



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta dopravní

Jan Matoušek

Využití inteligentního parkování v koncepci Smart city

Bakalářská práce

2017



K620..... Ústav dopravní telematiky

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Jan Matoušek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – ITS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Využití inteligentního parkování v koncepci Smartcity**

Název tématu (anglicky): Application of Smart parking in Smart city concept

Zásady pro vypracování

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

- rešerše a analýza používaných způsobů řešení problémů s parkováním v ČR a zahraničí
- zkušenosti s aplikacemi chytrého parkování v ČR a v zahraničí
- návrh inteligentního parkování v konceptu Smartcity
- návrh a ověření parkovacího systému ve vytipované lokalitě simulační metodou



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Jirava P., Slabý P.: Pozemní komunikace 10 -Dopravní inženýrství, skripta ČVUT, 1997.
Příbyl P., Svítek M.: Inteligentní dopravní systémy, BEN, Praha 2001, ISBN 80-7300-029-6.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **28. října 2016**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **28. srpna 2017**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Jan Matoušek
jméno a podpis studenta

V Praze dne 28. října 2016

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne

.....

Jan Matoušek

Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Tomáši Tichému, Ph. D. za cenné rady, zkušenosti a hlavně za čas, který mi věnoval při vedení bakalářské práce.

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce 'Využití inteligentního parkování v koncepci Smart city' je zanalyzování možností řešení problému pouličního parkování, vyhodnocení zkušeností s aplikací chytrého parkování z měst v České republice i v zahraničí a následné využití a ověření navrhovaného systému chytrého parkování v ulici Vršovická na Praze 10.

Abstrakt

The subject of the bachelor thesis 'Application of Smart parking in Smart city concept' is to analyse possibilities to solve problems with street parking, evaluation of experiences with application of Smart parking from towns in the Czech Republic and also from abroad followed with usage and verification of the proposed Smart parking system in street Vršovická in Prague 10.

Klíčová slova

Silniční doprava, chytré parkování, chytré město, parkovací zóny, dopravní simulace

Keywords

Road transport, Smart parking, Smart city, parking zones, traffic simulation

Seznam zkratek

IoT	Internet of Things
ICT	Information and Communication Technologies
NFC	Near Field Communication
GPS	Global Positioning System
DSRC	Dedicated Short Range Communications
RFID	Radio Frequency Identification
OBU	On Board Unit
RSU	Roadside Unit
V2V	Vehicle to Vehicle
5G	5th generation
QR	Quick Response
LED	Light Emitting Diode
MHD	Městská hromadná doprava
IAD	Individuální automobilová doprava
ZPS	Zóna placeného stání
VPH	Virtuální parkovací hodiny
ÚMČ P10	Úřad městské části Praha 10
Vissim	Verkehr In Städten - SIMulationsmodell
NC	Nákupní centrum
PID	Pražská integrovaná doprava

Obsah

OBSAH	5
1 ÚVOD	8
2 SMART CITIES	9
2.1 INTELIGENTNÍ MOBILITA	9
2.2 INTELIGENTNÍ ENERGETIKA A SLUŽBY	11
2.3 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE	12
3 MOŽNOSTI ŘEŠENÍ PROBLÉMU POULIČNÍHO PARKOVÁNÍ	13
3.1 ZÓNY PLACENÉHO STÁNÍ (ZPS)	13
3.2 KONCEPCE ZÓN V PRAZE ^[14]	15
3.2.1 <i>Rezidentní režim - modrá zóna</i>	15
3.2.2 <i>Smíšený režim - fialová zóna</i>	15
3.2.3 <i>Parkování pro návštěvníky - oranžová zóna</i>	15
3.2.4 <i>Parkování pro elektromobily - zelená zóna</i>	15
3.3 VIRTUÁLNÍ PARKOVACÍ HODINY (VPH).....	16
3.4 MODERNÍ PARKOVACÍ AUTOMAT	17
3.5 KONTROLA	18
3.6 PROBLEMATIKA ROZHRANÍ OBLASTÍ SE ZPS / BEZ ZPS	18
3.7 TYPY PARKOVIŠŤ	20
3.7.1. <i>K+R a P+R</i>	20
3.7.2. <i>B+R</i>	22
3.8 ZÓNY S MONITOROVANÝM VJEZDEM	23
3.9 NÍZKOEMISNÍ ZÓNY.....	24
3.10 KLÍČOVÉ FAKTORY SPRÁVNÉ REGULACE PARKOVÁNÍ ^[19]	25
4 PŘÍKLADY ŘEŠENÍ Z ČESKÉ REPUBLIKY	26
4.1 KOLÍN.....	26
4.2 BENEŠOV	29
4.3 PÍSEK.....	30
4.3.1. <i>Pilíř inteligentní mobilita</i>	30
4.3.2. <i>Pilíř inteligentní energetika a služby</i>	32
4.3.3. <i>Pilíř integrované infrastruktury a ICT</i>	32
4.4 LIBEREC	33
4.5 PRAHA	33
5 CENY PARKOVÁNÍ	35
6 PŘÍKLADY ŘEŠENÍ ZE ZAHRANIČÍ	36
6.1 BARCELONA	36

6.2	AMSTERDAM.....	36
6.3	KRAKOV	36
6.4	SAN FRANCISCO.....	37
6.5	SEATTLE	37
6.6	DETROIT	38
7	SMART PARKING	39
7.1	TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ CHYTRÉHO PARKOVÁNÍ.....	39
7.1.1.	<i>Zabudované senzory ve vozovce</i>	40
7.1.2.	<i>Kamerové rozpoznání obrazu</i>	40
7.1.3.	<i>Využití telekomunikačních dat.....</i>	41
7.2	OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI DETEKTORŮ.....	42
7.2.1.	<i>Kontrola odeslání dat alespoň jednou za 24 hodin</i>	42
7.2.2.	<i>Monitorování detektorů, které nekomunikují více než tři dny</i>	42
7.2.3.	<i>Porovnání aktuálních a historických dat.....</i>	42
7.3	OVĚŘENÍ PŘESNOSTI DETEKTORŮ.....	43
7.4	V2V KOMUNIKACE V RÁMCI KONCEPTU SMART PARKING	44
8	CHARAKTERISTIKA PROSTŘEDÍ V RÁMCI NÁVRHU SMART ŘEŠENÍ.....	45
8.1	POPIS LOKALITY.....	45
8.2	MĚSTSKÁ HROMADNÁ DOPRAVA (MHD)	45
8.3	INDIVIDUÁLNÍ AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA (IAD)	46
8.4	HLAVNÍ SMĚRY K ÚŘADU A DOSTUPNOST LOKALITY	46
8.4.1.	<i>Záběhlíce</i>	46
8.4.2.	<i>Strašnice</i>	46
8.4.3.	<i>Malešice</i>	46
8.4.4.	<i>Vinohrady</i>	47
9	ALTERNATIVY PARKOVÁNÍ V OKOLÍ.....	48
9.1	<i>Oblast A – sídlištní oblast mezi ulicemi Uzbecká až Kirgizská</i>	48
9.2	<i>Oblast B – oblast ulic Altajská, Archangelská, Kavkazská.....</i>	48
9.3	<i>Oblast C – podzemní garáže NC Eden</i>	48
9.4	<i>Oblast D – vyhrazené stání pro zaměstnance ÚMČ P10 s povolením ÚMČ P10</i>	48
10	PRŮZKUM PARKOVACÍCH STÁNÍ V ULICI VRŠOVICKÁ	50
10.1	GRAFICKÉ VYHODNOCENÍ OBSAZENOSTI STÁNÍ	51
10.2	VYHODNOCENÍ INTENZITY V ULICI VRŠOVICKÁ.....	54
11	PRVKY SMART ŘEŠENÍ V OBLASTI.....	55
11.1	NAVIGACE V OBLASTI	55
11.2	MOBILNÍ APLIKACE	55
11.3	BIKESHARING	56

11.4	ZMENŠENÍ POPTÁVKY PO PARKOVACÍCH MÍSTECH A ZATRAKTIVNĚNÍ JINÝCH ZPŮSOBŮ DOPRAVY...	56
11.5	PŘÍSTUP K PROBLEMATICE PARKOVÁNÍ.....	58
11.5.1.	<i>Nabídnutí benefitů</i>	58
11.5.2.	<i>Restriktivní přístup</i>	58
11.6	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	59
12	SIMULACE	61
12.1	TVORBA SIMULACE.....	61
12.2	VYHODNOCENÍ SIMULACE	62
13	SHRNUTÍ	67
14	ZÁVĚR	69
	REFERENCE	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK	76

1 Úvod

V současném světě neustálého technologického pokroku a překotného zdokonalování technologií zažíváme přelomové období. Jsme na počátku technologické revoluce v rámci 'Průmyslu 4.0'. Budoucí technologie nám umožní efektivní komunikaci v rámci internetu věcí prostřednictvím mobilních sítí 5. generace. V rámci tohoto trendu dojde i ke zvýšení mobility a pohodlí pro každého motoristu díky aplikacím moderních technologií v provozu. Mluvíme o dynamickém řízení provozu, dynamickém řízení cen parkování v reálném čase a například o rezervaci volných parkovacích stání prostřednictvím mobilní aplikace.

K výběru tohoto tématu bakalářské práce mě vedla skutečnost dlouhodobě neřešené situace pouličního parkování v Praze. V průměru řidiči stráví 30% jízdního času hledáním volného místa k zaparkování.^[1] V problematických lokalitách, které jsou převážně na přelomu zón s placeným stáním a zón bez placeného stání, dochází každodenně převážně v podvečerních a večerních hodinách k souboji o volná parkovací stání. V městech by mělo dojít k plošnému koncepčnímu řešení této nešťastné situace a ne jen k rozšiřování zón o pár dalších lokalit. Tímto způsobem se problém vyřeší jen místně a přesune se do následující hraniční lokality.

Dalším důležitým krokem v rámci aplikace chytrého parkování v konceptu Smart city je uvažovaná nadstavba propojitelnosti vybudovaná nad samotným technickým řešením. Pouhá instalace senzorů do vozovky není chytrým řešením, pokud nedojde k důkladnějšímu pohledu na řešenou lokalitu a pokud nedojde k napojení na ostatní systémy v rámci konceptu Smart city. To by například umožnilo přehledné zobrazení ucelených informací o dané lokalitě, jako je obsazenost parkovacích míst i například alternativní možnosti dopravy do lokality na základě aktuálních dopravních dat a polohy uživatele. Chytrého řešení nedosáhneme pouze regulací parkování. Musíme řidičům nabídnout také benefity, které zvýhodní jiné způsoby dopravy. Ideálním stavem by bylo minimalizovat nutnost návštěvy úřadu co největší mírou digitalizace agendy.

Cílem bakalářské práce je shrnutí zásad a možností řešení pouličního parkování a zpracování souhrnu zkušeností spojených s problematikou parkování z měst jak v České republice, tak v zahraničí. Následující cíl spočívá v analýze prostředí a týdenním dopravním průzkumu parkovacích stání v ulici Vršovická u Úřadu městské části Praha 10. Závěrečný cíl je zaměřen na uplatnění získaných poznatků v samotném návrhu chytrého parkování ověřeného v simulaci.

2 Smart Cities

Smart City je koncept, který má za cíl zlepšit kvalitu života ve městech. Jedná se o vizi, ve které se pomocí informačních a komunikačních technologií (ICT) a internetu věcí (IoT) snažíme dosáhnout efektivnější komunikace, informovanosti obyvatel, monitorovatelnosti infrastruktury, optimalizace dopravy, snížení spotřeby energie a snížení ekologické zátěže.

Koncept Smart City můžeme dělit do tří základních celků. Inteligentní mobilita, inteligentní energetika a služby a informační a komunikační technologie. Do těchto ideových celků řadíme konkrétní kategorie Smart City například: Smart Economy, Mobility, Environment, People, Living, Governance.

2.1 Inteligentní mobilita

Pod termínem inteligentní mobilita si můžeme vybavit mnoho věcí. Nejdůležitějšími oblastmi jsou zejména řízení a regulace dopravy ve městě pomocí telematických systémů, doprava v klidu, pod kterou spadá detekce obsazených míst a zapojení telematiky k navádění řidiče k volným místům a v neposlední řadě je důležité také vzít v úvahu moderní technologie a telematické systémy v plánování rozvoje městské dopravní infrastruktury.

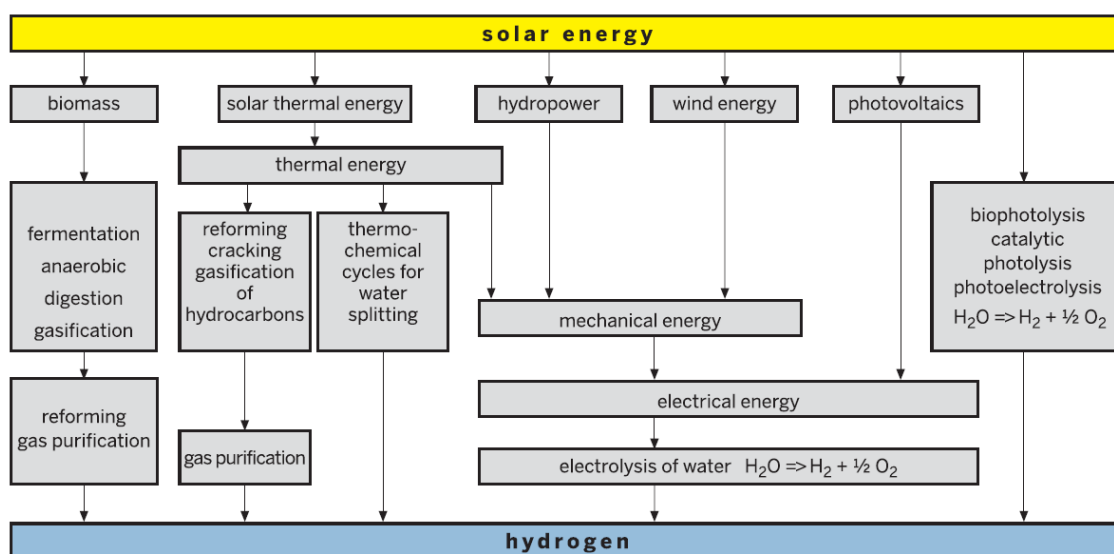
Dále bych do této kategorie zařadil preferenci hromadné dopravy, což je důležitý atribut v rozvoji především velkých měst. Pokud bude integrovaný dopravní systém správně nastaven a bude fungovat jako celek, bude motivace řidičů používat individuální automobilovou dopravu k dojíždění do centra menší. K zefektivnění provozu MHD slouží právě prvky preference hromadné dopravy - vyhrazené pruhy pro autobusy, aplikovaná preference MHD v křižovatkách atd.

Pro městský provoz z hlediska hustoty provozu a environmentálních faktorů je klíčové zavádění ekologičtějších typů pohonů. Aktuálním trendem je nasazování elektromobilů. Jedná se o čistý provoz bez místních emisí, což je v případě provozu přímo ve městě velmi cenné. Avšak když zohledníme celý proces výroby energie z neobnovitelných zdrojů, ztrát při přenosu a efektivitu uchování energie, zjistíme, že co se týče emisní zátěže, jsou na tom elektromobily poháněné z elektrické energie vyrobené v Polsku či Estonsku hůře, než klasické konvenční spalovací motory, jelikož podíl elektrické energie vyrobené v těchto zemích z obnovitelných zdrojů je velmi malý. ^[3]

Výroba akumulátorů a těžba drahých kovů je velmi neekologická. Tento faktor znečištění nalezišť těchto kovů není často brán v úvahu při tvrzení o ekologickém přínosu

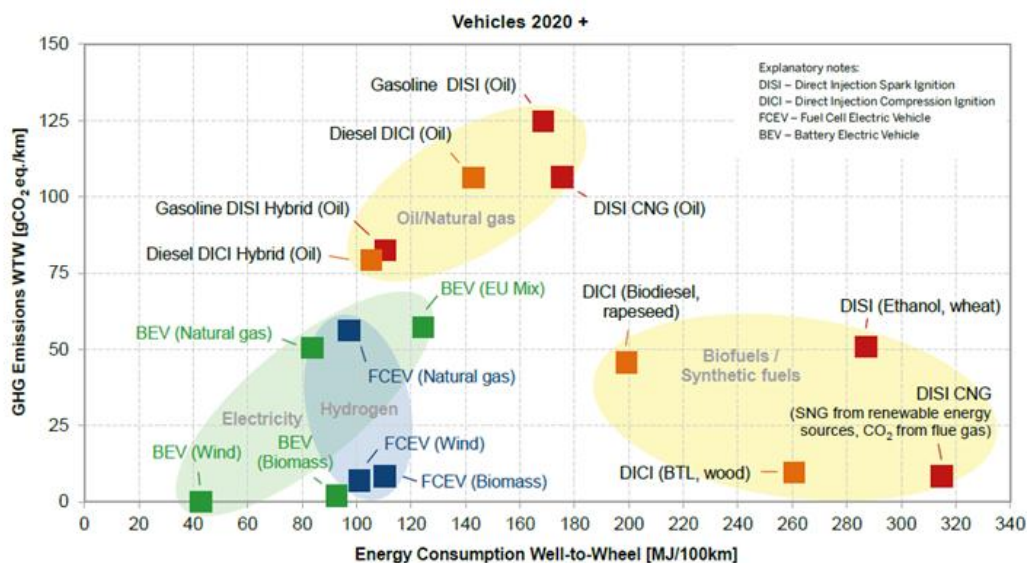
elektromobilů. Také se často nebere na zřetel omezená životnost kapacity akumulátorů, která se postupem času pomalu, ale jistě zmenšuje. Čím starší akumulátor, tím rychlejší degradace kapacity baterií.

V této době jsou nejekologičtějším druhem pohonu vodíkové články (Fuel Cell). Vodík se dá využít jako odpadní produkt z výroby chemikálií. Případně energie k jeho výrobě může vycházet z obnovitelných zdrojů, čímž dosáhneme nulových emisí v rámci celého procesu. Různé formy výroby vodíku jsou zobrazeny v obrázku níže. Spalováním vodíku vzniká pouze vodní pára a čistá elektrická energie, tudíž se jedná o zcela bezemisní pohon. Emise vznikají pouze při cílené výrobě vodíku energií z neobnovitelných zdrojů. ^[4]



Obrázek 1: Proces výroby vodíku z obnovitelných zdrojů ^[4]

Jak můžeme vidět z následujícího obrázku, tak čistý elektromobil, poháněný elektřinou vyrobenou průměrným mixem energií v Evropské unii, spotřebuje v rámci Well-to-wheel analýzy více energie, než benzínový hybrid.



Obrázek 2: Well-to-wheel analýza ^[4]

2.2 Inteligentní energetika a služby

Pokud se budeme bavit o problematice energetické spotřeby města, měli bychom začít u velkých kancelářských konceptů, které jsou často celoskleněné, tudíž je zde velká potřeba klimatizování těchto prostorů. Zefektivnění klimatizování prostor můžou prospět speciální skla nepropouštějící tolik světelných paprsků či naopak okna přeměňující sluneční energii na elektrickou, která následně může být využita při chlazení prostor. Dalším prospěšným prvkem je tzv. „zelená střecha“. To znamená zbudování zahrady, zelené oázy na střeše budovy, která poslouží jako tepelná izolace a zároveň zaměstnancům jako benefit v podobě relaxační zóny.

Inteligentní řízení tepelného proudění je také podstatná oblast potenciální úspory energie. Tzv. pasivní domy pracují i s odpadním teplem a zpětně ho znovu využívají. Využívají i recyklovanou odpadní vodu na zavlažování zelených ploch, což snižuje spotřebu vody. Ta se dá rovněž snížit i zavlažováním dešťovou vodou, která se nahromadí z okolních střech.

Také je důležité, aby městská síť umožňovala zpětný odběr elektrické energie vyrobené v těchto budovách.

Velkou oblastí, kde je enormní možnost úspory energie, je veřejné osvětlení. Například v Barceloně vyměnili klasická konvenční svítidla za LED osvětlení se systémem

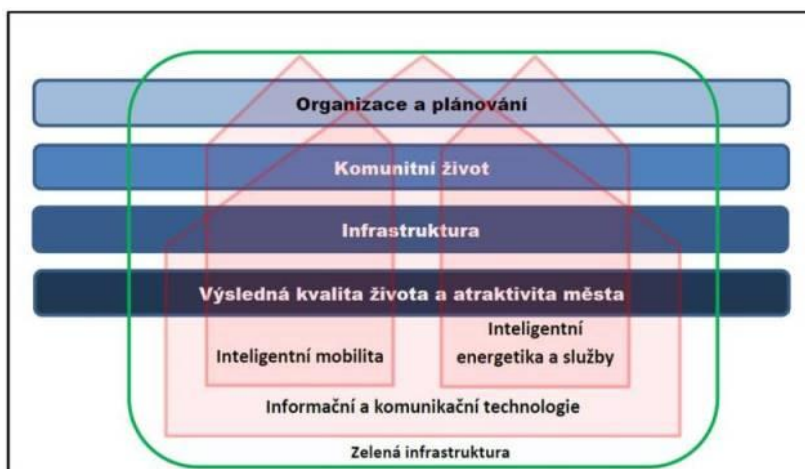
inteligentního řízení, které jim pomohlo snížit spotřebu o 60%.^[43] Také existuje systém, který veřejné osvětlení zapíná a vypíná podle detekce rozpoznání pohybu člověka.

2.3 Informační a komunikační technologie

Mezi tyto technologie řadíme systémy, které umožňují efektivní řízení města a usnadňují život nejen úředníkům, ale také obyvatelům. Tyto systémy se dočkají masivního rozšíření v rámci spuštění sítě 5G a internetu věcí, jelikož nastane revoluce v podobě komunikace věcí. Zde se můžeme bavit o efektivním monitoringu zabezpečení budov, ať už proti vandalům či zlodějům, tak i v rámci požární signalizace. Dále je možné monitorovat stav životního prostředí a shromažďovat online data v jednom uzlu efektivně díky mnoha sensorům v terénu za podpory 5G sítí. Také se dočkáme zavedení inteligentního systému parkování. A to jak z pohledu, který řidiče informuje o počtu volných parkovacích míst a navádí ho tímto směrem, tak z pohledu uživatelského, kde dojde k integraci platebních formalit skrze mobilní aplikaci či pomocí NFC čipů či bezkontaktních platebních karet, které se přiloží k platebnímu panelu, umístěného klasicky u parkovacích míst.

