuje kontrolním odznakem s identifikačním číslem. Na vyžádání je revizor povinen předložit cestujícímu služební průkaz s podobenkou a s číslem shodným s číslem odznaku. Řidič vozidla není povinen předkládat odznak nebo průkaz. (16)

Pro usnadnění výkonu kontroly jízdních dokladů v brněnské MHD je možné revizory vybavit dálkovým ovladačem, pro deaktivaci elektronických označovačů pro znemožnění cestujícím dodatečného označení jízdenky.

Příloha č. 4: Provozní zařízení odbavovacího a informačního systému IDS JMK

Centrální dispečink

Centrální dispečink Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje (dále jen CED IDS JMK) slouží k monitorování činnosti všech vozidel IDS JMK a koordinaci integrované dopravy, zejména dohlíží na dodržování návazností mezi spoji a sleduje přesnost a spolehlivost provozu. CED IDS JMK je vlastněn Jihomoravským krajem a spravován společností KORDIS JMK.

Výčet činností zahrnující CED IDS JMK:

- operativní řešení problémů vzniklých při provozu IDS JMK,
- předávání informací o aktuálním stavu v dopravě informačním centřům,
- zajištění organizace dopravy při výlukách,
- dlouhodobé sledování a vyhodnocování pravidelnosti dopravy v IDS JMK s cílem zajištění zpětné vazby pro tvorbu jízdních řádů, údržbu a rozvoj dopravní cesty a vozidlového parku
- kontrola dodržování standardů a řízení kvality IDS JMK.

Pravomoci CED:

- řídí regionální autobusovou dopravu včetně zásahů do oběhů vozidel,
- rozhoduje o vypravení náhradní soupravy vlaku, náhradní bus dopravy, vypravení posilových spojů, spolurozhoduje o odřeknutí vlaku,
- spolurozhoduje o návaznostech provozu městské dopravy.

Veškeré procesy automatizovány. Porovnávání polohy vozidel s jízdním řádem, řidičům vozidel a výpravčím ve stanicích zasílány textové zprávy o povinnosti vyčkat na spoj. Sporné případy rozhoduje dispečer např. čekání za hranicí stanovené doby. Systém poskytuje výstupy pro informace o poloze vozidel v reálném čase pro cestující a na web.

Informační systém CEDRIS

Na CED jsou napojeny další služby – informace pro cestující, informační panely na zastávkách, webové aplikace. Klíčovým softwarem pro chod dispečinku je systém CEDRIS (informační systém centrálního dispečinku), jenž slouží k efektivnímu řízení IDS JMK, ke koordinaci návaznosti spojů a k detekci neplánovaných provozních stavů dopravy. Stěžejním prvkem systému sloužícího k monitorování pohybu vozidel je datová rádiová síť GPRS zajišťující trvalé spojení všech vozidel s dispečinkem. Prostřednictvím sítě vozidla předávají na dispečink svoje provozní údaje, jako je skutečný čas odjezdu od zastávky, fyzická poloha podle družicové navigace GPS a další důležitá provozní data. Mezi řidičem a dispečerem tak může probíhat oboustranná komunikace, kdy se z vozidla na centrálu a opačně posílají textové zprávy a povely pro koordinaci dopravy. V systému

Příloha č. 4: Provozní zařízení odbavovacího a informačního systému IDS JMK

CEDRIS se tak sbíhají informace z komunikačních jednotek autobusů tzv. “*modulů sledování polohy*“, řídicích dispečerských systémů *ISOŘ CDS* Českých drah (informační systém operativního řízení - centrální dispečerský systém) a *RIS DPMB* (řídicí a informační systém brněnské MHD), čímž se podařilo sloučit informace v rámci celého IDS o všech druzích dopravy do jediné centrální databáze, odkud je mohou přebírat i další subjekty a služby. (14)

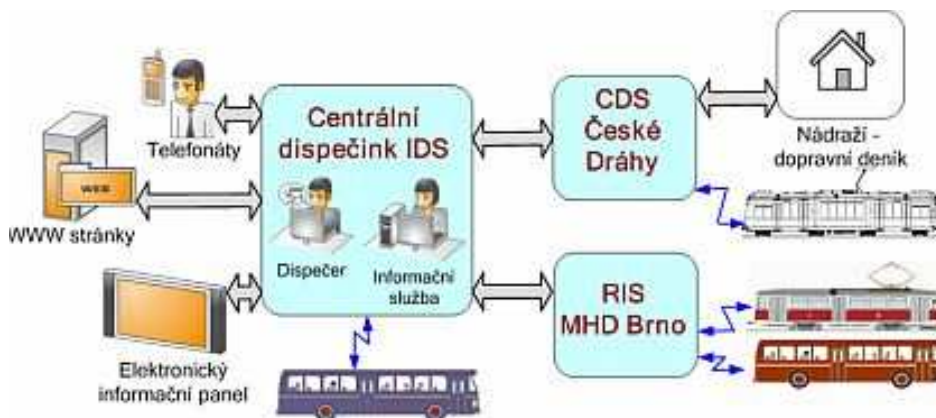


Schéma provázanosti činností CED IDS JMK

Zdroj: Na návštěvě u KORDIS JMK

Provozní zařízení CEDRIS:

A) MSP (modul sledování polohy)

- získává informace o aktuální poloze vozidla v čase, k čemuž využívá satelitní navigace (GPS) a pro zajištění přenosu dat využívá technologie GPRS v rámci globální mobilní sítě GSM,
- pravidelně snímá a odesílá aktuální polohu vozidla (řádově po 20s),
- umožňuje komunikaci s dispečinkem prostřednictvím kódových či textových zpráv či hlasové komunikace.

Díky tomu, že se k monitorování vozidel využívá stávající infrastruktura mobilních operátorů, toto řešení umožňuje snadné rozšíření na celé území kraje prakticky bez dalších nákladů.



Modul sledování polohy, výrobce Herman

Zdroj: Na návštěvě u KORDIS JMK

Příloha č. 4: Provozní zařízení odbavovacího a informačního systému IDS JMK

B) ELP (elektronický informační panel)

Elektronické stacionární panely slouží cestujícím pro zobrazování informací o skutečném času odjezdu jednotlivých spojů z významných přestupních terminálů vlakové a autobusové dopravy, včetně informování o řešení mimořádností v dopravě. Cestující se tak dozví, v jakém čase a kam v nejbližší době spoje z daného místa odjíždějí. Panely zobrazují odjezdy podle skutečnosti – nikoli pouze podle jízdních řádů. ELPy jsou přizpůsobeny i potřebám handicapovaných cestujících. Většina panelů disponuje hlásiči pro nevidomé a taktéž dokáží přečíst nevidomým zobrazované textové informace. (9)



Elektronický informační panel cestujících

Zdroj: IDS JMK přináší zlepšení řízení dopravy a kvalitní informace pro cestující

Informace o aktuální poloze všech vozidel jsou dostupné v systému CEDRIS CED JMK, odkud jsou data exportována do SW sloužícího pro ovládání ELP. Vedle informací o aktuálních odjezdech vozidel jsou ELP využívány pro vysílání textových informací o aktuálních změnách v dopravě zadaných dispečerem v systému CED IDS JMK.

Vozidlové systémy:

A) Palubní počítač vozidel

Jádrem a srdcem celého vozidlového systému je palubní počítač, který zajišťuje zpracování provozních dat, ovládá všechny periferie připojené ke počítači a komunikuje s řidičem pomocí terminálu řidiče. Palubní počítač je vybaven zásuvkou pro paměťovou kartu, pomocí které je možné měnit programové vybavení, a tím provádět změny v systému.

