

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

Výběr vhodného systému automatického sčítání cestujících v autobusech
Pražské integrované dopravy

Jan Krmenčík

Diplomová práce

2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Krmenčík**
Osobní číslo: **D15337**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Výběr vhodného systému automatického sčítání cestujících v autobusech Pražské integrované dopravy**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

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

Úvod

1. Systémy automatického sčítání cestujících
2. Analýza současného stavu podniku
3. Návrh a hodnocení možných variant systémů na automatické sčítání cestujících
4. Ekonomické zhodnocení vybraných variant

Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Nožička, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2016**



doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.
děkan

L.S.



doc. Ing. Ljbor Švadlenka, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2015

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 25. 11. 2016

Jan Krmenčík

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Jiřímu Nožičkovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na otázku výběru vhodného zařízení pro automatické sčítání cestujících v hromadné dopravě v souvislosti s ekonomickým zhodnocením nasazení těchto zařízení do provozu v autobusech Pražské integrované dopravy.

KLÍČOVÁ SLOVA

veřejná doprava, automatické sčítání cestujících, Praha, dopravní podnik

TITLE

Selection of the appropriate system of automatic counting of passengers in buses of Prague Integrated Transport

ANNOTATION

The work focuses on the question of choosing the appropriate device for automatic counting of passengers in public transport in the context of economic evaluation of deploy into service in buses of Prague Integrated Transport.

KEYWORDS

public transport, automatic passenger counting, Prague, public transport company

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PODNIKU.....	10
1.1 Představení společnosti.....	10
1.2 Historie společnosti.....	10
1.3 Převážný průzkum autobusové sítě.....	13
1.4 Vozový park.....	14
1.5 SWOT analýza.....	17
1.5.1 VRIO analýza.....	18
1.5.2 PEST analýza.....	18
1.5.3 Shrnutí SWOT analýzy.....	19
2 SYSTÉMY AUTOMATICKÉHO SČÍTÁNÍ CESTUJÍCÍCH.....	21
2.1 Obecný popis systému APC.....	21
2.2 Senzory.....	22
2.3 Komunikační rozvody dat po vozidle.....	24
2.4 Řídící jednotky systému.....	24
2.5 Komunikační systém vozidla.....	25
2.6 Ověření přesnosti systému APC.....	25
2.7 Provedení systémů APC.....	27
3 NÁVRH A HODNOCENÍ MOŽNÝCH VARIANT SYSTÉMŮ NA AUTOMATICKÉ SČÍTÁNÍ CESTUJÍCÍCH.....	29
3.1 Poptávka systému na automatické sčítání cestujících.....	29
3.1.1 Obsah poptávky.....	29
3.1.2 Parametry vozidel.....	30
3.2 Varianta od dodavatele Abirail.....	33
3.3 Varianta od dodavatele Bustec.....	34
3.4 Varianta od dodavatele ONE SYSTEM.....	37
3.5 Varianta od dodavatele Mikroelektronika.....	38
3.6 Hodnocení variant.....	39
4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH VARIANT.....	40
4.1 Kritéria hodnocení systémů APC.....	41
4.1.1 Finanční kritéria.....	43
4.1.2 Nefinanční kritéria.....	47

4.2	Vícekritériální analýza	47
4.2.1	Shrnutí vícekritériální analýzy	52
4.3	Ekonomické porovnání současného řešení se systémy APC	52
	ZÁVĚR	58
	POUŽITÁ LITERATURA	60
	SEZNAM TABULEK	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM ZKRATEK	65
	SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

Dopravní podniky – poskytovatelé veřejné hromadné dopravy se ve většině měst již delší dobu zabývají zefektivněním dopravy a zvýšením komfortu cestujících. K dosažení co nejlepších výsledků jim mohou posloužit informace o počtech a směrování jednotlivých cestujících. Velké množství dopravních podniků stále nevyužívá žádný jiný způsob získávání těchto informací než fyzické sčítání cestujících na zastávkách, což je v současné době, kdy jsou dostupné různé varianty systémů na automatické sčítání cestujících, nedostačující.

Proto se v posledních letech dostává zájem o snadné a efektivní získávání těchto informací do popředí. Na trhu existuje několik firem nabízejících systémy a zařízení, která dokáží s poměrně velkou spolehlivostí zaznamenat a zpracovat počet nastupujících a vystupujících cestujících na jednotlivých zastávkách.

Tato diplomová práce si dává za cíl zanalyzovat a následně vybrat vhodnou variantu systému na automatické sčítání cestujících, který by bylo možné nasadit do reálného provozu v autobusech Pražské integrované dopravy. Práce bude rozdělena do 4 hlavních kapitol.

První kapitola se bude zabývat krátkým představením, a analýzou současného stavu Dopravního podniku hlavního města Prahy, a. s. z hlediska autobusové dopravy a systémů využívaných pro sčítání cestujících v současnosti.

Na první kapitolu bude navazovat druhá, která si dává za cíl přiblížit technologie a základní princip využívaný v systémech automatického sčítání cestujících.

V další kapitole bude navrženo několik možných variant systémů na automatické sčítání cestujících dostupných v České republice, využívajících několika rozdílných technologií, na základě nabídek dodavatelů.

Čtvrtá, závěrečná kapitola, se bude zabývat ekonomickým i neekonomickým zhodnocením variant automatických systémů sčítání cestujících pro nasazení systému APC do autobusů do reálného provozu na linkách Pražské integrované dopravy a to za pomoci vícekritériální analýzy, hodnocení doby návratnosti investice a čisté současné hodnoty investice.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PODNIKU

Tato kapitola je věnována akciové společnosti Dopravní podnik hlavního města Prahy. Nejprve je stručně představena, poté je shrnuta její historie. V další části je uvedeno, jakým způsobem probíhá zjišťování informací o počtu a směrování cestujících v rámci autobusové dopravy. V části poslední je uvedeno, jaký je současný stav vozového parku autobusů.

1.1 Představení společnosti

Dopravní podnik hlavního města Prahy (2015a), dále jen DPP, je hlavním zprostředkovatelem veřejné hromadné dopravy na území Prahy. Dle autora jsou jejím základem 3 dopravní sítě. Metro, tramvaje a autobusy, metro tvoří pátevní síť celého systému MHD a propojuje téměř všechny části Prahy. Autor uvádí, že v roce 2014 byly v provozu tři linky A, B a C, s celkovým počtem stanic 57 a délkou 59,4 km. V současné době je již linka A rozšířena o 4 stanice ze stanice Dejvická až do stanice Nemocnice Motol. Metro je poté doplněno o síť tramvajů a autobusů. Podle autora byla tramvajová síť tvořena v roce 2014 142,7 km tratí, jejichž provoz probíhal prostřednictvím 22 denních a 9 nočních linek, komunikační autobusová síť měla délku 847 km, na kterých se podílelo 96 denních městských linek, 16 příměstských linek, 19 školních linek, 15 nočních městských linek a 2 linky pro osoby se sníženou pohyblivostí. Autor dále uvádí, že kromě samotného provozování veřejné dopravy je DPP akcionářem v podnicích Pražská strojírna, a. s. (*„hlavním předmětem činnosti je vývoj, výroba a montáž komponentů a zařízení pro stavbu a údržbu tramvajových tratí. DPP vlastní 100 % akcií.“*), Rencar Praha, a. s. (*„společnost se věnuje všem druhům reklamních aktivit od provozování reklamních celodekorových tramvajů, autobusů a souprav metra po pronájem vitrín na autobusových zastávkách. DPP vlastní 28 % akcií.“*) a Střední průmyslová škola dopravní, a. s. (*„hlavní aktivitou společnosti je výuka, výchova a vzdělávání ve třech subjektech školy, tzn. ve Střední průmyslové škole dopravní, Středním odborném učilišti a Učilišti. DPP vlastní 100 % akcií.“*).

1.2 Historie společnosti

Podle Dopravního podniku hlavního města Prahy (2015b) počátky MHD v Praze sahají až do roku 1873, kdy Bernard Kollmann a Zdeněk hrabě Kinský obdrželi od rakouské vlády koncesi ke stavbě a provozování kolejové pouliční dráhy s koňským povelcem, její první vůz pražské koněspřežné tramvaje podnikl první jízdu v září 1875. Dle autora byla výstavba sítě koňky o celkové délce 18 875 m dokončena po 10 letech v roce 1885.

Společnost Dopravní podnik hlavního města Prahy (2015b) na svých stránkách uvádí, že počátky pražského dopravního podniku pak sahají do roku 1897, kdy byl 1. září založen podnik s názvem Elektrické podniky královského hlavního města Prahy, v roce 1898 byla zahájena přestavba drah koňky na elektrickou dráhu, v roce 1911 byl na většině linek zaveden noční provoz od 22:30 do půlnoci za zvýšené jízdné. Autor dále uvádí, že rok 1914 poté vlivem světové války přinesl rozvoji hromadné dopravy problémy, jedním z nich byl nedostatek personálu, dále také výměna měděného trolejového drátu za ocelový kvůli válečným účelům, dále byly některé vozy přeměněny na nákladní a nemocniční pro přepravu raněných vojáků do pražských nemocnic. Autor zmiňuje, že dva roky po válce došlo k velké změně tarifního systému jízdného, poprvé bylo zavedeno jízdné bez ohledu na ujetou vzdálenost a denní dobu ve výši 1,20 Kč pro dospělé, 0,60 Kč pro děti a týdenní jízdné 7,20 Kč, základní jízdné zůstalo nezměněno déle jak 20 let. Dle autora v roce 1925 vyjela první autobusová linka bez zvláštních technických rizik na trase Vršovice – Záběhlice. U autobusových linek bylo jízdné na rozdíl od tramvají závislé na ujeté vzdálenosti. Autor dále zmiňuje, že rok 1936 se zapsal do historie jako rok zavedení pravidelné trolejbusové dopravy v Praze. Podle autora se během druhé světové války výstavba, rekonstrukce i údržba tratí prakticky zastavila, při bombardování spojeneckým letectvem ke konci války navíc došlo k poškození velkého množství traťových zařízení, vedení i vozidel.

24. října 1945 došlo dle dekretu prezidenta republiky ke znárodnění všech podniků, které se zabývaly energiemi, tím došlo k oddělení elektrárenské části Elektrických podniků. Druhá tedy dopravní část byla v následujícím roce přejmenována na Dopravní podnik hlavního města Prahy (2015b). V roce 1959 dosáhla trolejbusová síť svého největšího rozmachu s téměř 57 km tratí.

Dopravní podnik hlavního města Prahy (2015b) uvádí, že *„třicet let byl pro síť pražských tramvají charakteristický počet linek 23. V roce 1957 byly na základě rozsáhlého průzkumu městské dopravy sítě upraveny a v roce 1959 zavedeny dvě nové linky 24 a 25. Zásadní přestavba sítě linek tramvají byla realizovaná v roce 1961. Trolejbusová doprava byla postupně redukována, naopak rostl význam autobusové dopravy. Počet autobusových linek stoupal pak rychlým tempem až do roku 1985, kdy jich bylo v provozu celkem 160.“*

Společnost Dopravní podnik hlavního města Prahy (2015b) na svých stránkách uvádí, že v roce 1966 byla zahájena výstavba podpovrchové tramvaje – trasy C, o rok později bylo vládou Československa rozhodnuto o přeměně probíhajících prací na výstavbu metra bez mezistupně a 9. května 1974 byl zahájen provoz 7 038 m dlouhého úseku metra C.

Dopravní podnik hlavního města Prahy (2015b) uvádí, že „se spustil provoz mezi sedmi stanicemi metra trati a další úseky postupně následovaly. V roce 1985 byla výstavba završena otevřením úseku I. B, kterým byl dokončen tzv. pražský trojúhelník, vymezený přestupními stanicemi Můstek, Muzeum a Sokolovská (Florenc). Výstavba nových úseků pokračuje od této doby s přestávkami dodnes. Otevření každé další stanice je dodnes v životě Pražanů důležitou událostí.“

Dopravní podnik hlavního města Prahy (2015b) dále uvádí, že „22. února 1990 bylo třináct z třiceti šesti stanic metra a dvě z pěti nově budovaných byly přejmenovány v souvislosti se změnou politických poměrů. Zanikly názvy inspirované komunistickou ideologií. V devadesátých letech pokračuje výstavba sítě metra, jsou zprovozněny tratě Florenc – Českomoravská, Zličín – Nové Butovice, Českomoravská – Černý Most.“

Dle webových stránek Dopravního podniku hlavního města Prahy (2015b) 31. října 1990 pak došlo ke zrušení státního podniku a vytvoření akciové společnosti, mezi lety 1993 – 1995 došlo k velkému rozšíření vozového parku autobusů, od roku 1995 jsou do Prahy dodávány nízkopodlažní autobusy. Dle autora se „v roce 1999 uskutečnila změna odbavovacího systému, která umožnila zásadní tarifní reformu. Ve stanicích metra a na dalších důležitých dopravních uzlech byly instalovány prodejní automaty na široký sortiment jízdenek. Zcela se změnil formát a styl jízdenek, jejich označování bylo již elektronické. V tramvajové i autobusové dopravě byl postupně zaveden také nový informační systém, např. automatické hlášení zastávek uvnitř vozidla, které výrazně usnadňuje orientaci na trase linky.“

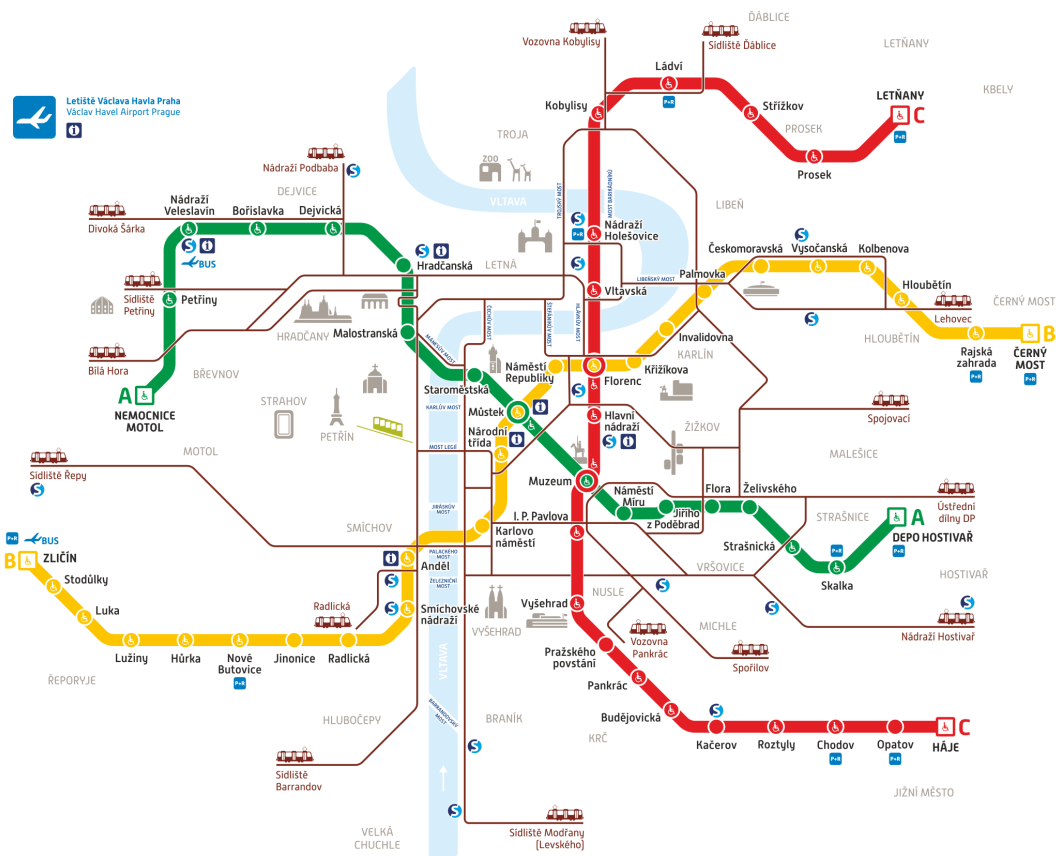
V roce 1999 začalo být užíváno nové logo DPP, viz následující obrázek 1.



Obrázek 1: Logo Dopravního podniku hlavního města Prahy (Dopravní podnik hlavního města Prahy, [b.r.])

Dle Dopravního podniku hlavního města Prahy (2015b) v roce 2000 dosáhlo metro provozní délky téměř 50 km. Autor uvádí, že po povodni v roce 2002, kdy se rozvodnila Vltava, došlo k rozsáhlé a nákladné rekonstrukci a očištění prostor metra, další velká povodeň zasáhla Prahu v roce 2013, v tomto roce však byl DPP připraven a díky opatřením nedošlo k zaplavení žádné části metra, pouze k většímu prosakování ve stanici Nádraží Holešovice.

Od roku 2004 do současnosti bylo dostavěno a otevřeno několik nových stanic metra na linkách A a C. Současná podoba sítě metra je zobrazena na následujícím obrázku 2.



Obrázek 2: Plán sítě linek pražského metra (Dopravní podnik hlavního města Prahy, 2016a)

1.3 Převravní průzkum autobusové sítě

V současné době není pro provádění přesného přepravního průzkumu dopravní sítě v provozu automatizovaný systém. Pro zajištění detailních informací o zatížení sítě se doposud využívá jednorázového průzkumu.