Tento platební systém parkovního se za pomoci lehké transformace může proměnit v platební systém v rámci MHD.

Dalším odvětvím, kde se budou moci využít inovace spojené s 5G sítí, je sociální a zdravotnická oblast. Zdravotně postižení občané a senioři budou napojeni do systému a v případě problémů či potřeby asistence, dojde k přivolání pomoci skrz tento systém.



Obrázek 3: Schéma propojení oblastí Smart city ^[15]

3 Možnosti řešení problému pouličního parkování

Ve velkých městech ztratí řidiči 30% jízdního času hledáním místa k zaparkování a v průměru si tak najedou 4,5 km navíc. Nalezení volného místa k zaparkování je také zapříčiněno tím, že v průměru je auto odstaveno a nepoužíváno na parkovacím místě po dobu 23 hodin denně. ^[1] Pokud by se minimalizoval čas hledání parkovacího místa, došlo by ke snížení emisí CO₂ a pevných částic, které jsou hlavním problémem onemocnění dýchacího ústrojí. Na základě tohoto faktu se do budoucna uvažuje o zavedení filtru pevných částic i pro automobily se zážehovým motorem

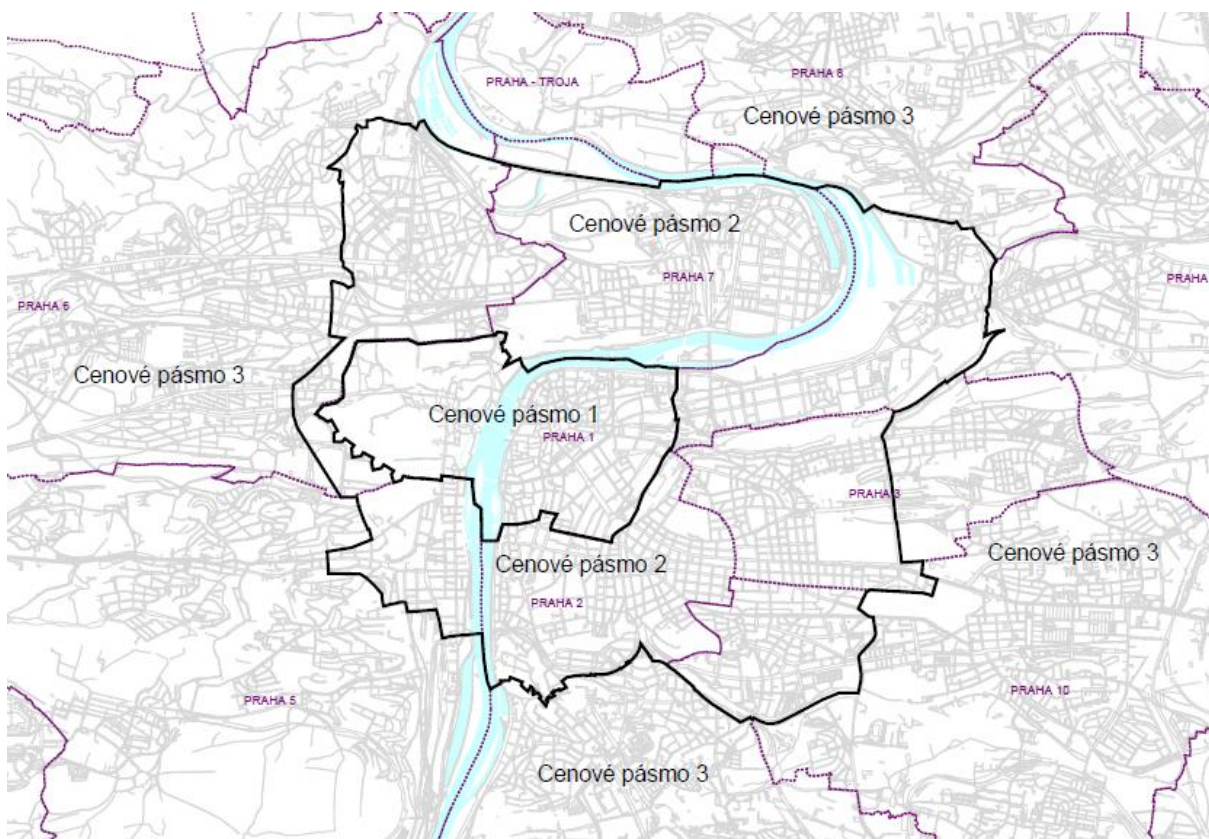
Nejjednodušší způsob regulace parkování je omezení doby parkování. Obvykle bývá rozsah v řádu několika hodin. Dalším krokem může být zavedení placeného stání v určené denní době v pracovních dnech v týdnu. Je však nutné nabídnout řidičům přijatelnou alternativu v podobě přidané hodnoty k těmto místům. Může to být například navigace na volná parkovací místa a další benefity, které si podrobněji rozebereme v kapitole chytrého parkování.

3.1 Zóny placeného stání (ZPS)

Při větší potřebě regulace se nabízí jako další opatření parkovací zóny. Jsou to placená rezidentní stání či placená stání s časovým omezením, která se netýkají jen několika ulic, ale jsou zavedena plošně na celou oblast či městskou část. Funkcí těchto zón je poskytnout obyvatelům daných lokalit možnost zaparkovat vozidlo v docházkové vzdálenosti od svého bydliště. Také tímto opatřením motivujeme návštěvníky, aby se v oblasti pohybovali jen po nezbytnou dobu a uvolnili místa dalším řidičům. Při zavádění tohoto opatření je nutné zvážit dopady na sousední městské části, které zavádění parkovacích zón neplánují. Dalším vylepšením tohoto systému je zavedení rezidentních povolenek, které zajišťují, že se na rezidenty nevztahují časová omezení a případný paušální poplatek je minimální. Ten se v Praze pohybuje v řádu stokorun pro první vozidlo za rok. S počtem přibývajících vlastněných aut se přímou úměrou zvedá poplatek za další automobily. Tento trend se zastaví při třetím automobilu, který již nemá zvýhodněnou cenu, a za každé další vozidlo platíte stejnou sumu. Následující tabulka ukazuje aktuální zvýhodněný tarif pro fyzické osoby, které mají místo trvalého pobytu ve vymezené oblasti v Praze.

Tabulka 1: Ceník placených stání pro rezidenty v Praze ^[11]

Ceník pro rezidenty v oblasti placeného stání platný od 24. 8. 2017 ^[11]		
	ZPS na celém území městské části	ZPS na části území městské části
1. vozidlo ZTP; ZTP-P; >65 let	360 Kč / rok	180 Kč / rok
1. vozidlo	1 200 Kč / rok	600 Kč / rok
2. vozidlo	7 000 Kč / rok	3 500 Kč / rok
Každé další vozidlo podle nezvýhodněného ceníku v závislosti na cenovém pásmu		
1. cenové pásmo	36 000 Kč / rok	24 000 Kč / rok
2. cenové pásmo	30 000 Kč / rok	20 000 Kč / rok
3. cenové pásmo	24 000 Kč / rok	16 000 Kč / rok



Obrázek 4: Cenová pásma parkování v Praze ^[10]

3.2 Koncepce zón v Praze [14]

3.2.1 Rezidentní režim - modrá zóna

- Tato zóna je určena pouze držitelům platného parkovacího povolení
 - obyvatelům s trvalým pobytem v oblasti
 - majitelům nemovitosti v oblasti
 - majitelům provozovny v oblasti
- V této zóně nejsou umístěny parkovací automaty
- V případě potřeby zastavení v této zóně poslouží řidiči k platbě parkovného pouze funkce virtuálních parkovacích hodin (P5,P6,P8)
- V původních modrých zónách (P1,P2,P3,P7) lze krátkodobě parkovat pouze pomocí stíracích karet
- Maximální délka návštěvníků v oblasti jsou 3 hodiny
- Tato zóna je vyznačena informativní značkou IP 12 a dodatkovou tabulkou E13

3.2.2 Smíšený režim - fialová zóna

- Tato zóna je určena rezidentům, držitelům platné parkovací karty, majitelům nemovitostí i návštěvníkům
- V této zóně jsou umístěny parkovací automaty
- K platbě lze použít funkci VPH
- Tato zóna je vyznačena informativní značkou IP 13c a dodatkovou tabulkou E13

3.2.3 Parkování pro návštěvníky - oranžová zóna

- Tato zóna je určena pro krátkodobé parkování pro všechny typy uživatelů
- V této zóně jsou umístěny parkovací automaty
- K platbě lze použít funkci VPH
- Tato zóna je vyznačena informativní značkou IP 13c a dodatkovou tabulkou E13

3.2.4 Parkování pro elektromobily - zelená zóna

- V nově budovaném systému parkování je tato parkovací zóna určena výhradně ekologickým automobilům a vozidlům v systému carsharingu



Obrázek 5: Dopravní značka
IP 12 s dodatkovou
tabulkou E13 ^[14]



Obrázek 6: Dopravní značka
IP 13c s dodatkovou
tabulkou E13 ^[14]



Obrázek 7: Dopravní značka
IP 13c s dodatkovou
tabulkou E13 ^[14]

3.3 Virtuální parkovací hodiny (VPH)

Virtuální parkovací hodiny jsou součástí digitalizovaného parkovacího systému, který slouží k zjednodušení a zefektivnění platby parkovného i prostřednictvím mobilní aplikace. Při prvním použití si do aplikace nastavíte vaše registrační značky, způsoby platby přes platební kartu či CCS kartu, bezpečnostní heslo a e-mail, na který bude zasíláno potvrzení a odkaz k prodloužení parkování.

Při zaparkování v zóně placeného stání a využití tohoto způsobu placení je potřeba daný úsek přesně definovat. K tomuto kroku máme dvě možnosti. K jednoznačnému určení slouží kód umístěný na svislém dopravním značení nebo na parkovacím automatu, který se zadá ručně do aplikace či pomocí QR kódu. Je zde i druhá možnost určení pomocí mobilního telefonu a GPS. Aplikace nabídne nejbližší úseky v okolí. Poté to funguje tak, že řidič zvolí v systému příslušnou registrační značku, délku pobytu, kterou chce zakoupit a typ platby. Následně bude vyzván k zadání bezpečnostního hesla, které si zvolil při prvním použití aplikace. Nakonec mu bude na e-mail zaslán pokladní doklad a odkaz na případné prodloužení.

Výhodou tohoto systému je, že není potřeba umisťovat parkovací oprávnění (včetně parkovacího lístku) za čelní sklo. Toto řešení zjednodušuje řidičům celý proces, jelikož se nemusí do vozidla znovu vracet se zakoupeným parkovacím lístkem a také mohou, díky této internetové aplikaci, své stání kdykoliv prodloužit až na maximální povolenou dobu v daném úseku.

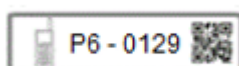
Tento způsob platby lze využít na nově vybudovaných zónách placeného stání na Praze 5, Praze 6 a Praze 8. Od 1. 10. 2017 přejdou ZPS na Praze 1 a Praze 2 pod správu TSK hl. m. Prahy, tudíž se tento způsob platby rozšíří i na tyto oblasti. To samé čeká i ZPS na Praze 3 a Praze 7 od 1. 2. 2018. Platnosti původních kuponů končí ve zmíněných oblastech k těmto datům.

3.4 Moderní parkovací automat

Pokud se rozhodneme platit parkovné v pouličních automatech, proces probíhá podobně jako ve webové aplikaci. Do systému uvedu svojí registrační značku a požadovanou délku stání vozidla.



Obrázek 8: Parkovací automat s on-line připojením ^[17]



Obrázek 9: Štítek umístěný na parkovacím automatu s QR kódem ^[16]

3.5 Kontrola

Kontrola je prováděna vozidlem s kamerami upevněnými na střeše vozidla, snímající registrační značky v okolí. Tímto došlo ke značné redukci osob kontrolujících jednotlivá vozidla, zda-li mají zakoupené platné parkovací lístky za čelním sklem.

Tato moderní technologie, spočívající v digitalizaci a automatizaci systému kontroly, se chystá či v nějaké míře je již zavedena v některých městech České republiky. Například v Mladé Boleslavi mají podobnou koncepci zón a chystají se k podobnému systému kontroly jako je v Praze.



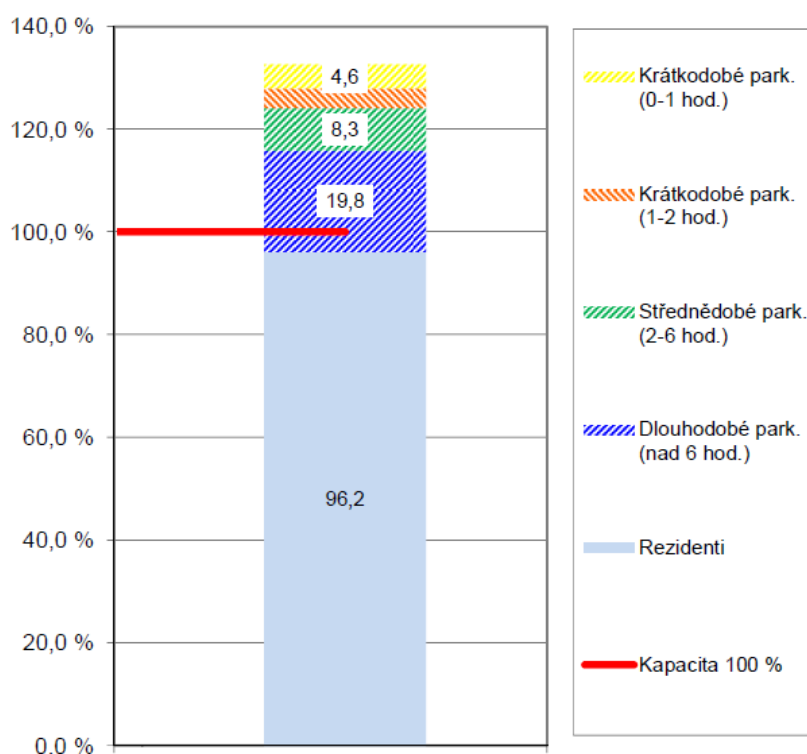
Obrázek 10: Kontrolní vozidlo systému chytrého parkování v Praze ^[30]

3.6 Problematika rozhraní oblastí se ZPS / bez ZPS

Parkování v oblasti bez zavedených zón placeného stání v blízkosti hranice s oblastí s placeným stáním je často velkým problémem. Například v Praze se tato situace stává neúnosná v problematické lokalitě na Praze 10 v místě, kde s Prahou 10 hraničí Praha 2 a Praha 3. Jedná se o oblast Vinohrad. Tato lokalita Prahy 10 se nachází v sevření městských částí, které svojí parkovací politiku zakládají na aplikaci parkovacích zón.

Oficiálně nepřihlášení řidiči z městských částí Prahy 2 a Prahy 3, kteří nemají nárok na zvýhodněný tarif placeného stání či mají v rodině více aut, rádi využívají parkovací stání na Praze 10, kde zóny placeného stání nejsou.

Na základě průzkumu v dané lokalitě jsem došel k závěru, že většina obyvatel, pokud dobře zaparkuje, raději se svým vozem nemanipuluje a používá ho jen v nutných situacích. Tato nepřímá úměra se mění v závislosti na vzdálenosti zaparkovaného auta a místa bydliště. Pokud řidič zaparkuje přímo před svým domem, vydá se na nákupy raději MHD. Nejhorší situace nastává v neděli večer, kdy je skoro nemožné v této oblasti Vinohrad zaparkovat v přijatelné vzdálenosti od bydliště. V rámci mého tázání řidičů jsem zjistil, že horní hranice hledání místa se pohybuje až okolo 45 minut, s docházkovou vzdáleností zpět k domu 10-15 minut chůze. Pokud tato čísla převedeme do reálných vzdáleností, tak pokud bych se snažil zaparkovat v úseku severní části Vinohrad (ulice Ruská, Estonská..), nezbylo by mi nic jiného než hledat parkovací místo v okruhu téměř 1,5 kilometru. Samozřejmě jsem omezen ze severní strany parkovacími zónami v Praze 2 a v Praze 3 a tím se dostávám do menšího výběru potencionálních míst směrem na jih Vršovic. Tímto nedostatkem parkovacích míst jsou řidiči v oblasti Vinohrad, a podobných problémových oblastí, nuceni k větší míře páchání přestupků spojených s parkováním.



Obrázek 11: Procento obsazených PS v závislosti na kapacitě v oblasti Vinohrad ^[12]

Z předcházejícího obrázku, který čerpá z celoplošné celodenní analýzy dopravy v klidu Prahy 10 ze dne 9. 10. 2012, je patrné, že kapacita je překročena o 32,7 %. Toto číslo z roku 2012 velmi vypovídá o závažném stavu v hraničních oblastech, který je třeba řešit. Pokud se

podíváme do následující tabulky na stále se zvyšující stupeň automobilizace, je nám jasné, že výsledný stav obsazených parkovacích stání v roce 2017 bude ještě horší než v roce 2012, jelikož v této oblasti k žádnému závratnému nárůstu parkovacích míst nedošlo.

Tabulka 2: Vývoj stupně automobilizace ^[13]

Stupeň automobilizace - počet obyvatel na jeden osobní automobil^[13]		
Rok	Praha	Česká republika (do roku 1971 ČSR)
1961	22,4	47,1
1971	8,1	13,8
1981	4,2	5,5
1990	3,6	4,3
2000	1,9	2,8
2010	1,8	2,3
2014	1,8	2,1
2015	1,7	2,1
2016	1,6	2,0

Z vývoje stupně automobilizace je patrné, že bude aut stále přibývat. Proto je nutné, aby byla koncepce parkování řešena celoplošně a komplexně podle faktorů správné regulace parkování (viz. kapitola 3.10) na úrovni celé Prahy, aby nedocházelo pouze k přelévání problémů do ostatních městských částí.

3.7 Typy parkovišť

3.7.1. K+R a P+R

K+R

Místa "Kiss and Ride" slouží pro krátkodobé zastavení vozidel za účelem vystoupení či nastoupení cestujících z auta či do auta. Doba zdržení je zde povolena jen v řádu minut.

P+R

Parkoviště typu "Park and Ride" je funkcí záchytné parkoviště na okraji města v místě dobrého dopravního spojení do centra města. Často se nachází u stanic metra či vlaku na okraji města. Tato parkoviště přispívají k tomu, že příjíždějící řidiči zaparkují své vozidlo na okraji města a dále pokračují MHD a nezatěžují tak svými auty dopravní síť v centru města. Bohužel síť P+R parkovišť není dostatečná, a proto se do budoucna plánuje velké rozšiřování těchto parkovišť na okrajích Prahy. Odrazující může být pro řidiče poplatek za použití záchytného parkoviště. Jelikož je ale placené parkoviště hlídané, má řidič větší jistotu, že své vozidlo najde i na konci dne.

Tabulka 3: Seznam parkovišť P+R v Praze ^[18]

Název	Typ	Přibližná poloha
Běchovice	nehlídané	u železniční stanice Praha-Běchovice
Černý most	hlídané	u stanice metra Černý most
Holešovice	hlídané	u stanice metra Nádraží Holešovice u železniční stanice Praha-Holešovice
Hostivař	hlídané	u stanice metra Depo Hostivař
Chodov	hlídané	u stanice metra Chodov
Ládví	hlídané	u stanice metra Ládví
Letňany	hlídané	u stanice metra Letňany
Nové Butovice	hlídané	u stanice metra Nové Butovice
Opatov	hlídané	u stanice metra Opatov
Radotín	hlídané	u železniční stanice Praha-Radotín
Rajská zahrada	hlídané	u stanice metra Rajská zahrada
Skalka 1	hlídané	u stanice metra Skalka
Skalka 2	nehlídané	u stanice metra Skalka
Zličín	hlídané	u stanice metra Zličín

3.7.2. B+R

Parkoviště typu "Bike and Ride" jsou v Praze součástí většiny P+R parkovišť. Samotná úschova bicyklu je zdarma a je zde také možnost výpůjčky zámku kola oproti vratné záloze 20 Kč.

Nehlídané služby lze využít i na řadě dalších stanic či zastávek v rámci PID, kde jsou umístěny stojany na bicykly.

Tabulka 4: Seznam parkovišť B+R v Praze^[18]

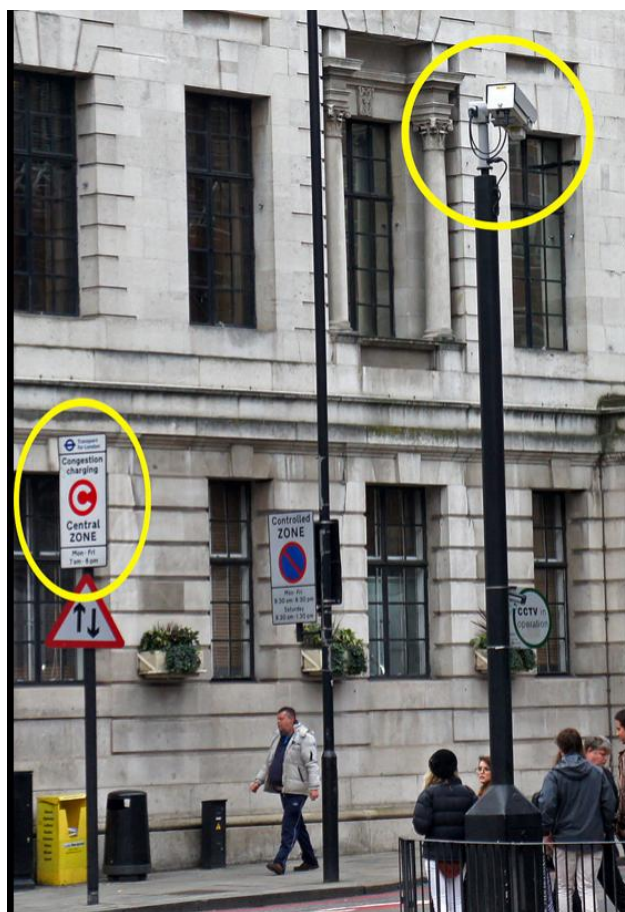
Název	Přibližná poloha
Černý most	u stanice metra Černý most
Holešovice	u stanice metra Nádraží Holešovice
Hostivař	u stanice metra Depo Hostivař
Ládví	u stanice metra Ládví
Letňany	u stanice metra Letňany
Nové Butovice	u stanice metra Nové Butovice
Opatov	u stanice metra Opatov
Radotín	u železniční stanice Praha-Radotín
Rajská zahrada	u stanice metra Rajská zahrada
Skalka 1	u stanice metra Skalka
Zličín	u stanice metra Zličín

3.8 Zóny s monitorovaným vjezdem

Tyto zóny využívají systému virtuálních bran na vjezdech do oblasti a identifikují jednotlivá vjíždějící vozidla. Tento systém je uplatněn například v Londýně, kde je vymezena zpoplatněná oblast v centru města a daným systémem je následně kontrolováno, zda řidič zaplatil za svůj vjezd či nikoliv.