B) Systém elektronických vozidlových informačních panelů

LED diodové informační panely poskytují cestujícím významné informace, jakými jsou: číslo a trasa linky, následující zastávka na lince, příslušnost zastávky do zóny a aktuální čas. Zobrazované údaje jsou dále provázány s hlásičem zastávek (v brněnské MHD), což se významně uplatňuje při řízení výluk a řešení mimořádností. Člení se na venkovní a vnitřní.

Příloha č. 4: Provozní zařízení odbavovacího a informačního systému IDS JMK

C) Odbavovací systém papírových jízdních dokladů

V IDS JMK se uplatnil systém elektronického odbavení cestujících, s přímou vazbou na snadno pochopitelný a ekonomicky vyvážený zónový tarif s časovou platností. Tento systém nabízí široký sortiment jízdenek, zlepšuje jejich kontrolu a usnadňuje administrativní a statistické operace. Elektronický odbavovací systém v sobě spojuje výhody zónového a časového tarifu integrované dopravy. Způsob odbavení je snadný a pro účely revizní kontroly jasně patrný.

- **Elektronické označovače jízdních dokladů**

Stěžejním prvkem odbavovacího systému je označovač papírového jízdního dokladu od společnosti Mikroelektronika. Jeho přednosti spočívají ve snadnosti obsluhy a vysoké provozní spolehlivosti.

	
výrobce, typ	Mikroelektronika, NJ 24 c
režim	check-in
jízdní doklad	papírová jízdenka
ovládání	vsunutím lístku dojde k aktivaci tiskového mechanismu, schopnost práce v autonomním režimu
označovač	jehličková tiskárna (9 bodů), znaky o max. výšce 42 mm, šíře jízdenky 25-82 mm, IDS JMK využívá standardizované šíře 52 mm
signalizace	optická signalizace označení, optočidlo zabráňující dvojímu označení
další funkce	varianta bez nebo s digitálními hodinami, možnost dálkového zablokování při přepravní kontrole, reaktivní tisková páska
rozměr [mm]	145 x 290 x 94
hmotnost [kg]	2,6

Zdroj: MIKROELEKTRONIKA – systems for easy life

Elektronický označovač jízdenek - NJ 24C ve variantě ANTIVANDAL

- stacionární provedení vandalům vzdorné varianty označovače jízdenek
- využíváno zejména na železničních zastávkách a nádražích ČD pro znehodnocení papírového jízdního dokladu

Příloha č. 4: Provozní zařízení odbavovacího a informačního systému IDS JMK




Označovač jízdenek ve variantě Antivandal

Zdroj: Archiv Petra Albrechta

- **Palubní počítač kombinovaný se zařízením na výdej jízdenek**

Dominantní postavení v IDS JMK má společnost Mikroelektronika. Její odbavovací zařízení cestujících jsou dobře známá zejména z autobusových regionálních linek, kde slouží k oboustranné spokojenosti uživatelů.

	
výrobce, typ	Mikroelektronika, USV 24 C
funkce	univerzální zařízení integrující funkce palubního počítače, terminálu řidiče a zařízení na výdej jízdenek
režim	schopen práce ve všech druzích veřejné dopravy, včetně check-in/check-out režimu
jízdní médium	tisk papírové jízdenky, případně čipová karta
ovládání	grafický displej (2 displeje: 260 x 64b. a 2 x 16b.) s regulací jasu, podsvícená tlačítka s interaktivní volbou + otočný ovladač
paměť	možnost přenosu dat z paměťové jednotky prostřednictvím paměťové karty pro analýzu a synchronizaci dat
tiskárna	teplocitlivá, (šíře 60 - 85mm)
možnosti rozšíření	čtečka paměťových karet, uzamykatelná pokladna, integrovaný palubní počítač umožňuje řídit veškerá vozidlová zařízení připojená na sběrnici
rozměr [mm]	přibližně 263 x 155 x 300
hmotnost [kg]	6

Zdroj: MIKROELEKTRONIKA – systems for easy life

Příloha č. 4: Provozní zařízení odbavovacího a informačního systému IDS JMK

Tato zařízení kromě výdeje jízdních dokladů v sobě současně kombinují i funkce palubního počítače a terminálu řidiče, tudíž jsou schopné přímo ovládat další vozidlová zařízení připojená na sběrnici. Těmi mohou být kupř.: informační LED diodové tabule pro cestující (vnější/vnitřní), zobrazovače času a pásma, digitální hlásiče zastávek, počítadlo cestujících nebo GPS modul. Několik dopravců již pokladnu vybavilo čtečkou čipových karet - viz kapitola 3. 1. 3.

Další systémy:

- **Prodejní automaty jízdenek (typ AVJ G)**
- **Pokladní systém UNIPOK (univerzální pokladna)**

Zařízení je určené pro vydávání jízdních dokladů a dokladů o rezervaci, umožňuje nahlížet a vyhledávat v jízdních řádech dopravců. V IDS JMK zařízení slouží pouze k vydání časových nepřenositelných kupónů IDS JMK na pokladnách ČD.

Zařízení pro odbavování cestujících v osobních pokladnách dále umožňuje: (4)


- vydání vnitrostátního jízdního dokladu, vnitrostátní místenky, mezinárodního jízdního dokladu a mezinárodní místenky,
- vydání rezervace lehátka resp. lůžka ve vnitro i mezinárodní přepravě,
- prodej zboží,
- podporu čipové karty ČD jako jízdního dokladu,
- vygenerována uzávěrka a statistiky pro konkrétního pokladníka (po uzavření směny),
- poskytnutí údajů o uskutečněných prodejích, které jsou on-line evidovány do centrálního archivu,
- zpracování statistik .

Pro odbavení cestujících se dále v železniční dopravě užívá odbavovací pokladna průvodčího tzv. POP dodávaný společností ODP software, spol s r.o. Řevnice. Zařízení pracuje pouze s Tarifem ČD.

- **Přenosná osobní pokladna – POP**

Zařízení slouží vlakovým průvodčím k operativnímu způsobu výdeje jízdních dokladů, taktéž umožňuje vyhledávat spoje v jízdním řádu. Jejím základem je ruční počítač (tzv. handheld) s numerickou klávesnicí, dotykovým displejem a tepelnou tiskárnou.

Přenosná osobní pokladna Casio

	
dodavatel	ODP software Řevnice
typ	POP CASIO IT-3000
režim výdeje	jízdni doklady jako z UNIPOK + přírázky, příplatky, pokuty
jízdní médium	tisk papírové jízdenky
ovládání	3.5" TFT barevný LCD dotykový displej, 240 × 320 bodů s podsvětlením, numerická klávesnice
tiskárna	teplocitlivá, 80 mm, rychlost tisku 28 řádků/sek.
další funkce	informační systém o vlakových spojeních, sériový datový kabel, IrDA 1.1, Bluetooth 1.1, čtečka magnetických i bezkontaktních čipových karet, snímač čárového kódu
procesor	32 bit Intel XScale PXA255/TD
paměť	paměťová karta PCMCIA, SD karta
napájení	lithium-iontový akumulátor
rozměr [cm]	19,9 × 8 × 2,8
hmotnost [kg]	0,53 – 0,8 (dle výbavy)

Zdroj: POP CASIO IT-3000

Zařízení v sobě spojuje funkce stacionární pokladny. POP uchovává všechna data o prodeji jízdních dokladů a umožňuje kumulovat i více směn vlakových čet s možností snadné závěrečné uzávěrky. Po skončení směn se zaznamenaná data o výdeji jízdních dokladů exportují do sběrného počítače v určené stanici k dalšímu využití pro účetní a statistické potřeby. Systém pracuje na principu výpočtu dopravního spojení a tarifní závislosti, prostřednictvím jednotného datového modulu – pro ČD jsou datové výstupy kompatibilní se stacionárními pokladnami. Výhoda tohoto mobilního odbavovacího zařízení spočívá v jeho značné flexibilitě. Po zadání potřebných zdrojových informací do paměti je zařízení schopné pracovat i v podmínkách jiných druhů doprav, např. autobusová doprava. (15)

Dotazníkový průzkum cestujících využívajících služeb IDS JMK

pohlaví: muž
 žena

věk: do 26 let
 27 – 50 let
 51 let a víc

bydliště: Brno-město
 Brno-venkov
 Blanensko
 Břeclavsko
 Hodonínsko
 Vyškovsko
 Znojemsko
** i přechodně*
 jiné

zaměstnání: studující
 pracující
 v důchodu (i invalidní)
 pracující v důchodu
 nezaměstnaný/á

Využíváte služeb integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje (IDS JMK)?