Dle Dopravního podniku hlavního města Prahy (2009) v březnu 2009, konkrétně 18. 3. byl proveden přepravní průzkum 59 autobusových linek obsluhujících severovýchod Prahy a přilehlé oblasti, kromě pravidelného sledování zatížení přepravní sítě bylo cílem tohoto průzkumu zajistit podklady pro optimalizaci přepravní poptávky a nabídky s ohledem na zprovoznění posledního úseku metra C (v roce 2008). Na přepravním průzkumu se podílelo 200 pracovníků DPP, společnost ROPID a 700 žáků SPŠD (Střední průmyslová škola dopravní, a. s., Plzeňská 102/219, Praha 5). Průzkum byl prováděn sledováním počtu cestujících v jednotlivých vozech po odjezdu ze zastávky a také nástup cestujících na jednotlivých zastávkách. Výstup cestujících byl poté dopočítán. U zastávek na znamení

byl průzkum zaměřen na četnost zastavování. Pro zapisování údajů byly k dispozici předem připravené formuláře s předepsanými údaji. Zapisovány byly skutečné počty cestujících, pro přesnost průzkumu nebyly využity koeficienty pro odhad počtu cestujících.

Výstupem z průzkumu bylo zatížení na linkách a sledované části autobusové sítě Dopravního podniku hlavního města Prahy (2009), detailní rozbor zatížení zastávek a úseků, přehled provozu na jednotlivých linkách a porovnání skutečného a plánovaného průběhu provozu. Dle autora bylo vyhodnocování výzkumu provedeno v programu „Přepravní a dopravní průzkumy“ od firmy CHAPS. Odhad předpokládaných nákladů na provedení přepravního průzkumu je ve výši 2 miliony Kč.

1.4 Vozový park

Vozový park autobusů Dopravního podniku hlavního města Prahy (2015a) byl k 31. 12. 2015 složen z celkem 1 175 autobusů. Z nich je 636 standardních, 475 kloubových a 64 midi.

Nejpočetnějším autobusem ve vozovém parku je SOR NB18, viz obrázek 3, nízkopodlažní, kloubový, zastoupený 323 vozy.



Obrázek 3: SOR NB18 (Mhdfoto, 2016a)

Dalšími nejpočetněji zastoupenými autobusy jsou Citybus a Irisbus Citelis 12M, viz obrázky 4 a 5. Jedná se o standardní nízkopodlažní autobusy.



Obrázek 4: Irisbus Citybus 12M (Mhdfoto, 2016b)

V roce 2015 jich DPP dohromady evidoval 263.



Obrázek 5: Irisbus Citelis 12M (Mhdfoto, 2016c)

Další skupinu celkem 210 autobusů tvoří modely NB12 (viz obrázek 6), BN12 (viz obrázek 7) a speciální elektrobuses EBN11 (viz obrázek 8) od značky SOR.



Obrázek 6: SOR NB12 (Mhdfoto, 2016d)

Jedná se o standardní nízkopodlažní autobusy.



Obrázek 7: SOR BN12 (Mhdfoto, 2016e)

Jediným, ne zcela standardním je SOR EBN11. Jedná se o elektrobuses.



Obrázek 8: SOR EBN11 (Mhdfoto, 2016f)

Posledním typem vozu zastoupeným ve vozovém parku DPP více než 100 vozy, je Karosa B951, viz obrázek 9. Jedná se o standardní autobus.



Obrázek 9: Karosa B951 (Mhdfoto, 2016g)

Podle Dopravního podniku hlavního města Prahy (2016b) mezi ostatní vozy, kterých v rámci DPP jezdí méně než 100, patří Karosa B941 (kloubový, 75 vozů), Irisbus Citybus 18M (kloubový, nízkopodlažní, 46 vozů), Solaris BN8,9 (midi, nízkopodlažní, 40 vozů),

Karosa B961 (kloubový, 31 vozů), Karosa B931 (standardní, 25 vozů), SOR BN8,5 (midi, nízkopodlažní, 20 vozů), Iveco Crossway (standardní, nízkopodlažní, 6 vozů), Ikarus E91 (midi, nízkopodlažní, 4 vozy) a 1 zájezdový autobus Karosa C934.

1.5 SWOT analýza

ManagementMania (2016a) uvádí, že „*SWOT analýza je univerzální analytická technika zaměřená na zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů ovlivňujících úspěšnost organizace nebo nějakého konkrétního záměru (například nového produktu či služby). Nejčastěji je SWOT analýza používána jako situační analýza v rámci strategického řízení.*“

SWOT je zkratka složená z počátečních písmen jednotlivých faktorů. S – strenghts – silné stránky, W – weaknesses – slabé stránky, O – opportunities – příležitosti a T – threats – hrozby. Podle ManagementMania (2016a) je podstatou SWOT analýzy identifikovat klíčové silné a slabé stránky uvnitř podniku a zároveň příležitosti a hrozby, které přináší vnější prostředí. Cílem je pak omezit stránky slabé, při podpoře stránek silných. Dále pak hledání a využívání nových příležitostí a znalost a přecházení hrozeb. Podle autora je výstupem 4 kvadrantová matice viz následující obrázek 10.



Obrázek 10: SWOT Analýza (ManagementMania, 2016a)

Podle ManagementMania (2016a) je možné při vytváření SWOT analýzy použít velké množství metod pro analýzu vnitřních a vnějších faktorů. Autor uvádí, že vnitřní faktory lze analyzovat například pomocí finanční analýzy organizace, hodnocení EFQM, analýzy hodnotového řetězce (value stream map), analýzy zdrojů (například VRIO analýza) nebo analýzy produktového portfolia (například Bostonská matice). Dále autor uvádí, že vnější faktory lze analyzovat například pomocí analýzy trendů vzdáleného prostředí (PEST(LE) analýza), sektorové analýzy (Porterův model 5 sil) nebo analýzy konkurenčního postavení (segmentace trhu, analýza potřeb zákazníků, analýza konkurentů).

1.5.1 VRIO analýza

VRIO je analytická metoda, sloužící k hodnocení zdrojů firmy nebo jejich konkurentů. VRIO je zkratka složená s počátečních písmen jednotlivých faktorů, V – value – hodnota, R – rareness – vzácnost, I – imitability – napodobitelnost, O – organization – organizace. Podle ManagementMania (2016b) mezi hodnotitelné zdroje patří například lidské zdroje, fyzické zdroje, finanční zdroje a další.

Podle ManagementMania (2016b) je hodnocení možné provést pomocí odpovědí na 4 otázky. Je zdroj hodnotný? Je zdroj vzácný? Je složitý zdroj napodobit? Podporuje stávající uspořádání využitelnost zdroje? Na základě zodpovězených odpovědí ano/ne můžeme zdroj označit jako konkurenční nevýhodu, konkurenční rovnost, dočasnou konkurenční výhodu, nevyužitou konkurenční výhodu a dlouhodobou konkurenční výhodu. V případě odpovědi ne, je analýza jednotlivého zdroje ukončena a vyhodnocena.

Hodnocení lidských zdrojů DPP

Je zdroj hodnotný? Ano. Je zdroj vzácný? Ne. Lidské zdroje lze označit jako konkurenčně rovné. DPP poskytuje rozmanitou škálu pracovních pozic, u kterých se nabídka blíží poptávce.

Hodnocení fyzických zdrojů

Dopravní podnik hlavního města Prahy (2016c) disponuje velkým množstvím fyzických zdrojů, mezi které patří také vozový park. Na otázku zda je zdroj hodnotný, je možné odpovědět ano. Je zdroj vzácný? Ano. Je zdroj obtížné napodobit? Ano. Je zdroj dostatečně využit? Ano. Fyzické zdroje a s nimi spojený vozový park DPP lze označit jako dlouhodobou konkurenční výhodu.

Hodnocení finančních zdrojů

Jelikož Dopravní podnik hlavního města Prahy (2016c) generuje v posledních letech kladný zisk, který spolu s pomocí dalšího vlastního i cizího kapitálu investuje do obnovy a rozšíření, je možné finanční zdroje označit jako dlouhodobou konkurenční výhodu.

1.5.2 PEST analýza

Podle ManagementMania (2016c) je PEST analýza analytická metoda sloužící k analýze vnějšího prostředí organizace. PEST je zkratka složená z počátečních písmen jednotlivých faktorů, P – political – politické, E – economical – ekonomické, S – social –

sociální a T – technological – technologické. Může být doplněna o L – legal – legislativní a E – ecological – ekologické.

Politické faktory jsou v podstatě vládní zásahy do ekonomiky. Dle ManagementMania (2016c) sem patří například daňová politika, pracovní právo, právo v oblasti životního prostředí, obchodní omezení, tarify a politická stabilita. Dále sem dle autora patří služby, které si vláda klade za cíl poskytnout nebo musí být poskytnuty. V případě DPP se jedná o poskytovatele MHD, což spadá mezi služby, které musí být poskytnuty. Dále také jízdné spadá do snížené daňové sazby 15 %. Z hlediska politického je tedy možné označit tyto faktory jako přínosné.

Podle ManagementMania (2016c) patří mezi ekonomické faktory hospodářský růst, úrokové sazby, směnné kurzy nebo míra inflace. Úrokové sazby mají zásadní vliv na náklady podniku na cizí kapitál. V případě DPP a ČR jsou ekonomické faktory z hlediska vývoje pozitivní.

Mezi sociální faktory podle ManagementMania (2016c) patří kulturní aspekty, míra růstu populace, věkové rozdělení populace, postoj ke kariéře a důraz na bezpečnost. Z hlediska sociálních faktorů jako je věkové rozdělení populace je možné považovat stav v ČR jako vhodný pro provozovatele MHD. Služby DPP jsou využívány všemi věkovými skupinami populace bez výjimky.

Podle ManagementMania (2016c) patří mezi technologické faktory výzkum a vývoj, míra automatizace či rychlost technologických změn.

DPP reaguje na současné trendy a z důvodu potřeby informací o cestujících pro zefektivňování dopravy a přesnější kalkulace na jednotku cestujících se snaží zavádět nové systémy, mezi které patří APC. Z hlediska současného stavu je nízká míra automatizace a neznalost těchto informací o cestujících hrozbou.

1.5.3 Shrnutí SWOT analýzy

Na základě předchozích dvou analýz, ze kterých je možné zjistit vlivy vnitřních i vnějších faktorů a na základě informací o současně prováděném způsobu provádění přepravních průzkumů lze výsledky shrnout a rozdělit na silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby do SWOT analýzy v následující tabulce 1.

Tabulka 1 SWOT analýza DPP

	+	-
Vnitřní faktory	Silné stránky: <ul style="list-style-type: none">• Vozový park (fyzické zdroje)• Dostatek finančních zdrojů• Zkušenost s fyzickými průzkumy	Slabé stránky: <ul style="list-style-type: none">• Velký podnik, ztráta snadné kontroly• Nedostatek informací o cestujících
Vnější faktory	Příležitosti: <ul style="list-style-type: none">• Politické prostředí• Snížená sazba DPH na jízdné• Pozitivní vývoj ekonomického prostředí• Nízké úrokové sazby, inflace• Sociální prostředí	Hrozby: <ul style="list-style-type: none">• Nezkušenost se zaváděním systémů APC• Nízká míra automatizace sčítání cestujících

Zdroj: autor

Na základě výsledků SWOT analýzy DPP uvažuje odstranění hrozeb a eliminaci slabých stránek pomocí zavedení automatizovaného systému APC. Jejich přednostmi a vlastnostmi a následně ekonomickým zhodnocením se zabývají následující kapitoly.

2 SYSTÉMY AUTOMATICKÉHO SČÍTÁNÍ CESTUJÍCÍCH

Tato kapitola se zabývá představením systémů automatického sčítání cestujících. V první části se zabývá jejich obecným popisem. V další části se poté zabývá stručným popisem jednotlivých prvků systémů automatického sčítání cestujících (APC). Následuje část zabývající se metodikou ověření přesnosti systému APC. Poslední část se zabývá možnostmi provedení systémů APC a softwarem, který je nezbytný pro smysluplnou analýzu a vyhodnocení sesbíraných dat.

Podle Abirailu (2016) je jedním z cílů poskytovatelů veřejné hromadné dopravy ve většině měst zefektivnění dopravy a zvýšení komfortu cestujících, k tomu, aby těchto cílů mohli dosahovat, potřebují dostatek informací o počtu a směrování cestujících. Autor dále uvádí, že tyto informace mohou čerpat z fyzických průzkumů pomocí sčítání cestujících na zastávkách, což je v první řadě nákladné na lidské zdroje a zároveň poskytuje nedostatečné informace.

Řešením tohoto problému se zabývají firmy, které vyvíjí a dodávají systémy na automatické sčítání cestujících. Abirail (2016) uvádí, že tyto systémy poskytují rozličné výstupy, například sledování počtu cestujících ve vozidle (obsazenost vozidla v různých časových úsecích), sledování vytíženosti spojů (počet cestujících v průběhu trasy) nebo zastávek (frekvenční výkaz pro MHD). Podle autora tedy časté počítání cestujících pomáhá v provozním plánování, rozpočítávání příjmů a pro účel dopravních statistik.

DPP se jako poskytovatel služeb MHD snaží o minimalizaci nákladů a zvýšení komfortu cestujících. Na základě SWOT analýzy je možné tvrdit, že s pomocí využití silných stránek a příležitostí podniku může dojít k eliminaci hrozeb, s nimiž jde ruku v ruce minimalizace nákladů a v konečném důsledku i zvýšení komfortu cestujících při správném vyhodnocení zjištěných informací. Dle výsledků analýzy současného stavu podniku autor tvrdí, že nasazení systémů APC do provozu by mělo být pro DPP přínosem. Jeho skutečný přínos bude vyčíslen ve 4. kapitole.

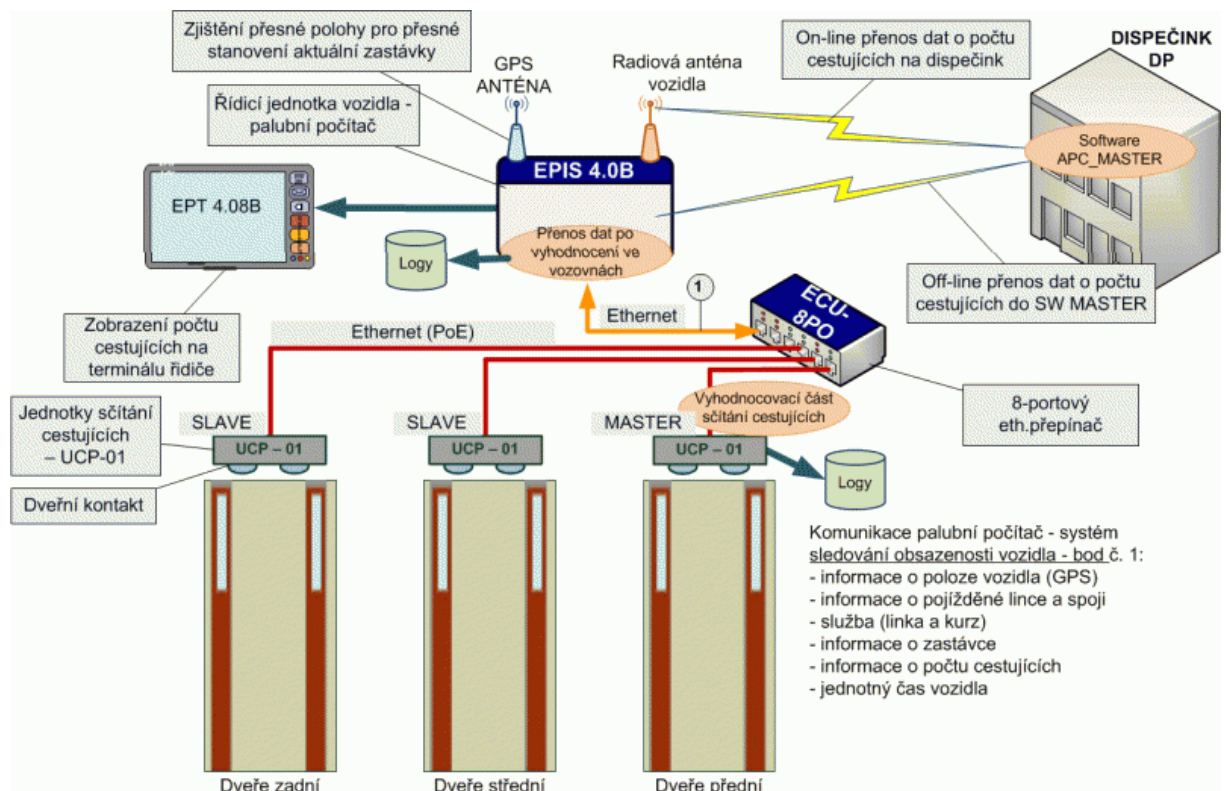
2.1 Obecný popis systému APC

Systémy APC se skládají z několika základních zařízení. Na obrázku 11 je zobrazen princip sledování obsazenosti vozidel systémem APC od společnosti Herman.

Abirail (2016) uvádí, že prvním z nich jsou sledovací jednotky (senzory), které jsou umístěny nad každými dveřmi vozidla, další neméně důležitou součástí jsou komunikační

rozvody dat po vozidle, dále řídicí jednotky systému (samostatné nebo součástí palubních počítačů ve vozidle, PCU), na kterých příslušná aplikace shromažďuje a zpracovává údaje ze sledovacích jednotek o počtu cestujících.