Tyto zóny lze však využít i k monitorování zdržení vozidla v oblasti a následně využít této znalosti pro stanovení tarifu a konečné ceny za parkování.

Tato technologie má také využití v parkovacích domech, kdy při vjezdu je řidiči načtena poznávací značka a následně při odjezdu je opět načtena do systému. Pokud má řidič zaplacené parkovné či ještě nedosáhl doby, kdy se parkovné začíná načítat, pustí systém řidiče z parkovacího domu, aniž by musel načítat parkovací lístek u stojanu. Tímto způsobem se velmi zrychlí výjezd vozidel z podzemních garáží, kde následně nedochází k nepříjemným kongescím a tuto funkcionalitu můžeme řadit mezi prvky Smart řešení.



Obrázek 12: Detekce poznávacích značek v rámci systému congestion charging v Londýně [32]

3.9 Nízkoemisní zóny

Další možností je zavedení nízkoemisních zón. Tuto regulaci je možno zavádět v několika tarifních pásmech okolo centra města, kdy jsou od sebe pásma odlišena pomocí emisních štítků. Vozidla nesplňující tyto normy nemají vjezd do oné části města povolen.

Tato opatření by prospěla městu ke zklidnění automobilové dopravy v centru, jelikož by transitní řidiči nevolili kratší cestu přes zpoplatněné centrum, ale raději by ho objeli delší, avšak nezaplatněnou trasou po periferii města. Zároveň by došlo ke snížení emisní zátěže ovzduší v centrální části města.

Nízkoemisní zóny jsou zavedeny v mnoha zemích Evropské unie i celého světa. Velkou oblibou se těší v Německu, kde jsou v platnosti v mnoha městech: Berlín, Kolín nad Rýnem, Dortmund, Mnichov atd. Dále země jako je Nizozemsko, Velká Británie, Švédsko, Rakousko, Dánsko či Japonsko využívají tento prostředek regulace automobilové dopravy.



Obrázek 13: Typy ekologických známek v Německu ^[37]

3.10 Klíčové faktory správné regulace parkování [19]

- celoplošná regulace (centrum i všechny městské části)
- kompletní digitalizace (informací, mapových podkladů, plateb)
- centralizace do jednoho regulačního rámce (město + všichni poskytovatelé a ostatní druhy dopravy, např. P+R)
- jednoduchá pravidla (max. 4 cenové tarify, geografická souvislost)
- ochrana centra města před kongescemi (nasazení systému chytrého parkování)
- ochrana rezidentů před dojíždějícími (nasazení systému rezidenčního parkování)
- preference vlastnění jednoho vozidla na bytovou jednotku (motivační programy pro občany)

V současné době se regulace parkování řeší integrovaně a pomocí vhodných technologií, které pomáhají lépe řídit dopravní provoz a naplňovat samotnou podstatu inteligentních technologií v rámci konceptu chytrého parkování. V dnešní době jako nejdokladnější formu můžeme považovat dynamické řízení dopravy v čase a dynamické navádění řidiče na volná parkovací místa. Tento koncept využívá čidel v prostoru parkovacích stání a umožňuje vidět řidičům v reálném čase obsazenost daných parkovacích stání v konkrétních ulicích. Toto je řidičům zprostředkováno díky mobilním aplikacím a také díky ukazatelům navigujícím řidiče v reálném čase při vjezdu do dané městské oblasti. Zároveň do tohoto konceptu můžeme aplikovat algoritmy dynamické regulace cen za parkovací stání, kterou ovlivníme poptávku a nabídku v různých částech oblasti, abychom dosáhli toho, že budou místa v prostoru rovnoměrně obsazena.

4 Příklady řešení z České republiky

4.1 Kolín

Kolín spustil prvotní projekt chytrého parkování 27. 9. 2016 na Karlově náměstí. Na severní, západní a východní straně náměstí jsou umístěna placená parkovací stání, která jsou osazena senzory v komunikaci. Řidičům tyto senzory hlásí obsazenost dané oblasti náměstí a ulehčují jim volbu při hledání parkovacího místa. Instalace senzorů se dočkala i ulice Sokolská v blízkosti Karlova náměstí. V obou těchto lokalitách je možnost platby jak přes mobilní aplikaci, tak na místě v automatu hotově či kartou.



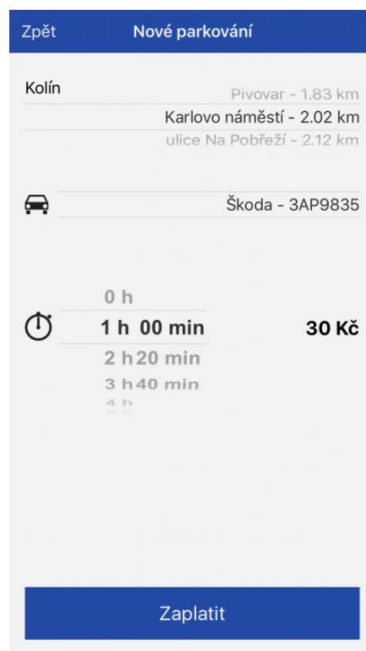
Obrázek 14: Rekonstruovaný stav Karlova náměstí ^[38]

Dřívější podoba náměstí na obrázku níže ukazuje, že z urbanistického hlediska bylo náměstí zcela nefunkční a fungovalo pouze jako odstavná stání pro automobily. Tento stav zachycený na snímku z roku 2004 již naštěstí neplatí, plocha Karlova náměstí plní funkci náměstí a parkování je zde řešeno systémem Smart parkování.



Obrázek 15: Původní stav využití Karlova náměstí^[38]

Další Smart prvek, který řidičům v Kolíně usnadňuje placení poplatků za parkovací stání, navigaci a přehled o volných místech, je mobilní aplikace. Díky ní člověk může zaplatit zcela pohodlně, bezhotovostně a svoje stání si může prodloužit bez potřeby návratu zpět k autu. Není to však internetová aplikace, tudíž je nutné ji instalovat do mobilu. Aplikace podporuje operační systém Android 4.4 a novější a operační systém iOS 9.0 a novější.



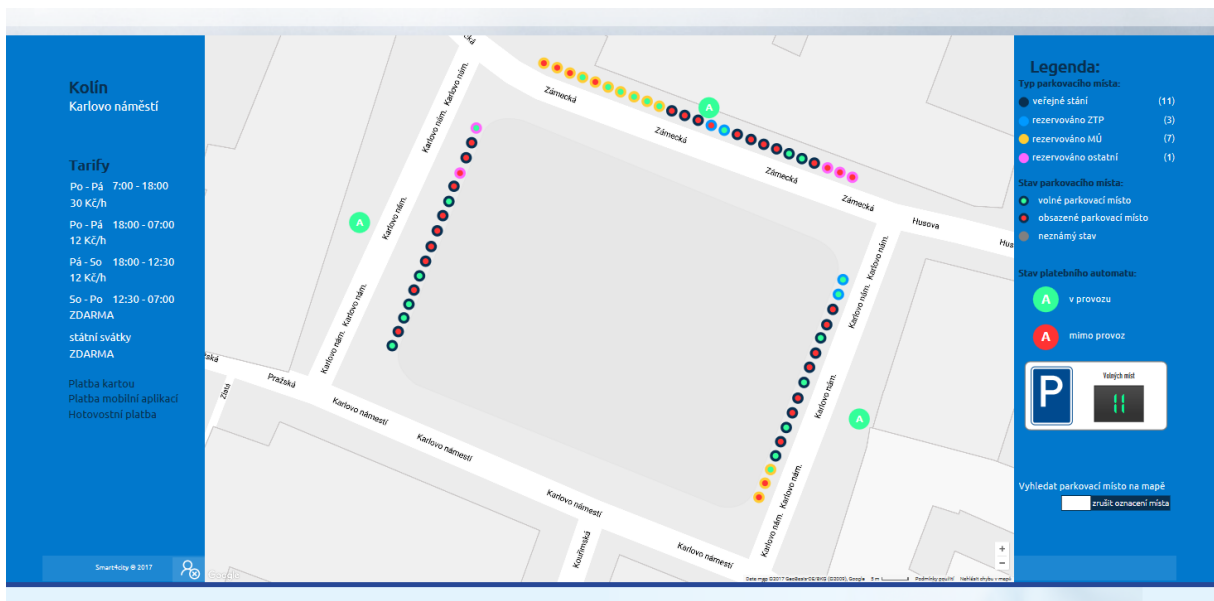
Obrázek 16: Ukázka mobilní aplikace ^[20]

Tato aplikace je univerzální a otevřena dalším městům ke spolupráci. Nyní sdružuje města Kolín, Benešov a Poděbrady. Avšak pouze v městech Benešov a Kolín je na vybraných lokalitách instalován systém senzorů zabudovaný ve vozovce, informující řidiče o aktuálním stavu obsazenosti.



Obrázek 17: Zabudování senzorů do vozovky v Kolíně ^[22]

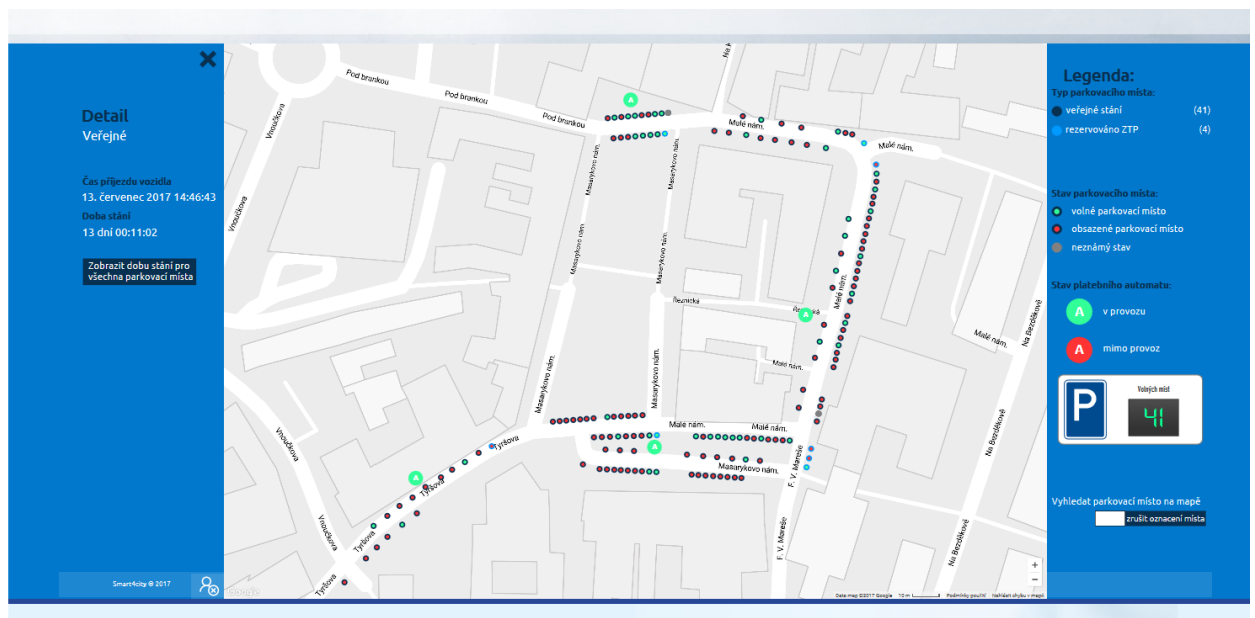
Internetová aplikace však řidičům nabízí i pohled přímo v mapě na aktuální obsazenost jednotlivých parkovacích míst, pokud jsou místa obsazena senzory tak, jako je tomu v Kolíně na Karlově náměstí či v ulici Sokolská. Mobilní aplikace je spojena i s navigací a dokáže řidiče přímo dovést k volným parkovacím místům na daném náměstí.



Obrázek 18: Ukázka rozhraní internetové aplikace znázorňující stav a účel parkovacích míst v Kolíně^[21]

4.2 Benešov

Od 1. 2. 2017 se ke stejnému systému jako je v Kolíně připojil Benešov. Jedná se taktéž o provedení instalace senzorů do parkovacích míst v okolí Masarykova a Malého náměstí a také o zahrnutí dalších placených parkovacích stání do aplikace. Díky tomu vzniká možnost platby parkovného v daných místech pomocí aplikace.



Obrázek 19: Ukázka rozhraní internetové aplikace znázorňující stav a účel parkovacích míst v Benešově^[21]

4.3 Písek

Písek se pustil do konceptu Smart City s velkou energií a přesvědčením díky podpoře na nejvyšších místech radnice. Ta určila, že nechce mít osamocený systém pouze ukazatelů volných míst. Na situaci proto nahlédla s větším nadhledem z perspektivy Smart City a řekla si, že kromě koncepce dopravy také uskuteční několik dalších pilířů, jako jsou energetika, telekomunikace a internet věcí, které se skrývají pod souhrnnějším označením ICT architektura.^[24]

4.3.1. Pilíř inteligentní mobilita

V rámci tohoto pilíře Písek plánuje celkově novou koncepci dopravy ve městě, která se dotkne nejenom IAD, ale také MHD. Tato opatření by měla zpřehlednit, zjednodušit a zkvalitnit služby poskytované městskou hromadnou dopravou. Bude se jednat jak o zlepšení organizace dopravy, tak i o zpřehlednění a sjednocení prvků na zastávkách autobusů. To samé platí pro prvky infotainmentu uvnitř i vně autobusů, u kterých modernizace přinese větší přehlednost a informovanost cestujících. V první fázi bude vybraných 19 zastávek modernizováno ukazateli, které zobrazují odjezdy spojů či aktuální časy zpoždění. V rámci tohoto projektu bude také muset dojít k modernizaci vybavení autobusů, aby bylo možné získávat aktuální dopravní data o času jízdy a následně je zasílat na jednotlivé zastávky.^[41]

Dalším krokem, kterým se písecká radnice snaží přiblížit západním městům, je projekt vybudování sítě tzv. bikesharingu, který umožní obyvatelům či návštěvníkům vypůjčit si na určitých stanovištích kola a poté je vrátit i na jiných místech, než si původně půjčili.

V oblasti individuální automobilové dopravy a dopravy v klidu plánuje město Písek vybavit klíčové parkovací plochy elektronickým parkovacím systémem, který bude řidiče nejen informovat, ale také je zároveň bude navádět při příjezdu do města na volná parkovací stání. Pro běžná stání v ulicích je v plánu systém, který vypočítá pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa. Zároveň se plánuje spuštění aplikace, která řidičům parkování ještě usnadní. Také se počítá s podporou elektromobilů ve formě vybudování nabíjecích míst.^[41]

Mluvíme tedy o ukázkovém příkladu chytrého parkování a zároveň i s nadstavbou prvků Smart City, které řidičům umožní větší pohodlí při cestování po městě, pokud se rozhodnou nechat automobil na parkovišti a po městě se pohybovat pomocí MHD či zapůjčeným kolem ze sítě bikesharingu.

P1 - ulice na Výstavišti

Toto parkoviště se nachází v těsné blízkosti centra, a proto nabízí ideální alternativu pro odstavení auta zvláště pro řidiče směřující ze směru Praha / České Budějovice. Ve stádiu realizace je rozšíření tohoto parkoviště a také je zde v plánu, v rámci projektu chytrého parkování, instalace senzorů do vozovky.

P2 - Velké náměstí

Parkoviště na Velkém náměstí není primárně určeno k zachycení řidičů směřujících do Písku z hlavních tahů, ale mělo by posloužit obyvatelům, kteří si potřebují v nejbližším okolí Velkého náměstí něco zařídit. Toto parkoviště je již v této době zpoplatněno a do budoucna je v plánu tento prostor osadit elektronickým parkovacím systémem a vhodnou technologií, která vyjde z otevřené soutěže.



Obrázek 20: Parkoviště P1 a P2 [39]

P3 - parkoviště z ulice Kollárova

Do tohoto prostoru by měli být naváděni řidiči ze směru Tábor. I toto parkoviště se nachází v dobré lokalitě v centru, a proto zde není potřeba řešit dodatečnou dopravu řidičů, kteří by tu své auto odstavili, jako tomu je u typických P+R parkovištích.



Obrázek 21: Parkoviště P3 ^[39]

4.3.2. Pilíř inteligentní energetika a služby

Tento pilíř klade hlavní důraz na podporu využívání obnovitelných zdrojů a využití moderních technologií při výrobě elektřiny, aby se předešlo zbytečným ztrátám a ekologické újmě na životním prostředí. V rámci této myšlenky by mělo vzniknout úsporné a ekologické veřejné osvětlení, které nebude zatěžovat okolí světelným znečištěním. Také u rozvodů tepelné energie se bude dbát na energetickou účinnost rozvodů, aby někde zbytečně neunikalo drahocenné teplo.

4.3.3. Pilíř integrované infrastruktury a ICT

V této oblasti informačních a komunikačních technologií by měl posun směrem ke Smart prvkům znamenat velké ulehčení pro obyvatele v rámci komunikace s úřady, jelikož dojde ke zjednodušení procesů a také k jednotné formě identifikace a autentizace. Měla by také vzniknout tzv. Písecká karta, se kterou by člověk mohl zaplatit jízdenku, parkovné či výpůjčku kola v rámci sítě bikesharingu.^[41]

Rozvoj internetu věcí (IoT) je také velkou oblastí, do které zapadají bezpečnostní systémy k ochraně majetku, systémy požární signalizace i monitoring životního prostředí. Také by mělo dojít k včasnému odhalení poruch v infrastruktuře města díky neustálému dohledu pomocí IoT technologií. Při takto rozsáhlém monitoringu dojde k hromadění velkého

množství dat tzv. 'Big Data', která poté budou bezplatně zpřístupněna občanům. Díky tomuto prvku také dojde k větší podpoře tzv. cloudových služeb.

4.4 Liberec

V Liberci od 1. 10. 2016 spustili síť chytrého parkování, která se skládá z 240 parkovacích míst a šesti lokalit v červené zóně, která je nejvytíženější. V rámci tohoto projektu došlo k využití technologie internetu věcí, která je součástí inovativního přístupu v rámci konceptu Smart City. Tato komunikační síť je provozována v bezlicenčním pásmu rádiových vln o frekvenci 868 MHz.^[23] Pokud se systém osvědčí, je v plánu další rozšiřování. Řidičům hledání a placení za parkovací místa usnadní aplikace. Čidla instalovaná do vozovky by měla vydržet minimálně pět let a kromě stavu parkovacího místa by měla hlásit svůj vlastní technologický stav, například stav baterie.

4.5 Praha

V Praze se na větší aplikaci senzorů v parkovacích stání čeká. Nová koncepce parkovacích zón s možností použití aplikace je krok kupředu, avšak o obsazenosti parkovacích míst se řidič nedozví. Tomuto tématu se v Praze a v dalších Evropských městech věnuje společnost e-Parkomat, která se prezentuje jako start-up, který je nyní pod záštitou Škoda DigiLab. Jejich technologie je založená na predikci obsazenosti v ulicích města v závislosti na telekomunikačních datech od jednotlivých uživatelů společnosti T-mobile, která se pak zpracovávají jako tzv. 'Big-data' pomocí speciálních algoritmů.

K aplikaci senzorů do vozovky došlo například v ulici Štefánikova. Pokud řidič hledající volné parkovací místo nezaparkuje v ulici V Botanice, je navigován proměnným ukazatelem na volná parkovací místa za rohem v ulici Štefánikova. Tato parkovací stání v obou ulicích jsou realizována v rámci fialové parkovací zóny. Dále se tento rok senzory ve vozovce testují na Havlíčkově náměstí na Praze 3 a do budoucna se počítá s propojením informací o volných stáních do aplikace.



Obrázek 22: Aplikované řešení chytrého parkování v ulici Štefánikova ^[39]

Smart prvků je v Praze v testovacím provozu tento rok více. Do podzimu probíhá testování například Smart pouličního osvětlení, které je ekologické, monitoruje stav životního prostředí a poskytuje okolí signál Wi-Fi, případně možnost dobití elektromobilu. Většinu funkcí jako Smart osvětlení nabízí i Smart lavička, která se ale oproti chytrému osvětlení dočkala i většího rozšíření. Bohužel však těmto Smart prvkům chybí nadstavbový systém, který by z nich udělal opravdový prvek chytrého města. Systém by mohl například shromažďovat data z měření znečištění životního prostředí a mohl by tak obyvatelům poskytovat mapu znečištění v Praze.

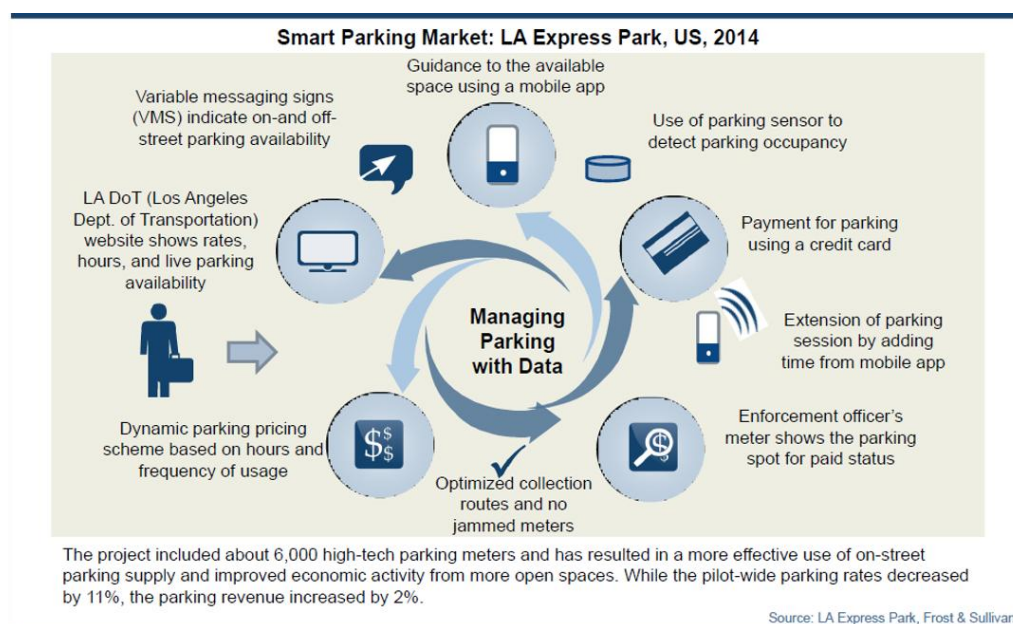
Praha také na frekventovanějších místech testuje inteligentní solární koše, které odpadky samy lisují a v případě svého zaplnění oznámí, že je plný. Zároveň získávají energii pomocí solárních panelů umístěných v horní části odpadkového koše. Jistě to bude pro zaměstnance svozové společnosti znamenat zjednodušení práce, ale jako v předchozím případě chybí ona nadstavba, onen opravdový chytrý systém, který by data z více košů shromažďoval a podle aktuální zaplněnosti by volil optimální trasu či pořadí košů pro vyprázdnění.