- ano
 ne, využívám linky jiných nezaintegrovaných dopravců
 ne, přepravuji se vlastním vozidlem
 nevím nic o existenci IDS JMK

Jak často využíváte IDS JMK?

- denně
 nepravidelně
 zřídka
 nevyžívám

Integrovanou dopravou cestujete převážně:

- po městě
 po regionu
 po městě i regionu
 necestuji

Za jakým účelem využíváte IDS JMK? **možno označit více možností*

- do zaměstnání
 do školy
 na nákup
 aktivity ve volném čase
 k návaznosti na jiný druh dopravy (na neintegrováný)
 nevyžívám

Jaké jízdní doklady nejčastěji využíváte?

- předplatní kupóny
 jednorázové jízdenky
 univerzální jízdenky
 jiné

Příloha č. 5: Dotazník cestujících

Znáte význam pojmu "Preference vozidel MHD před IAD"?

** IAD - individuální automobilová doprava*

- ano
 ne

Znáte význam pojmu "Preference kolejové dopravy před silniční dopravou"?

- ano
 ne

Uvítali byste zavedení "SMS jízdenky"? ** podobně jako je v Pražské integrované dopravě*

- ano
 spíše ne, distribuční síť jízdenek je dostatečná
 neznám tuto technologii

Uvítali byste modernizaci odbavovacího systému cestujících na bázi čipové karty?

- určitě ano
 jen do té míry, aby byla zajištěna přehlednost systému a snadnost odbavení
 spíše ne, současný systém je dostačující
 rozhodně ne
 nevím

Ohodnoťte prosím svou spokojenost s následujícími poskytovanými standardy IDS JMK:

** Hodnocení jako ve škole*

- snadnost získání jízdního dokladu
 pestrost nabídky jízdních dokladů
 dostupnost zastávek, stanic
 snadnost odbavení (ve vozidle)
 dostupnost informací před cestou, během cesty a po ní
 srozumitelnost těchto informací
 dostatečný počet spojů
 spolehlivost spojů
 návaznost mezi spoji
 kvalita nasazovaných vozidel
 vybavení a čistota vozidel
 vybavení a čistota zastávek, přestupních uzlů, stanic
 chování zaměstnanců DPMB
 chování zaměstnanců ČD
 chování ostatních dopravců
 chování revizorů

Vaše názory na IDS JMK (pozitivní i negativní):

Děkuji Vám za Vaši ochotu a čas věnovaný vyplňování tohoto dotazníku.

Průzkum prováděný prostřednictvím tohoto dotazníku je anonymní, získaná data budou sloužit pro zpracování diplomové práce.

Příloha č. 6: Technologie RFID

Radio Frekvenční Identifikace nebo-li RFID je technologie automatické identifikace, kde jsou data v digitální podobě ukládána do čipů, z kterých se následně mohou načítat a znovu přepisovat jednoduchým principem za použití radiových vln. K čtení a zapisování dat do RFID čipu slouží RFID čtečka, která může mít různou podobu (mobilní terminál, stacionární brána, ruční čtečka apod.)¹

Hlavní výhody RFID:

- není nutná přímá viditelnost pro čtení a zapisování do RFID čipů
- snížení chybovosti
- digitální získávání informací
- rychlost pořízení informace
- mobilita
- možnost mnohačetného čtení
- odolnost a variabilita média

Systémy RFID se provozují na různých vlnových délkách. Volba nevhodnější frekvence je jedna z nejdůležitějších fází návrhu takového řešení. Z této volby totiž vyplývá celá řada dalších (nejen fyzických) omezení, jako například dosah čtečky, zákonná omezení, rychlost čtení a zapisování, použitelnost v různém prostředí a další.

Technologie RFID lze na základě frekvenčního pásma rozdělit na:

- **Pasivní** (HF frekvence) – Vysílač (snímač) periodicky vysílá impulsy do okolí. Pokud se v blízkosti objeví pasivní RFID čip, využije přijímaný signál k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď.

Pasivních RFID čipů se využívá při odbavování cestujících čipovou kartou technologie Philips MIFARE.

- **Aktivní** (UHF frekvence) – S masovým využitím ve VHD se zatím nepočítá, je totiž výrazně složitější a dražší, jelikož obsahují navíc i zdroj napájení a jsou schopny samy vysílat své identifikace - používají se proto pro aktivní lokalizaci. Komunikační zařízení tak oboustranně vytvářejí své komunikační pole. Jejich výhoda spočívá ve větším prostoru pro poskytování dalších informací, které dokáže ukládat nebo odesílat společně se svým identifikačním číslem na velkou vzdálenost.

Aktivních RFID čipů se využívá při odbavování cestujících prostřednictvím procedury BIBO, WIWO.

¹ Zdroj: <http://www.kodys.cz/rfid/>

Příloha č. 6: Technologie RFID

ISO normy RFID technologií definující standardy

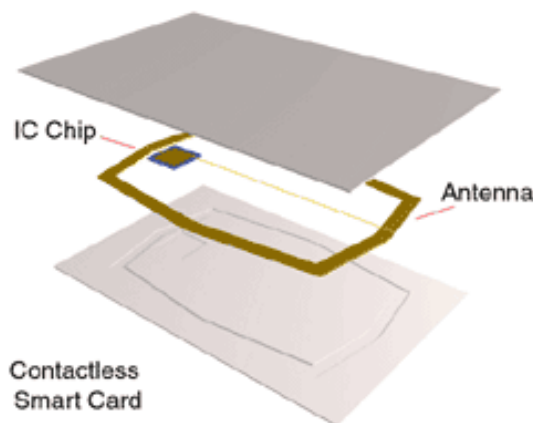
procedura	Norma	komunikační vzdálenost	rozmístění terminálů	aktivní činnost s platebním médiem
CICO (CI)	ISO 14443	< 10 cm	odbavovací terminály u všech nástupních dveří	ano
WIWO	ISO 15693	< 1 m	detekční rámy antén u každého vchodu/východu přepravního prostoru	ne
BIBO	ISO 15693	< 30 m	1 – 3 detekční snímače v přepravním prostoru vozidla	ne
NFC	ISO 14443, ISO 18092	< 10 cm	instalaci odbavovacích terminálů u všech nástupních dveří	ano / ne

Zdroj: Elektronický prodej jízdenek – eTicketing

Bezkontaktní technologie pasivních čipů – high frequency

Vnitřní struktura bezkontaktní čipové karty Mifare DESFire

Po obvodě karty je zabudována smyčka antény, která je připojena na vysokofrekvenční obvody s řídicím čipem, který fyzicky zabezpečuje bezkontaktní přenos mezi kartou a čtecím zařízením. Karty Mifare jsou typu Read/Write, tzn. že čtecí zařízení může data z karty nejen číst, ale i zapisovat. Blok elektronicky přepisovatelné paměti slouží k uložení aplikačních dat a pro konfigurační data včetně přístupových klíčů.