Abirail (2016) dále uvádí další součásti APC systému v rámci vozidla, jedná se o komunikační systém vozidla s dispečinkem nebo back office, kde jsou data ze systému APC shromažďována do databáze na serveru a následně příslušným softwarem vyhodnocena a převedena do požadovaných sestav výstupů.



Obrázek 11: Princip systému sledování obsazenosti vozidel veřejné dopravy (Herman, 2015)

2.2 Senzory

Základním stavebním kamenem každého systému APC jsou senzory. Podle Abirailu (2016) se jedná o zařízení, která snímají pohyb cestujících mezi dveřmi při výstupu a nástupu na zastávkách. Senzory momentálně dostupné na trhu fungují na dvou rozdílných principech. Prvním z nich jsou senzory fungující na principu infračervených paprsků, viz obrázek 12.



Obrázek 12: APC senzor na principu infračervených paprsků (Abirail, 2016)

Druhou variantou jsou kamerové systémy bez záznamu obrazu, viz obrázek 13. Každý z těchto dvou principů se vyznačuje určitými vlastnostmi, klady a zápory. Podle Bustec (2016) pracují senzory na principu infračervených paprsků spolehlivě za téměř jakéhokoliv počasí a povětrnostních podmínek, včetně obtížných podmínek jako například ostré světlo, umělé osvětlení, odrazy slunce a světla, šero, extrémní teploty a jejich rychlá změna apod. ONE SYSTEM (2016) uvádí, že u kamerových systémů mohou nastat problémy za zhoršených světelných podmínek. Naopak v ideálních podmínkách umožňují kamerové systémy rozpoznat o trochu více dílčích parametrů, a tudíž podat komplexnější informace o cestujících.



Obrázek 13: APC senzor na principu kamerového systému (Herman, 2016)

2.3 Komunikační rozvody dat po vozidle

Jako komunikační rozvody po vozidle dle Abirail (2016) slouží Ethernet (datové síťové kabely, 8 vodičů, rozdělených do 4 párů), které jsou vzájemně propojeny v centrálním switchi, viz obrázek 14 (aktivní prvek v počítačové síti, propojuje jednotlivé prvky sítě) nebo vedou přímo do řídicí jednotky systému. Komunikační rozvody často řeší také napájení jednotlivých prvků sítě, a to prostřednictvím PoE (Power over Ethernet), což šetří množství použitých kabelů a zjednodušuje zapojení.



Obrázek 14: Switch 8 portový s PoE (Tplink, 2016)

2.4 Řídicí jednotky systému

Podle společnosti Abirail (2016) mohou být jednotky pro samotné vyhodnocování signálů ze senzorů implementovány přímo do palubního počítače, nebo se jedná o samostatná zařízení (PCU), k těmto jednotkám jsou připojeny jednotlivé senzory ve vozidle, řídicí jednotky komunikují se senzory, ze kterých získávají údaje o nástupech a výstupech cestujících, zároveň mohou komunikovat s palubním počítačem vozidla. Dle autora je následně ze získaných informací přímo ve vozidle vyhodnocen a zaznamenán počet cestujících ve vozidle po odjezdu ze zastávky, počet nastupujících a vystupujících cestujících a dále jsou tyto informace opatřeny identifikací získanou z palubního počítače vozidla. Autor dále uvádí, že se jedná především o údaje o zastávce, číslo linky, číslo vozu, datum, čas, GPS souřadnice, ve vozidle jsou následně data shromažďována a následně mohou být odeslána do databáze softwaru pro sběr a analýzu dat z APC.

2.5 Komunikační systém vozidla

Podle společnosti Abirail (2016) přenos dat zaznamenaných systémem APC může probíhat ve dvou základních režimech, prvním z nich je online přenos dat, který je realizován okamžitě po každém odjezdu ze zastávky. Autor uvádí, že tento přenos může probíhat pomocí palubního počítače vozidla, prostřednictvím již používaných sítí pro komunikaci vozidel s dispečinkem. Zpravidla tyto sítě nemají dostatečnou kapacitu na přenos těchto dat „navíc“ a proto je možné pro online komunikaci využít mobilních sítí pomocí přídavného modulu GSM (GPRS/UMTS), který pak komunikuje přímo s dispečinkem nebo back office mimo palubní počítač vozidla. Autor dále uvádí, že dalším režimem, který může být používán pro sběr dat z APC, je odesílání dat pomocí výše zmíněných sítí, ale ne v režimu online, ale pouze na konečných stanicích nebo ve vozovně, kde je navíc možné přenos dat realizovat pomocí sítí WIFI, prostřednictvím těchto komunikačních sítí je také možné provádět činnosti vzdálené údržby, konfigurace zařízení nebo aktualizace softwaru.

2.6 Ověření přesnosti systému APC

Systémy APC se vyznačují poměrně velkou přesností zaznamenaných hodnot blízkých se 100 %. Současným standardem dle Abirail (2016) je hodnota okolo 95 %. Obecná metodika či norma pro stanovení přesnosti APC není v České republice stanovena. Pro zjištění a ověření přesnosti systému APC využívá společnost Abirail (2016) porovnání hodnot zjištěných pomocí systému APC a hodnot zjištěných ve stejném dopravním prostředku ručním sčítáním. Pro relevantnost je nezbytné data porovnávat na vzorku nejméně 1000 cestujících.

Pro dosažení standardu nesmí být chybovost (X) zjištěná na porovnávaném vzorku vyšší jak 5 %. Chybovost je možné definovat vzorcem dle Abirail (2016):

$$X = \frac{|H_1 - H_2|}{H_2} \quad (1)$$

X = chybovost; H_1 = hodnoty z systému APC; H_2 = hodnoty z ručního sčítání

Abirail (2016) uvádí, že pro použití tohoto vzorce je třeba provést „správně“ ruční sčítání, pro získání co nejoptimálnějších hodnot je nutné vozidlo obsadit správným počtem osob, které budou ruční sčítání provádět – sčítači. Podle autora je tento počet závislý na počtu, šířce a provedení dveří, u úzkých dveří, kterými může najednou projít pouze jedna osoba, viz obrázek 15, stačí 1 sčítač, který počítá nastupující i vystupující cestující.



Obrázek 15: Úzké přední dveře vozidla Solaris Urbino 8,9 LE (autor)

Podle Abirailu (2016) u dveří normální šířky mohou nastat dvě varianty, zda je mezi dveřmi střední dělení nebo ne, v případě že ano, jsou potřeba 2 sčítači. Autor uvádí, že každý z nich počítá nastupující i vystupující cestující v přidělené polovině dveří, v případě bez středního dělení, viz obrázek 16, jsou opět potřeba 2 sčítači, jeden počítá nastupující cestující, druhý vystupující cestující. Dle autora je tato poslední varianta nejlépe porovnatelná s daty ze systémů APC.



Obrázek 16: Široké dveře vozidla SOR NB12 (autor)

2.7 Provedení systémů APC

Současně dostupné systémy APC je možné rozdělit podle několika různých způsobů provedení. První rozdělení lze provést podle technologie senzoru. Podle společnosti ONE SYSTEM (2016) mohou být senzory na principu infračervených paprsků nebo kamery bez záznamu obrazu, dále je možné tyto systémy rozdělit podle toho, zda pro zjištění některých údajů potřebují data z palubního počítače vozidla, nebo jsou autonomní, s čímž je spojeno další rozdělení podle způsobu komunikace systému APC s dispečinkem či back office, kde jsou shromažďována data na serveru. Z velké části je výběr vhodné varianty, u již provozovaného vozidla, závislý na možnostech osazeného palubního počítače ve vozidle. Pokud například palubní počítač nemá dostupná data o GPS souřadnicích, je nutné přidat k řídicí jednotce PCU modul GPS apod.

Podle společnosti Bustec (2016) je důležité provedení instalace systému APC a jeho následná implementace do IT prostředí podniku, instalace musí být provedena tak, aby byl snadný přístup ke všem komponentám, zařízení by měla být odolná vůči otřesům a běžnému provoznímu namáhání, ale také proti vlhkosti a prachu. Neměl by být narušen design vozidla.

Abirail (2016) uvádí, že pro analýzu a vyhodnocení surových dat získaných ze systému APC je nezbytný software. Ve třech možných variantách si dopravní podnik zpracuje data do potřebných výstupů sám, využije softwarové řešení dodavatele systému APC nebo použije software třetí strany. Software by měl nezávisle na výběru dodavatele pracovat na principu klient-server. K přiřazeným datům by měl přidělovat náležité parametry a z nich vytvářet požadované sestavy. Podle společnosti Abirail (2016) by měl software poskytovat přehledným způsobem informace o:

- počtu nastupujících cestujících v zastávce,
- počtu vystupujících cestujících v zastávce,
- počtu cestujících ve vozidle po odjezdu ze zastávky,
- datu, času příjezdu a odjezdu ze zastávky,
- číslu linky, kurzu, cílové konečné stanici,
- jménu zastávky, případně jejímu kódu,
- číslu vozidla,
- GPS pozici v zastávce,

- identifikaci stavu, kdy vůz projel bez odbavení zastávkou na znamení,
- informaci o chybách a poruchách zařízení.

Podle Abirailu (2016) by měl být díky dostatečnému množství informací software schopný zpracovat statistické ukazatele obratu cestujících na zastávce s rozdělením na nástup a výstup, obratu cestujících na lince, ale i využití kapacity vozidel, linky. Auto dále uvádí, že v ideálním případě pro dosažení kvalitních výstupů by měl software operovat i s funkcí pro eliminaci chybných dat.

Na základě dlouhodobých statistik společnost Abirail (2016) je možné tvrdit, že pro dodání dostatečného množství informací by měl být systém APC nainstalován alespoň na 10 % vozidel sledované linky. Výsledné % vozidel, do kterých by měl být systém APC nainstalován, je pak závislý především na strategii obměny vozidel, pořizovací ceně a životnosti systému.

3 NÁVRH A HODNOCENÍ MOŽNÝCH VARIANT SYSTÉMŮ NA AUTOMATICKÉ SČÍTÁNÍ CESTUJÍCÍCH

Tato kapitola se zabývá návrhem a hodnocením možných variant systémů na automatické sčítání cestujících, které jsou v současné chvíli dostupné na českém trhu. Návrh variant je vypracován v druhé části této kapitoly z nabídek obdržných od dodavatelů na základě v první části vypracované poptávky, sestavené dle zadávacích požadavků DPP.

3.1 Poptávka systému na automatické sčítání cestujících

Předmětem poptávky byl – systém automatického sčítání cestujících, včetně jeho implementace do stávajícího prostředí DPP, a to celkem až do celkového počtu 182 vozidel (minimálně 3). Na základě požadavku Dopravního podniku hlavního města Prahy (2016c) se zájmem získání samotných „surových“ dat byla poptávka vypracována ve dvou variantách. V obou variantách se jedná o dodání systému APC do 3 modelů autobusů, standardní SOR NB12, kloubový SOR NB18 a minibus Solaris Urbino 8,9 LE. Všechna vozidla, jichž se poptávka týkala, jsou již provozována a není možné provést instalaci systému APC již při výrobě. Požadavek na přesnost systému byl 95 % dle metodiky, viz kapitola 2.6.

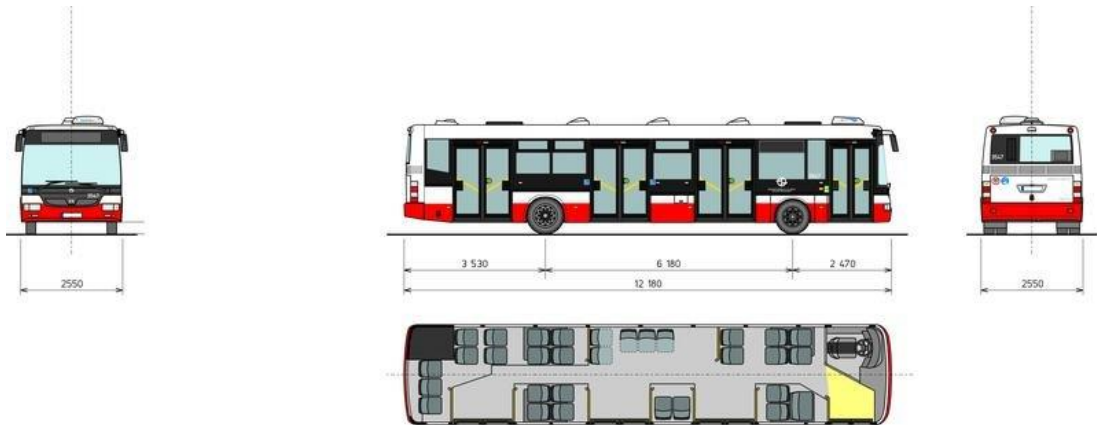
3.1.1 Obsah poptávky

V první variantě byly předmětem poptávky následující body na základě požadavku Dopravního podniku hlavního města Prahy (2016c), s výjimkou posledního, jenž byl předmětem poptávky navíc v druhé variantě komplexní dodávky systému APC:

- dodávka a montáž zařízení APC do vozidel, včetně napájení těchto zařízení, kabeláže, vlastního zabudování do interiéru vozidla,
- řešení pro online přenos dat z APC pomocí sítí GSM,
- celková dokumentace řešení, včetně popisu komunikace dodaného systému APC se stávajícím vozidlovým informačním systémem,
- implementace systému do vozidlového informačního systému,
- zajištění veškerých práv a licencí souvisejících s provozováním dodaného systému trvale,
- výchozí revize instalace zařízení APC do vozidel,
- zaškolení zaměstnanců DPP,
- dodávka softwaru pro sběr a analýzu dat APC.

3.1.2 Parametry vozidel

SOR NB12 je model českého městského nízkopodlažního autobusu standardní délky, který je vyráběn společností SOR Libchavy (2016a), prototyp vznikl v roce 2006, sériová výroba byla zahájena o dva roky později. Dle autora má autobus nízkopodlažní uličku a dveřní prostory v celé délce, většina sedaček je umístěna na výrazně vyvýšených částech podlahy. Na následujícím obrázku 17 je zobrazen náčrtek vozidla SOR NB12.



Obrázek 17: Náčrtek vozidla SOR NB12 (Dopravní podnik hlavního města Prahy, 2016d)

Součástí poptávky byla přiložená fotodokumentace dveřních prostor, z důvodu odhadu nákladů na návrh, výrobu a montáž montážní sady pro uchycení senzorů APC, viz obrázek 18.



Obrázek 18: Dveřní prostor předních dveří SOR NB12 (autor)

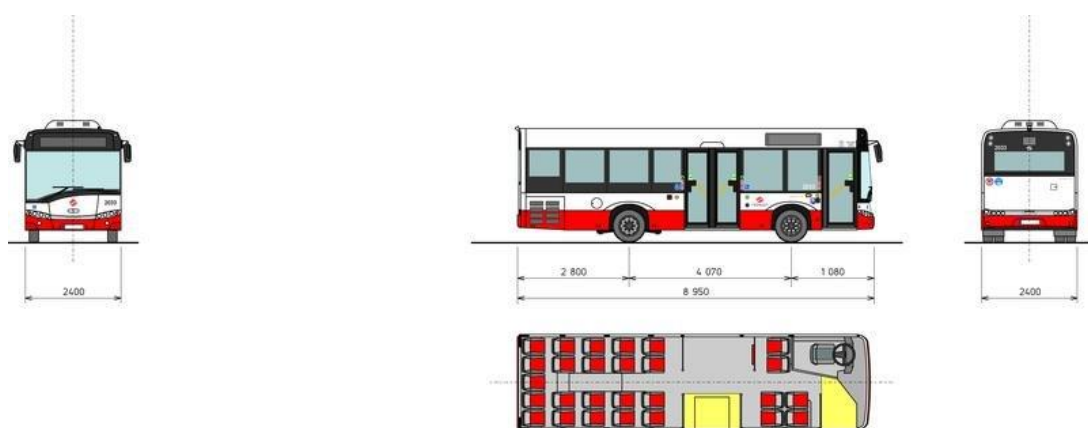
SOR NB18 je model městského kloubového nízkopodlažního autobusu z produkce společnosti SOR Libchavy (2016b), prototyp byl vyroben v roce 2006, sériová výroba byla zahájena také o 2 roky později jako u modelu SOR NB12. Na následujícím obrázku 19 je zobrazen náčrt vozidla SOR NB18.



Obrázek 19: Náčrt vozidla SOR NB18 (Dopravní podnik hlavního města Prahy, 2016d)

Dveřní prostory u kloubového SOR NB18 jsou stejné jako u SOR NB12, jediným rozdílem je přítomnost jedněch 1 200 mm dveří navíc.

Solaris Urbino 8,9 LE je model městského nízkopodlažního midibusu, který je vyráběn společností Solaris Bus & Coach (2016), prototyp byl vyroben v roce 2011, sériová výroba pak byla zahájena v roce 2013. Na následujícím obrázku 20 je zobrazen náčrt vozidla.



Obrázek 20: Náčrt vozidla Solaris Urbino 8,9 LE (Dopravní podnik hlavního města Prahy, 2016d)

Při výrobě vozidel Solaris Urbino 8,9LE již předem počítali s možným budoucím osazením dodatečných systémů a proto připravili vodorovnou montážní plochu, viz obrázek 21.



Obrázek 21: Detail dveřního prostoru zadních dveří Solaris Urbino 8,9 LE (autor)

V následující tabulce 2 jsou shrnuty základní parametry vybraných vozidel SOR NB12, SOR NB18 a Solaris Urbino 8,9 LE.