5 Ceny parkování

Velkou otázkou je také nastavení správné ceny za pouliční parkování. Tam, kde je parkovacích míst nedostatek a přesto jsou levné, mohou hledající řidiči významně zahustit provoz. Šestnáct studií provedených na tuto problematiku ukazuje, že v průměru 30% automobilů v dopravních zácpách hledalo parkovací místo. Tudíž se o správném nastavení cen mluví jako o ideálním vyvážení cen parkování. Za této ideální situace je míra obsazenosti pouličního parkování 85%.^[33]

Cena je příliš vysoká, pokud zůstává mnoho míst neobsazeno a příliš nízká, pokud není volné žádné stání. Takový to model dynamické politiky cen parkovacích stání můžeme nazvat jako "výkonové zpoplatnění". Jedná se o systém zpoplatnění podle poptávky. Tento model má hlavní tři výhody. První výhodou je, že bude parkování vždy efektivně využito a zároveň bude vždy kde zaparkovat. Druhou výhodou je, že dopravní systém bude efektivnější, protože řidiči hledající parkovací místo nebudou zahlcovat dopravní provoz, ušetří svůj čas a benzín, ale také ušetří své okolí od zbytečných emisí. Třetí výhodou je, že zpoplatnění parkování bude efektivnější, jelikož na místech s větší dopravní frekvencí se bude řidič snažit své záležitosti rychle vyřídit a brzy odjet, aby ušetřil, čímž uvolní parkovací místo dalším vozidlům.

Dynamického vývoje ceny využívá kromě San Francisca také Los Angeles. Schéma fungování systému v Los Angeles je zobrazeno na obrázku níže.



Obrázek 23: Schéma systému chytrého parkování v Los Angeles^[9]

6 Příklady řešení ze zahraničí

6.1 Barcelona

Toto španělské velkoměsto se rozhodlo v osmdesátých letech investovat do regulace individuální automobilové dopravy, jelikož dopravní situace v něm byla neúnosná. Město poté v roce 1998 ustanovilo pakt mobility, jehož úkolem bylo sestavit strategie na zlepšení kvality veřejných služeb, bezpečnosti dopravy a podpory cyklistiky. Také byly zvoleny cíle zlepšení kvality veřejného prostoru a revitalizace centra.

Byla určena tzv. zelená zóna (Area Verde), ve které byla aplikována tarifní pravidla pro všechna parkování v centru města. Systém není postaven na principu zpoplatnění dle objemu dopravy jako tomu je v Londýně (congestion charging). V Barceloně se v průběhu let dostali k číslu 42% ze všech parkovacích míst, které jsou v režimu placeného stání. ^[27]

6.2 Amsterdam

Amsterdam se může chlubit nejlepším parkovacím systémem v Evropě. Všechny podsystémy jsou 100% digitální, což minimalizuje náklady na dohled. Vše je založeno na povinné registraci registrační značky do parkovacího automatu, kde je platba prováděna pouze elektronicky, a na snížení počtu pevných platebních automatů a zavedení mobilní aplikace, kterou nyní využívá více než 45% řidičů. ^[36] Dohled je prováděn pomocí kamerového systému automatického čtení RZ, který je umístěn na vozidle městské policie (ANPR + GPS). Parkovací místa jsou lokalizována na digitální mapě, díky níž je systém plně automatizován.

Město není rozděleno na rezidenční zóny, ale na cenová pásma s rozdílným poplatkem za stání. V centru činí poplatek 5€/h. Systém do budoucna směřuje k automatickému dohledu nad volnými parkovacími místy, následnému navigování v reálném čase a k poskytnutí dat třetím stranám pro vývoj nových aplikací.

6.3 Krakov

Cílem krakovského systému bylo zavedení nového schématu regulace parkování. V mnoha místech se jednalo o zrušení parkovacích stání na ulici díky novým podzemním garážím a rozšíření oblastí s řízeným vjezdem. To umožnilo rekultivaci veřejného prostoru v centru města a pomohlo k zatraktivnění města pro občany a také turisty.

Krakov byl prvním polským městem, které zavedlo přísné podmínky pro vjezd do centra města. Regulace se zakládá na zřízení třech zón. Zóna A je vyhrazena pouze chodcům

a cyklistům, zóna B je přístupná pouze rezidentům a zásobování a zóna C je zónou placeného stání od 10 do 20 hodin.^[42]

6.4 San Francisco

San Francisco zavedlo ambiciózní projekt s názvem SFpark, který pracuje na principu tzv. výkonového zpoplatnění popsaném v páté kapitole. Vyhodnocení obsazenosti a cenové politiky pak probíhá v reálném čase. Jedná se o nejdůmyslnější parkovací systém. Město vyhodnocuje cenový rámec každé tři měsíce a upravuje rámcové ceny podle potřeby. Je tak vhodným příkladem využití technologie a promyšlené parkovací politiky. Cílem bylo snížit počty vozidel na ulicích. Před zavedením tohoto projektu byla cena stání v parkovacích domech a atraktivnějších místech na ulicích stejná a to 2 \$/h. Z tohoto důvodu byla obsazenost parkovacích domů pouze 22%. Město začalo ceny postupně regulovat každý měsíc o zlomek částky a do jednoho roku fungování systému došlo k optimálnímu stavu. Obsazenost parkovacího domu se zvýšila na 90% při ceně 1 \$/h, obsazenost na ulicích klesla na polovinu.^[33]

Město dosáhlo svého cíle, zkrátilo veřejné prostory úbytkem aut v ulicích a provozovatel parkovacího domu navýšil tržby, čímž došlo ke zkrácení doby návratnosti celé stavby. Řidiči si ušetřili starosti při hledání volných parkovacích míst v ulicích a zaplatili o polovinu méně na poplatcích za parkování. Toto řešení se dá charakterizovat pojmem 'win-win situace'.

6.5 Seattle

Seattle vyřešil problém s parkováním asi nejlépe, co se týče poměru cena / výkon. Seattle zvolil dostupnější model než San Francisco a pojmenoval ho Seapark. Není technologicky tak vyspělý jako SFpark, avšak také odpovídá na poptávku po celém městě, i když to není v reálném čase. Jedná se o celkem slušnou úspěšnost za zlomek ceny oproti SFparku. Před zavedením tohoto modelu zde používali klasickou jednotnou sazbu pro všechny městské části. Avšak analýza parkování ukázala, že poptávka v jednotlivých městských částech není stejná. S příchodem Seaparku se ceny přizpůsobily tak, aby alespoň dvě místa zůstala po celý den volná. Ceny a data o parkování se nevyhodnocují dynamicky v čase, ale úředníci každoročně sbírají data o parkování a mění sazby za parkování. Ty pohybují od jednoho do čtyř dolarů. Systém ale není tak přesný a detailně zacílený jako v San Franciscu, kde je umožněno individuální nastavení ceny pro uliční blok a poskytování informací o aktuálně volných parkovacích místech. Za dva roky dosáhl tento model svého cíle obsazenosti pohybující se mezi 70 a 85 procenty.^[35] Také Seattle zaznamenal zlepšení, co se týče

navigace řidičů na volná parkovací místa. Velké zelené ukazatele před vjezdem do dané městské části napovídají řidičům, kde lze parkovat déle a levněji.

6.6 Detroit

Detroit je příkladem města, kde se o žádném chytrém řízení nemůžeme bavit. Toto město zcela ignoruje potřebu řešit parkování inteligentním systémem. Na místo toho stále buduje nová a nová parkovací místa, jelikož občané tohoto města používají nejméně ze všech padesáti velkých amerických měst hromadnou dopravu. Ti mají stále potřebu parkovat kousek od místa, kam směřují, tudíž se z poloviny centra města stalo jedno velké parkoviště, prostředí působí odcizeně a nepřívětivě a necítíte se zde dobře. Slouží tak jen k parkování a nikoliv k veřejnému životu, viz obrázek níže



Obrázek 24: Vyznačené plochy či prostory k parkování v centru Detroitu ^[34]

7 Smart Parking

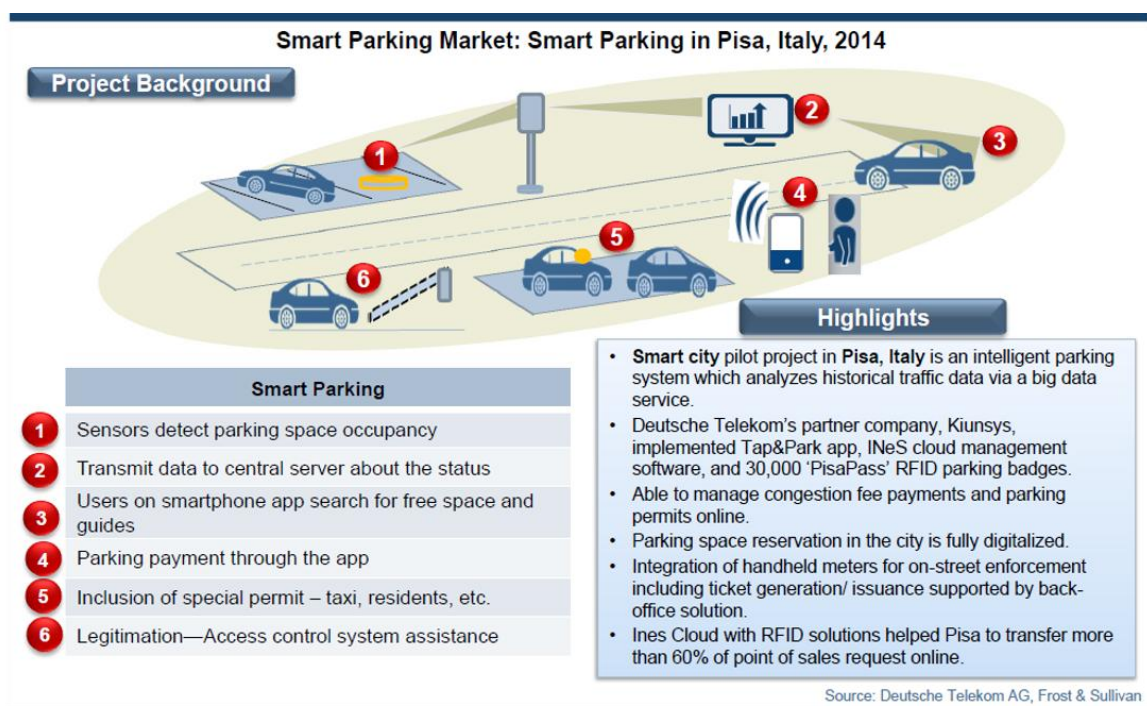
Cílem Smart parkování je vylepšit mobilitu, nikoliv skrze budování nových parkovacích domů a silnic, které ještě více městskou zástavbu rozdělují. Smart myšlení má heslo "Využij, co máš". Tento přístup cíleně aplikuje vhodnou technologii tak, aby se již existující parkovací stání využívala co nejefektivněji a zároveň se optimalizovala platební kázeň řidičů.

K často opakovanému sousloví „minimalizace nákladů“ lze přispět digitalizací co nejvíce možných procesů a tím pádem docílit vysokou efektivitu celého systému. Ideální je zavedení virtuálního úřadu pro komunikaci občana s úřadem a vyřizování žádostí. Ke snížení nákladů na výběry mincí z automatů by také přispělo zřízení mobilních aplikací, díky kterým by se parkovné platilo pomocí platebních karet. Parkovací automaty mohou mít solární napájení. Také je vhodné zřídit pro nejefektivnější funkčnost systému chytrého parkování kontrolu registračních značek vozidel stojících na placených stáních, aby se zlepšila efektivita výběru poplatků a tím pádem platící kázně řidičů. Pokud je rozložení parkovacích míst v ulici přijatelné, umožní to poté automatické skenování RZ vozidel z paluby kontrolních vozů vybavených tímto systémem. Na základě zahraničních zkušeností víme, že zavedením systému chytrého parkování se zvýší výběr parkovného o 80 až 120 %. ^[25] Tímto dosáhneme nejenom ulehčení situace pro řidiče, ale také zvýšíme výběr prostředků, které umožní radnicím zpětné splacení nákladů na vybudování systému.

7.1 Technologické řešení chytrého parkování

Samotný systém chytrého parkování se skládá z technologií, které zajišťují komunikaci s ostatními systémy, přes které se dostává informace o stavu parkování přímo k uživatelům, tak také z technologií, které zajišťují samotné rozpoznání vozidla. Tyto subsystemy můžeme rozdělit podle funkce. První skupina detekuje či přímo identifikuje vozidlo podle registrační značky při vjezdu do určité oblasti či parkoviště a o samotném parkovacím místě nepřináší informaci. Druhá skupina přímo detekuje, zda je určité parkovací místo obsazeno či není. V budoucnosti převládne kombinace, kterou můžeme nazvat hybridem těchto dvou technologií.

K samotné detekci obsazenosti parkovacího místa se může využít mnoho technologií. Základními technologiemi jsou infračervené světlo, ultrazvuk, indukční smyčky, kamerové či radarové systémy, RFID čipy či magnetické senzory, které jsou fakticky nejméně problematické a při zabudování do vozovky vydrží baterie až 10 let.



Obrázek 25: Schéma projektu Smart parking v Pise v Itálii [9]

Obecně můžeme rozdělit technologické vybavení na tři hlavní kategorie.

7.1.1. Zabudované senzory ve vozovce

První skupina jsou detektory přímo zabudované ve vozovce. Tyto detektory bývají obvykle zabudovány v počtu jednoho a více kusů na jedno parkovací místo [2]. Jejich největší výhodou tkví v tom, že v případě poruchy neohrozí běh dalších detektorů v dalších parkovacích místech. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost vyhloubit otvor ve vozovce k instalaci tohoto typu zařízení. Případná výměna baterie bude tím pádem složitější.

7.1.2. Kamerové rozpoznání obrazu

Druhá skupina detektorů, do které řadíme například kamerové rozpoznání obrazu, potřebuje pro správnou funkci přímý výhled na parkovací místo a ideální rozhledové podmínky. Samotná instalace po správném vybrání místa však nebude vyžadovat přímý zásah do vozovky. Rozpoznání obrazu je softwarově mnohem náročnější proces, proto je potřeba k požadovanému výkonu zajistit dostatečné hardwarové zázemí, které bude také nutno udržovat. To samé platí i o nutnosti údržby kamerové čočky, která se může vlivem počasí

a prašného provozu na pozemních komunikacích zašpinit a funkce kamery by mohla být narušena.

Využití kamerového rozpoznání je vhodné na rozsáhlejší prostory parkovacích stání, jako tomu je například u obchodních center. V těchto případech vám jedna kamera dokáže spolehlivě rozpoznávat desítky míst, čímž dosáhnete větší efektivity na jedno parkovací místo než zabudované senzory ve vozovce.

7.1.3. Využití telekomunikačních dat

Třetí kategorie je využití telekomunikačních dat operátorů. Tento inovační přístup aplikuje algoritmus na zpracování tzv. velkých dat - 'big data', která běží na pozadí. Tato technologie využívá toho, že téměř každý člověk vlastní mobilní telefon a na základě tohoto faktu analyzuje pohyb aktivních sim karet v ulici. To algoritmus vyhodnotí a s určitou mírou pravděpodobnosti určí, na kolik procent najdeme alespoň jedno volné místo k zaparkování.

7.2 Ověření funkčnosti detektorů

Ověřování funkčnosti detektorů spočívá ve vícekritériálním ověření. [8]

7.2.1. Kontrola odeslání dat alespoň jednou za 24 hodin

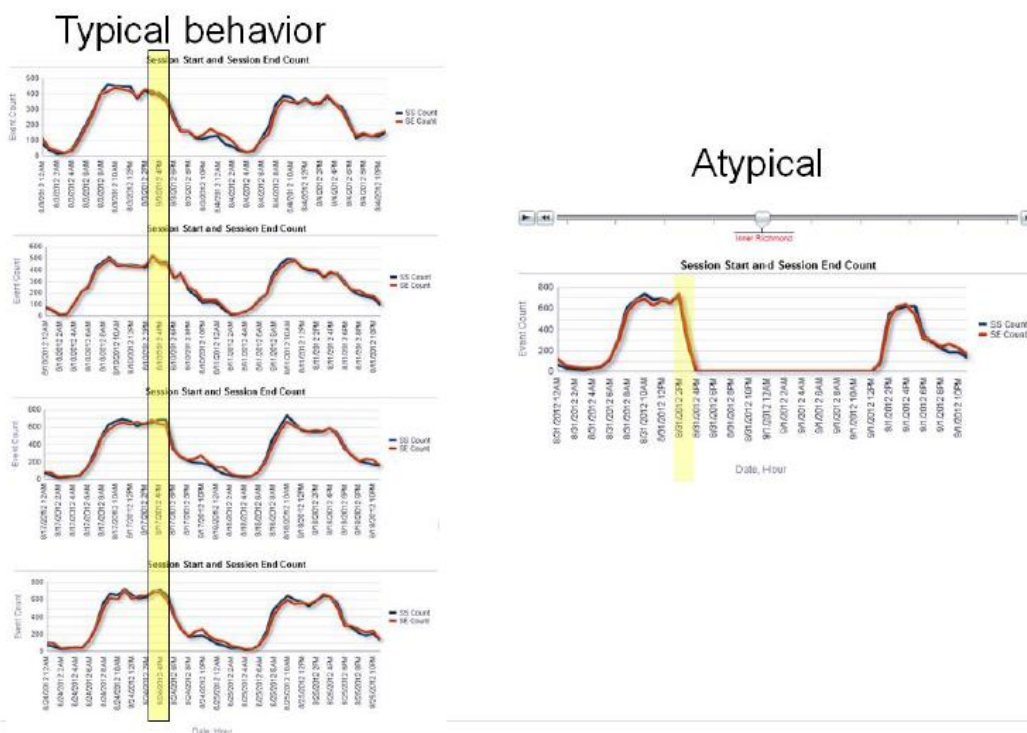
Na většině parkovacích míst se vymění alespoň jedno vozidlo za 24 hodin. Nepřijetí žádné informace od detektoru po více než 24 hodin může indikovat problém.

7.2.2. Monitorování detektorů, které nekomunikují více než tři dny

Většina detektorů, které nějaký čas nekomunikovaly, do dvou až tří dnů komunikovat začnou. Pokud detektory stále nekomunikují, zanesou se do databáze a poté se diagnostikuje důvod, proč komunikovat nezačaly. Často se tak děje na základě dlouhotrvajících prací na silnici nebo případného poškození senzoru.

7.2.3. Porovnání aktuálních a historických dat

Každý detektor je hlídán algoritmem, který monitoruje aktuální data a porovnává je s historickými daty. Pokud aktuální hodnoty výrazně klesnou pod průměr historických dat v daném čase, je operátor upozorněn na tento konkrétní detektor.

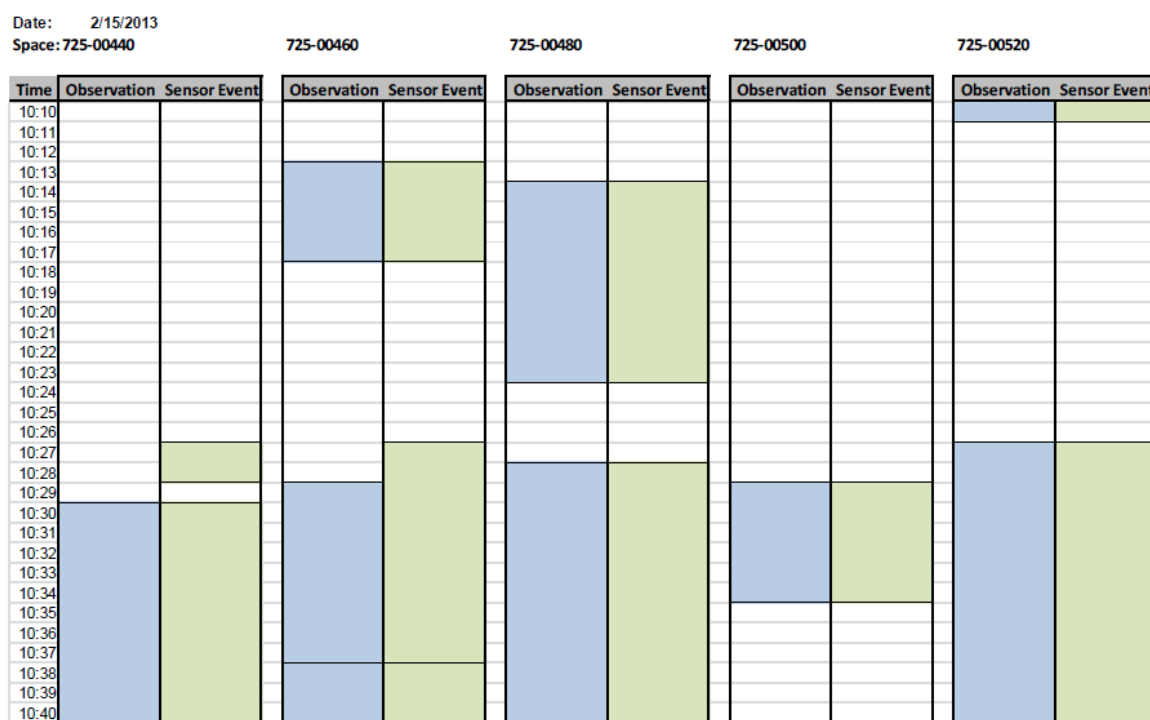


Obrázek 26: Porovnání aktuálních a historických dat [8]

7.3 Ověření přesnosti detektorů

Důležitým bodem v implementaci detektorů je ověření správné detekce. Správná detekce se liší podle oblasti. Toto je způsobeno elektromagnetickými šumy ať už z kabelů vysokého napětí, tak například z bludných proudů od elektrifikované povrchové dopravy. Na základě těchto šetření se následně rozhoduje o recalibraci či případné aplikaci dalšího detektoru do vozovky.