Struktura bezkontaktní čipové karty

Zdroj: Technické parametry karet Mifare DESFire

Karta neobsahuje vlastní zdroj energie. Pro provoz se využívá indukované energie do cívky karty z vysílače obsaženém ve čtecím zařízení. Obsahuje energeticky nezávislou paměť, výkonný šifrovací data koprocessor s oboustrannou tříúrovňovou ověřovací technologií s generátorem náhodných čísel, flexibilní paměťovou strukturu a špičkovou ochranu integrity dat během bezkontaktních transakcí. Přístup k jednotlivým paměťovým

Příloha č. 6: Technologie RFID

sektorům je zabezpečen dvěma různými klíči umožňujících využít kartu ve vícerych aplikacích (i od rozdílných poskytovatelů služeb). Karta komunikuje s terminálem (čtecím zařízením) na komunikační vzdálenost do 10 cm. Elektronické obvody karty se aktivují, pokud se dostane do účinného dosahu antény čtecího/zapisovacího zařízení a indukovaná energie dostává pro její provoz.

V kartě jsou vestavěny bezpečnostní prvky, které zabezpečují ochranu dat uložených na kartě i při přenosu mezi kartou a čtecím zařízením:

- přenášená data jsou šifrována proti zneužití,
- každá karta vlastní unikátní sériové číslo, kterým je v celém systému identifikována,
- transportní klíč omezuje přístup do paměti karty při datovém přenosu, a to pouze na oprávněného odběratele vybaveného odpovídajícím klíčem,
- v paměti karty jsou kromě nutných dat uložena i základní data o držiteli.

Tyto parametry řadí kartu Mifare DESFire mezi nejspolehlivější a nejbezpečnější aplikační karty na trhu.

Technické parametry čipové karty Mifare DESFire

Rozměr	54 x 85,5 x 0,8 mm
Přenosová frekvence	13,56 MHz
Rychlost transakce	89 ms
Rychlost přenosu dat	až 424 kbit/s
Komunikační vzdálenost	do 100 mm
Kapacita paměti	4096 byte EEPROM
Organizace paměti	Alokace po 32B, max. 28 aplikací po 16 souborech pro každou aplikaci
Počet transakčních cyklů	až 500 000
Sériové číslo	7 Byte
Přístupové klíče	14 na aplikaci, každý soubor max. 4 klíče s určenou vlastností, šifrování 2 DES
Provozní teplota	- 10 °C až + 40 °C (90% vlhkost)
Teplota skladování	- 20 °C až + 50 °C
Materiál	PVC
Zachování záznamů v paměti	500 000 zápisových cyklů, 10 let
Napájení	bezkontaktní přenos energie
Využití v hromadné dopravě	elektronická peněženka, časová jízdenka

Zdroj: Technické parametry karet Mifare

Pozn.: EEPROM – vícenásobně elektricky programovatelná a smazatelná paměť, obsahuje uživatelské programy a data vztahující se na konkrétního uživatele.

Aby vůbec mohla být karta využita v různých systémech (nejen v dopravních), je nutné zajistit systémovou interoperabilitu => schopnost systémů vzájemně si poskytovat služby a efektivně spolupracovat. Konkrétně se tedy jedná o vzájemné poskytování přístupových kódů vázaných na jednotlivé karty včetně správy paměťových souborů karty

Příloha č. 6: Technologie RFID

mezi všemi zainteresovanými operátory, jednotným způsobem používání a datovou strukturou karty. Interoperabilita je dána jednotným způsobem ukládání a čtení dat, jednotnými pravidly zajištění bezpečnosti systému, komunikačním přechodem pro využití elektronické peněženky a výměnou dat mezi datovými správními systémy jednotlivých operátorů. Tyto specifikace musí splňovat jednotlivá zařízení jako jsou: zařízení pro generování el.jízdenek, pro čtení dat z karty, pro nabíjení karet, pro personalizaci karet a pro kontrolu platnosti karet. Důležité je taktéž zajištění bezpečnosti systému a ochrany dat. Z těchto důvodů je proto nutné uzavřít písemné smlouvy o plnění spolupráce mezi jednotlivými operátory a způsobu vyúčtování.

Bezkontaktní technologie NFC

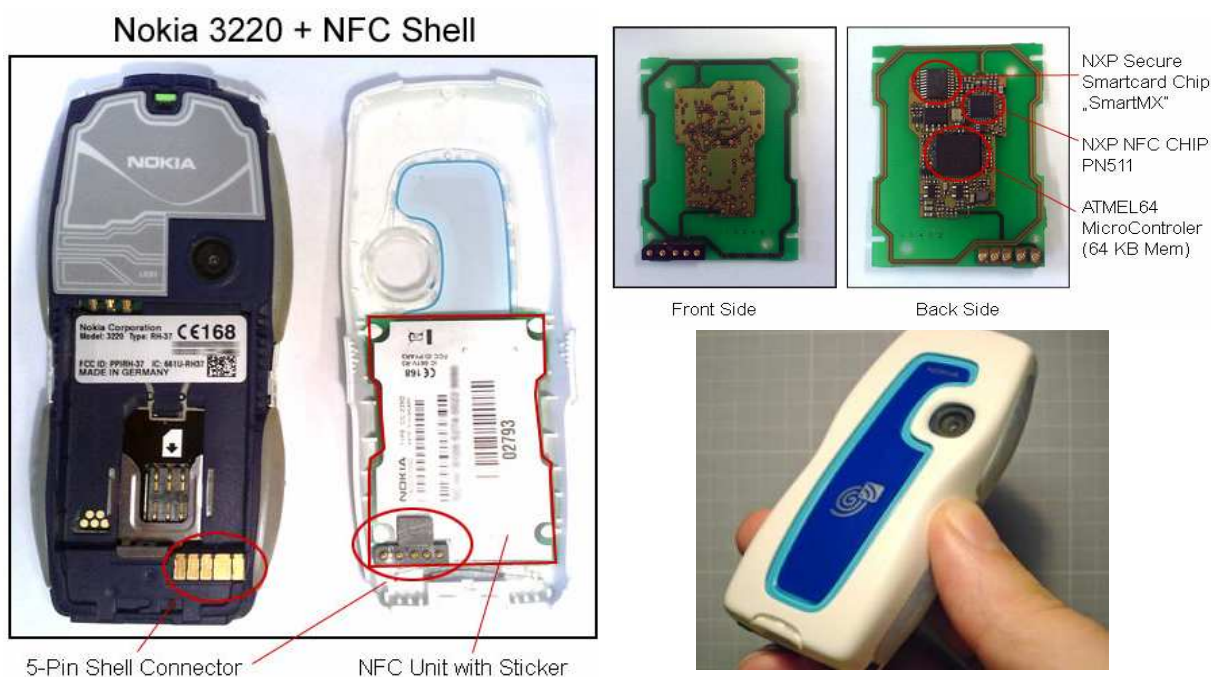
NFC (Near Field Communication) technologie umožňuje vysokofrekvenční bezdrátový přenos dat na krátkou vzdálenost. Byla primárně vyvinuta pro mobilní telefony, může být využita jako bezkontaktní identifikátor, bezkontaktní čipová karta nebo jako přenosný RFID terminál. Pro účely VHD se po automatickém navázání spojení a spárování mobilního telefonu se čtečkou mobilní telefon přepne do režimu elektronické peněženky a uživatel potvrdí nebo odmítne nabízenou službu. Platba je zaznamenána na čip karty SIM.