Tabulka 2: Parametry vozidel

	SOR NB12	SOR NB18	Solaris Urbino 8,9 LE
Délka (m)	12	18	8,9
Počet dveří osazených APC	4	5	2
Vnitřní šířka jednotlivých dveří (mm)	860/1200/1200/1200	860/1200/1200/1200/1200/1200	860/1350
Povrch nástupního prostoru	matný	matný	matný
Palubní napětí (V)	24	24	24
Palubní počítač	ARBOR	ARBOR	ARBOR
Signál GPS + aktuální datum a čas	ano	ano	ano
Signál blokování dveří vozidla	ano	ano	ano
Informace o obsluhované zastávce	ano	ano	ano

Zdroj: Dopravní podnik hlavního města Prahy (2016c), autor

3.2 Varianta od dodavatele Abirail

Firma Abirail (2016) CZ s. r. o. se sídlem v Brně je dodavatelem systému pro sčítání cestujících ABIRUN APC, který využívá senzory od firmy DILAX Intelcom GmbH a vlastní software společnosti Abirail CZ, své obchodní aktivity zahájila v roce 2013. Autor uvádí, že vznikla jako poskytovatel odborných konzultací, analýz a souvisejících informačních technologií a zařízení v oblasti dopravy. Společnost DILAX Intelcom GmbH byla založena v roce 1988 a za více jak dvě desetiletí se stala průkopníkem v oblasti technologií v dopravě.

Současně nabízená varianta systému APC od firmy Abirail (2016) funguje na principu většího množství cenově dostupnějších 2D infračervených senzorů v prostoru jednotlivých dveří, při standardní šířce dveří 1 200 mm je třeba umístit do prostoru nade dveřmi celkem 3 senzory. Autor zmiňuje, že senzory jsou pomocí ethernetových kabelů s kovovými RJ45 konektory viz následující obrázek 22 (pro vysokou odolnost ve vibracemi namáhaném prostředí vozidla) připojeny k vyhodnocovací jednotce PCU, až do celkového počtu 16 senzorů na jednu jednotku PCU.



Obrázek 22: Kovový konektor RJ45 (Abirail, 2016)

Abirail (2016) uvádí, že PCU jednotka je dále připojena k palubnímu počítači pro získávání dalších podrobných údajů o poloze GPS, přesném datu, času, ale i pro získání signálu blokování dveří a informace o obsluhované zastávce, lince i spoji. Podle autora může připojení probíhat ve dvou režimech, přímé napojení jednotky PCU na palubní počítač nebo připojení do společné sítě vozidla prostřednictvím switchu. Autor uvádí, že senzory dosahují vysoké přesnosti počítání bez ohledu na pozadí, okolní světlo či odrazy, výrobcem udávaná operační teplota je v rozmezí od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podle Abirailu (2016) standardní uspořádání systému APC spočívá v sériovém zapojení senzorů v rámci jednotlivých dveří a jejich následné paralelní zapojení k ethernetovému switchi nebo přímo k jednotce PCU, standardem je pak doplnění jednotky PCU o GSM modul, který umožňuje a poskytuje

i online komunikaci systému APC s back office. Autor uvádí, že střední doba mezi poruchami udávaná výrobcem je 5 484 862 hodin.

Reference MHD dle Abirail (2016) – Plzeňské městské dopravní podniky, a. s. – autobusy, Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce nad Nisou, a. s. – autobusy, tramvaje, trolejbusy.

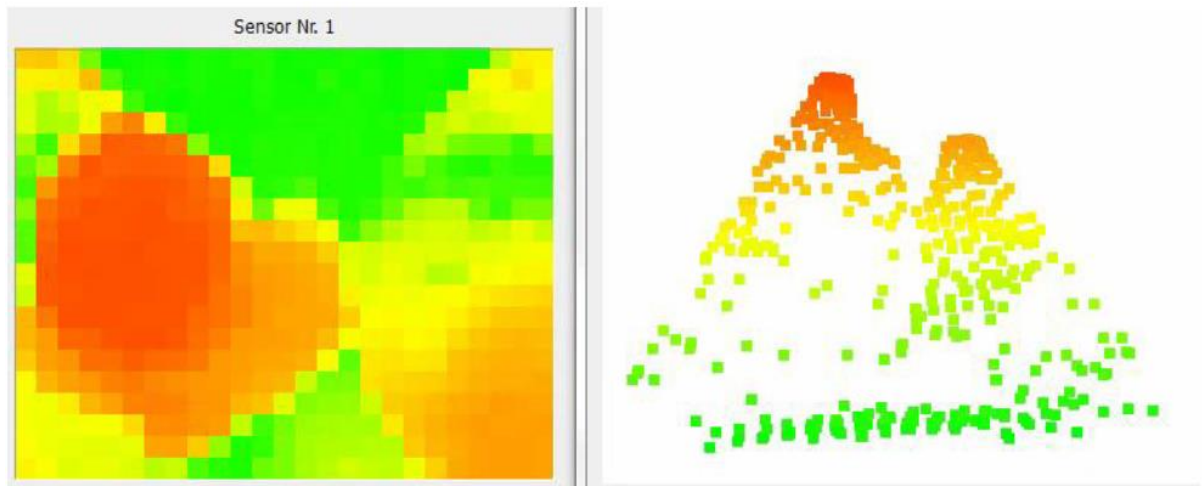
Reference železnice dle Abirail (2016) – Jindřichohradecké místní dráhy, a. s. – železniční vozidla pro přepravu cestujících.

Abirail (2016) uvádí, že servis spolu se skladem všech náhradních dílů je dostupný přímo z České republiky, poskytovaný přímo firmou ABIRAIL CZ, s. r. o.

3.3 Varianta od dodavatele Bustec

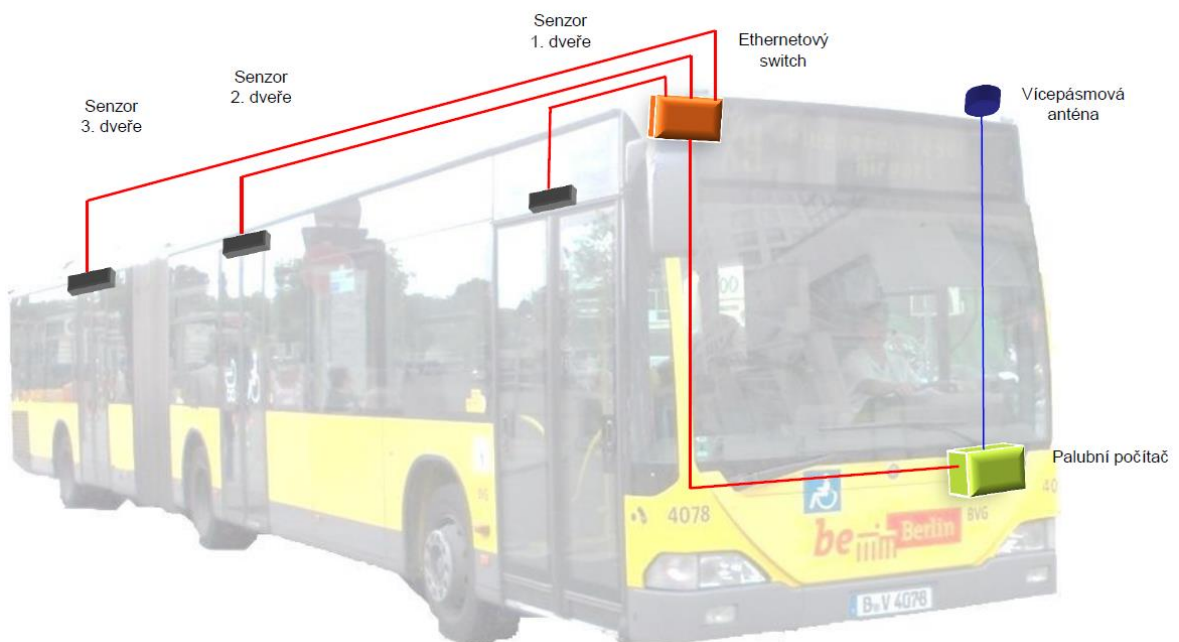
Firma Bustec (2016) se sídlem v Německém Wuppertalu je dodavatelem systému pro sčítání cestujících od firmy Iris GmbH. Autor uvádí, že společnost Iris GmbH byla založena v roce 1991 a od té doby vybavila více než 75 000 vozů svými senzory IRMA Matrix, Iris GmbH se zaměřuje především na 3 trhy, německý (28 %), ostatní evropský (32 %) a americký (38 %), zbývající 2 % jsou soustředěna v Asii. Obchodním partnerem pro český a slovenský trh je firma Bustec.

Současná generace systému APC od firmy Bustec (2016) Iris GmbH funguje na principu doby letu paprsku (technologie TOF – Time of flight), senzory generují 3D snímky místo 2D kontrastního snímání detekční oblasti, osob a předmětů, APC vyhodnocuje skutečné údaje o vzdálenosti a tvarech, rozpoznává jednotlivé osoby podle tvaru a pohybu. Autor dále uvádí, že dokáže rozlišit mezi osobami a předměty, 3D snímky umožňují vysokou přesnost počítání bez ohledů na barvu, teplotu, proměnlivé pozadí, okolní světlo či odrazy. Na následujícím obrázku 23 je znázorněn snímek ze senzoru APC s technologií TOF.



Obrázek 23: 3D snímání pomocí TOF (Bustec, 2016)

Standardní uspořádání systému od společnosti Bustec (2016) spočívá v paralelním připojení jednotlivých dveřních senzorů do ethernetového switche, který propojuje celý systém s palubním počítačem, který standardně pomocí vícepásmové antény odesílá získaná data, viz následující obrázek 24.



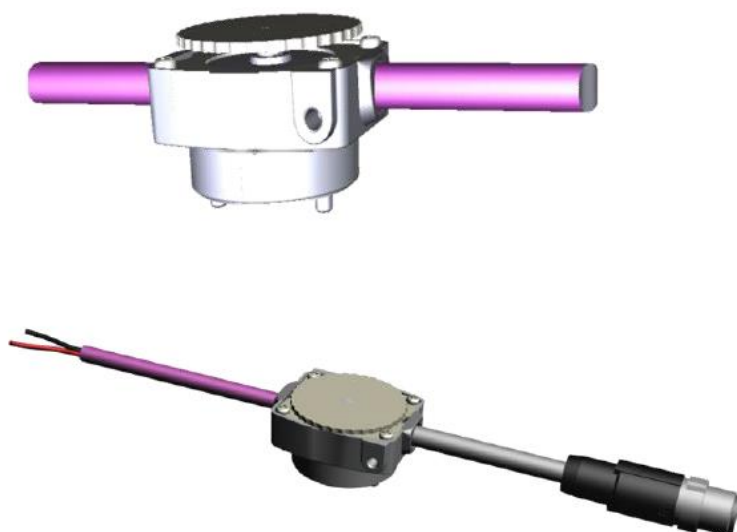
Obrázek 24: Uspořádání systému APC společnosti Bustec (Bustec, 2016)

Bustec (2016) uvádí, že senzory lze namontovat ve dvou variantách, povrchová a zápusťná montáž. Podle autora je v obou případech senzor instalován přímo do prostoru dveří, senzory mají stupeň krytí IP 65, což s sebou přináší vyšší životnost ve vlhkém prostředí. Na následujícím obrázku 25 jsou znázorněny senzory pro oba typy montáže.



Obrázek 25: Senzor pro povrchovou a zápusťnou montáž (Bustec, 2016)

Podle Bustecu (2016) slouží pro připojení senzorů k ostatním prvkům konektory sCON, které sdružují z jedné strany sběrnice kabel o délce 1 m, který přenáší data do switche a následně do palubního počítače, viz následující obrázek 26, a ze strany druhé kabel napájecí o délce až 2 m. Autorem udávaná operační teplota je v rozmezí od - 25 °C do + 70 °C, relativní vlhkost pak pod 95 %. Dle autora je střední doba mezi poruchami 300 000 hodin, jako napájení může sloužit zdroj s nominálním stejnosměrným napětím od 9 V do 32 V, v ideálním případě pak 24 V bez měniče. Autor uvádí, že spotřeba jednoho senzoru se pohybuje mezi 6 a 9 W. Dále také uvádí, že pokud dané vozidlo disponuje dveřmi se standardní šířkou nepřekračující 1 200 mm, je zapotřebí pouze 1 senzoru do každého dveřního prostoru. Systém disponuje autodetekcí poruch, kdy probíhá průběžná diagnostika funkčnosti jednotlivých senzorů ve vozidle, čímž lze zajistit detekci vandalismu na senzorech.



Obrázek 26: Konektor sCON (Bustec, 2016)

Podle dodavatele Bustec (2016) Technologie TOF umožňuje díky 3D pohledu využívat klasifikaci podle výšky:

- detekce invalidních vozíků,
- detekce kočárků,
- detekce jízdnicích kol.

Bustec (2016) uvádí, že samotnou výrobu veškerých potřebných zařízení mimo switchů zajišťuje společnost Iris GmbH, kvalifikovaní pracovníci za pomoci mikro technologií provádějí elektronickou montáž, při výrobě také dochází k absolutnímu testování všech vyrobených kusů, kdy probíhá 100 % testování hlavních součástí, 46 hodinové zahoření při 65 °C, test IP 65 a finální koncový test. Na následujícím obrázku 27 je fotografie praktického nasazení senzorů IRMA Matrix ve Švýcarsku.



Obrázek 27: Senzor IRMA Matrix v praxi (Bustec, 2016)

3.4 Varianta od dodavatele ONE SYSTEM

Firma ONE SYSTEM (2016) se sídlem v Praze je dodavatelem dvou různých systémů pro sčítání cestujících, prvním z nich je stejně jako u dodavatele Bustec systém APC se senzory IRMA Matrix od společnosti Iris GmbH, druhým z nich je systém APC využívající technologii stereoskopických kamer Hella. Podle autora jsou v obou variantách data soustředěována v PCU jednotce Dresearch Hydra IP, záznamová jednotka pomocí vstupních dveřních signálů rozezná otevřené dveře vozidla a aktivuje proces sčítání automaticky. Autor uvádí, že tím je zajištěn sběr pouze správných dat, a nikoliv pohyb cestujících ve dveřním

prostoru při jízdě nebo stání vozidla se zavřenými dveřmi. Podle autora, Dresearch Hydra IP poskytuje otevřené rozhraní pro přenos veškerých dat do dalších zařízení, pomocí integrace dalších modulů je možná komunikace a přenos dat přes další různá rozhraní jako například (3G, 4G, Wifi). Autor dále uvádí, že stupeň krytí senzoru je IP 65, přesnost systému je ve variantě se senzory IRMA Matrix 95 %, ve variantě se senzory Hella, viz následující obrázek 28, je přesnost systému APC 98 %.



Obrázek 28: Senzor Hella (ONE SYSTEM, 2016)

Specialitou systému APC od dodavatele ONE SYSTEM (2016) je možnost k systému připojit síť analogových nebo IP kamer, což otvírá další škálu možností. Autor dále uvádí, že údaje o cestujících jsou poskytovány ve formátu CSV a standardně jsou analyzovány pomocí SW Dresearch DRPCA, který surová data zpracuje a zobrazí je pro další analýzu či export.

Podle dodavatele ONE SYSTEM (2016) jsou všechny komponenty systému APC uzpůsobeny pro snadnou montáž, pro připojení k páteřní síti vozidla slouží konektory M12. Autor dále uvádí, že zařízení včetně napájení, ostatní kabeláže, konektorů a průchodek jsou provedena dostatečně pevně, tedy odolně vůči otřesům a běžnému provoznímu namáhání, odolně vůči vlhkosti a prachu.

3.5 Varianta od dodavatele Mikroelektronika

Firma Mikroelektronika (2016) založená v roce 1991 se sídlem ve Vysokém Mýtě je dodavatelem velkého množství elektronických zařízení pro průmysl a dopravu, jedním ze segmentů je také dodávka různých systémů APC. Podle autora, Mikroelektronika stojí v roli subdodavatele, který je schopen upravit řešení od různých výrobců a dodavatelů na míru dle přání zákazníka, z toho důvodu není možné blíže specifikovat zařízení a senzory nasazené v jejich systému.

Mikroelektronika (2016) je schopna dodat software pro vyhodnocování dat z APC téměř ke všem systémům od rozličných výrobců (Dilax, Hella, Acorel, Iris GmbH, Eurotech, Dolphio, R2Protec, Railweight, Infotron). Přesnost systémů APC, se kterými Mikroelektronika pracuje, je minimálně 95 %.

3.6 Hodnocení variant

Základními požadavky DPP bylo zajištění sběru a odesílání dat mimo již kapacitně nedostačující radiovou síť TETRA ke zpracování při minimální 95 % přesnosti systému APC. DPP předpokládá zpracování dat firmou CHAPS, která data zpracuje do databáze a zajistí tvorbu sestav. Původním požadavkem DPP bylo vyřazení softwaru dodavatele z poptávky, protože firma CHAPS v současné chvíli zajišťuje kompletní databázový software poskytující data o přepravených cestujících, databázi jízdních řádů, dopravních výkonů atd. Přesto je součástí poptávky zaslané dodavatelům žádost o ocenění jimi dodávaného softwaru. Všechny výše zmíněné varianty splňují základní požadavky DPP, z toho důvodu není žádná varianta předem vyřazena a v následující čtvrté kapitole bude zhodnocena pomocí vícekritériální analýzy, doby návratnosti investice a čisté současné hodnoty investice.