Šetření probíhá porovnáním dat z pozorování (barva modrá) a dat zjištěných detektorem (barva zelená). V následujícím obrázku máme ilustrativně zobrazeno pět detektorů, které tyto dva zdroje dat porovnávají.

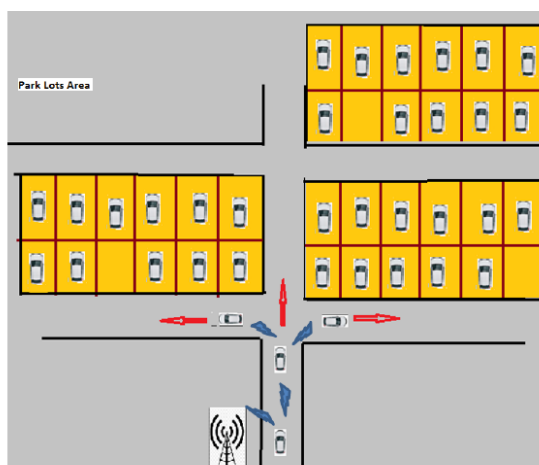


Obrázek 27: Porovnání dat získaných z detektorů a z pozorování ^[8]

7.4 V2V komunikace v rámci konceptu Smart Parking

K navigaci řidičů hledající volná parkovací místa můžeme kromě fixních senzorů v okolí komunikace či přímo v ní použít mobilní ultrazvukové zařízení upevněné na vozidle, které pomocí GPS určuje polohu volných míst v prostoru a výsledná měření zasílá na centrální server, který poté vytváří mapu volných parkovacích míst. Architekturu tohoto systému můžeme vytvořit jak centralizovanou, tak decentralizovanou. Decentralizovaná architektura má výhodu v tom, že náklady na její výstavbu jsou menší, jelikož infrastruktura nemusí být tak komplexní, jak je to u centralizované architektury a zároveň se vyhne problému vyčerpání kapacity u centrální jednotky v případě zvětšeného počtu vozidel, což by znamenalo snížení výkonu celého systému. V2V komunikace mezi vozidly je také prokazatelně efektivní při řešení kongescí a řízení dopravního proudu.^[5]

Technologicky je V2V založené na DSRC komunikaci.^[6] Při vjezdu na parkoviště je umístěna RSU, která komunikuje s OBU ve vozidle, které předává informace o volných parkovacích místech. Priorita vozidla je zaparkovat na parkovacím místě, které se nachází v nejmenší vzdálenosti od něj. Vozidlo si zvolí volné místo jako cíl a navádí řidiče k němu. Pokud je volba nejbližšího volného místa neúspěšná, znamená to, že se k tomuto místu již blíží jiné vozidlo, které ho má již zařazeno jako svůj cíl. Tudíž vozidlo vyhledá druhé nejbližší místo a pak se vydá směrem k němu, pokud bude přidělení úspěšné. Pokud ne, tak se pokračuje ve smyčce dále, dokud nebude alokace dalšího nejbližšího volného místa úspěšná. Inter-vozidlová komunikace DSRC je schopna komunikovat v rádiu více než 1000m.^[7]

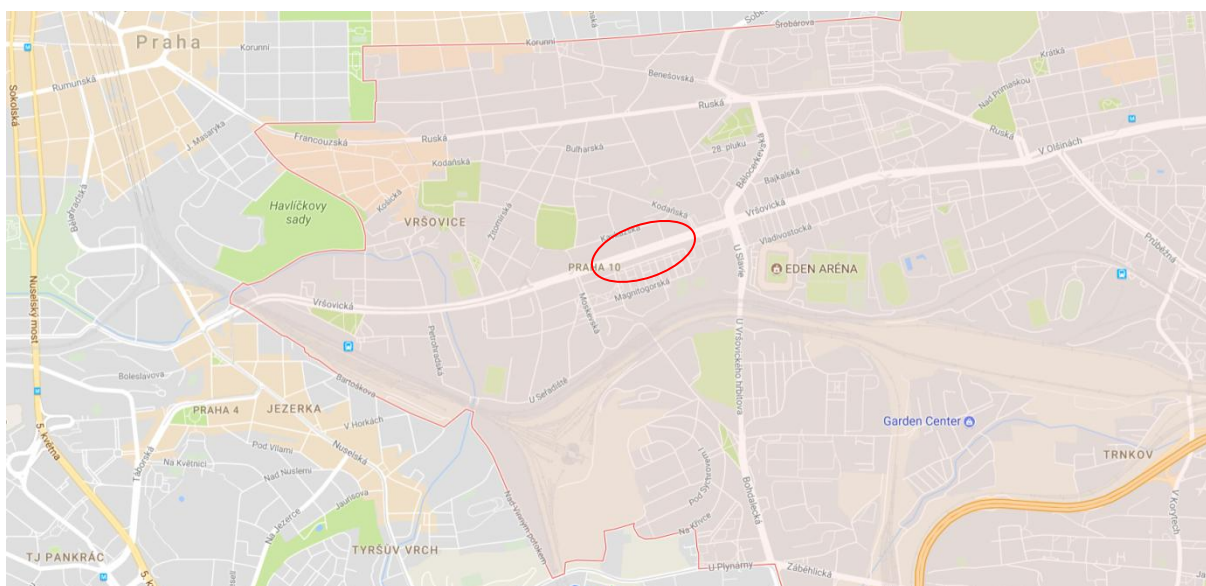


Obrázek 28 : Vyobrazení použití navrhaného systému ^[6]

8 Charakteristika prostředí v rámci návrhu Smart řešení

8.1 Popis lokality

Můj návrh řešení chytrého parkování je situován v lokalitě Vršovic na Praze 10. Jedná se o parkovací stání v ulici Vršovická u Úřadu městské části Praha 10 a Úřadu práce pro Prahu 10. Jedná se o frekventovanou komunikaci se sběrně obslužnou funkcí. Tato lokalita je v rámci Prahy orientována jihovýchodním směrem. Praha 10 hraničí se správními obvody Praha 2, Praha 3, Praha 4, Praha 9, Praha 11, Praha 14 a Praha 15.



Obrázek 29: Mapa Prahy 10 v okolí ulice Vršovická s vyznačenou částí řešeného parkování u ÚMČ P10^[38]

8.2 Městská hromadná doprava (MHD)

Vršovickou ulicí je vedena klíčová tramvajová trať přímo spojující Hostivař, Strašnice a Vršovice s Vinohrady, Nuslemi, Albertovem a dalšími částmi Prahy. Tuto trať využívají denní linky 6, 7, 22 a 24 a noční linky 95, 97 a 99.

Lokalita městského úřadu je také dobře přístupná autobusovou dopravou. Na zastávce Koh-i-noor, která je úřadu nejbližší, můžeme využít autobusy číslo 101, 124 a 139. Také se na úřad můžeme dopravit autobusy 135, 136, 150 a 213 zastavujícími na zastávce Slavia, která je nedaleko.

8.3 Individuální automobilová doprava (IAD)

Ulice Vršovická je převážně využívána řidiči, kteří se chtějí přepravit z východní části Prahy do oblasti Prahy 4, Nuslí, Vyšehradu či Albertova. Možnými alternativami jsou ulice Francouzská či ulice U plynárny v závislosti na bližších cílových lokalitách k těmto ulicím.

Možným atraktivním cílem pro IAD je NC Eden, do kterého je z jedné strany vjezd z ulice Vršovická a z druhé strany vjezd z ulice U Slávie. Právě na druhé straně této ulice se nachází i víceúčelová Eden aréna, která slouží místnímu fotbalovému klubu SK Slavia Praha a dalším kulturním či sportovním akcím, při kterých je jak ulice Vršovická, tak blízké okolí arény velmi dopravně vytíženo.

8.4 Hlavní směry k úřadu a dostupnost lokality

Co se týče dostupnosti je lokalita ulice Vršovická velmi dobře obsloužena MHD. Samotná poloha městského úřadu se nachází mezi zastávkami Koh-i-noor a Slávie, proto pohodlná část návštěvníků volí pro přepravu na místo osobní automobil.

Jelikož se jedná o Úřad městské části Praha 10, je úřad vyhledáván převážně obyvateli Prahy 10.

8.4.1. Záběhlice

Ze směru ze Záběhlic lze jet ideálně autobusem číslo 101, který zastavuje v zastávce Koh-i-noor, v docházkové vzdálenosti necelých dvou minut k úřadu. Pomocí dopravy IAD se jeví jako nejlepší možnost jet přes ulice Záběhlická, Bohdalecká a Moskevská přímo k úřadu.

8.4.2. Strašnice

Přeprava ze Strašnic na ÚMČ Prahy 10 je snadná. Pro jižní část Strašnic můžeme využít páteřní tramvajové linky 22 a pro severní část lze využít linky 7. Při přepravě IAD se ze sídlištních celků napojíme na jednu z hlavních ulic V Olšinách či Průběžnou a poté pokračujeme Vršovickou ulicí až k úřadu.

8.4.3. Malešice

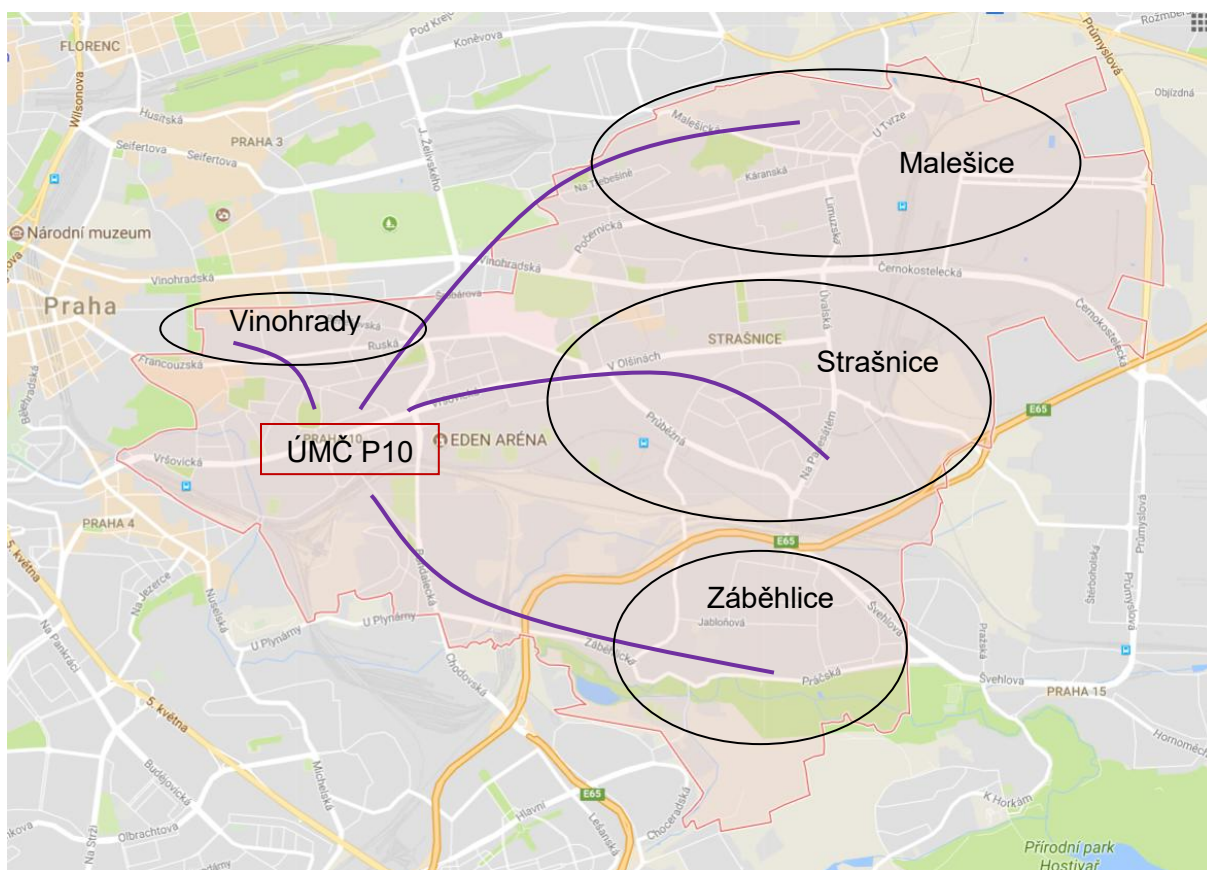
Z jižní části Malešic je nejvýhodnější použít tramvaj číslo 7, která obyvatele zaveze přímo k ÚMČ Prahy 10. Ze severní části je nejvhodnější použít autobus 188 a přes zastávku Želivského se autobusem 213 přepravit na zastávku Slavia. Také je zde možnost ze stanice

Želivského pokračovat autobusy 124 či 139 na zastávku Čechovo náměstí, což je v docházkové vzdálenosti pět minut od úřadu.

Pokud se rozhodneme jet z Malešic po vlastní ose, využijeme nejspíše ulice v trase Počernická / Černokostecká, Soběslavská, Bělocerkevská a Vršovická, která nás zavede až přímo k ÚMČ Prahy 10.

8.4.4. Vinohrady

Z oblasti Vinohrad je nejvýhodnější využít páteřní tramvajovou linku 22, která staví ve stanici Koh-i-noor. Doprava IAD z této oblasti není nutná, jelikož úřad je i v docházkové vzdálenosti.



Obrázek 30: Hlavní dopravní směry k ÚMČ P10 [38]

9 Alternativy parkování v okolí

Jelikož parkovací stání v ulici Vršovická kapacitně nedostačuje poptávce, jsou především návštěvníci úřadu nuceni hledat alternativní místa k zaparkování v okolí.

9.1 Oblast A – sídlištní oblast mezi ulicemi Uzbecká až Kirgizská

Parkovací stání v této oblasti slouží primárně místním rezidentům a návštěvníkům školky či sportovního areálu. Také zde mají vyhrazena místa zaměstnanci ÚMČ Prahy 10, kteří by tento prostor měli využívat primárně, aby svým celodenním parkováním nezahlcovali lukrativní a žádaná místa na ulici Vršovická. Místo k zaparkování v této oblasti naleznete přes den téměř vždy, ve večerních hodinách je třeba důsledněji hledat, což je způsobeno návratem většiny obyvatel do sídliště. Avšak to se úředníků netýká, jelikož místa hledají před otevírací hodinou úřadu, tedy před osmou hodinou ranní.

9.2 Oblast B – oblast ulic Altajská, Archangelská, Kavkazská

Do této oblasti zajíždějí převážně řidiči ze směru od Edenu, kteří nevidí volné místo na druhé straně přímo u úřadu (na obrázku červená oblast) a rovnou hledají volná místa v této lokalitě. Stání zde není zpoplatněno a je v docházkové vzdálenosti, tudíž řidiče zde nic nelimituje.

9.3 Oblast C – podzemní garáže NC Eden

Do podzemních garáží zajíždí nejčastěji řidiči, kteří jedou směrem z centra a nenajdou volné parkovací stání v ulici Vršovická. Je to pro ně pohodlnější alternativa než se otáčet a hledat parkovací stání například v přilehlém sídlišti. Zároveň je zde jistota, že v rozsáhlých podzemních garážích nákupního centra naleznou volné parkovací místo. Další výhodou může spočívat ve spojení vyřízení věcí na úřadě a zároveň s nákupem v obchodním centru.

9.4 Oblast D – vyhrazené stání pro zaměstnance ÚMČ Prahy 10 s povolením ÚMČ Prahy 10

V tomto vyhrazeném a odděleném sektoru stání jsou vyžadována parkovací povolení, která vydává ÚMČ Prahy 10.



Obrázek 31: Vyhrazené stání pro zaměstnance úřadu^[40]



Obrázek 32: Alternativy parkování v okolí ÚMČ P10^[38]

10 Průzkum parkovacích stání v ulici Vršovická

Průzkum parkování proběhl v termínu 10. 7. 2017 - 16. 7. 2017 v ulici Vršovická v úseku parkovacích stání u ÚMČ P10 s kapacitou 35 míst.

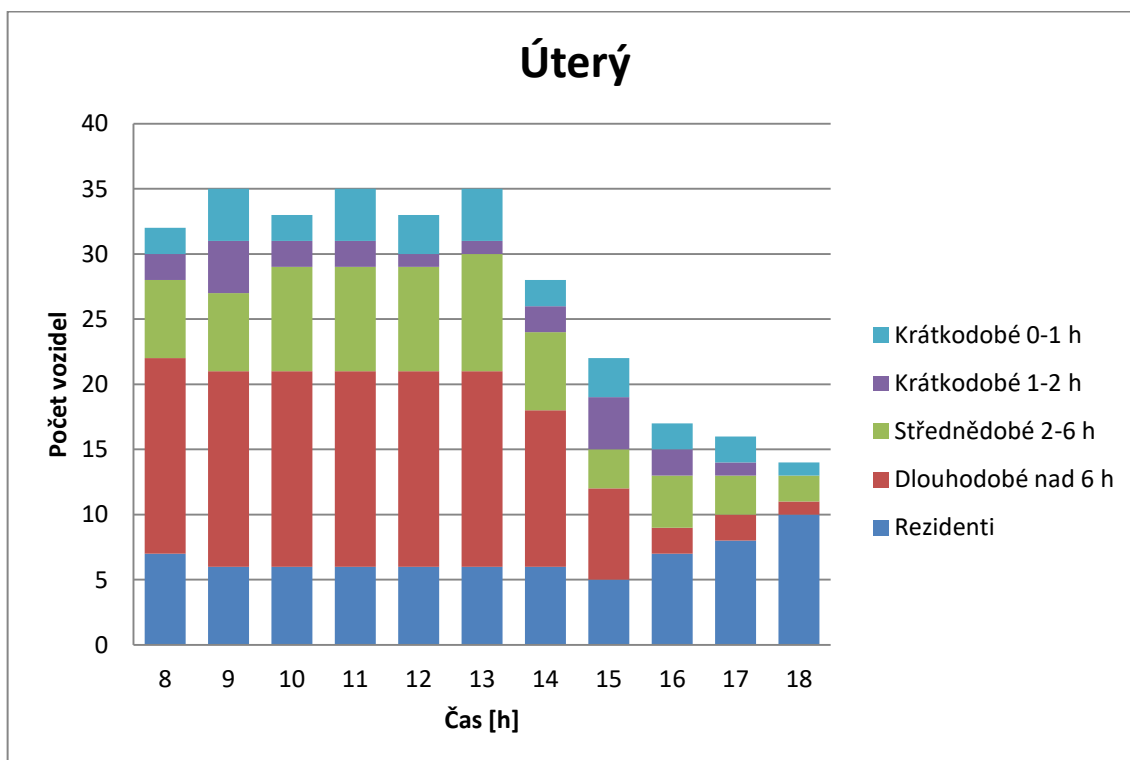
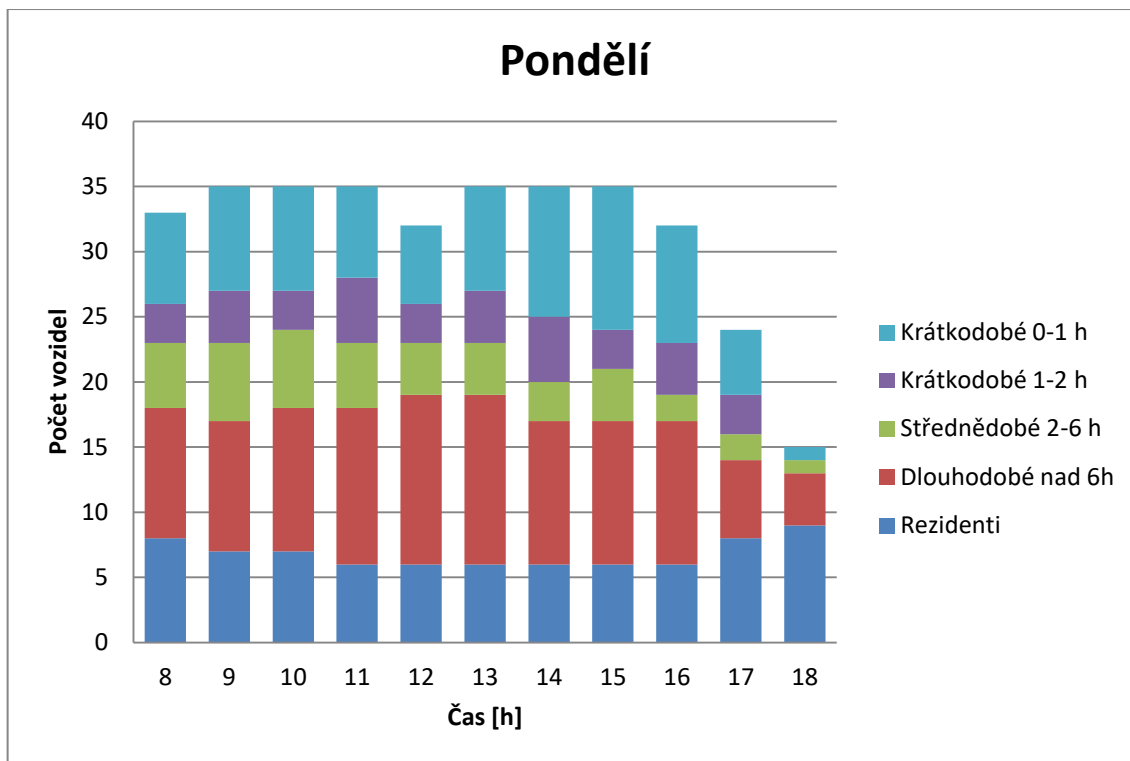
V rámci průzkumu bylo zjištěno, že tato parkovací stání neplní svojí funkci krátkodobého stání u ÚMČ P10. Jak je vidět v následujících grafech, dlouhodobé či celodenní stání tvoří značné procento, které na těchto atraktivních místech pro krátkodobé zastavení vozidla zabírá návštěvníkům úřadu parkovací stání. Velkou část těchto vozidel tvoří rezidenti či zaměstnanci úřadu, kteří zde ráno vozidlo zaparkují a na konci dne jím odjedou. Ideální situací by bylo, kdyby tito zaměstnanci využívali vyhrazená parkovací místa v zóně D či vyhrazená místa z druhé strany úřadu a tato atraktivní místa při hlavní ulici přenechali návštěvníkům úřadu.