Pracovní režim NFC:

Reader/Writer – využití pasivní technologie k operaci se záznamem čipu

Card Emulation mód – čtečka nerozezná rozdíl mezi čipovou kartou a technologií NFC,
(ISO 14443)

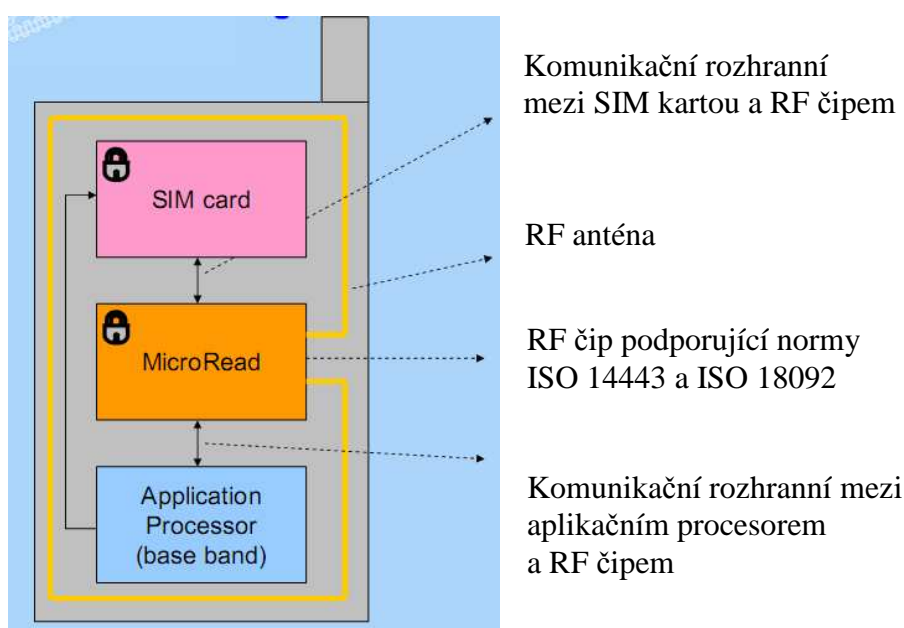
Peer-to-Peer mód – schopnost vyměňovat informace mezi dalšími NFC zařízeními,
(ISO 18092)



Zdroj: Inside the Nokia 3220 NFC

Příloha č. 6: Technologie RFID

Při využití mobilního telefonu, coby bezkontaktního identifikátoru a platebního média pracujícímu na frekvenci 13,56 MHz, kdy technologie splňuje normu ISO 14443, je mobilní zařízení s NFC technologií plně kompatibilní s technologií “smart“ karet Philips Mifare. Technologie umožní uživateli po zadání bezpečnostního kódu PIN na displeji zobrazovat veškeré provedené aplikace - elektronické jízdné příslušného dopravního prostředku, které jsou k dispozici, dále historii cestování, zůstatek v elektronické peněženke a poslední provedené transakce. Technologie navíc umožňuje číst informace o “nedopravních produktech“ – informace obsažené v tagu výrobku v obchodních řetězcích apod. Příslušný čip musí být navázán na základní desku mobilu a v případě operátorem zajišťovaných transakcí také komunikovat se SIM kartou.



Zdroj: Future Trends In Railway Ticketing

Technologie Ultra High Frequency - Bezkontaktní technologie aktivních tagů, režim Be-In/Be-Out, příp. Walk-In/Walk-Out

Výhodnost aktivních RFID tagů spočívá v možnosti čtení dat na větší vzdálenost než je tomu tak u pasivní technologie, tím není nutné přikládat aktivní čip k validačnímu snímači. Při aplikaci aktivní technologie automatické identifikace u odbavování cestujících by se zejména v městských systémech mělo uplatnit využití obou režimů. Procedura BIBO realizuje odbavování cestujících až v okamžiku uvedení vozidla do pohybu, avšak díky velkému detekčnímu dosahu snímačů a odezvy elektronických karet je třeba zamezit nechtěnému snímání těch karet, nacházejících se poblíž vozidla (při míjení s jiným vozidlem).

WIWO je založen na anténním systému, jehož část je umístěna například ve dveřích vozidla. Tento systém provede vstupní registraci detekcí uživatelského zařízení cestujícího, kdy dojde k zanesení údajů o čase, místě nástupu a číslu spoje, aniž by byla požadována jeho

Příloha č. 6: Technologie RFID

přímá interakce. BIBO systém pak detekuje přítomnost registrované elektronické karty cestujícího v průběhu pohybu vozidla mezi jednotlivými stanicemi, a tak umožní přesně registrovat všechny cestující, kteří se v daném okamžiku nachází v dopravním prostředku. Současně během jízdy je dopravní prostředek sledován buď přes GPS popř. přes zařízení umístěná podél tratě. Z údajů těchto zařízení pak palubní počítač vypočte skutečně ujetou vzdálenost do posledního místa, kde byla karta detekována. Jízdné je pak v kombinaci s daným uživatelským zařízením zpracováno v e-ticketingu nebo v řízení managementu elektronického jízdného. (12)

Technologii aktivních čipů na evropském kontinentu byla testována v kooperaci Švýcarské spolkové dráhy, pošt a Svazu veřejné dopravy Švýcarska pod jednotným názvem projektu EASY RIDE v Basileji a Ženevě na jaře v roce 2001. Přes pozitivní výsledku byl projekt však díky své vysoké nákladnosti odložen, nicméně se ve Švýcarsku pracuje na vývoji čipové karty EASY-TICKET s cílem nalézt eventuálně i kombinaci kreditní karty s jízdenkou. K novému praktickému využití projevilo ochotu dopravní sdružení v Drážďanech. Systém byl testován v Drážďanech v průběhu roku 2005 pod názvem elektronické ALLFA jízdné, s možností ovládní vjezdových bran parkovišť a výběr poplatků za parkovné s vazbou na VHD. (8)

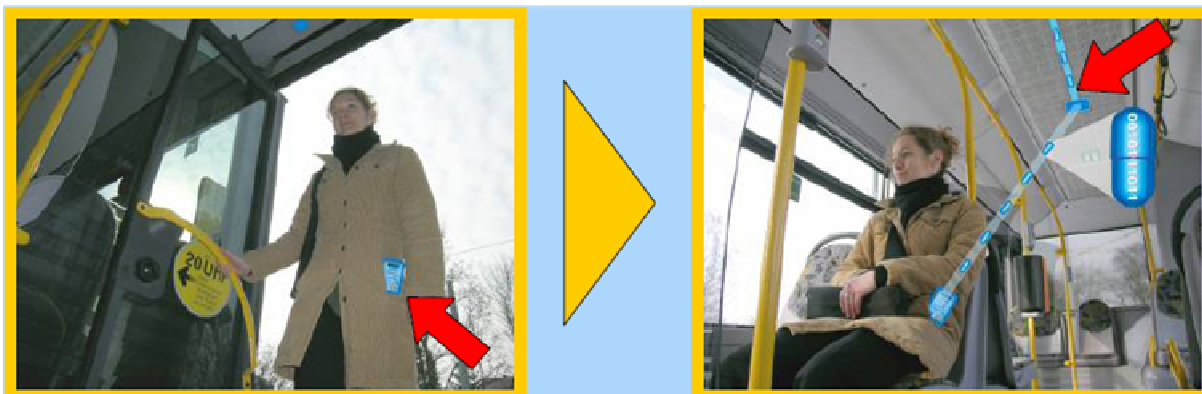
Princip připravovaného systému BIBO v Drážďanech:

1. cestující vstupuje na zastávce do vozidla, kdy je zaktivována karta cestujícího,
2. elektronika BIBO v mobilním telefonu nebo na kartě, kterou má u sebe, ho automaticky ohlásí do snímače v přepravním prostoru vozidla – mezi jednotlivými zastávkami probíhá cyklicky
3. cestující opouští vozidlo v cílové zastávce,
4. elektronika BIBO cestujícího po vystoupení na zastávce již nevyhledá

Měřené výsledky spolehlivosti dosahují přesnosti lepší než 99,2 %. Energie potřebná k automatické registraci karty cestujícího jsou asi 1/100 energie vyzařované mobilním telefonem, provozní požadavky na zařízení činí zachytit a zpracovat min. 200 čísel (médií) mezi dvěma zastávkami během 30 vteřin (6).