4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH VARIANT

Závěrečná část této diplomové práce se zabývá ekonomickou komparací řešení systémů APC od dodavatelů Abirail, Bustec, ONE SYSTEM a Mikroelektronika spolu se stávajícím řešením provádění dopravních průzkumů pomocí ručního sčítání cestujících. V následujících podkapitolách budou shrnuty jednotlivé cenové nabídky, dále budou podrobně rozebrána jednotlivá kritéria hodnocení a na jejich základě vybrána vhodná varianta řešení problému.

Na základě cenových nabídek uvedených v přílohách A až E od jednotlivých dodavatelů autor vytvořil následující shrnutí nákladů na jednotlivá vozidla celkem a na ostatní finanční náklady do následující tabulky 3.

Tabulka 3: Shrnutí cenových nabídek jednotlivých dodavatelů

Všechny údaje v Kč	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	Mikroelektronika
1 vozidlo (3) – celkem	708 133	678 000	591 692	576 038	2 523 150
SOR NB12	157 326	140 000	195 983	191 099	177 000
SOR NB18	189 278	180 000	234 486	228 381	215 550
Solaris Urbino 8,9 LE	81 284	113 000	123 423	118 758	105 900
Ostatní fin. náklady	280 245	245 000	37 800	37 800	2 024 700
10 % vozidel – celkem	11 109 454	9 997 000	12 973 122	12 635 781	13 809 450
SOR NB12	3 775 824	3 360 000	4 703 592	4 586 376	4 248 000
SOR NB18	6 246 174	5 940 000	7 738 038	7 536 573	7 113 150
Solaris Urbino 8,9 LE	325 136	452 000	493 692	475 032	423 600
Ostatní fin. náklady	762 320	245 000	37 800	37 800	2 024 700
30 % vozidel – celkem	31 964 657	26 222 000	38 570 777	37 566 080	37 124 850
SOR NB12	11 495 748	8 979 000	14 306 759	13 950 227	12 921 000
SOR NB18	18 318 256	15 714 000	22 745 142	22 152 957	20 908 350
Solaris Urbino 8,9 LE	975 408	1 284 000	1 481 076	1 425 096	1 270 800
Ostatní fin. náklady	1 175 245	245 000	37 800	37 800	2 024 700

Zdroj: autor

4.1 Kritéria hodnocení systémů APC

Kritéria, dle kterých lze hodnotit vybrané varianty systému APC, je možné rozdělit na kritéria finanční a nefinanční.

Do finančních kritérií lze zahrnout především náklady na pořízení materiálu, náklady na instalaci, kalibraci a ověření, náklady na SW licence, jeho instalaci, a ostatní finanční náklady spojené se zavedením systému APC. Tato kritéria jsou nákladového typu, a proto je možné je kvantifikovat v peněžních jednotkách.

Mezi nefinanční kritéria patří přesnost systému APC, střední doba chybovosti (spolehlivost), reference z českého prostředí a dostupnost rychlého servisu.

Následující část této podkapitoly se zabývá stanovením významnosti jednotlivých kritérií pomocí bodovací metody (Metfesselovi alokace). Bodové ohodnocení jednotlivých kritérií je provedeno odborným odhadem odborníka ze společnosti DPP a je znázorněno v následující tabulce 4.

Tabulka 4: Váhy kritérií

Kritérium	Bodové ohodnocení	Váha kritéria
Náklady na pořízení materiálu	18	0,18
Náklady na instalaci, kalibraci a ověření	12	0,12
Náklady na SW licence a jeho instalaci	21	0,21
Ostatní finanční náklady spojené s APC	9	0,09
Přesnost systému APC	8	0,08
Střední doba chybovosti (spolehlivost)	18	0,18
Reference	2	0,02
Dostupnost servisu	12	0,12
Celkem	100	1

Zdroj: DPP (2016), autor

Na základě stanovených normovaných vah kritérií z tabulky 4 lze pomocí metody postupného rozvrhu vah jednotlivá kritéria rozdělit do dílčích skupin, dle jejich příbuznosti.

První skupinu kritérií S_1 tvoří kritéria finanční:

- K_1 Náklady na pořízení materiálu.
- K_2 Náklady na instalaci, kalibraci a ověření.
- K_3 Náklady na SW licence a jeho instalaci.

- K₄ Ostatní finanční náklady spojené s APC

Druhou skupinu kritérií S₂ tvoří kritéria nefinanční:

- K₅ Přesnost systému APC.
- K₆ Střední doba chybovosti (spolehlivost).
- K₇ Reference.
- K₈ Dostupnost servisu.

V dalším kroku je potřeba stanovit váhy jednotlivých skupin kritérií. Tyto váhy jsou znázorněny v následující tabulce 5.

Tabulka 5: Váhy skupin kritérií

Skupina kritérií	Bodové ohodnocení	Váha kritéria
S ₁ Finanční kritéria	60	0,6
S ₂ Nefinanční kritéria	40	0,4
Celkem	100	1

Zdroj: DPP (2016), autor

Na základě zjištěných vah skupin kritérií a bodového hodnocení od odborníka zanesené do přechozích dvou tabulek je možné sestavit závěrečnou tabulku 6 shrnující a znázorňující výsledné váhy jednotlivých kritérií, které lze získat vynásobením vah jednotlivých kritérií s váhami skupin kritérií v rámci každé skupiny.

Tabulka 6: Rozvrh jednotlivých vah

Skupina kritérií	S ₁				S ₂			
Váhy skupin kritérií	0,6				0,4			
Kritéria	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈
Váhy kritérií	0,3	0,2	0,35	0,15	0,2	0,45	0,05	0,3
Výsledné váhy kritérií	0,18	0,12	0,21	0,09	0,08	0,18	0,02	0,12

Zdroj: DPP (2016), autor

Za nejdůležitější kritérium lze na základě údajů z tabulky 6 označit finanční kritérium K₃, což jsou náklady na licenci softwaru a jeho instalaci s váhou 0,21. Na následující příče se umístili kritéria K₁, náklady na materiál a K₆, střední doba chybovosti (spolehlivost) s váhou 0,18, na které je jako na jediné nefinanční kritérium kladen velký důraz. Dle důležitosti jsou další v řadě kritéria K₂, náklady na instalaci, kalibraci a ověření a K₈, dostupnost servisu v České republice s váhou 0,12. Dalším kritériem je K₄, ostatní finanční náklady spojené s APC s váhou 0,09, kam patří především náklady na školení zaměstnanců

DPP, vypracování dokumentace k systému APC v prostředí podniku a další. Na předposlední příčce se nachází kritérium K₅, přesnost systému APC s váhou 0,08. Nejméně důležitým kritériem je pak kritérium K₇, reference s váhou pouhých 0,02.

Po shrnutí výsledků vah kritérií je nutné shrnout také údaje potřebné k výpočtu výhodnosti variant.

Veškeré údaje potřebné pro výpočet výhodnosti jednotlivých variant od dodavatelů Abirail, Bustec, ONE SYSTEM a Mikroelektronika jsou shrnuty do následující tabulky 7.

Tabulka 7: Shrnutí údajů potřebných pro výpočet výhodnosti varianty

Položka	Dodavatelé				
	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	ME
Náklady SOR NB12 materiál (Kč)	115 216	125 000	165 983	161 099	165 000
Náklady SOR NB12 instalace (Kč)	42 110	15 000	30 000	30 000	12 000
Náklady SOR NB18 materiál (Kč)	140 548	155 000	199 486	193 381	198 750
Náklady SOR NB18 instalace (Kč)	48 730	25 000	35 000	35 000	16 800
Náklady Solaris 8,9 LE materiál (Kč)	51 464	100 000	123 423	98 758	96 300
Náklady Solaris 8,9 LE instalace (Kč)	29 820	13 000	20 000	20 000	9 600
Náklady SW pro 3 vozidla (Kč)	245 745	105 000	0	0	1 557 500
Náklady SW pro 182 vozidel (Kč)	1 140 745	105 000	0	0	1 557 500
Ostatní finanční náklady (Kč)	34 500	140 000	37 800	37 800	467 200

Zdroj: autor

4.1.1 Finanční kritéria

Mezi finanční kritéria je třeba zahrnout všechna, která se týkají propočtů spojených s náklady. Patří mezi ně náklady na materiál, instalaci, kalibraci a ověření, licence a instalaci softwaru a ostatní finanční náklady.

Náklady na materiál

Náklady na materiál je třeba kalkulovat v několika variantách, v závislosti na dodavateli, a tedy vybraném řešení a zároveň v závislosti na vybraném počtu autobusů, do kterých má být systém APC nasazen. Počet autobusů je vybrán ve 3 variantách. První variantou je nasazení systému APC do 1 vozidla od každého modelu, druhou variantou poté nasazení systému APC do 10 % vozidel (při chytrém plánování pokryje potřeby dostatku informací) a poslední variantou nasazení systému APC do 30 % vozidel (plnohodnotné pokrytí vhodné i pro online plánování dopravních výkonů).

Výpočet 3 vozidla:

- Abirail: $115\,216 + 140\,548 + 51\,464 = 307\,228$ Kč,
- Bustec: $125\,000 + 155\,000 + 100\,000 = 380\,000$ Kč,
- OS – IRMA Matrix: $165\,983 + 199\,486 + 103\,423 = 468\,892$ Kč,
- OS – Hella: $161\,099 + 193\,381 + 98\,758 = 453\,238$ Kč,
- Mikroelektronika: $165\,000 + 198\,750 + 96\,300 = 460\,050$ Kč.

Výpočet 10 % vozidel:

- Abirail: $24 \cdot 115\,216 + 33 \cdot 140\,548 + 4 \cdot 51\,464 = 7\,609\,124$ Kč,
- Bustec: $24 \cdot 125\,000 + 33 \cdot 155\,000 + 4 \cdot 100\,000 = 8\,515\,000$ Kč,
- OS – IRMA Matrix: $24 \cdot 165\,983 + 33 \cdot 199\,486 + 4 \cdot 103\,423 = 10\,980\,322$ Kč,
- OS – Hella: $24 \cdot 161\,099 + 33 \cdot 193\,381 + 4 \cdot 98\,758 = 10\,642\,981$ Kč,
- Mikroelektronika: $24 \cdot 165\,000 + 33 \cdot 198\,750 + 4 \cdot 96\,300 = 10\,903\,950$ Kč.

Výpočet 30 % vozidel:

- Abirail: $73 \cdot 115\,216 + 97 \cdot 140\,548 + 12 \cdot 51\,464 = 22\,661\,492$ Kč,
- Bustec: $73 \cdot 110\,000 + 97 \cdot 140\,000 + 12 \cdot 95\,000 = 22\,750\,000$ Kč,
- OS – IRMA Matrix: $73 \cdot 165\,983 + 97 \cdot 199\,486 + 12 \cdot 103\,423 = 32\,707\,977$ Kč,
- OS – Hella: $73 \cdot 161\,099 + 97 \cdot 193\,381 + 12 \cdot 98\,758 = 31\,703\,280$ Kč,
- Mikroelektronika: $73 \cdot 165\,000 + 97 \cdot 198\,750 + 12 \cdot 96\,300 = 32\,479\,350$ Kč.

V následující tabulce 8 jsou shrnuty všechny varianty.

Tabulka 8: Náklady na materiál

Položka	Dodavatelé				
	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	ME
3 vozidla (Kč)	307 228	380 000	468 892	453 238	460 050
10 % vozidel – 61 (Kč)	7 609 124	8 515 000	10 980 322	10 642 981	10 903 950
30 % vozidel – 182 (Kč)	22 661 492	22 750 000	32 707 977	31 703 280	32 479 350

Zdroj: autor

Náklady na instalaci kalibraci a ověření

Tento krok zahrnuje instalaci (montáž) zařízení APC do vozidel, jejich následnou kalibraci a ověření funkčnosti všech instalovaných komponent.

Výpočet 3 vozidla:

- Abirail: $42\,110 + 48\,730 + 29\,820 = 120\,660$ Kč,
- Bustec: $15\,000 + 25\,000 + 13\,000 = 53\,000$ Kč,
- OS – IRMA Matrix: $30\,000 + 35\,000 + 20\,000 = 85\,000$ Kč,
- OS – Hella: $30\,000 + 35\,000 + 20\,000 = 85\,000$ Kč,
- Mikroelektronika: $12\,000 + 16\,800 + 9\,600 = 38\,400$ Kč.

Výpočet 10 % vozidel:

- Abirail: $24 \cdot 42\,110 + 33 \cdot 48\,730 + 4 \cdot 29\,820 = 2\,738\,010$ Kč,
- Bustec: $24 \cdot 15\,000 + 33 \cdot 25\,000 + 4 \cdot 13\,000 = 1\,237\,000$ Kč,
- OS – IRMA Matrix: $24 \cdot 30\,000 + 33 \cdot 35\,000 + 4 \cdot 20\,000 = 1\,955\,000$ Kč,
- OS – Hella: $24 \cdot 30\,000 + 33 \cdot 35\,000 + 4 \cdot 20\,000 = 1\,955\,000$ Kč,
- Mikroelektronika: $24 \cdot 12\,000 + 33 \cdot 16\,800 + 4 \cdot 9\,600 = 880\,800$ Kč.

Výpočet 30 % vozidel:

- Abirail: $73 \cdot 42\,110 + 97 \cdot 48\,730 + 12 \cdot 29\,820 = 8\,158\,680$ Kč,
- Bustec: $73 \cdot 13\,000 + 97 \cdot 22\,000 + 12 \cdot 12\,000 = 3\,227\,000$ Kč,
- OS – IRMA Matrix: $73 \cdot 30\,000 + 33 \cdot 35\,000 + 4 \cdot 20\,000 = 3\,425\,000$ Kč,
- OS – Hella: $73 \cdot 30\,000 + 33 \cdot 35\,000 + 4 \cdot 20\,000 = 3\,425\,000$ Kč,
- Mikroelektronika: $73 \cdot 12\,000 + 97 \cdot 16\,800 + 12 \cdot 9\,600 = 2\,620\,800$ Kč.

V následující tabulce 9 jsou shrnuty všechny varianty.

Tabulka 9: Náklady na instalaci, kalibraci a ověření

Položka	Dodavatelé				
	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	ME
3 vozidla (Kč)	120 660	53 000	85 000	85 000	38 400
10 % vozidel – 61 (Kč)	2 738 010	1 237 000	1 955 000	1 955 000	880 800
30 % vozidel – 182 (Kč)	8 158 680	3 227 000	3 425 000	3 425 000	2 620 800

Zdroj: autor

Náklady na SW licence a jeho instalaci

Tyto náklady již nejsou rozlišeny modelem vozidla, ale jsou určeny na základě nabídky dodavatelů formou degresivního zvyšování nákladů na softwarové licence a jejich následnou instalaci v prostředí DPP.

Výpočet 3 vozidla:

- Abirail: $56\,245 + 189\,500 = \mathbf{245\,745\,Kč}$,
- Bustec: $65\,000 + 45\,000 = \mathbf{110\,000\,Kč}$,
- Mikroelektronika: $1\,507\,500 + 50\,000 = \mathbf{1\,557\,500\,Kč}$.

Výpočet 10 % vozidel:

- Abirail: $305\,235 + 422\,585 = \mathbf{727\,820\,Kč}$,
- Bustec: $65\,000 + 45\,000 = \mathbf{110\,000\,Kč}$,
- Mikroelektronika: $1\,507\,500 + 50\,000 = \mathbf{1\,557\,500\,Kč}$.

Výpočet 30 % vozidel:

- Abirail: $503\,745 + 637\,000 = \mathbf{1\,140\,745\,Kč}$,
- Bustec: $65\,000 + 45\,000 = \mathbf{110\,000\,Kč}$,
- Mikroelektronika: $1\,507\,500 + 50\,000 = \mathbf{1\,557\,500\,Kč}$.

V následující tabulce 10 jsou shrnuty všechny varianty.

Tabulka 10: Náklady na SW a jeho instalaci

Položka	Dodavatelé				
	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	ME
3 vozidla (Kč)	245 745	110 000	0	0	1 557 500
10 % vozidel – 61 (Kč)	727 820	110 000	0	0	1 557 500
30 % vozidel – 182 (Kč)	1 140 745	110 000	0	0	1 557 500

Zdroj: autor

Dodavatel APC systémů ONE SYSTEM poskytuje dodávku SW a jeho instalace zcela zdarma. Náklady na vývoj SW ONE SYSTEM promítá do zvýšené ceny za jednotky PCU.

Ostatní finanční náklady spojené s APC

Mezi ostatní finanční náklady patří veškeré náklady, které není možné zařadit do předcházejících skupin nákladů, jedná se tedy především o náklady na vypracování zpracovávací dokumentace a náklady na zaškolení zaměstnanců DPP s obsluhou a administrací systému APC včetně jeho softwaru viz tabulka 11.

Tabulka 11: Ostatní finanční náklady spojené s APC

Náklady	Dodavatelé				
	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	ME
Dokumentace	16 100 Kč	80 000 Kč	21 500 Kč	21 500 Kč	448 000 Kč
Zaškolení zam.	18 400 Kč	60 000 Kč	16 300 Kč	16 300 Kč	19 200 Kč

Zdroj: autor

4.1.2 Nefinanční kritéria

Mezi nefinanční kritéria patří všechna ostatní kritéria, která se netýkají propočtů spojených s náklady. Patří mezi ně přesnost systému APC, střední doba chybovosti (spolehlivost), reference v České republice a dostupnost servisu v České republice.