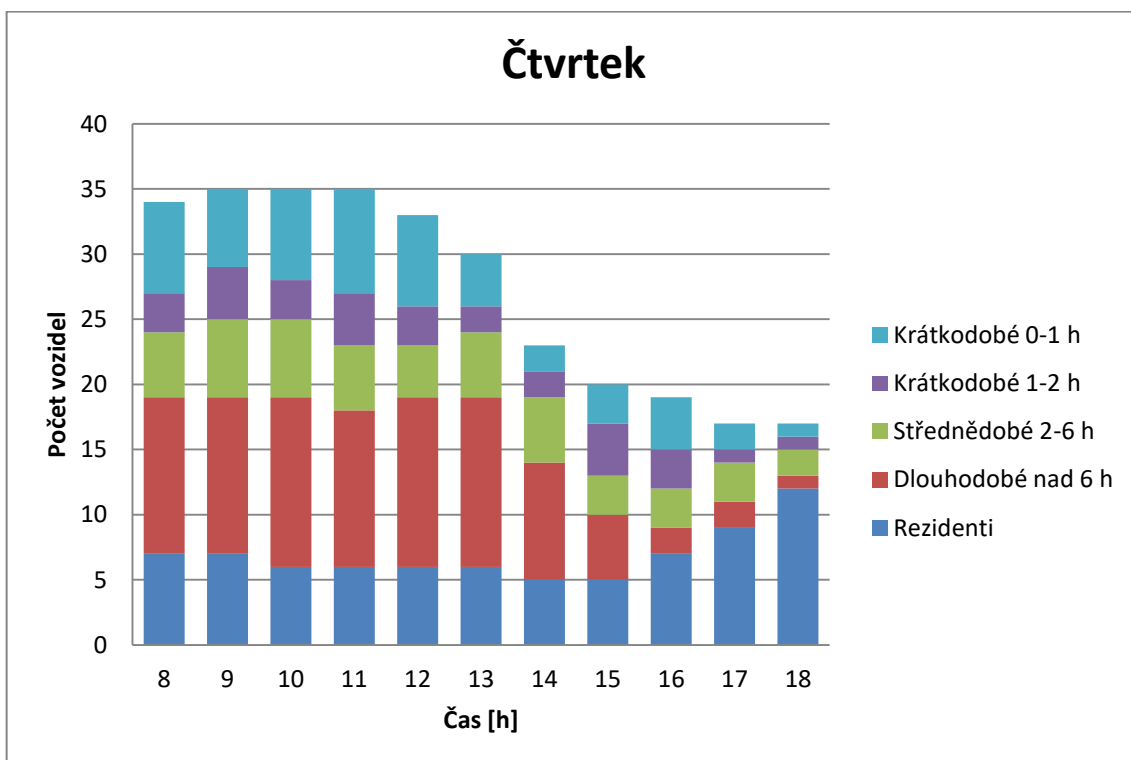
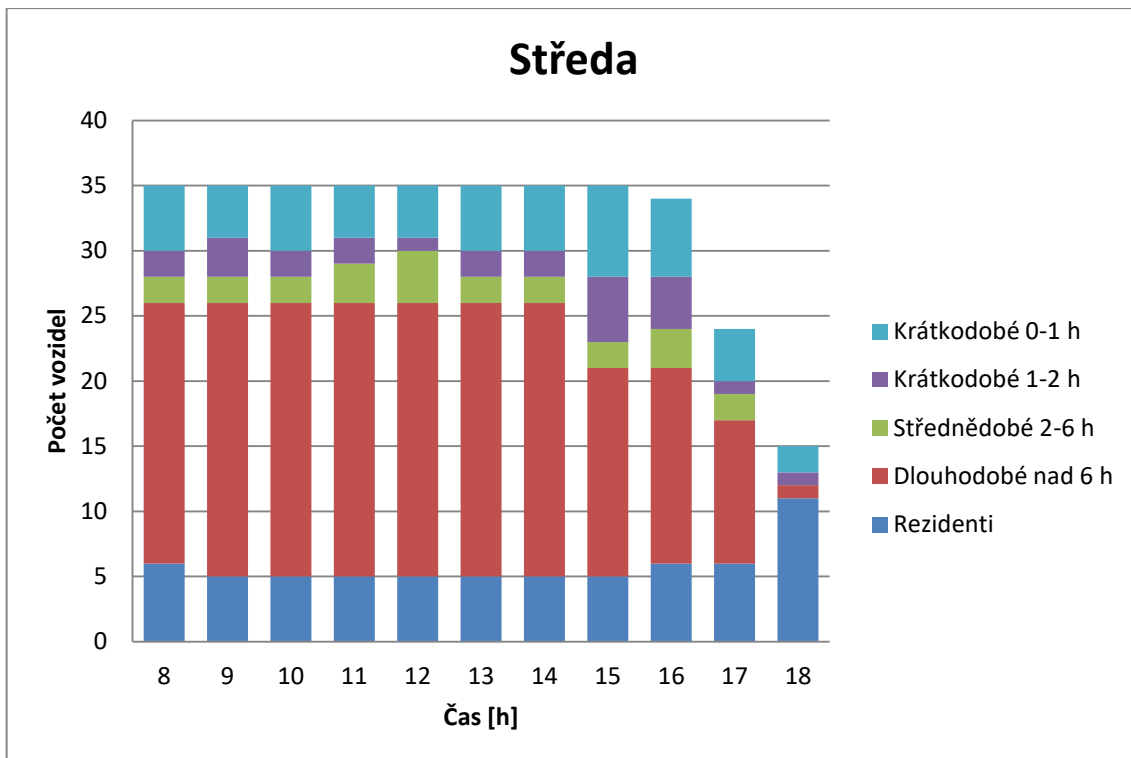
Tabulka 5: Úřední hodiny úřadů sídlících v ulici Vršovická

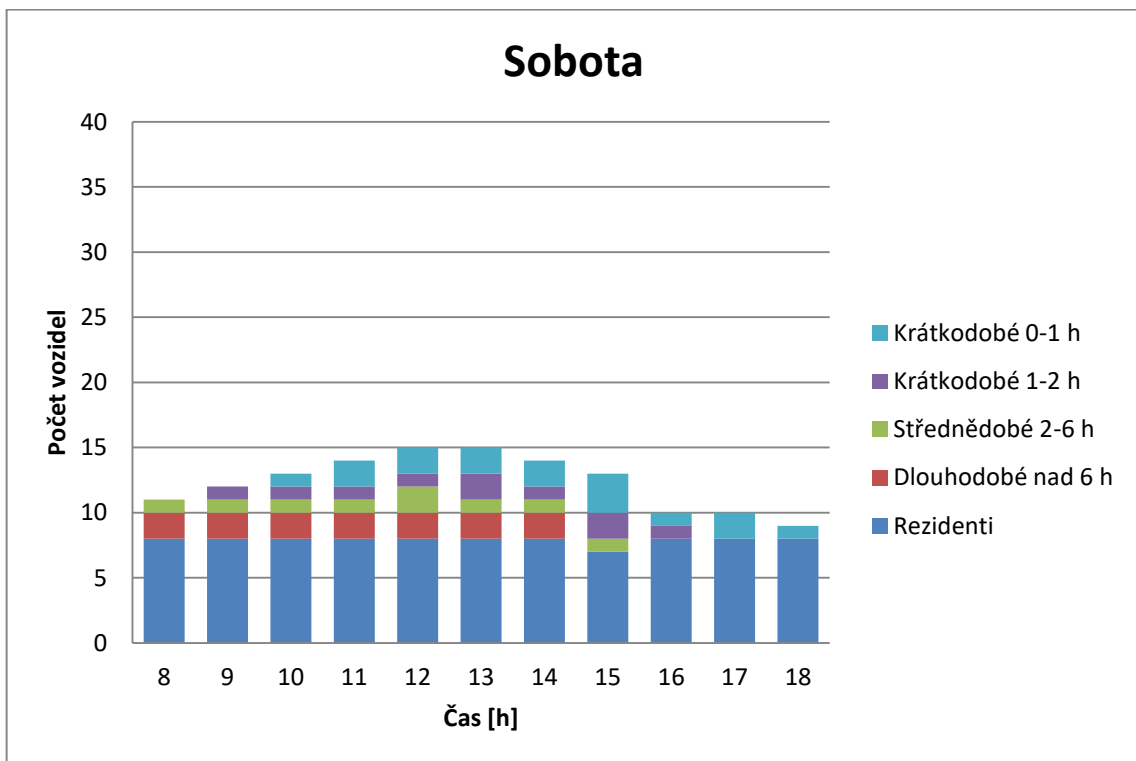
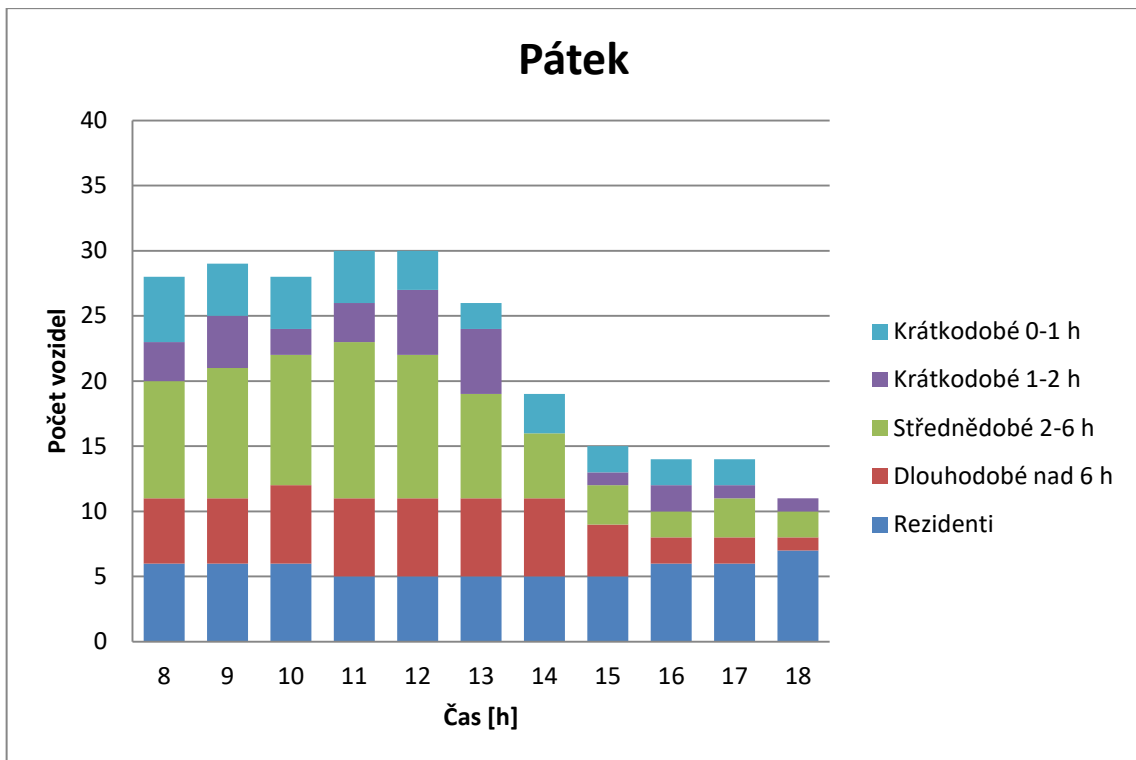
Úřední hodiny			
	ÚMČ P10	Úřad práce P10	Odbor průkazů P10
Pondělí	8-12 13-17:30	8-12 13-17:00	8-12 13-17:30
Úterý	x	8-11	8-12
Středa	8-12 13-17:30	8-12 13-17:00	8-12 13-17:30
Čtvrtek	8-12	8-11	8-12
Pátek	x	8-11 pouze podatelna	8-11
Sobota	x	x	x
Neděle	x	x	x

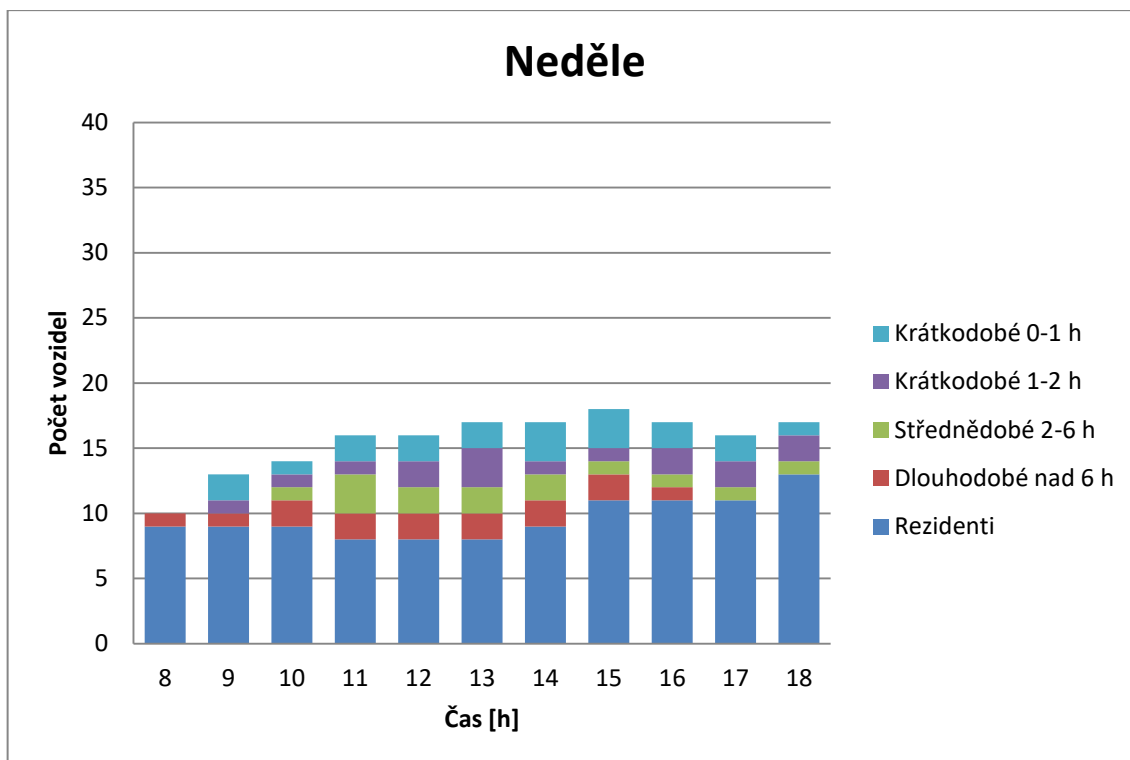
10.1 Grafické vyhodnocení obsazenosti stání

Z grafického vyhodnocení je vidět jasná souvislost mezi otevírací dobou úřadu zobrazenou v předcházející tabulce a naměřenou obsazeností









10.2 Vyhodnocení intenzity v ulici Vršovická

Měření intenzity probíhalo ve tři denní doby. V měření je zahrnuta ranní špička, odpolední špička a polední sedlo. Díky prázdninovému provozu je naměřený rozdíl intenzit mezi časy minimální a lze předpokládat zvýšení intenzit ve školním roce.

Tabulka 6: Naměřené intenzity v ulici Vršovická

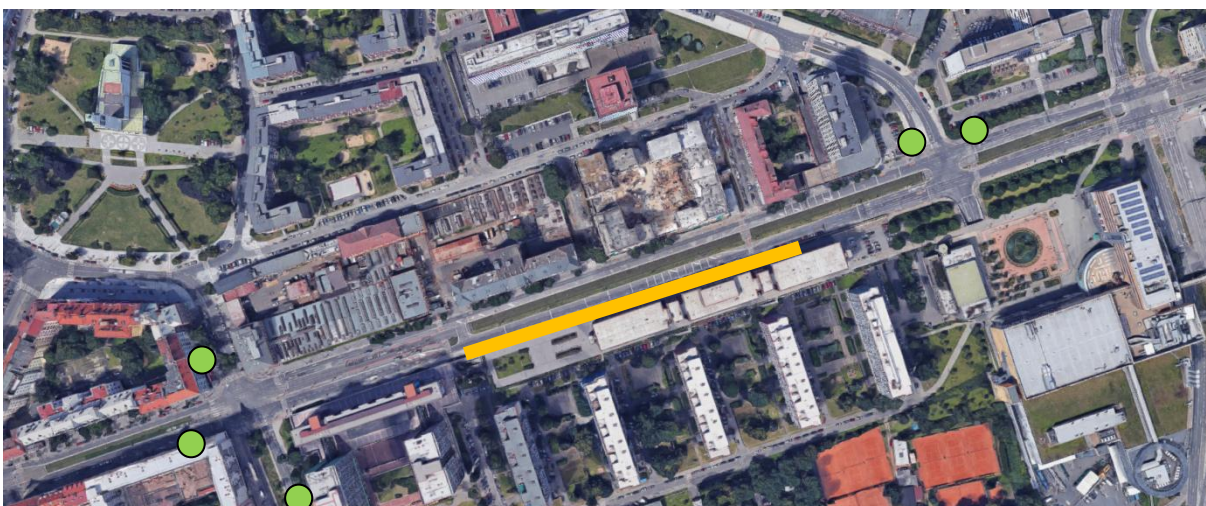
Středa 12. 7. 2017	
Interval	Intenzita [voz/h]
7:30 - 8:30	648
12:30 - 13:30	623
16:30 - 17:30	721

11 Prvky Smart řešení v oblasti

Smart řešení dopravní situace se nezakládá pouze na instalaci detektorů do vozovky, ale důležité je zamyslet se nad celým konceptem řešení v konkrétní oblasti, abychom řidičům a návštěvníkům ulehčili a nabídli alternativy v dopravě a tím vytvořili požadovanou nadstavbu zapadající do konceptu Smart City.

11.1 Navigace v oblasti

Pro navigaci řidičů hledajících místa k zaparkování u úřadu poslouží síť proměnných dopravních značek, které řidiče informují o aktuálních volných místech v okolí a na tato volná místa je směřují. Této funkce by se dosáhlo instalací senzorů do vozovky primárně v ulici Vršovická. Navigace v oblasti na volná parkovací místa by se mohla vylepšit další instalací senzorů v sousedních ulicích Kavkazská, Altajská, Kodaňská.



Obrázek 33: Mapa znázorňující instalaci proměnných dopravních značek v okolí parkovacích stání v ulici Vršovická^[38]

11.2 Mobilní aplikace

Mobilní aplikace by měla splňovat požadavky 21. století. Kromě klasických možností platby a zobrazení volných parkovacích míst by měla řidičům umožnit označit místo, kde zaparkovali či je zpětně navigovat k zaparkovanému vozidlu. Dalším Smart řešením by bylo propojit aplikaci na úroveň celého města a řidiči případně sdělit, že již není v docházkové vzdálenosti k vozidlu a že jsou zde rychlejší možnosti dopravy zpět, jako například síť

bikesharingu, případně by se řidiči zobrazila alternativní spojení zpátky k zaparkovanému vozidlu.

11.3 Bikesharing

Síť bikesharingu se pomalu ale jistě buduje v celé Praze. Pokud by se povedlo vybudovat dostatečně hustou síť půjčoven a odpovídající infrastruktury, umožnilo by to velké rozšíření cyklistické dopravy v Praze.

Rozvoji cyklistické dopravy by také prospělo vybudování stojanů pro kola s možností dobítí elektrokol, které by si člověk mohl v ideálním případě zamknout v cykloboxech. Jednoduché cykloboxy bez možnosti dobíjení jsou u úřadu umístěny, avšak dlouhodobě jsou nefunkční - viz fotografie níže.



Obrázek 34: Cykloboxy dlouhodobě mimo provoz^[40]

11.4 Zmenšení poptávky po parkovacích místech a zatraktivnění jiných způsobů dopravy

Ke zmenšení poptávky v této lokalitě by zcela jistě posloužila větší míra digitalizace agendy úřadu, což by pro obyvatele znamenalo úbytek návštěv na úřadu a tím pádem by se zmenšila poptávka po parkovacích místech v okolí.

Cyklistická doprava

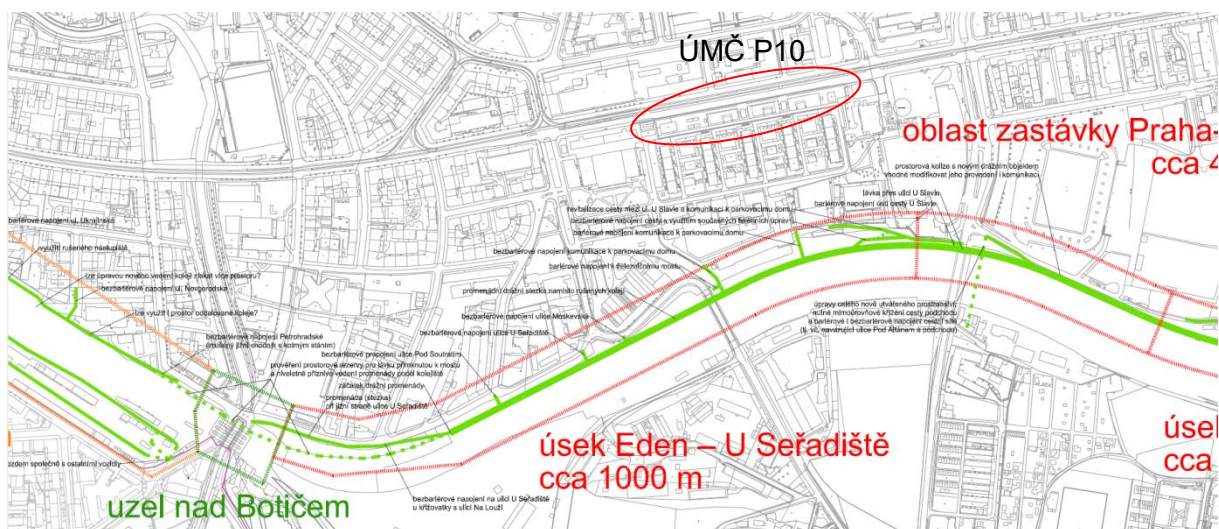
Projekt železniční promenády

Železniční promenáda je urbanistický projekt, který v rámci plánovaného přesunutí železničního koridoru ve směru na České Budějovice počítá s rekultivací prostorů, které nyní slouží jako dvoukolejná železniční trať čtvrtého koridoru. V rámci tohoto přesunu plánovaného na období let 2017 - 2021 dojde k zániku železniční zastávky Praha – Strašnice a ke vzniku zastávky Praha Eden a Praha - Zahradní Město.