Jako jízdní médium cestujícího lze využít buď mobilní telefon anebo specifickou čipovou kartu. Proplacení se může provádět buď předem (prepaid) s odpočtem ceny jízdenky během jízdy anebo dodatečně (postpaid) s pozdějším měsíčním vyúčtováním. Při „prepaid“ může být určitý obnos podle přání uložen nebo i později doplňován. Zobrazení na displeji karty nebo na mobilním telefonu ukazuje stav úložky, jakož i odečtenou částku po jízdě.

Příloha č. 6: Technologie RFID



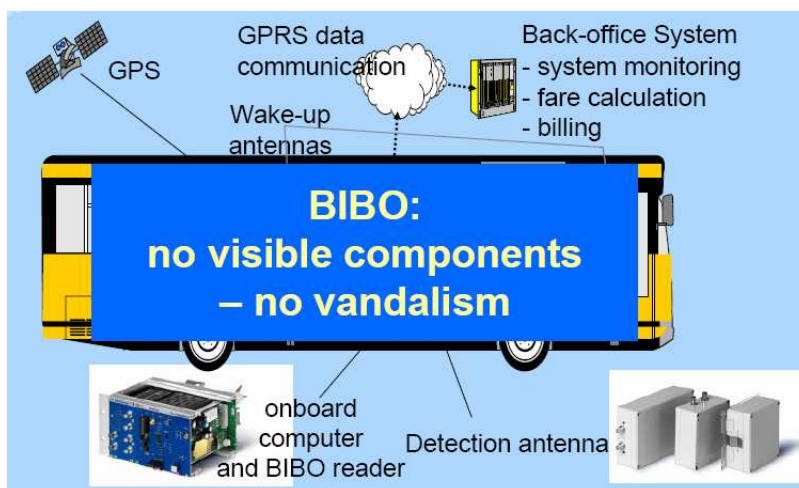
Znázornění „odbavení cestujícího“ v systému BIBO

Zdroj: Future Trends in Railway Ticketing

Náklady na systém BIBO se vyplatí, pokud jeho možnosti podniky plně využijí a na systém nebudou pohlížet pouze jako na dodatečný odbytový kanál.

Technická zařízení systému BIBO:

- aktivační systém antén umístěný u nástupních dveří k „oživení“ karty,
- palubní počítač a prostorový senzor systému BIBO pro provedení transakce s kartou,
- další vozidlová zařízení sloužící pro spojení s dispečinkem (systémy GPS, GPRS),
- aktivní elektronická karta cestujícího (s digitálním displejem, 2 potvrzovací tlačítka, baterie), může být nahrazena mobilním telefonem.



Struktura komponent BIBO

Zdroj: Future Trends in Railway Ticketing

Příloha č. 7: Odbavovací zařízení pasivní technologie RFID na českém trhu

Mezi významné výrobce odbavovacích terminálů patří bezesporu česká společnost Mikroelektronika, spol. s.r.o. z Vysokého Mýta a konkurující slovenská společnost EM Test spol. s.r.o. ze Žiliny. Obě společnosti se zaměřují na využití čipových karet ve VHD, EM Test také i na přístupové identifikační systémy a řešení pro nákladní dopravu. Srovnání produktů výše uvedených společností demonstrují následující tabulky.

Terminál pro bezkontaktní karty s tiskem jízdního dokladu



		
výrobce	Mikroelektronika	EM TEST
typ	CARDMAN	EM 316iT + EM 316iP
režim	check-in/check-out	check-in/check-out
jízdní médium	čipová karta s následným tiskem dokladu	čipová karta s tiskem dokladu v odděleném zařízení
ovládání	grafický dotykový displej, až 15 aktivních ploch, 240x320 bodů	grafický barevný dotykový displej
tiskárna	tepelná tiskárna s ořezávačem, rychlost 10cm/s., šíře 60 až 84 mm	nutno dovybavit tiskárnou
signalizace	2 světelné symboly - optická i akustická signalizace označení	akustická signalizace
procesor	32 bit Toshiba	PXA 255/ 400 MHz
paměť	až 6MB	nezjištěno
montáž	rychloupínací držák	rychloupínací držák
rozměr [mm]	192 x 384 x 152	160 x 300 x 150 165 x 350 x 170
hmotnost [kg]	4,2	5 + 5
orientační cena [Kč]	32 000 Kč	

Zdroj: Mikroelektronika a EM TEST

Terminál je určen pro komfortní, rychlé a bezpečné odbavení cestujících v hromadné dopravě pomocí bezkontaktní čipové karty tam, kde je současně požadován výdej papírové jízdenky. Cardman od Mikroelektroniky působí ucelenějším dojmem, neboť EM TEST pro tento způsob odbavení nenabízí terminál „v jednom celku“, ale na druhou stranu ukazuje variantnost svých zařízení v možnosti jejich vzájemného propojení.

Příloha č. 7: Odbavovací zařízení pasivní technologie RFID na českém trhu

Terminál pro bezkontaktní karty

		
výrobce	Mikroelektronika	EM TEST
typ	CAMEL	EM 316iT
režim	check-in/check-out	check-in/check-out
jízdní médium	čipová karta	čipová karta
ovládání	grafický dotykový displej, až 15 aktivních ploch, 240x320 bodů	grafický barevný dotykový displej
signalizace	2 světelné symboly, optická i akustická signalizace označení	optická i akustická signalizace
procesor	32 bit Toshiba	PXA 255/ 400 MHz
paměť	až 6MB	nezjištěno
montáž	rychloupínací držák	rychloupínací držák
rozměr [mm]	145 x 290 x 98	160 x 300 x 150
hmotnost [kg]	2,2	4
orientační cena [Kč]	20 000 Kč	