Hodnoty a údaje všech těchto nefinančních kritérií jsou deklarovány přímo dodavateli systémů APC a jsou doložitelné příslušnými certifikáty a dokumenty.

4.2 Vícekriteriální analýza

Z vypočtených hodnot a zjištěných kritérií se autor diplomové práce rozhodl zjistit, která z variant systému APC se nejvíce vyplatí pomocí vícekriteriální analýzy, která je provedena ve třech variantách pro 3, 61(10 %) a 182 (30 %) vozidel.

Výpočet varianty – 3 vozidla

V následující tabulce 12 jsou uvedena jednotlivá kritéria společně s dalšími zjištěnými poznatky, včetně výsledných vah kritérií, potřebných pro výpočet užítka pomocí metody lineárních dílčích utilit pro variantu instalace APC do 3 vozidel.

Tabulka 12: Kritéria hodnocení – varianta 3 vozidla

Kritérium	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	Mikro elektronika	Výsledné váhy kritérií
Náklady na materiál (Kč)	307 228	380 000	468 892	453 238	460 050	0,18
Náklady na instalaci, kalibraci a ověření (Kč)	120 660	53 000	85 000	85 000	38 400	0,12
Náklady na SW a jeho instalaci (Kč)	245 745	110 000	0	0	1 557 500	0,21
Ostatní finanční náklady spojené s APC (Kč)	34 500	140 000	37 800	37 800	467 200	0,09
Přesnost systému APC	95 %	95 %	95 %	98 %	95 %	0,08
Střední hodnota chybovosti	626,12 let	34,24 let	34,24 let	20,38 let	605 let	0,18
Reference v ČR	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	0,02
Servis v ČR	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne	0,12

Zdroj: autor

Pro výpočet utility jednotlivých variant využil autor diplomové práce vzorec dle autorů Fotr, Dědina a Hrůzová (2000) pro dílčí ohodnocení variant:

$$h_i^j = \frac{x_i^j - x_i^0}{x_i^* - x_i^0} \quad (2)$$

kde:

h_i^j = dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu,

x_i^j = hodnota j-té varianty i-tého kritéria,

x_i^0 = nejhorší hodnota i-tého kritéria,

x_i^* = nejlepší hodnota i-tého kritéria.

Celkové ohodnocení varianty se vypočítá dle autorů Fotr, Dědina a Hrůzová (2000) podle vzorce:

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i * h_i^j \quad (3)$$

kde:

H^j = celkové hodnocení j-té varianty,

v_i = váha i-tého kritéria,

h_i^j = dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu,

n = počet kritérií hodnocení.

Vypočtené hodnoty utility autor diplomové práce shrnul do následující tabulky 13.

Tabulka 13: Metoda lineárních dílčích funkcí utility – varianta 3 vozidla

	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	Mikroelektronika
K₁ (0,18)	0,18	0,09897	0	0,01743	0,00984
K₂ (0,12)	0	0,09870	0,05202	0,05202	0,12
K₃ (0,21)	0,17687	0,19517	0,21	0,21	0
K₄ (0,09)	0,09	0,06806	0,08931	0,08931	0
K₅ (0,08)	0	0	0	0,08	0
K₆ (0,18)	0,18	0,00412	0,00412	0	0,17372
K₇ (0,02)	0,02	0,02	0,02	0	0
K₈ (0,12)	0,12	0,12	0,12	0,12	0
Celkové hodnocení	0,76687	0,60502	0,49545	0,56876	0,30356
Pořadí	1.	2.	4.	3.	5.

Zdroj: autor

Ve variantě nasazení systému APC do pouhých 3 vozidel lze dle výsledků metody lineárních dílčích utilit upřednostnit systém od dodavatele Abirail s celkovým hodnocením 0,76687, na druhém místě se umístil systém od dodavatele Bustec s hodnocením 0,60502. Třetím nejlépe hodnoceným systémem se stal systém dodavatele ONE SYSTEM se senzory Hella.

Vzhledem k tomu, že kritérium K_3 náklady na software a jeho instalaci, které není tolik závislé na množství vozidel osazených systémem APC, má velmi velký vliv na výběr varianty, není pro finální výběr dodavatele systému APC vhodné se řídit výsledkem vícekritériální analýzy ve variantě 3 vozidel a je nutné reflektovat rozložení nákladů na software dalšími výpočty s více vozidly osazenými systémem APC.

Výpočet varianty – 10 % vozidel

V následující tabulce 14 jsou uvedena jednotlivá kritéria společně s dalšími zjištěnými poznatky, včetně výsledných vah kritérií, potřebných pro výpočet užítku pomocí metody lineárních dílčích utilit pro variantu instalace APC do 10 % vozidel.

Tabulka 14: Kritéria hodnocení – varianta 10 % vozidel

Kritérium	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	Mikro elektronika	Výsledné váhy kritérií
Náklady na materiál (Kč)	7 609 124	8 515 000	10 980 322	10 642 981	10 903 950	0,18
Náklady na instalaci, kalibraci a ověření (Kč)	2 738 010	1 237 000	1 955 000	1 955 000	880 800	0,12
Náklady na SW a jeho instalaci (Kč)	727 820	110 000	0	0	1 557 500	0,21
Ostatní finanční náklady spojené s APC (Kč)	34 500	140 000	37 800	37 800	467 200	0,09
Přesnost systému APC	95 %	95 %	95 %	98 %	95 %	0,08
Střední hodnota chybovosti	626,12 let	34,24 let	34,24 let	20,38 let	605 let	0,18
Reference v ČR	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	0,02
Servis v ČR	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne	0,12

Zdroj: autor

Vypočtené hodnoty utility autor diplomové práce shrnul do následující tabulky 15.

Tabulka 15: Metoda lineárních dílčích funkcí utility – varianta 10 % vozidel

	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	Mikroelektronika
K₁ (0,18)	0,18	0,13163	0	0,01801	0,00408
K₂ (0,12)	0	0,09698	0,05059	0,05059	0,12
K₃ (0,21)	0,11187	0,19517	0,21	0,21	0
K₄ (0,09)	0,09	0,06806	0,08931	0,08931	0
K₅ (0,08)	0	0	0	0,08	0
K₆ (0,18)	0,18	0,00412	0,00412	0	0,17372
K₇ (0,02)	0,02	0,02	0,02	0	0
K₈ (0,12)	0,12	0,12	0,12	0,12	0
Celkové hodnocení	0,70187	0,63596	0,49402	0,56791	0,2978
Pořadí	1.	2.	4.	3.	5.

Zdroj: autor

Ve variantě nasazení systému APC do 10 % vozidel lze dle výsledků metody lineárních dílčích utilit opět upřednostnit systém od dodavatele Abirail s celkovým hodnocením 0,70187. Další pořadí zůstalo nezměněno stejně jako u varianty 3 vozidel. Na druhém místě se umístil dodavatel Bustec s dodávanými senzory IRMA Matrix a s celkovým hodnocením 0,63596 a na místě třetím dodavatel ONE SYSTEM se senzory

Hella. Jelikož DPP stanovil váhu kritéria K_1 náklady na materiál „pouhých“ 0,18, přestože náklady na materiál tvoří okolo 70 % celkových finančních nákladů, je značně ovlivňujícím faktorem kritérium K_3 , a to z důvodu, že dodavatel ONE SYSTEM dodává své systémy APC se softwarem na vyhodnocování dat v ceně systému. Kritickými kritérii byly především náklady na materiál, dále pak náklady na software a střední hodnota chybovosti.

Varianta nasazení APC systému do 10 % je stěžejní. Při nasazení tohoto množství zařízení APC je možné chytře nasadit na linky množství vozidel, z jejichž výstupů je k dispozici dostatečné množství dat pro analýzu a následné vyhodnocování.

Výpočet varianty – 30 % vozidel

V následující tabulce 16 jsou uvedena jednotlivá kritéria společně s dalšími zjištěnými poznatky, včetně výsledných vah kritérií, potřebných pro výpočet užítku pomocí metody lineárních dílčích utilit pro variantu instalace APC do 30 % vozidel.

Tabulka 16: Kritéria hodnocení – varianta 30 % vozidel

Kritérium	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	Mikro elektronika	Výsledné váhy kritérií
Náklady na materiál (Kč)	22 661 492	22 750 000	32 707 977	31 703 280	32 479 350	0,18
Náklady na instalaci, kalibraci a ověření (Kč)	8 158 680	3 227 000	3 425 000	3 425 000	2 620 800	0,12
Náklady na SW a jeho instalaci (Kč)	1 140 745	110 000	0	0	1 557 500	0,21
Ostatní finanční náklady spojené s APC (Kč)	34 500	140 000	37 800	37 800	467 200	0,09
Přesnost systému APC	95 %	95 %	95 %	98 %	95 %	0,08
Střední hodnota chybovosti	626,12 let	34,24 let	34,24 let	20,38 let	605 let	0,18
Reference v ČR	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	0,02
Servis v ČR	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne	0,12

Zdroj: autor

Vypočtené hodnoty utility autor diplomové práce shrnul do následující tabulky 17.

Tabulka 17: Metoda lineárních dílčích funkcí utility – varianta 30 % vozidel

	Abirail	Bustec	OS IRMA	OS Hella	Mikroelektronika
K₁ (0,18)	0,18	0,17841	0	0,018	0,00410
K₂ (0,12)	0	0,10686	0,10257	0,10257	0,12
K₃ (0,21)	0,05619	0,19517	0,21	0,21	0
K₄ (0,09)	0,09	0,06806	0,08931	0,08931	0
K₅ (0,08)	0	0	0	0,08	0
K₆ (0,18)	0,18	0,00412	0,00412	0	0,17372
K₇ (0,02)	0,02	0,02	0,02	0	0
K₈ (0,12)	0,12	0,12	0,12	0,12	0
Celkové hodnocení	0,64619	0,69262	0,546	0,61988	0,29782
Pořadí	2.	1.	4.	3.	5.

Zdroj: autor

Ve variantě nasazení systému APC do 30 % vozidel lze dle výsledků metody lineárních dílčích utilit upřednostnit systém od dodavatele Bustec s celkovým hodnocením 0,69262. Nejvyšší celkové hodnocení v této variantě získal dodavatel Bustec především protože má nastavenou politiku nezanedbatelného snižování cen materiálu a instalace při velkém jednorázovém odběru. Na druhém místě se umístila varianta od dodavatele Abirail s celkovým hodnocením 0,64619. S velmi podobným výsledkem se na třetím místě umístila varianta od dodavatele ONE SYSTEM se senzory Hella.

4.2.1 Shrnutí vícekritériální analýzy

Ve variantě pro 3 vozidla i pro 10 % vozidel se dle výsledků vícekritériální analýzy, jejíž součástí bylo hodnocení podle 8 kritérií, z nichž 4 patří do skupiny finančních a 4 do skupiny nefinančních, se jeví jako dobrá varianta, varianta od dodavatele Abirail. Ve variantě pro 3 vozidla dosáhl systém od Abirailu celkového hodnocení 0,76687. Ve variantě pro 10 % vozidel dosáhl tento systém celkového hodnocení 0,70187. V poslední variantě dosáhl nejlepšího celkového hodnocení systém od dodavatele Bustec z důvodu množstevní slevy.

4.3 Ekonomické porovnání současného řešení se systémy APC

Pro porovnání současného řešení se systémy APC jsou známy všechny potřebné údaje. Odhadovaná cena provedení jednoho přepravního průzkumu je vyčíslena na 2 000 000 Kč a deklarovaná minimální doba životnosti zařízení APC je stanovena

na 10 let, což dvojnásobně převyšuje účetní životnost autobusů. Je tedy možné kalkulovat dobu návratnosti při pořízení systému APC.

Vzorec pro výpočet doby návratnosti je dle ManagementMania (2016d):

$$TN_p = \frac{IN}{CF} \quad (4)$$

kde:

TN_p = doba návratnosti,

IN = náklady na investici,

CF = roční peněžní tok – roční příjem nebo úspora peněz z investice,

Autor diplomové práce odhaduje průměrnou míru inflace na období příštích 10 let ve výši 0,6 % pro první rok, 1 % na druhý rok a 2 % na dalších 8 let dle prognózy České národní banky (2016). Úrokovou míru při financování investice úvěrem 3 %. Doba životnosti zařízení APC je minimálně 10 let, systém je instalován na celou dobu životnosti vozidla. Cena jednoho přepravního průzkumu je ve výši 2 000 000 Kč. V následující části následuje výpočet doby návratnosti pro varianty 10 a 30 %. Pro 3 vozidla v pilotním režimu není výpočet doby návratnosti investice relevantní.

Výpočet doby návratnosti pro variantu 10 % vozidel osazených systémem APC

Roční peněžní tok vlivem úspor za nezpracovávání přepravního průzkumu může být ve výši 2 000 000 Kč nebo 4 000 000 Kč v závislosti na počtu prováděných přepravních průzkumů. V následující tabulce 18 jsou zaneseny celkové investiční náklady jednotlivých variant a doba návratnosti investic v letech.

Tabulka 18: Doba návratnosti investice pro variantu 10 % vozidel

	Dodavatel/varianta	Náklady na investici	Doba návratnosti
CF – 2 000 000 Kč	Abirail	11 109 454 Kč	5,5547 let
	Bustec	10 002 000 Kč	5,001 let
	ONE SYSTEM – IRMA	12 973 122 Kč	6,48656 let
	ONE SYSTEM – Hella	12 635 781 Kč	6,3179 let
	Mikroelektronika	13 809 450 Kč	6,9047 let
CF – 4 000 000 Kč	Abirail	11 109 454 Kč	2,7774 roku
	Bustec	10 002 000 Kč	2,5005 roku
	ONE SYSTEM – IRMA	12 973 122 Kč	3,2433 roku
	ONE SYSTEM – Hella	12 635 781 Kč	3,1589 roku
	Mikroelektronika	13 809 450 Kč	3,4524 roku

Zdroj: Autor

Účetní životnost autobusů je 5 let, v případě obměny vozového parku po této době je doba návratnosti investice nižší u všech variant, ale pouze v případě provádění dvou přepravních průzkumů ročně. V případě desetileté výměny vozového parku je doba návratnosti investice u všech variant nižší než životnost systému APC a tím pádem přináší za dobu své životnosti nemalé úspory. Varianta s nejkratší dobou návratnosti je dle vypočtených hodnot od dodavatele Bustec – 5,001 let/2,5005 roku.

Výpočet doby návratnosti pro variantu 30 % vozidel osazených systémem APC

V následující tabulce 19 jsou zaneseny celkové investiční náklady jednotlivých variant a doba návratnosti v letech.

Tabulka 19: Doba návratnosti investice pro variantu 30 % vozidel

	Dodavatel/varianta	Náklady na investici	Doba návratnosti
CF – 2 000 000 Kč	Abirail	31 995 417 Kč	15,9977 let
	Bustec	26 227 000 Kč	13,1135 let
	ONE SYSTEM – IRMA	36 170 777 Kč	18,0854 let
	ONE SYSTEM – Hella	35 166 080 Kč	17,5830 let
	Mikroelektronika	37 124 850 Kč	18,5624 let
CF – 4 000 000 Kč	Abirail	31 995 417 Kč	7,9989 let
	Bustec	26 227 000 Kč	6,55675 let
	ONE SYSTEM – IRMA	36 170 777 Kč	9,0427 let
	ONE SYSTEM – Hella	35 166 080 Kč	8,79152 let
	Mikroelektronika	37 124 850 Kč	9,2812 let

Zdroj: Autor

Na základě výsledků z tabulky 19 je možné tvrdit, že v případě provádění přepravních průzkumů pouze jednou ročně jsou náklady na investici větší než úspory, které tato investice přináší. Je věcí diskuse a dalšího hodnocení v rámci DPP, zda se vyplatí připlatit více peněz za informační přínos, který systémy APC bezesporu přináší. Kvůli nejnižším nákladům na investici má nejkratší dobu návratnosti opět varianta od dodavatele Bustec – 13,1135 let/6,55675 let.

Účetní životnost autobusů je 5 let, v případě obměny vozového parku po této době není žádná z dob návratnosti investice nižší. V případě desetileté výměny vozového parku je doba návratnosti investice u všech variant nižší než životnost systému APC, ale pouze za předpokladu, že jsou prováděny 2 přepravní průzkumy ročně. Varianta s nejkratší dobou návratnosti je dle vypočtených hodnot od dodavatele Bustec – 5,001 let/2,5005 roku.

Výpočet ČSHI

Čistá současná hodnota investice je vyjádření celkové současné hodnoty všech investičních toků souvisejících s investičním projektem. Využívá se jako kritérium pro hodnocení výnosnosti investic. Výhodou ČSHI je zohlednění faktoru času (diskontování). Při rozhodování mezi variantami, bychom se měli rozhodnout pro tu s větší hodnotou ČSHI.

Vzorec podle autora Valach (2001) pro výpočet čisté současné hodnoty investice je:

$$\text{ČSHI} = \text{DCF} - \text{IN} \quad (5)$$

kde:

ČSHI = čistá současná hodnota investice,

IN = náklady na investici,

DCF = diskontovaný peněžní tok za dobu životnosti investice,

Vzorec pro výpočet DCF je podle autora Valach (2001):

$$\text{DCF} = \sum_{n=1}^n \frac{\text{CF}}{(1+i)^n} \quad (6)$$

kde:

n = počet let (doba životnosti investice),

i = úroková sazba (celkový úrok),

CF = roční peněžní tok – roční příjem nebo úspora peněz z investice,

Na základě prognózy České národní banky (2016) je výše inflace dle odhadu 0,6 % pro první rok, 1 % pro druhý rok a 2 % pro zbývajících 8 let, úrok z úvěru 3 %. Celkový úrok se tedy pohybuje od 3,6 do 5 %. Cena provedení jednoho přepravního průzkumu je 2 000 000 Kč. Stejně jako u výpočtů doby návratnosti není třeba kalkulovat ČSHI pro variantu 3 vozidel, z důvodu nasazení této varianty pouze v pilotním režimu.