V rámci tohoto projektu dojde k vybudování zeleného ‚koridoru‘ s cyklostezkou ve směrovém vedení nynější trati v úseku Praha-Vršovice přes zastávku Praha-Strašnice až po úsek, kde dochází k mimoúrovňovému protnutí železničního koridoru s ulicí Průběžnou.

Tento projekt bude mít jednoznačně kladný vliv na růst cyklistické dopravy v oblasti Strašnic a Vršovíc směrem do centra, což návštěvníci využijí k dopravě k budově ÚMČ P10, což povede k jednoznačnému zatraktivnění cyklistické dopravy a bude mít za následek snížení poptávky po parkovacích místech.

Pokud by v okolí budovy úřadu došlo ke zlepšení služeb pro cyklisty, jako je například možnost dofouknutí pneumatiky, dobítí elektrokola či již zmiňované cykloboxy, byla by zcela jistě cyklistická doprava využívána ve větší míře než doposud.



Obrázek 35: Ukázka z projektové dokumentace v úseku u ÚMČ P10 [31]

11.5 Přístup k problematice parkování

11.5.1. Nabídnutí benefitů

Základní dvě možnosti přístupu k regulaci parkování jsou zakazování a odměňování. Při návrhu Smart řešení se snažíme pomocí odměňování nabídnout řidičům určitý benefit, který slouží k ulehčení jak dopravy na místo, tak například k navigaci v oblasti či k hledání parkovacího místa.

V případě dohody mezi ÚMČ P10 a NC Eden může pro řidiče sloužit jako benefit oficiální možnost využití podzemních garáží pro návštěvy úřadu, což poslouží oběma stranám. Řidič bude mít auto chráněné proti povětrnostním vlivům a také bude moci bez zbytečného zdržení způsobeného dalším parkováním využít služeb v NC Eden.

11.5.2. Restriktivní přístup

Zakazování používáme, pokud je to nezbytné ke zlepšení stávající situace, avšak musíme řidičům nabídnout dostatečnou alternativu. Pokud například zakážeme v určitém místě parkování, musíme někde nabídnout jinou možnost parkování, abychom dorovnali stav nabídky k poptávce či musíme snížit poptávku po daném parkování.

V rámci této myšlenky by došlo k omezení doby stání, aby byla tato místa využívána pouze pro krátkodobé parkování návštěvníků úřadu a ne pro celodenní stání zaměstnanců či rezidentů.

11.6 Technické řešení

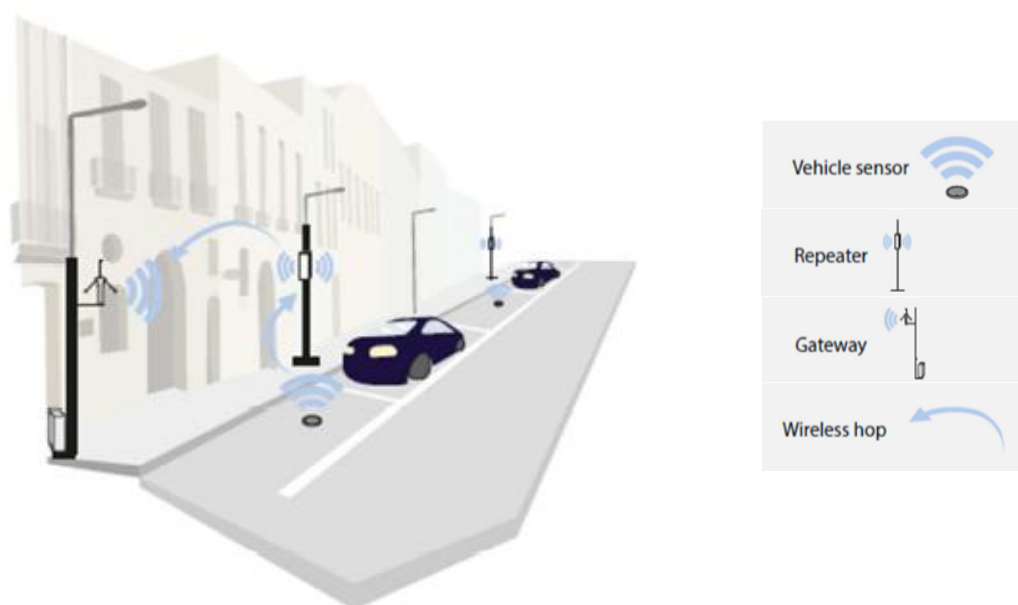
Pro aplikaci chytrého parkování v ulici Vršovická máme několik možností.

Nasazení kamer s videodetekcí není v této ulici vhodné, jelikož se jedná o podélná stání ve stoupání, tudíž by muselo být instalováno více detekčních kamer, než je běžné u rozlehlějších parkovišť o větších plochách.

Odhadovat volná parkovací místa pomocí telekomunikačních dat bychom spíše využili v rámci větších celků, čtvrtí. Pro 35 míst nám postačí aplikace senzorů do vozovky a následné propojení do systému.

Provedení funguje na základě instalace senzoru do každého parkovacího místa a propojení senzorů s opakovači (Repeater), které jsou umístěny v blízké vzdálenosti od senzorů. Následně je síť opakovačů spojena s bránou (Gateway), která propojuje celou senzorickou síť s vnější bezdrátovou sítí, pomocí které odešle data do centrální databáze.

Jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách, senzory odesílají data nejen o obsazenosti parkovacích stání, ale také informace o vlastním stavu, jako je například stav baterie. Spolehlivost detektorů se pohybuje za hranicí 98%.^[25]



Obrázek 36: Schéma komunikačních prvků systému chytrého parkování ^[29]



Obrázek 37: Reálná aplikace senzoru v komunikaci ^[26]

V rámci průzkumu jsem byl svědkem mnoha nebezpečných situací způsobených řidiči, hledajícími parkovací místo. Často docházelo k zastavení na poslední chvíli bez předchozího avizování směrovými signály řidičům jedoucím za nimi. Ulice Vršovická ve směru od křižovatky Moskevská x Vršovická až ke křižovatce Vršovická x Kodaňská se nachází ve stoupání a zároveň se jedná o rovný úsek, tudíž pro řidiče není jednoduché zpozorovat volná parkovací místa. Také je často problémem například vyšší vozidlo, které i vybočuje z řady. V této situaci je nemožné za včas zpozorovat volné parkovací místo. To vše je umocněno zmiňovaným stoupáním v této ulici, což úhel dohledu zmenšuje.

Na základě tohoto pozorování mohu doporučit instalaci LED svítidel, která řidičům avizují stav parkovacího místa. Tato svítidla by se mohla aplikovat v odpovídající rozhledové výšce na přilehlé zdi u každého parkovacího místa. Další možností by mohlo být umístění svítidel do vozovky v rámci přerušovaného vodorovného značení, hned vedle parkovacího stání. To umožní řidičům včasnou indikaci obsazenosti parkovacího místa. Tento systém předání informace o obsazenosti řidičům známe již z podzemních garáží, kde je velmi šikovným pomocníkem.

12 Simulace

V simulaci jsem se zaměřil na porovnání stávající situace a situace po aplikaci chytrých prvků v závislosti na ovlivnění dopravního proudu. Na základě dopravního průzkumu v oblasti jsem vypočítával průměrné časy parkování řidičů. Tento časový interval jsem začal měřit od počátku ovlivnění volného proudu, tj. zastavení vozidla v průběžném pruhu. V situaci po aplikaci prvků jako je navigace v oblasti a hlavně indikace volného parkovacího místa lze předpokládat velký úbytek výskytu nebezpečných situací v běžném provozu, založených na pozdním rozpoznání volného parkovacího místa. Tím se také zrychlí reakce řidičů na volná parkovací místa, čímž se zvýší plynulost provozu v této frekventované ulici.

Parkování řidičů, kteří spatřili parkovací místo na poslední chvíli, je zmatečné a často dochází k několika pokusům o zaparkování do volného parkovacího stání. Pozorováním a opakovaným měřením jsem potvrdil, že průměrný čas ovlivnění dopravního proudu je 8 sekund. Nebyla výjimka, že se naměřené časy ovlivnění proudu pohybovaly hluboko nad deseti sekundami. Tento faktor je ovlivnitelný zdatností řidiče v manévrování a také v časné detekci volného parkovacího stání. Pozorováním jsem si ověřil, že čas ovlivnění dopravního proudu řidičem, který včas ví o volném parkovacím místě, se pohyboval v průměru okolo 5 sekund. Tyto parametry jsem zvolil jako vstupy do simulace a pokoušel se nasimulovat a ověřit, k jak velkému zlepšení dojde, pokud bude řidič včas informován o volném parkovacím místě.

12.1 Tvorba simulace

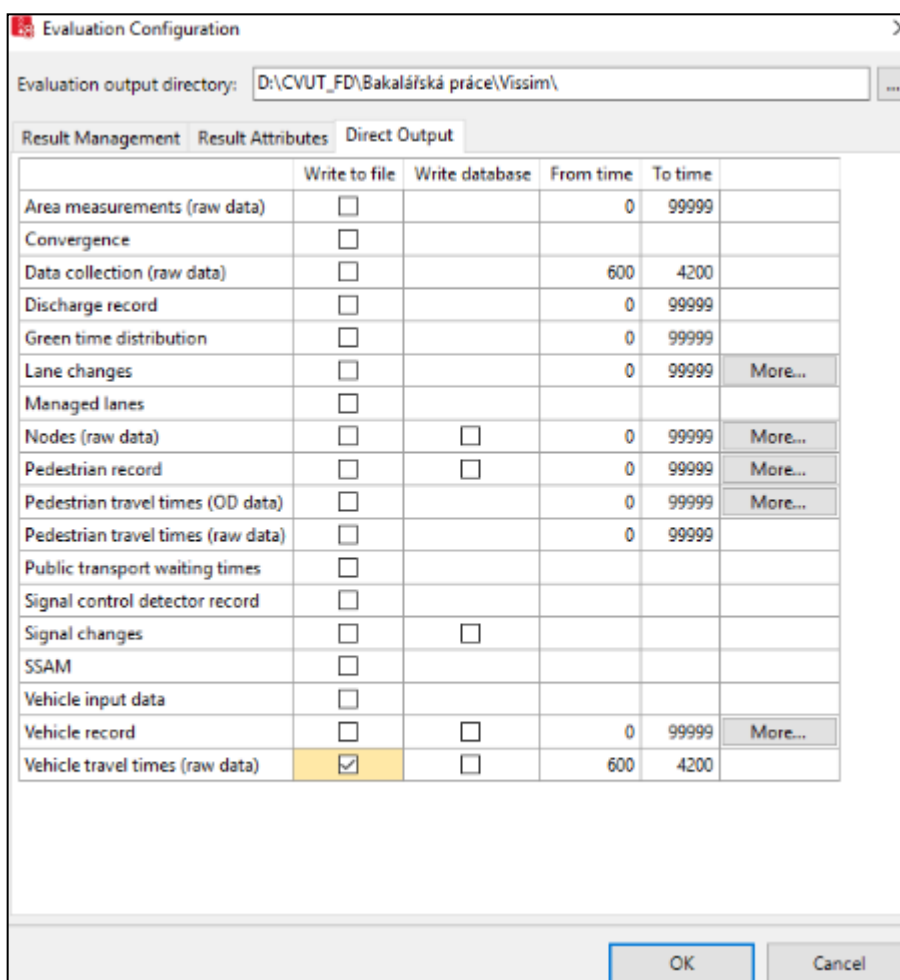
Pro mikrosimulační model jsem využil program Vissim, do kterého jsem si s pomocí měřítka vložil pozadí, na základě kterého jsem vytvořil velikostně odpovídající prvky simulace. Nesměly chybět 'linky', které je nutné vkládat vektorově, jelikož vozidla poté jezdí tím směrem, kterým jsme táhli při vkládání. Dále jsem přidal parkovací stání na kraji komunikace a v sousedním průběžném pruhu jsem vytvořil tzv. redukovanou rychlostní zónu, aby simulace více odpovídala realitě. Na začátek a konec úseku jsem přidal body, které v těchto místech vyhodnocují požadované parametry. V mém případě to byly cestovní doba vozidla a doba zdržení vozidla. Na začátku úseku jsem také zvolil vstup vozidel do simulace.

Před samotným vyhodnocením bylo nutné model vyladit, aby odpovídal pozorované realitě, což jsem provedl pomocí rychlostních zón, procenta parkujících řidičů, skladby vozidel a dobou zdržení v parkovacím místě.

12.2 Vyhodnocení simulace

Pro vyhodnocení bylo nutné zvolit pro každý pokus v kartě Simulation - Parameters jinou hodnotu Random Seed, která nám představuje jeden náhodný pokus. Také bylo nutné nechat v čase 0-600 sekund proběhnout tzv. zahřívací periodu. Vyhodnocení probíhalo v čase 600-4200 sekund.

Pro samotný výstup bylo podstatné v kartě Evaluation - Configuration - Direct Output zaškrtnout políčko Vehicle travel times (raw data). Následně po dokončení simulace byl vygenerován soubor ve formátu .rsr, který jsem pokaždé otevřel v programu Excel a zpracoval pomocí filtrů a funkcí, abych z každého pokusu zjistil průměrné cestovní časy vozidel ve volném dopravním proudu a jejich časy zdržení.



Obrázek 38: Volba správného výstupu dat ze simulace

Pro vstup vozidel jsem použil nejvyšší naměřenou hodnotu, která byla v odpolední dopravní špičce, což bylo **721 vozidel za hodinu**, přidělených podle naměřené skladby dopravního proudu.

Tabulka 7: Tabulka výsledků pro intenzitu 721 voz / h

	Bez prvků Smart řešení		Po aplikaci prvků Smart řešení	
	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]
1	19,71	4,86	18,19	3,32
2	18,06	3,36	16,99	2,21
3	18,42	3,83	17,40	2,65
4	18,46	3,72	17,83	3,01
5	18,18	3,52	17,62	2,79
6	18,38	3,67	17,57	2,86
7	19,12	3,90	17,87	2,65
8	18,82	3,84	18,58	3,46
9	19,44	4,87	17,42	2,82
10	19,05	4,28	17,91	3,11
Průměr	18,76	3,96	17,74	2,89

Z naměřených výsledků je vidět, že prvky Smart řešení - navigace v oblasti a indikace volného parkovacího místa, mají přímý pozitivní dopad na plynulost volného dopravního proudu.

Dále jsem se zaměřil na trend ovlivnění volného dopravního proudu v závislosti na vzrůstající intenzitě provozu.

Tabulka 8: Tabulka výsledků pro intenzitu 950 voz / h

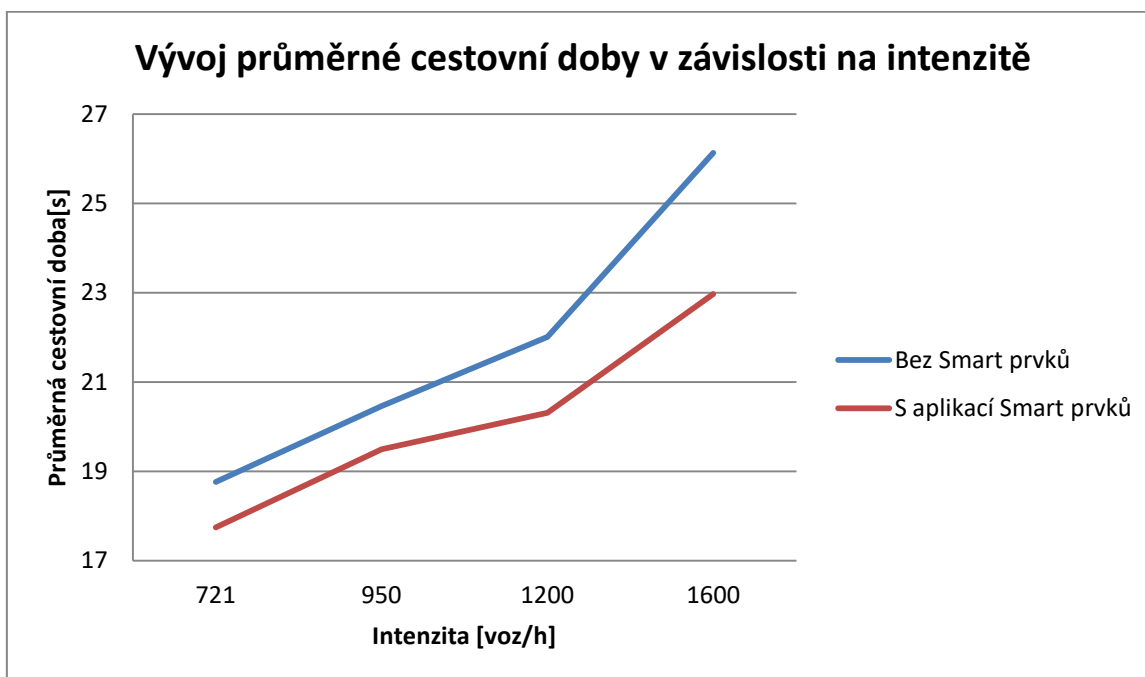
Intenzita - 950 vozidel / h				
	Bez prvků Smart řešení		Po aplikaci prvků Smart řešení	
	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]
1	20,29	5,52	19,15	4,23
2	20,62	5,86	19,82	5,04
Průměr	20,46	5,69	19,49	4,64

Tabulka 9: Tabulka výsledků pro intenzitu 1200 voz / h

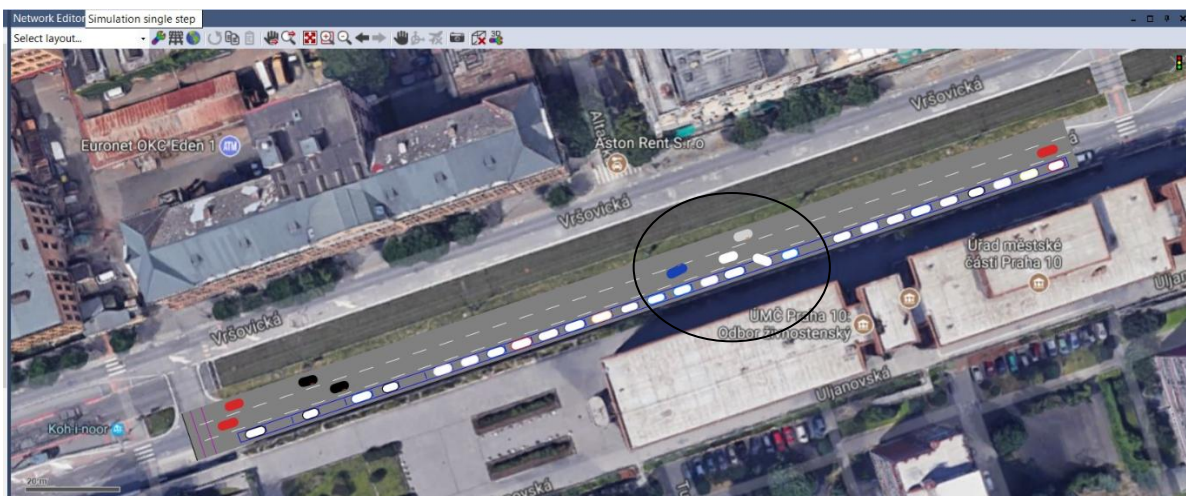
Intenzita - 1200 vozidel / h				
	Bez prvků Smart řešení		Po aplikaci prvků Smart řešení	
	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]
1	22,04	7,38	20,04	5,35
2	21,97	7,36	20,58	6,01
Průměr	22,01	7,37	20,31	5,68

Tabulka 10: Tabulka výsledků pro intenzitu 1600 voz / h

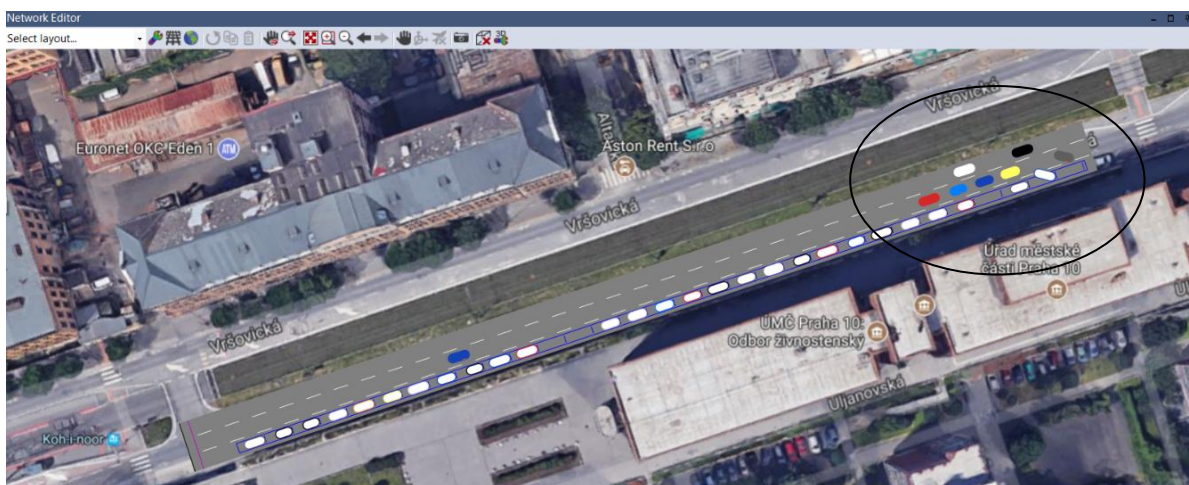
Intenzita - 1600 vozidel / h				
	Bez prvků Smart řešení		Po aplikaci prvků Smart řešení	
	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]	Průměrná cestovní doba [s]	Průměrné zdržení [s]
1	25,59	10,81	23,04	8,32
2	26,66	12,08	22,89	8,38
Průměr	26,13	11,45	22,97	8,35



Z předchozího grafu je názorně vidět trend tzv. 'otevírajících se nůžek', který nám říká, že s rostoucí intenzitou provozu nám roste ovlivnění volného dopravního proudu parkujícími vozidly. Trend růstu cestovní doby je pak také rychlejší v situaci bez vizuálních indikátorů volných parkovacích míst. Proto je potřeba řešit stávající dopravní situaci hlavně v místech s vyšší intenzitou provozu.