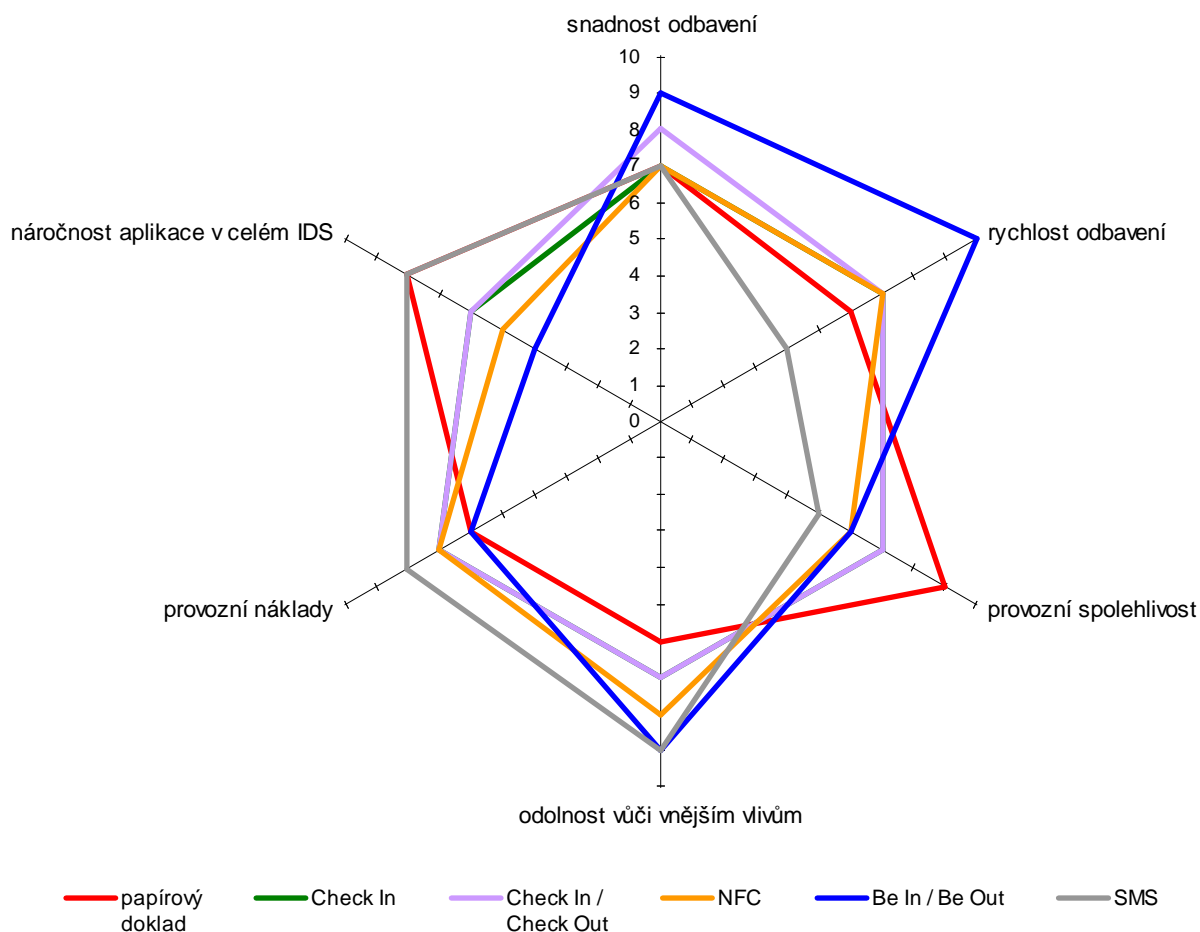
Zdroj: Mikroelektronika a EM TEST

Pro tyto odbavovací terminály je společný způsob odbavení cestujících spočívající v bezkontaktní čipové kartě. Jak je z ilustračních obrázků patrné, EM TEST používá plně grafický dotykový barevný komunikační displej pro všechny své produkty, Mikroelektronika standardně vybavuje jednotky monochromatickým displejem kvůli cenové příznivosti, ale na přání zákazníka může dodat i již zmiňovaný barevný displej. Co se týče komunikační vzdálenosti mezi odbavovacím terminálem a čipovou kartou, výrobci garantují schopnost detekce čipové karty na vzdálenost cca 10 cm, což je dostačující pro případ nechtěného znovu-označení karty. Mezi doplňková zařízení a příslušenství může patřit:

- počítadlo cestujících, hlásič zastávek,
- modul pro přenos dat, GPS modul,
- informační LED diodové displeje, turniket a další přídatná zařízení.

Příloha č. 8: Grafické znázornění paprskovým grafem výchozí kriteriální matice

Grafické znázornění paprskovým grafem výchozí kriteriální matice vzájemně vizuálně porovnává výhodnost jednotlivých variant systémů podle zvolených kritérií. Byla použita hodnotící stupnice od 1 do 10 bodů, kdy vyšší hodnoty znamenají lepší provozní vlastnosti. Výchozí hodnoty byly zjištěny průzkumem u vybrané skupiny respondentů, která čítala 39 osob. Pro získání vstupních hodnot byly zohledněny průměrné hodnoty a četnost jejich výskytu. Hodnoty jsou dále znázorněny v tabulce ve formě výchozí kriteriální matice Y pro řešení úlohy.



Srovnání odbavovacích systémů paprskovým grafem dle způsobu odbavování

Poznámka: Je výchozí kriteriální maticí pro řešení úlohy (maximalizovaná kritéria)

	snadnost odbavení	rychlost odbavení	provozní spolehlivost	odolnost vůči vnějším vlivům	provozní náklady	náročnost aplikace v celém IDS
papírový doklad	7	6	9	6	6	8
Check In	7	7	7	7	7	6
CheckIn / CheckOut	8	8	7	7	7	6
NFC	7	7	6	8	7	5
Be In / Be Out	9	10	6	9	6	4
SMS jízdenka	7	4	5	9	8	8

Zdroj: Autor

Příloha č. 9: Metodika vyčíslení ztrát řidiče regionální autobusové linky

Hlavní princip této metodiky poslouží pro ověření vlivu jednotlivých odbavovacích systémů na rychlost odbavování cestujících na regionální autobusové lince IDS JMK, se zaměřením na porovnání a možné zvýšení cestovní rychlosti, a tím i snížení nákladů na provoz linky a snížení celkové doby jízdy vozidla na lince. Konkrétní výpočet jednotlivých ukazatelů je ověřen na regionální autobusové lince č. 251 IDS JMK z důvodu známosti provozně- přepravních charakteristik. Intenzita cestujících odpovídá obsaditelnosti autobusu. Vlastní výpočet ztrát vlivem odbavování je vyhodnocen z pohledu řidiče.

Dobu potřebnou na odbavování cestujících dle použitého jízdního dokladu je vypočten ze vztahu:

$$T_{odbav} = \frac{JD_{\%} \times P_{cest}}{100} \times \frac{T_{odb}}{60} \quad [\text{min}]$$

kde: $JD_{\%}$... procentuální využití jednotlivých druhů jízdních dokladů podle druhu použitého odbavovacího systému, P_{cest} ... počet cestujících [osob], T_{odb} ... doba potřebná na odbavení jednoho cestujícího podle použitého druhu jízdního dokladu a odbavovacího systému [s]

A z nich následně náklady na odbavení cestujících dle použitého jízdního dokladu ze vztahu:

$$N_{odbav} = \frac{JD_{\%} \times P_{cest}}{100} \times \frac{T_{odb}}{3600} \times N_{rid} \quad [\text{Kč/h}]$$

kde: $JD_{\%}$... procentuální využití jednotlivých druhů jízdních, P_{cest} ... počet cestujících [osob], T_{odb} ... doba potřebná na odbavení jednoho cestujícího [s], N_{rid} ... průměrná hodinová mzda [Kč/hod]

Technická rychlost je definována vztahem:

$$v_{tech} = \frac{D_L}{t_{jizdy} + t_{zast,rozjezd}} \times 60 \quad [\text{km/h}]$$

kde: D_L ... délka linky [km], t_{jizdy} ... doba jízdy na lince [min], $t_{zast,rozjezd}$... doba potřebná na rozjezd a zastavení vozidla [min]

Následně lze vyvodit celkovou dobu řízení řidiče jako:

$$T_{riz} = \frac{D_L}{v_{tech}} \times 60 \quad [\text{min}]$$

kde: D_L ... délka linky [km], v_{tech} ... technická rychlost [km/h]

Příloha č. 9: Metodika vyčíslení ztrát řidiče regionální autobusové linky

Celková doba jízdy na lince tak vyplývá z následujícího součtu:

$$T_{j_{linky}} = \sum T_{odbav} + T_{riz} \quad [\text{min}]$$

kde: T_{odbav} ... doba potřebná na odbavení cestujících [min], T_{riz} ... celková doba řízení řidiče [min]

Cestovní rychlost dále:

$$v_{cest} = \frac{D_L}{T_{j_{linky}}} \times 60 \quad [\text{km/h}]$$

kde: D_L ... délka linky [km], $T_{j_{linky}}$... celková doba jízdy na lince [min]

Celkové náklady na odbavení na lince dostaneme jako:

$$N_{odbav} = \frac{\sum T_{odbav}}{60} \times N_{rid} \quad [\text{Kč}]$$

kde: $\sum T_{odbav}$... celková doba potřebná na odbavení cestujících, N_{rid} ... průměrná hodinová mzda řidiče (Kč/h)

Celkové náklady na řízení řidiče:

$$N_{riz} = \frac{T_{riz}}{60} \times N_{rid} \quad [\text{Kč}]$$

Celkové náklady řidiče linky tak dostaneme jejich součtem:

$$N_{linky} = N_{odbav} + N_{riz} \quad [\text{Kč}]$$

Průměrná doba odbavování jednoho cestujícího vyplývá ze vztahu:

$$T_{odbav} = \frac{\sum (T_{odb} \times \frac{JD_{\%}}{100} \times P_{cest})}{P_{cest}} \quad [\text{s}]$$

kde: T_{odb} ... doba potřebná na odbavení jednoho cestujícího podle použitého druhu jízdního dokladu a odbavovacího systému [s], P_{cest} ... počet cestujících, $JD_{\%}$... procentuální využití jednotlivých druhů jízdních dokladů podle druhu použitého odbavovacího systému