V následující tabulce 20 jsou vypočteny diskontované hodnoty cash flow a ČSHI jednotlivých variant systémů APC při nasazení APC do 10 % vozidel a provádění 1 přepravního průzkumu ročně.

Tabulka 20: ČSHI – pro variantu 10 % vozidel při provádění 1 průzkumu ročně

Diskontované CF					
Rok	Abirail	Bustec	OS – IRMA	OS – Hella	Mikroelektronika
Rok 0	-11 109 454 Kč	-10 002 000 Kč	-12 973 122 Kč	-12 635 781 Kč	-13 809 450 Kč
Rok 1	1 930 502 Kč	1 930 502 Kč	1 930 502 Kč	1 930 502 Kč	1 930 502 Kč
Rok 2	1 849 112 Kč	1 849 112 Kč	1 849 112 Kč	1 849 112 Kč	1 849 112 Kč
Rok 3	1 727 675 Kč	1 727 675 Kč	1 727 675 Kč	1 727 675 Kč	1 727 675 Kč
Rok 4	1 645 405 Kč	1 645 405 Kč	1 645 405 Kč	1 645 405 Kč	1 645 405 Kč
Rok 5	1 567 052 Kč	1 567 052 Kč	1 567 052 Kč	1 567 052 Kč	1 567 052 Kč
Rok 6	1 492 431 Kč	1 492 431 Kč	1 492 431 Kč	1 492 431 Kč	1 492 431 Kč
Rok 7	1 421 363 Kč	1 421 363 Kč	1 421 363 Kč	1 421 363 Kč	1 421 363 Kč
Rok 8	1 353 679 Kč	1 353 679 Kč	1 353 679 Kč	1 353 679 Kč	1 353 679 Kč
Rok 9	1 289 218 Kč	1 289 218 Kč	1 289 218 Kč	1 289 218 Kč	1 289 218 Kč
Rok 10	1 227 827 Kč	1 227 827 Kč	1 227 827 Kč	1 227 827 Kč	1 227 827 Kč
ČSHI	4 394 809 Kč	5 502 263 Kč	2 531 141 Kč	2 868 482 Kč	1 694 813 Kč

Zdroj: autor

Nejvyšší hodnoty ČSHI dosahuje varianta od dodavatele Bustec a to ve výši 5 502 263 Kč.

Tabulka 21: ČSHI – pro variantu 10 % vozidel při provádění 2 průzkumů ročně

Diskontované CF					
Rok	Abirail	Bustec	OS – IRMA	OS – Hella	Mikroelektronika
Rok 0	-11 109 454 Kč	-10 002 000 Kč	-12 973 122 Kč	-12 635 781 Kč	-13 809 450 Kč
Rok 1	3 861 004 Kč	3 861 004 Kč	3 861 004 Kč	3 861 004 Kč	3 861 004 Kč
Rok 2	3 698 225 Kč	3 698 225 Kč	3 698 225 Kč	3 698 225 Kč	3 698 225 Kč
Rok 3	3 455 350 Kč	3 455 350 Kč	3 455 350 Kč	3 455 350 Kč	3 455 350 Kč
Rok 4	3 290 810 Kč	3 290 810 Kč	3 290 810 Kč	3 290 810 Kč	3 290 810 Kč
Rok 5	3 134 105 Kč	3 134 105 Kč	3 134 105 Kč	3 134 105 Kč	3 134 105 Kč
Rok 6	2 984 862 Kč	2 984 862 Kč	2 984 862 Kč	2 984 862 Kč	2 984 862 Kč
Rok 7	2 842 725 Kč	2 842 725 Kč	2 842 725 Kč	2 842 725 Kč	2 842 725 Kč
Rok 8	2 707 357 Kč	2 707 357 Kč	2 707 357 Kč	2 707 357 Kč	2 707 357 Kč
Rok 9	2 578 436 Kč	2 578 436 Kč	2 578 436 Kč	2 578 436 Kč	2 578 436 Kč
Rok 10	2 455 653 Kč	2 455 653 Kč	2 455 653 Kč	2 455 653 Kč	2 455 653 Kč
ČSHI	19 899 073 Kč	21 006 527 Kč	18 035 405 Kč	18 372 746 Kč	17 199 077 Kč

Zdroj: autor

V předchozí tabulce 21 jsou vypočteny diskontované hodnoty cash flow a ČSHI jednotlivých variant systémů APC při nasazení APC do 10 % vozidel a provádění 2 přepravních průzkumu ročně. Nejvyšší hodnoty ČSHI 21 006 527 Kč dosahuje varianta od dodavatele Bustec.

V následující tabulce 22 jsou výsledky ČSHI pro zbývající dvě varianty, 30 % vozidel a 1 nebo 2 průzkumy ročně. Hodnoty CF pro roky 1–10 jsou stejné jako v tabulce 20 a 21.

Tabulka 22: ČSHI – varianta pro 30 % vozidel

Diskontované CF varianta 30 % vozidel a 1 průzkum ročně					
Rok	Abirail	Bustec	OS – IRMA	OS – Hella	Mikroelektronika
Rok 0	-31 995 417 Kč	-26 227 000 Kč	-36 170 777 Kč	-35 166 080 Kč	-37 124 850 Kč
ČSHI	-16 491 154 Kč	-10 722 737 Kč	-20 666 514 Kč	-19 661 817 Kč	-21 620 587 Kč
Diskontované CF varianta 30 % vozidel a 2 průzkumy ročně					
Rok	Abirail	Bustec	OS – IRMA	OS – Hella	Mikroelektronika
Rok 0	-31 995 417 Kč	-26 227 000 Kč	-36 170 777 Kč	-35 166 080 Kč	-37 124 850 Kč
ČSHI	-986 890 Kč	4 781 527 Kč	-5 162 250 Kč	-4 157 553 Kč	-6 116 323 Kč

Zdroj: autor

Z výsledků z předchozí tabulky je možné tvrdit, že v případě provádění pouze jednoho průzkumu není vhodné nasazovat systém APC do 30 % vozidel. Nasazení v tomto případě začíná přinášet kladnou hodnotu ČSHI pouze ve variantě od dodavatele Bustec (4 781 527 Kč ČSHI) a pouze v případě provádění dvou přepravních průzkumů ročně.

ZÁVĚR

Efektivní alokace dopravních prostředků, minimalizace nákladů a zvyšování komfortu cestujících. Všechny tyto atributy patří mezi hlavní zájmy dopravních podniků. K tomu potřebují získat dostatečné množství informací o cestujících a jejich potřebách. V současné době jsou za tímto účelem nasazovány do provozu systémy automatického sčítání cestujících, které se svými výstupy dokáží podat informace o počtech cestujících v jednotlivých vozidlech.

Cílem této diplomové práce bylo zanalyzovat a následně vybrat vhodnou variantu systému na automatické sčítání cestujících, který by bylo možné nasadit do reálného provozu v autobusech Pražské integrované dopravy.

V první kapitole je představena společnost Dopravní podnik hlavního města Prahy a jeho stručná historie, dále je její součástí pasáž věnovaná současně prováděnému způsobu průzkumů přepravní sítě. Následuje část zabývající se vozovým parkem autobusů. Poslední částí první kapitoly je provedení analýzy současného stavu podniku pomocí SWOT analýzy a dílčích analýz VRIO a PEST.

Druhá kapitola se zabývá teoretickým vymezením systémů APC a jejich jednotlivými prvky a možnými provedeními. Dále obsahuje pasáž věnovanou metodice ověření přesnosti systému APC.

Třetí návrhová kapitola obsahuje informace o variantách systémů APC nabízených dodavateli. V této kapitole je zpracována poptávka na základě požadavků DPP, jež byla zaslána jednotlivým dodavatelům. Jednotlivé navržené varianty odpovídají možnostem dodavatelů. Na závěr této kapitoly je připojeno stručné hodnocení variant systémů APC z hlediska použitelnosti v rámci prostředí DPP.

Poslední kapitola ekonomické zhodnocení vybraných variant se zabývá shrnutím informací o jednotlivých variantách a jejich hodnocením pomocí vícekriteriální analýzy, doby návratnosti investice a ČSHI. Na základě vypočtených výsledků je možné tvrdit, že ve vybraných případech lze doporučit nasazení systému APC.

Ve variantě 10 % vozidel a provádění 1 současně prováděného přepravního průzkumu ročně dle výsledků vícekriteriální analýzy systém APC od dodavatele Abirail a dle doby návratnosti investice a ČSHI systém APC od dodavatele Bustec. Při této variantě je možné

dosáhnout při výběru dodavatele Abirail úspory 4 394 809 Kč nebo 5 502 263 Kč při výběru dodavatele Bustec za dobu životnosti systému APC.

Ve variantě 10 % vozidel a provádění 2 současně prováděných přepravních průzkumů ročně dle výsledků vícekriteriální analýzy opět systém APC od dodavatele Abirail, dle doby návratnosti investice a ČSHI systém APC od dodavatele Bustec. Při této variantě je možné dosáhnout při výběru dodavatele Abirail úspory 19 899 073 Kč nebo 21 006 527 Kč při výběru dodavatele Bustec za dobu životnosti systému APC.

Ve variantě 30 % vozidel a provádění 1 současně prováděného přepravního průzkumu ročně dosahuje nejlepšího výsledku vícekriteriální analýzy systém od dodavatele Bustec. Bohužel z důvodu nemalých investic do pořízení a instalace systému APC není tato varianta rentabilní a její nasazení by v nejlepším případě při volbě systému od dodavatele Bustec přineslo ztrátu 10 722 737 Kč za dobu životnosti systému APC.

Ve variantě 30 % vozidel a provádění 2 současně prováděných přepravních průzkumů ročně lze na základě výsledků vícekriteriální analýzy doporučit systém od dodavatele Bustec. Na základě výsledků výpočtů doby návratnosti a ČSHI je v tomto případě již možné dosahovat úspor. V případě výběru systému APC od dodavatele Bustec je možné dosáhnout úspory až 4 781 527 Kč za dobu životnosti systému APC.

Zmiňované varianty 3 vozidel není vhodné zcela ekonomicky porovnávat. V tomto počtu vozidel s nasazeným systémem APC se jedná především o testovací pilotní provoz za účelem ověření deklarovaných hodnot dodavatelem a příprava na plné nasazení systému APC v míře 10 nebo 30 % vozidel. Tyto dvě varianty částečně slouží jako hraniční. Při nasazení systému APC do 10 % vozidel je možné získávat při chytrém plánování jízdy relevantní data o cestujících. Nasazení systému APC do 30 % je naopak hranice, kde se střetává množství získaných informací, jejich využitelnost a hodnota s náklady na nasazení tohoto systému do provozu.

I přesto, že varianty některých dodavatelů jsou méně ekonomicky výhodné než „vítězné“ autor této diplomové práce je přesvědčen o nutnosti provést hlubší analýzu jednotlivých řešení z hlediska další rozšiřujících možností některých nabízených systémů a potřeb DPP. Technologie systémů APC s sebou přináší při vynaložení počátečních nákladů komfortní způsob zajišťování informací o cestujících, který by mohl společnosti DPP do budoucna přinést dosud nedostupné možnosti. Pokud by DPP projevil v blízké době zájem o zavedení systému APC, nemělo by v současné chvíli nic bránit brzké realizaci.

POUŽITÁ LITERATURA

ABIRAIL, 2016. *Interní materiály Abirail CZ, s.r.o.*

BUSTEC, 2016. *Interní materiály Bustec Infosysteme GmbH*

ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA, 2016. Aktuální prognóza ČNB. *Čnb* [online]. [cit. 2016-11-25].

Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/#inflace

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, [b.r.]. Logo Dopravního podniku – horizontální varianta. *DPP* [online]. [cit. 2016-05-16].

Dostupné z: <http://www.dpp.cz/logo/>

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, 2009. *Přepravní průzkum autobusové sítě 2009 oblast severovýchod. Praha.*

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, 2015a. *Výroční zpráva 2015. Praha.*

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, 2015b. Historie. *MHD 140* [online]. [cit. 2016-05-13].

Dostupné z: <http://www.mhd140.cz/historie/>

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, 2016a. Dopravní schémata. *DPP* [online]. [cit. 2016-05-20].

Dostupné z: <http://www.dpp.cz/dopravni-schemata/>

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, 2016b. Dopravní podnik hlavního města Prahy v datech. *DPP* [online]. [cit. 2016-05-19].

Dostupné z: <http://www.dpp.cz/dpp-v-datech/>

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, 2016c. *Interní materiály Dopravní podnik hlavního města Prahy a.s.*

DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, 2016d. Nákrešy vozidel MHD. *MHD 140* [online]. [cit. 2016-07-24].

Dostupné z: <http://www.mhd140.cz/program-doprovodnych-akci/autobusovy-pruvod/>

FOTR, Jiří, Jiří DĚDINA a Helena HRŮZOVÁ, 2000. Manažerské rozhodování. 2. upr. rozš. vyd. Praha: Ekopress, ISBN 80-86119-20-3

HERMAN, 2015. Princip sčítání cestujících. *Herman* [online]. [cit. 2016-06-17].

Dostupné z: <http://www.herman.cz/cs/produkty/vybava/senzoricke-systemy/scitani-cestujících/>

HERMAN, 2016. Systém sčítání cestujících. *Herman* [online]. [cit. 2016-06-17].
Dostupné z: <http://www.herman.cz/cs/produkty/vybava/senzoricke-systemy/scitani-cestujicich/sledovaci-jednotka-ucp-01-systemu-apc/>

MANAGEMENTMANIA, 2016a. Swot analýza. *Managementmania* [online]. [cit. 2016-09-24].
Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>

MANAGEMENTMANIA, 2016b. VRIO analýza. *Managementmania* [online]. [cit. 2016-09-24].
Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>

MANAGEMENTMANIA, 2016c. PESTLE analýza. *Managementmania* [online]. [cit. 2016-09-24].
Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/pestle-analyza>

MANAGEMENTMANIA, 2016d. Průměrná doba návratnosti. *Managementmania* [online]. [cit. 2016-11-15].
Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/prumerna-doba-navratnosti>

MHDFOTO, 2016a. SOR NB18. *Mhdfoto* [online]. [cit. 2016-06-12].
Dostupné z: <http://mhdfoto.cz/cs/idvozu-40336/foto/37607>

MHDFOTO, 2016b. Irisbus Citybus 12M. *Mhdfoto* [online]. [cit. 2016-06-12].
Dostupné z: <http://mhdfoto.cz/cs/typ-irisbus-citybus-12m-2071/foto/42001>

MHDFOTO, 2016c. Irisbus Citelis 12M. *Mhdfoto* [online]. [cit. 2016-06-12].
Dostupné z: <http://mhdfoto.cz/cs/typ-irisbus-citelis-12m/foto/42070>

MHDFOTO, 2016d. SOR NB12. *Mhdfoto* [online]. [cit. 2016-06-13].
Dostupné z: <http://mhdfoto.cz/cs/typ-sor-nb-12/foto/42003>

MHDFOTO, 2016e. SOR BN12. [online]. [cit. 2016-06-13].
Dostupné z: <http://mhdfoto.cz/cs/dopravce-dp-hlavniho-mesta-prahy/typ-sor-bn-12/foto/17467>

MHDFOTO, 2016f. SOR EBN11. *Mhdfoto* [online]. [cit. 2016-06-13].
Dostupné z: <http://mhdfoto.cz/cs/typ-sor-ebn-11-1/foto/41767>

MHDFOTO, 2016g. Karosa B951. *Mhdfoto* [online]. [cit. 2016-06-13].
Dostupné z: <http://mhdfoto.cz/cs/typ-karosa-b-951/foto/41622>

MIKROELEKTRONIKA, 2016. *Interní materiály Mikroelektronika s.r.o.*

ONESYSTEM, 2016. *Interní materiály ONE SYSTEM s.r.o.*

SOLARIS BUS & COACH, 2016. Skupina Urbino Low Entry. *Solarisbus* [online]. [cit. 2016-06-16].

Dostupné z: https://www.solarisbus.com/vehicles_group/low-entry

SOR LIBCHAVY, 2016a. Městský autobus SOR NB12 City. *SOR* [online]. [cit. 2016-06-14].

Dostupné z: <http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-nb-12-city>

SOR LIBCHAVY, 2016b. Městský nízkopodlažní autobus SOR NB18 City. *SOR* [online]. [cit. 2016-06-14].

Dostupné z: <http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-nb-18-city>

TPLINK, 2016. 8-Port 10/100Mbps Desktop Switch with 4-Port PoE. *Tplink* [online]. [cit. 2016-07-01].