Obrázek 39: Simulace v prostředí programu Vissim - zachycena situace, kdy se vozidla přirozeně vyhýbají parkujícímu vozidlu jako v reálném provozu



Obrázek 40: Simulace v prostředí programu Vissim - zachycen vznik kongescí, které jsou způsobeny dvěma parkujícími vozidly

13 Shrnutí

V rámci návrhu Smart řešení v oblasti Úřadu městské části Praha 10 v ulici Vršovická byl proveden týdenní dopravní průzkum, ve kterém jsem se zaměřil na obsazenost přilehlých parkovacích míst u úřadu. Z výsledků týdenního dopravního průzkumu je patrné, že obsazenost parkovacích míst je silně ovlivněna návštěvními hodinami ÚMČ P10. Například ve čtvrtek úřad pro návštěvníky zavírá ve dvanáct hodin. Z přiloženého grafu je jasně zřetelný úbytek obsazenosti na přilehlých parkovacích stáních po dvanácté hodině. Další poznatek velmi důležitý a zcela ovlivňuje funkčnost parkovacích stání. Z průzkumu vyplynulo, že velké procento řidičů tato místa využívá k dlouhodobému stání. Tito řidiči jsou nejčastěji ze skupiny rezidentů a zaměstnanců ÚMČ P10, kteří zde svá vozidla ráno odstaví a celý den blokují parkovací stání návštěvníkům úřadu. Tato parkovací místa na hlavní ulici by měla sloužit především ke krátkodobému stání návštěvníků úřadu.

V této oblasti by mělo dojít k aplikaci navigace na volná parkovací místa za pomoci proměnných dopravních značení a také k aplikaci senzorů ve vozovce. Senzory by byla zajištěna detekce obsazenosti parkovacích míst a zároveň by došlo ke kontrole délky stání vozidla. Poté by záleželo na samotném provedení. První varianta by umožňovala zakoupit parkovné na omezenou délku stání a u druhé by se pouze těmito senzory kontrolovala délka stání a při případném překročení by došlo k penalizaci řidičů. Jelikož se do budoucna počítá se zavedením zón placeného stání i na Praze 10, domnívám se, že by v rámci tohoto zavedení došlo k realizaci první varianty tj. varianty omezené délky stání. To by znamenalo zvýšení počtu parkovacích míst ke krátkodobému stání a v kombinaci s větší podporou cyklistické dopravy popsané v kapitole 11.3 a 11.4 by to znamenalo snížení poptávky po parkovacích místech díky další alternativní možnosti dopravy na ÚMČ P10.

Ulice Vršovická je v úseku řešených parkovacích stání ve stoupání. Pokud volná parkovací stání zakrývají vyšší vozidla, která navíc vybočují z řady zaparkovaných vozidel, je včasná detekce volných stání nemožná. Při průzkumu jsem byl svědkem mnoha nebezpečných situací, které plynuly z pozdního rozpoznání volných parkovacích stání řidiči, kdy většina z nich zmatkovala a nedala včas znamení směrovými signály. V důsledku toho docházelo k nevhodnému zastavení vozidel, která vedla k opakování parkovacích manévřů a tím negativně ovlivňovala dopravní proud.

Na základě těchto zjištění je v návrhu zakomponována signalizace obsazenosti pomocí LED svítidel. Tento systém známe z podzemních garáží, kde se těší velké oblibě a řidičům usnadňuje včasné rozpoznání volného parkovacího stání a tím pádem předchází vzniku nebezpečných situací vzniklých pozdní detekcí volného stání. Zároveň se sníží délka

ovlivnění dopravního proudu parkujícím vozidlem. Tato hypotéza byla ověřena v simulaci, ze které jednoznačně vyplynulo, že aplikace Smart prvků má pozitivní dopad na průměrnou cestovní dobu vozidel v úseku ulice Vršovická. Dalším výstupem ze simulace bylo zjištění charakteru stoupání cestovní doby v závislosti na intenzitě, které je mnohem strmější u varianty bez Smart prvků. Tato skutečnost nám dokazuje zvýšenou potřebu aplikace Smart prvků v oblastech s vyšší intenzitou provozu, kde je riziko výskytu nebezpečných situací o to vyšší.

Celková proměna parkovacích stání u ÚMČ P10 v ulici Vršovická spočívá v aplikaci senzorů do vozovky v kombinaci se signalizací obsazenosti podél parkovacích stání umožňující řidičům včasné zaznamenání volných míst, čímž se předejde vzniku nebezpečných situací, způsobených pozdními reakcemi řidičů. Samotné snížení ovlivnění dopravního proudu parkujícími řidiči pomocí Smart prvků bylo prokázáno v simulaci. V oblasti je také navržena instalace proměnného dopravního značení navigující řidiče na volná parkovací místa. Dále je v práci doporučena aplikace dalších prvků Smart řešení jako například digitalizace agendy úřadů či rozvoj alternativních způsobů dopravy, což by přispělo k omezení poptávky po parkovacích místech. Důležitým prvkem je vznik mobilní aplikace podle zásad konceptu Smart city, která řidičům usnadní navigaci v oblasti, zajistí přehled o volných parkovacích místech a poskytne další užitečné informace.

14 Závěr

V úvodní části bakalářské práce jsou vysvětleny zásady a ideje konceptu Smart city, v rámci kterých vznikl konkrétní návrh aplikace Smart řešení v ulici Vršovická.

V následující části se dostáváme k řešení problematiky pouličního parkování. Jsou zde navrženy různé postupy a opatření, která umožňují řidičům zvýšit pohodlí, jak při hledání parkovacího místa, tak při samotném placení za parkovací místo. Díky virtuálním parkovacím hodinám již není nutné se vracet po zaplacení parkovného do vozidla a umisťovat parkovací lístek za čelní sklo vozidla. Také zde zcela odpadá nutnost použití parkovacích automatů, jelikož zaplacení parkovného lze provést přes příslušnou aplikaci. Toto má oproti klasickým parkovacím lístkům výhodu v tom, že řidiči mohou svoji dobu stání kdykoliv pohodlně prodloužit a uhradit pomocí aplikace. Odpadá tak nutnost opětovné návštěvy vozidla.

Při návrhu zón placeného stání kladu důraz na nutnost stanovení parkovací politiky na úrovni celého města, aby nedocházelo pouze k přelévání problémů mezi městskými částmi. Digitalizace systému parkovacích stání nám přináší velkou výhodu v podobě úspory nákladů za strážníky v ulicích, kteří měli na starosti kontrolu platných parkovacích dokladů za čelním sklem. Nyní tuto činnost provádí speciální kontrolní vozidlo, které na základě kamerového záznamu porovnává s databází, zda má řidič platný parkovací doklad.

V další kapitole jsou shrnuty zkušenosti s aplikací chytrého parkování jak v městech v České republice, tak v zahraničí. Také jsou zde popsány možnosti technologického provedení chytrého parkování, u kterých jsou porovnány klady a zápory různých technologií, které jsou zodpovědné za detekci obsazenosti parkovacího místa jako například zabudované senzory ve vozovce, kamerové rozpoznání obrazu či využití telekomunikačních dat pro stanovení pravděpodobnosti výskytu volného parkovacího místa.

Poslední kapitoly jsou věnovány samotnému návrhu Smart řešení v oblasti ulice Vršovická. Obsažena je analýza stávající dopravní situace včetně alternativ parkování v okolí a stanovených hlavních dopravních proudů k ÚMČ P10. Na základě dopravního průzkumu jsou zde popsány závěry a doporučení pro zkoumaná stání a v následující kapitole jsou zmíněny vhodné prvky Smart řešení pro aplikaci v dané lokalitě, které jsou poté ověřeny v simulaci.

Bakalářská práce se nevěnuje ekonomické stránce řešení, ale čistě technickému provedení. Při realizaci je třeba dbát zřetel při výběru i na ekonomickou stránku, ale jinak se domnívám, že práci můžeme brát jako technická doporučení pro řešení dopravy v klidu u Úřadu městské části Praha 10 v ulici Vršovická.

Reference

- [1] M. Alam, B Fernandes, J. Almeida, J. Ferreira, J. Fonseca. *Integration of smart parking in distributed ITS architecture*. [Online]. 2016. [cit. 18.3.2017]. ISBN: 978-1-5090-5586-9
Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7838582&isnumber=7838319>.
- [2] R. Liao, C. Roman, P. Ball, S. Ou, L. Chen. *Crowdsourcing on-street parking space detection*. [Online]. 2016. [cit. 20.3.2017] Dostupné z: <https://arxiv.org/abs/1603.00441>.
- [3] *Where in Europe is electric car a good idea?*. [online] [cit. 25.5.2017]. Dostupné z: <https://jakubmarian.com/where-in-europe-is-electric-car-a-good-idea/>
- [4] Bernd Höhle, Frank M. Koch. Hydrogen. *The Key to the Overall Energy Turnaround* [online] 2014 [cit. 18.4.2017] Dostupné z: <https://broschuere.nordrheinwestfalendirekt.de/herunterladen/der/datei/h2englisch2014-inhalt-140529-pdf/von/hydrogen-part-of-the-overall-energy-turnaround/vom/energieagentur/1679>
- [5] P. Desai, S. W. Loke, A. Desai and J. Singh, *CARAVAN: congestion avoidance and route allocation using virtual agent negotiation* [online] 2013. [cit. 12.6.2017] Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6507596/>
- [6] Ali Aliedani, Seng W. Loke, Aniruddha Desai, and Prajakta Desai. *Investigating Vehicle-to-Vehicle Communication for Cooperative Car Parking: the CoPark Approach* [online] 2016 [cit. 23.4.2017] Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7580732&isnumber=7580726>
- [7] J. B. Kenney, *Dedicated short-range communications (DSRC) standards in the United States*. [online] 2011. [cit. 28.4.2017] Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5888501/>
- [8] SF park. *Parking Sensor Technology Performance Evaluation*. [online] 2014. [cit. 22.6.2017] Dostupné z: http://sfpark.org/wpcontent/uploads/2014/06/docs_sensor_evaluation.pdf
- [9] *Strategic analysis of Smart parking Market in Europe and North America* [online] [cit. 15.7.2017] Dostupné z: http://www.finpro.fi/documents/10304/1549251/Strategic+analysis+of+smart+parking_summary.pdf
- [10] Parkuj v klidu [online] [cit. 2.7.2016] Dostupné z: http://www.parkujvklidu.cz/wpcontent/uploads/2016/04/Cenova_pasma.pdf

- [11] *Praha upravila ceníky pro zóny placeného stání* [online] [cit. 20.7.2017] Dostupné z: http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/praha_upravila_ceniky_pro_zony_placeneho.html
- [12] Analýza dopravy v klidu na celém území městské části Praha 10 [online] 2012 [cit. 26.7.2017] Dostupné z: <http://www.praha10.cz/parkovani-v-praze-10.aspx>
- [13] TSK hl.m.Prahy. *Ročenka dopravy Prahy 2016*. [cit. 18.7.2017]
- [14] Parkovací zóny v Praze. [online]. [cit. 26.7.2017]. Dostupné z: <http://www.parkujvklidu.cz/koncepce-zon>
- [15] Smart city v praxi [online] [cit.20.7.2017]. Dostupné z: http://www.smartcityvpraxi.cz/smart_city/2-SchemaSC.jpg
- [16] Parkuj v klidu. *Virtuální parkovací hodiny*. [online] [cit. 26.7.2017] Dostupné z: http://www.parkujvklidu.cz/wp-content/uploads/2016/08/VPH_postup-pri-placeni.pdf
- [17] Pakuj v klidu. *Parkovací automat* [online] [cit. 26.7.2017] Dostupné z: http://www.parkujvklidu.cz/wp-content/uploads/2017/03/PA-obsluha-P5_6_8.pdf
- [18] Pražská integrovaná doprava. *P+R, K+R, B+R* [online] [cit. 5.7.2017] Dostupné z: <https://pid.cz/prakticke-informace/pr-br-kr/>
- [19] David Bárta. Začněte s parkováním [online] [cit. 8.6.2017] Dostupné z: <https://www.cityone.cz/zacnete-s-parkovanim/t6438>
- [20] Městský úřad Kolín. *Chytré parkování v Kolíně kompletně spuštěno!*. [online] 16.11.2016 [cit. 5.7.2017] Dostupné z: <http://www.mukolin.cz/cz/o-meste/062831-chytre-parkovani-v-koline-kompletne-spusteno.html>
- [21] Smart4City [online] [cit. 27.7.2017] Dostupné z: <https://www.smart4city.cz/>
- [22] Kolínský pres. *Změna! Chytré parkování v Kolíně zahájí 27. září*. [online] 21.9.2016 [cit. 27.7.2017] Dostupné z: <https://www.kolinskypres.cz/clanek-zmena-chytre-parkovani-v-koline-zahaji-27-zari>
- [23] ČD Telematika. *V parkování bez hledání v rámci konceptu Smart City se stal průkopníkem Liberec; řešení dodává ČD - Telematika* [online] [cit. 27.7.2017] Dostupné z: <http://www.cdt.cz/cz/v-parkovani-bez-hledani-v-ramci-konceptu-smart-cities-se-stal-prukopnikem-liberec;-reseni-dodava-cd---telematika-1290/>

- [24] Modrožlutá kniha Smart Písek. [online] 23.6.2015 [cit. 27.7.2017] Dostupné z: www.mesto-pisek.cz/assets/File.ashx?id_org=12075&id_dokumenty=5399
- [25] Smart4city. Smart Parking systém firmy SPEL a.s. [online] [cit. 29.7.2017] Dostupné z: https://smart4city.spel.cz/downloads/smart4city_popis_smart_parking.pdf
- [26] *London Borough of Camden pilots smart parking system.* [online] [cit. 30.7.2017] Dostupné z: <http://www.traffictoday.com/news.php?NewsID=75551>
- [27] David Bárta. *Úspěch regulace v Barceloně* [online] [cit. 25.6.2017] <https://www.cityone.cz/uspech-regulace-v-barcelone/t6439>
- [28] Veřejné prostory Prahy 10. *Drážní promenáda.* [online] [cit. 15.7.2017] Dostupné z: <http://verejneprostory.cz/projekty/pripravovane/drazni-promenada.aspx>
- [29] Smart4City. *Tinynode technologie a výrobky pro parkování* [online] [cit. 18.7.2017] Dostupné z: https://smart4city.spel.cz/downloads/smart4city_tinynode_techologie_a_vyrobky_pro_parkovani.pdf
- [30] Kontrolní vozidlo [online] [cit. 5.8.2017] Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWju45eB_pXVAhUFXBoKHbgdABYQjRwlBw&url=https://twitter.com/bobmarvan/status/767664742999658497&psig=AFQjCNH3gj53FGXjIQ7OtmzBEeG2m9Qrwa&ust=1500568270845205
- [31] Veřejné prostory Prahy 10. *Vršovická drážní promenáda - výkres.* [online] [cit. 18.8.2017] Dostupné z: http://vpp10.cz/Portals/8/dokumenty/projekty/Cach_P10_zadani_vrsovicka-drazni-promenada_vykres_2014-03-30.pdf
- [32] Congestion pricing [online] [cit. 15.8.2017] Dostupné z: https://howlingpixel.com/wiki/Congestion_pricing
- [33] David Bárta. *Jak vyřešit problémy s parkováním* [online] [cit. 14.4.2017] Dostupné z: <https://www.cityone.cz/jak-vyresit-problemy-s-parkovanim/t6204>
- [34] Emily Badger. *Detroit – jak příliš mnoho parkovacích ploch udusilo automobilové město* [online] [cit. 15.4.2017] Dostupné z: <https://www.cityone.cz/detroit-jak-prilis-mnoho-parkovacich-ploch-udusilo/t6136>
- [35] Eric Jaffe. *Seattle vyřešil parkování za malé peníze.* [online] 2013 [cit. 15.4.2017] Dostupné z: <https://www.cityone.cz/seattle-vyresil-parkovani-za-male-penize/t6205>

[36] David Bárta. *Příklad úspěšné regulace Amsterdam* [online] 2012 [cit. 20.4.2017]
Dostupné z: <https://www.cityone.cz/priklad-uspesne-regulace-amsterdam-2012/t6440>

[37] Nízkoemisní zóny v České republice [online] [cit. 8.7.2017] Dostupné z:
<http://www.ekologickezony.cz/>

[38] Mapy Google [online] [cit. 17.7.2017] Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>

[39] Mapy Seznam [online] [cit. 17.7.2017] Dostupné z: <https://www.mapy.cz>

[40] Vlastní fotografie

[41] Smart Písek - město Písek [online] [cit. 18.7.2017] Dostupné z: <https://smart.pisek.eu/>

[42] *Krakov – příklad z „Východního bloku“* [online] [cit. 18.7.2017] Dostupné z:
<https://www.cityone.cz/krakov-priklad-z-vychodniho-bloku/t6442>

[43] *Project iCity: smart city Barcelona dostane LED veřejné osvětlení* [online]
[cit. 18.7.2017] Dostupné z http://www.smartcityvpraxi.cz/moderni_technologie_1.php

Seznam obrázků

Obrázek 1: Proces výroby vodíku z obnovitelných zdrojů ^[4]	10
Obrázek 2: Well-to-wheel analýza ^[4]	11
Obrázek 3: Schéma propojení oblastí Smart city ^[15]	12
Obrázek 4: Cenová pásma parkování v Praze ^[10]	14
Obrázek 5: Dopravní značka IP 12 s dodatkovou tabulkou E13 ^[14]	16
Obrázek 6: Dopravní značka IP 13c s dodatkovou tabulkou E13 ^[14]	16
Obrázek 7: Dopravní značka IP 13c s dodatkovou tabulkou E13 ^[14]	16
Obrázek 8: Parkovací automat s on-line připojením ^[17]	17
Obrázek 9: Štítek umístěný na parkovacím automatu s QR kódem ^[16]	17
Obrázek 10: Kontrolní vozidlo systému chytrého parkování v Praze ^[30]	18
Obrázek 11: Procento obsazených PS v závislosti na kapacitě v oblasti Vinohrad ^[12]	19
Obrázek 12: Detekce poznávacích značek v rámci systému congestion charging v Londýně ^[32]	23
Obrázek 13: Typy ekologických známek v Německu ^[37]	24
Obrázek 14: Rekonstruovaný stav Karlova náměstí ^[38]	26
Obrázek 15: Původní stav využití Karlova náměstí ^[38]	27
Obrázek 16: Ukázka mobilní aplikace ^[20]	28
Obrázek 17: Zabudování senzorů do vozovky v Kolíně ^[22]	28
Obrázek 18: Ukázka rozhraní internetové aplikace znázorňující stav a účel parkovacích míst v Kolíně ^[21]	29
Obrázek 19: Ukázka rozhraní internetové aplikace znázorňující stav a účel parkovacích míst v Benešově ^[21]	29
Obrázek 20: Parkoviště P1 a P2 ^[39]	31
Obrázek 21: Parkoviště P3 ^[39]	32
Obrázek 22: Aplikované řešení chytrého parkování v ulici Štefánikova ^[39]	34
Obrázek 23: Schéma systému chytrého parkování v Los Angeles ^[9]	35
Obrázek 24: Vyznačené plochy či prostory k parkování v centru Detroitu ^[34]	38
Obrázek 25: Schéma projektu Smart parking v Pise v Itálii ^[9]	40
Obrázek 26: Porovnání aktuálních a historických dat ^[8]	42
Obrázek 27: Porovnání dat získaných z detektorů a z pozorování ^[8]	43
Obrázek 28 : Vyobrazení použití navrhovaného systému ^[6]	44
Obrázek 29: Mapa Prahy 10 v okolí ulice Vršovická s vyznačenou částí řešeného parkování u ÚMČ P10 ^[38]	45
Obrázek 30: Hlavní dopravní směry k ÚMČ P10 ^[38]	47
Obrázek 31: Vyhrazené stání pro zaměstnance úřadu ^[40]	49

Obrázek 32: Alternativy parkování v okolí ÚMČ P10 ^[38]	49
Obrázek 33: Mapa znázorňující instalaci proměnných dopravních značek v okolí parkovacích stání v ulici Vršovická ^[38]	55
Obrázek 34: Cykloboxy dlouhodobě mimo provoz ^[40]	56
Obrázek 35: Ukázka z projektové dokumentace v úseku u ÚMČ P10 ^[31]	57
Obrázek 36: Schéma komunikačních prvků systému chytrého parkování ^[29]	59
Obrázek 37: Reálná aplikace senzoru v komunikaci ^[26]	60
Obrázek 38: Volba správného výstupu dat ze simulace	62
Obrázek 39: Simulace v prostředí programu Vissim - zachycena situace, kdy se vozidla přirozeně vyhýbají parkujícímu vozidlu jako v reálném provozu	66
Obrázek 40: Simulace v prostředí programu Vissim - zachycen vznik kongescí, které jsou způsobeny dvěma parkujícími vozidly	66

Seznam tabulek

Tabulka 1: Ceník placených stání pro rezidenty v Praze ^[11]	14
Tabulka 2: Vývoj stupně automobilizace ^[13]	20
Tabulka 3: Seznam parkovišť P+R v Praze ^[18]	21
Tabulka 4: Seznam parkovišť B+R v Praze ^[18]	22
Tabulka 5: Úřední hodiny úřadů sídlících v ulici Vršovická	50
Tabulka 6: Naměřené intenzity v ulici Vršovická	54
Tabulka 7: Tabulka výsledků pro intenzitu 721 voz / h	63
Tabulka 8: Tabulka výsledků pro intenzitu 950 voz / h	64
Tabulka 9: Tabulka výsledků pro intenzitu 1200 voz / h	64
Tabulka 10: Tabulka výsledků pro intenzitu 1600 voz / h	65