Příloha č. 10: Systém hromadné obsluhy

Výpočet vytížení jednoho odbavovacího terminálu při špičkové intenzitě cestujících za předpokladu instalace minimálního počtu odbavovacích terminálů

	současný stav	SMS	CI + NFC		CICO		BIBO	
	35 % papír	20% SMS 15% papír	25% ČK	10% papír	25% ČK	10% papír	90% ČK	10% papír
procentuální využití jízdních médií cestujícími								
minimální počet linek obsluhy ve vozidle	5	2	3	1	4	1	1	1
λ intenzita proudu cestujících	3	3	3	4	7	4	173	4
μ intenzita obsluhy	5	5	4,3	5	10	5	200	5
ρ intenzita provozu	0,600	0,600	0,700	0,800	0,700	0,800	0,855	0,800
p_o pravděpodobnost že nebude v systému žádný cestující	0,400	0,400	0,300	0,200	0,300	0,200	0,145	0,200
p_n pravděpodobnost že bude v systému právě jeden cestující	0,240	0,240	0,210	0,160	0,210	0,160	0,124	0,160
p pravděpodobnost že bude na obsluhu čekat	0,600	0,600	0,700	0,800	0,700	0,800	0,855	0,800
γ střední počet zákazníků ve frontě	0,900	0,900	1,633	3,200	1,633	3,200	5,042	3,200
ν střední počet obsazených linek	0,600	0,600	0,700	0,800	0,700	0,800	0,855	0,800
κ střední počet zákazníků v systému	1,500	1,500	2,333	4,000	2,333	4,000	5,897	4,000
EW střední čekací doba ve frontě [s]	0,300	0,300	0,544	0,800	0,233	0,800	0,029	0,800
DW rozptyl střední čekací doby [s]	0,210	0,210	0,550	0,960	0,101	0,960	0,001	0,960
ER střední doba kterou stráví zákazník v systému [s]	0,500	0,500	0,778	1,000	0,333	1,000	0,034	1,000

Zdroj: vlastní

V případě inovace odbavovacího systému využívající technologii SMS je předpokládáno, že přibližně 61 % nepravidelných cestujících odbavujících se doposud jednorázovými doklady by využívalo k platbě jízdného právě SMS zprávy (zjištěno dotazníkovým průzkumem cestujících) a v případě technologie RFID – režim CI a CICO, by tuto technologii využívalo na 71 % nepravidelných cestujících. V režimu BIBO by se odbavovali všichni pravidelní a téměř všichni nepravidelní cestující (celkem cca. 90 %).

Příloha č. 10: Systém hromadné obsluhy

Z výsledné tabulky vyplývá:

Při odbavování cestujících prostřednictvím papírových jízdních dokladů charakterizujících současný stav plyne, že ani zdaleka nedochází k vytížení odbavovacího systému – linky obsluhy ($\rho = 0,6$). V případě zavedení SMS jízdenek pro nepravidelné cestující dle výpočtu došlo ke snížení vytíženosti systému, a to více než o polovinu, neboť dostačují 2 označovače jízdenek pro celé vozidlo. Předpokládané procentuální využívání tohoto média činí cca. 20 %, hodnota odpovídá ochotě využívat SMS jízdenky.

V případě aplikace technologie RFID a jejich čipových karet (režim CI, CICO i BIBO) anebo technologie NFC, jsou zohledněny předpoklady pro pokles počtu cestujících odbavujících se jednorázovými papírovými doklady, zdůvodněné ochotou cestujících využívat novou technologii => přibližně 10% využití papírových dokladů.

Z uvedených systémů se jeví jako nejnáročnější režim CICO, neboť jsou všichni cestující nedisponující předplatným jízdním nucením označovat příchod i odchod, což dokládá potřebný počet odbavovacích terminálů při dané intenzitě cestujících. Při nárůstu požadavků na odbavení (30% využití ČK) dojde ke znatelnému růstu front vlivem označování nástupů a výstupů. Doba zde stanovená pro odbavování (30 s) proto při nárůstu počtu odbavujících se cestujících již nedostačuje, řešením je vybavení vozidla další „linkou obsluhy“. Avšak výpočtem bylo doloženo, že instalace jednoho odbavovacího terminálu u každých dveří je dostačující pro odbavení špičkového proudu cestujících.

Způsob realizace odbavování systémem BIBO se jeví jako nejvýkonnější, vzhledem k tomu, že je schopný v krátkém čase odbavit mnohonásobně větší počet cestujících (200 čipů / 30 s) a bez vzniku front, než je tomu tak v ostatních uvedených případech. Z důvodu lepšího pokrytí přepravního prostoru, zejména u vozidel větší délky je vhodné instalovat alespoň dva prostorové registrační snímače.

Příloha č. 11: Struktura vozového parku a náklady na hardwarové vybavení vozidel

Orientační ceny zařízení

označovač NJ 24 C	9 500 Kč
čtečka ČK do USV 24 C	8 000 Kč
terminál cestujícího - čtečka ČK s tiskem dokladu	32 000 Kč
terminál cestujícího - čtečka ČK	20 000 Kč
BIBO pro regionální autobusy *	150 000 Kč
BIBO vozy BMHD *	200 000 Kč

* orientační odhad ceny hardwarového vybavení, odhad poskytly společnosti SKS s.r.o. a EPRIN spol. s r.o.

Zdroj: soukromí dopravci, orientační ceny platné k roku 2007

Struktura vozového parku DPMB - tramvaje

délková kategorie 15 m			délková kategorie 20 m			délková kategorie 30 m		
typ	počet vozů	počet dveří	typ	počet vozů	počet dveří	typ	počet vozů	počet dveří
T3	141	3	K2	76	4	KT8D5	38	5
VarioLFR.E	7	3	VarioLF2R.E	4	4	K3R-N	4	5
T6A5	20	3	Anitra	17	4	RT6N1	2	6
VV60LF	4	2				13T	6	6
celkem	172		celkem	97		celkem	50	

Zdroj: Brněnská MHD: Přehled současného vozového parku

Struktura vozového parku DPMB – trolejbusy a autobusy

trolejbusy			autobusy sólo			autobusy kloubové		
typ	počet vozů	počet dveří	typ	počet vozů	počet dveří	typ	počet vozů	počet dveří
14Tr	84	3	B731	21	3	B741	14	4
15Tr	8	4	B732	65	3	B941	32	4
21Tr	43	3	B931	56	3	B961	26	4
22Tr	8	5	B951	17	3	Citelis 18M	18	4
25Tr	6	4	Citybus 12M	29	3			
			Citelis 12M	22	3			
celkem	149		celkem	210		celkem	90	

Zdroj: Brněnská MHD: Přehled současného vozového parku

Náklady na hardwarové vybavení vozidel DPMB (orientační kalkulace)

vozový park DPMB	současnost NJ24C	CI	CICO + NFC	BIBO
tramvaje	11 001 000 Kč	37 056 000 Kč	23 160 000 Kč	68 800 000 Kč
trolejbusy	4 531 500 Kč	15 264 000 Kč	9 540 000 Kč	29 800 000 Kč
autobusy	9 405 000 Kč	31 680 000 Kč	19 800 000 Kč	60 000 000 Kč
celkem	24 937 500 Kč	84 000 000 Kč	52 500 000 Kč	158 600 000 Kč

Zdroj: Autor - na základě poskytnutého ceníku soukromými subjekty