Dostupné z: http://cz.tp-link.com/products/details/cat-5072_TL-SF1008P.html

VALACH, Josef, 2001. Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. 1. vyd. Praha: Ekopress, ISBN 80-86119-38-6

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 SWOT Analýza DPP	20
Tabulka 2: Parametry vozidel	32
Tabulka 3: Shrnutí cenových nabídek jednotlivých dodavatelů	40
Tabulka 4: Váhy kritérií	41
Tabulka 5: Váhy skupin kritérií	42
Tabulka 6: Rozvrh jednotlivých vah	42
Tabulka 7: Shrnutí údajů potřebných pro výpočet výhodnosti varianty	43
Tabulka 8: Náklady na materiál	45
Tabulka 9: Náklady na instalaci, kalibraci a ověření	46
Tabulka 10: Náklady na SW a jeho instalaci	46
Tabulka 11: Ostatní finanční náklady spojené s APC	47
Tabulka 12: Kritéria hodnocení – varianta 3 vozidla	48
Tabulka 13: Metoda lineárních dílčích funkcí utility – varianta 3 vozidla	49
Tabulka 14: Kritéria hodnocení – varianta 10 % vozidel	50
Tabulka 15: Metoda lineárních dílčích funkcí utility – varianta 10 % vozidel	50
Tabulka 16: Kritéria hodnocení – varianta 30 % vozidel	51
Tabulka 17: Metoda lineárních dílčích funkcí utility – varianta 30 % vozidel	52
Tabulka 18: Doba návratnosti investice pro variantu 10 % vozidel	53
Tabulka 19: Doba návratnosti investice pro variantu 30 % vozidel	54
Tabulka 20: ČSHI – pro variantu 10 % vozidel při provádění 1 průzkumu ročně	56
Tabulka 21: ČSHI – pro variantu 10 % vozidel při provádění 2 průzkumů ročně	56
Tabulka 22: ČSHI – varianta pro 30 % vozidel	57

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Logo Dopravního podniku hlavního města Prahy	12
Obrázek 2: Plán sítě linek pražského metra.....	13
Obrázek 3: SOR NB18	14
Obrázek 4: Irisbus Citybus 12M.....	15
Obrázek 5: Irisbus Citelis 12M.....	15
Obrázek 6: SOR NB12	15
Obrázek 7: SOR BN12	16
Obrázek 8: SOR EBN11	16
Obrázek 9: Karosa B951	16
Obrázek 10: SWOT Analýza	17
Obrázek 11: Princip systému sledování obsazenosti vozidel veřejné dopravy	22
Obrázek 12: APC senzor na principu infračervených paprsků.....	23
Obrázek 13: APC senzor na principu kamerového systému.....	23
Obrázek 14: Switch 8 portový s PoE	24
Obrázek 15: Úzké přední dveře vozidla Solaris Urbino 8,9 LE	26
Obrázek 16: Široké dveře vozidla SOR NB12	26
Obrázek 17: Nákres vozidla SOR NB12	30
Obrázek 18: Dveřní prostor předních dveří SOR NB12.....	30
Obrázek 19: Nákres vozidla SOR NB18	31
Obrázek 20: Nákres vozidla Solaris Urbino 8,9 LE	31
Obrázek 21: Detail dveřního prostoru zadních dveří Solaris Urbino 8,9 LE	32
Obrázek 22: Kovový konektor RJ45	33
Obrázek 23: 3D snímání pomocí TOF.....	35
Obrázek 24: Uspořádání systému APC společnosti Bustec.....	35
Obrázek 25: Senzor pro povrchovou a zápustnou montáž	36
Obrázek 26: Konektor sCON.....	36
Obrázek 27: Senzor IRMA Matrix v praxi	37
Obrázek 28: Senzor Hella	38

SEZNAM ZKRATEK

APC	System pro automatické sčítání cestujících Automatic passenger counting system
ČR	Česká republika Czech republic
ČSHI	Čistá současná hodnota investice Net present value of investition
DPP	Dopravní podnik hlavního města Prahy Prague Public Transit company
MHD	Městská hromadná doprava Public transport
SW	Software Software

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Cenová nabídka od dodavatele Abirail

Příloha B Cenová nabídka od dodavatele Bustec

Příloha C Cenová nabídka od dodavatele ONE SYSTEM – varianta IRMA MATRIX

Příloha D Cenová nabídka od dodavatele ONE SYSTEM – varianta Hella

Příloha E Cenová nabídka od dodavatele Mikroelektronika

Příloha A Cenová nabídka od dodavatele Abirail

Cenová nabídka			1 vozidlo	30 %
Vybavení vozidel	počet j.	cena/j. bez DPH	celkem bez DPH	
SOR NB12			1 vozidlo	x 73 vozidel
Jednotka PCU GSM + anténa	1	20 664 Kč	20 664 Kč	1 508 472 Kč
Senzor IRS-320R	11	5 460 Kč	60 060 Kč	4 384 380 Kč
Montážní set IRS-320R	11	336 Kč	3 696 Kč	269 808 Kč
Senzorová lišta - 2 sensory	1	2 000 Kč	2 000 Kč	146 000 Kč
Senzorová lišta - 3 sensory	3	2 500 Kč	7 500 Kč	547 500 Kč
Digitální vstupy INP-450	1	4 200 Kč	4 200 Kč	306 600 Kč
Montážní set INP-450	1	336 Kč	336 Kč	24 528 Kč
Kabel SSL 0,3 m	7	980 Kč	6 860 Kč	500 780 Kč
Kabel SSL 2 m	2	1 148 Kč	2 296 Kč	167 608 Kč
Kabel SSL 3 m	1	1 260 Kč	1 260 Kč	91 980 Kč
Kabel SSL 4 m	2	1 372 Kč	2 744 Kč	200 312 Kč
Drobný materiál	1	3 600 Kč	3 600 Kč	262 800 Kč
materiál celkem			115 216 Kč	8 410 768 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	42 110 Kč	42 110 Kč	3 074 030 Kč
vozidlo celkem			157 326 Kč	11 495 748 Kč
SOR NB18			1 vozidlo	x 97 vozidel
Jednotka PCU GSM + anténa	1	20 664 Kč	20 664 Kč	2 004 408 Kč
Senzor IRS-320R	14	5 460 Kč	76 440 Kč	7 414 680 Kč
Montážní set IRS-320R	14	336 Kč	4 704 Kč	456 288 Kč
Senzorová lišta - 2 sensory	1	2 000 Kč	2 000 Kč	194 000 Kč
Senzorová lišta - 3 sensory	4	2 500 Kč	10 000 Kč	970 000 Kč
Digitální vstupy INP-450	1	4 200 Kč	4 200 Kč	407 400 Kč
Montážní set INP-450	1	336 Kč	336 Kč	32 592 Kč
Kabel SSL 0,3 m	9	980 Kč	8 820 Kč	855 540 Kč
Kabel SSL 4 m	4	1 372 Kč	5 488 Kč	532 336 Kč
Kabel SSL 8 m	2	1 848 Kč	3 696 Kč	358 512 Kč
Drobný materiál	1	4 200 Kč	4 200 Kč	407 400 Kč
materiál celkem			140 548 Kč	13 633 156 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	48 730 Kč	48 730 Kč	4 685 100 Kč
vozidlo celkem			189 278 Kč	18 318 256 Kč
SOLARIS URBINO 8,9 LE			1 vozidlo	x 12 vozidel
Jednotka PCU GSM + anténa	1	20 664 Kč	20 664 Kč	247 968 Kč
Senzor IRS-320R	4	5 460 Kč	21 840 Kč	262 080 Kč
Montážní set IRS-320R	4	364 Kč	1 456 Kč	17 472 Kč
Kabel SSL 0,3 m	2	980 Kč	1 960 Kč	23 520 Kč
Kabel SSL 4 m	2	1 372 Kč	2 744 Kč	32 928 Kč
Drobný materiál	1	2 800 Kč	2 800 Kč	33 600 Kč
materiál celkem			51 464 Kč	617 568 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	29 820 Kč	29 820 Kč	357 840 Kč

vozidlo celkem			81 284 Kč	975 408 Kč
Vybavení vozidel celkem:			427 888 Kč	30 789 412 Kč
Ostatní položky			3 vozidla	182 vozidel
Licence SW pro sběr a analýzu dat APC	1		56 245 Kč	503 745 Kč
Instalace SW pro sběr a analýzu dat APC	1		189 500 Kč	637 000 Kč
Zpracování dokumentace	1	16 100 Kč	16 100 Kč	16 100 Kč
Zaškolení zaměstnanců DPP	1	18 400 Kč	18 400 Kč	18 400 Kč
Ostatní položky celkem:			280 245 Kč	1 175 245 Kč
CENOVÁ NABÍDKA CELKEM:			708 133 Kč	31 964 657 Kč

Zdroj: Abirail (2016), autor

Příloha B Cenová nabídka od dodavatele Bustec

Cenová nabídka			1 vozidlo	30 %
Vybavení vozidel	počet j.	cena/j. bez DPH	celkem bez DPH	
SOR NB12			1 vozidlo	x 73 vozidel
materiál celkem			125 000 Kč	8 030 000 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	15 000 Kč	15 000 Kč	949 000 Kč
vozidlo celkem			140 000 Kč	8 979 000 Kč
SOR NB18			1 vozidlo	x 97 vozidel
materiál celkem			155 000 Kč	13 580 000 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	25 000 Kč	25 000 Kč	2 134 000 Kč
vozidlo celkem			180 000 Kč	15 714 000 Kč
SOLARIS URBINO 8,9 LE			1 vozidlo	x 12 vozidel
materiál celkem			100 000 Kč	1 140 000 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	13 000 Kč	13 000 Kč	144 000 Kč
vozidlo celkem			113 000 Kč	1 284 000 Kč
Vybavení vozidel celkem:			433 000 Kč	25 977 000 Kč
Ostatní položky			3 vozidla	182 vozidel
Licence SW pro sběr a analýzu dat APC	1	60 000 Kč	60 000 Kč	60 000 Kč
Instalace SW pro sběr a analýzu dat APC	1	45 000 Kč	45 000 Kč	45 000 Kč
Zpracování dokumentace	1	80 000 Kč	80 000 Kč	80 000 Kč
Zaškolení zaměstnanců DPP	1	60 000 Kč	60 000 Kč	60 000 Kč
Ostatní položky celkem:			245 000 Kč	245 000 Kč
CENOVÁ NABÍDKA CELKEM:			678 000 Kč	26 222 000 Kč

Zdroj: Bustec (2016), autor

Příloha C Cenová nabídka od dodavatele ONE SYSTEM – varianta IRMA MATRIX

Cenová nabídka			1 vozidlo	30 %
Vybavení vozidel	počet j.	cena/j. bez DPH	celkem bez DPH	
SOR NB12			1 vozidlo	x 73 vozidel
Záznamová jednotka APC	1	38 640 Kč	38 640 Kč	2 820 720 Kč
Sensor IRMA Matrix	4	31 280 Kč	125 120 Kč	9 133 760 Kč
Kabeláž pro snímač	1	2 223 Kč	2 223 Kč	162 279 Kč
materiál celkem			165 983 Kč	12 116 759 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	30 000 Kč	30 000 Kč	2 190 000 Kč
vozidlo celkem			195 983 Kč	14 306 759 Kč
SOR NB18			1 vozidlo	x 97 vozidel
Záznamová jednotka APC	1	38 640 Kč	38 640 Kč	3 748 080 Kč
Sensor IRMA Matrix	5	31 280 Kč	156 400 Kč	15 170 800 Kč
Kabeláž pro snímač	2	2 223 Kč	4 446 Kč	431 262 Kč
materiál celkem			199 486 Kč	19 350 142 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	35 000 Kč	35 000 Kč	3 395 000 Kč
vozidlo celkem			234 486 Kč	22 745 142 Kč
SOLARIS URBINO 8,9 LE			1 vozidlo	x 12 vozidel
Záznamová jednotka APC	1	38 640 Kč	38 640 Kč	463 680 Kč
Sensor IRMA Matrix	2	31 280 Kč	62 560 Kč	750 720 Kč
Kabeláž pro snímač	1	2 223 Kč	2 223 Kč	26 676 Kč
materiál celkem			103 423 Kč	1 241 076 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	20 000 Kč	20 000 Kč	240 000 Kč
vozidlo celkem			123 423 Kč	1 481 076 Kč
Vybavení vozidel celkem:			553 892 Kč	38 532 977 Kč
Ostatní položky			3 vozidla	182 vozidel
Licence SW pro sběr a analýzu dat APC	1		0 Kč	0 Kč
Instalace SW pro sběr a analýzu dat APC	1		0 Kč	0 Kč
Zpracování dokumentace	1	21 500 Kč	21 500 Kč	21 500 Kč
Zaškolení zaměstnanců DPP	1	16 300 Kč	16 300 Kč	16 300 Kč
Ostatní položky celkem:			37 800 Kč	37 800 Kč
CENOVÁ NABÍDKA CELKEM:			591 692 Kč	38 570 777 Kč

Zdroj: ONE SYSTEM (2016), autor

Příloha D Cenová nabídka od dodavatele ONE SYSTEM – varianta Hella

Cenová nabídka			1 vozidlo	30 %
Vybavení vozidel	počet j.	cena/j. bez DPH	celkem bez DPH	
SOR NB12			1 vozidlo	x 73 vozidel
Záznamová jednotka APC	1	38 640 Kč	38 640 Kč	2 820 720 Kč
Sensor Hella	4	30 059 Kč	120 236 Kč	8 777 228 Kč
Kabeláž pro snímač	1	2 223 Kč	2 223 Kč	162 279 Kč
materiál celkem			161 099 Kč	11 760 227 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	30 000 Kč	30 000 Kč	2 190 000 Kč
vozidlo celkem			191 099 Kč	13 950 227 Kč
SOR NB18			1 vozidlo	x 97 vozidel
Záznamová jednotka APC	1	38 640 Kč	38 640 Kč	3 748 080 Kč
Sensor Hella	5	30 059 Kč	150 295 Kč	14 578 615 Kč
Kabeláž pro snímač	2	2 223 Kč	4 446 Kč	431 262 Kč
materiál celkem			193 381 Kč	18 757 957 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	35 000 Kč	35 000 Kč	3 395 000 Kč
vozidlo celkem			228 381 Kč	22 152 957 Kč
SOLARIS URBINO 8,9 LE			1 vozidlo	x 12 vozidel
Záznamová jednotka APC	1	38 640 Kč	38 640 Kč	463 680 Kč
Sensor Hella	2	30 059 Kč	60 118 Kč	721 416 Kč
Kabeláž pro snímač	1	2 223 Kč	2 223 Kč	26 676 Kč
materiál celkem			98 758 Kč	1 185 096 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	20 000 Kč	20 000 Kč	240 000 Kč
vozidlo celkem			118 758 Kč	1 425 096 Kč
Vybavení vozidel celkem:			538 238 Kč	37 528 280 Kč
Ostatní položky			3 vozidla	182 vozidel
Licence SW pro sběr a analýzu dat APC	1	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Instalace SW pro sběr a analýzu dat APC	1	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Zpracování dokumentace	1	21 500 Kč	21 500 Kč	21 500 Kč
Zaškolení zaměstnanců DPP	1	16 300 Kč	16 300 Kč	16 300 Kč
Ostatní položky celkem:			37 800 Kč	37 800 Kč
CENOVÁ NABÍDKA CELKEM:			576 038 Kč	37 566 080 Kč

Zdroj: ONE SYSTEM (2016), autor

Příloha E Cenová nabídka od dodavatele Mikroelektronika

Cenová nabídka			1 vozidlo	30 %
Vybavení vozidel	počet j.	cena/j. bez DPH	celkem bez DPH	
SOR NB12			1 vozidlo	x 73 vozidel
Zařízení pro přenos dat	1	27 000 Kč	27 000 Kč	1 971 000 Kč
APC senzory	4	33 750 Kč	135 000 Kč	9 855 000 Kč
Drobný materiál	1	3 000 Kč	3 000 Kč	219 000 Kč
materiál celkem			165 000 Kč	12 045 000 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	12 000 Kč	12 000 Kč	876 000 Kč
vozidlo celkem			177 000 Kč	12 921 000 Kč
SOR NB18			1 vozidlo	x 97 vozidel
Zařízení pro přenos dat	1	27 000 Kč	27 000 Kč	2 619 000 Kč
APC senzory	5	33 750 Kč	168 750 Kč	16 368 750 Kč
Drobný materiál	1	4 000 Kč	4 000 Kč	388 000 Kč
materiál celkem			198 750 Kč	19 278 750 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	16 800 Kč	16 800 Kč	1 629 600 Kč
vozidlo celkem			215 550 Kč	20 908 350 Kč
SOLARIS URBINO 8,9 LE			1 vozidlo	x 12 vozidel
Zařízení pro přenos dat	1	27 000 Kč	27 000 Kč	324 000 Kč
APC senzory	2	33 750 Kč	67 500 Kč	810 000 Kč
Drobný materiál	1	1 800 Kč	1 800 Kč	21 600 Kč
materiál celkem			96 300 Kč	1 155 600 Kč
instalace, kalibrace, ověření	1	9 600 Kč	9 600 Kč	115 200 Kč
vozidlo celkem			105 900 Kč	1 270 800 Kč
Vybavení vozidel celkem:			498 450 Kč	35 100 150 Kč
Ostatní položky			3 vozidla	182 vozidel
Licence SW pro sběr a analýzu dat APC	1		1 507 500 Kč	1 507 500 Kč
Instalace SW pro sběr a analýzu dat APC	1		50 000 Kč	50 000 Kč
Zpracování dokumentace	1		448 000 Kč	448 000 Kč
Zaškolení zaměstnanců DPP	1		19 200 Kč	19 200 Kč
Ostatní položky celkem:			2 024 700 Kč	2 024 700 Kč
CENOVÁ NABÍDKA CELKEM:			2 523 150 Kč	37 124 850 Kč

Zdroj: Mikroelektronika (2016), autor