

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

Internet věcí v dopravě

Bc. Michal Jirák

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Michal Jirák

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Internet věcí v dopravě

Název anglicky

The Internet of things in transport

Cíle práce

Diplomová práce je zaměřena na oblast veřejné dopravy. Hlavním cílem práce je analyzovat potenciál využití internetu věcí (IoT) v dopravě. Dílčími cíli práce jsou:

- charakterizovat standardy a trendy IoT ve veřejné dopravě
- analyzovat best practices v zahraničí
- analýza možností uplatnění vybraných řešení v České republice

Metodika

Metodika řešení problematiky práce je založena na analýze odborných publikací a dalších informačních zdrojů. Vlastní práce bude vycházet z případové studie a vícekritériálního posouzení variant. Na základě syntézy teoretických východisek a získaných poznatků a informací budou zpracována doporučení a závěry práce.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

Internet věcí, IoT, doprava, telematika, bezpečnost

Doporučené zdroje informací

BURIAN, P. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5137-5.
DACOSTA, Francis. *Rethinking the Internet of Things: A Scalable Approach to Connecting Everything*. New York: Apress Media, 2013. ISBN 978-1-4302-5741-7
DHANJANI, Nitesh. *Abusing the internet of things: blackouts, freakouts, and stakeouts*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2015. ISBN 978-1-491-90233-2.
GREENGARD, Samuel. *The internet of things*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, [2015]. ISBN 9780262527736
WAHER, Peter. *Learning Internet of Things*. Birmingham: Packt Publishing, 2015. ISBN 978-1-78355-353-2

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Jan Jarolímek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 10. 10. 2018

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 27. 02. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Internet věcí v dopravě" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Janu Jarolímkovi, Ph.D. za odborné vedení a věcné rady při vypracování této diplomové práce. Rád bych také poděkoval panu Lubomíru Křivánkovi z Local Energies, za poskytnutí informací a fotomateriálů ohledně fungování systému SPINWIRE, a s tím spojené odborné konzultace. A v neposlední řadě bych rád poděkoval panu Pavlu Němečkovi ze Smart City Polygonu, za informace spojené s konceptem Smart City a všem ostatním, kteří mi svými věcnými poznámkami a jinými informacemi přispěli k této práci

Internet věcí v dopravě

Abstrakt:

Tato diplomová práce analyzuje pojem internetu věcí v dopravě. Je analyzován pojem samotného internetu věcí, jeho historie, i současný stav, spolu s možnostmi aplikovatelnými v dopravním sektoru. Tyto možnosti jsou následně v práci blíže specifikovány, s uvedením konkrétních best practices u nás, i v zahraničí. Současná situace internetu věcí je ukázána na pěti českých městech, s analyzováním dopravních prvků využívaných v jejich denní praxi. Těmito městy jsou Praha, Brno, Plzeň, Třebíč a Kolín. Na základě syntézy těchto poznatků je navržen systém chytrého parkování ve městě Plzeň.

Klíčová slova:

Bezpečnost, doprava, internet věcí, IoT, telematika

The Internet of things in transport

Abstract:

This diploma thesis analyzes the concept of Internet of things in transport. It analyzes the concept of the Internet of Things itself, its history, and the current state, along with the possibilities applicable in the transport sector. These options are subsequently specified at work, with specific best practices at home and abroad. Furthermore, the current situation of the Internet of Things is shown in five Czech cities, with the analysis of transport elements used in their daily practice. These cities are Praha, Brno, Plzeň, Třebíč and Kolín. Based on the synthesis of these findings, further implementation of smart parking is proposed in the city of Plzeň.

Keywords:

Internet of things, IoT, security, telematics, transport

Obsah

1 Úvod.....	12
2 Cíl práce a metodika	13
3 Teoretická část.....	15
3.1 Internet věcí.....	15
3.1.1 Historie.....	18
3.1.2 Současný stav	20
3.2 Průmysl 4.0	21
3.3 Úskalí IoT.....	22
3.4 IoT v osobní dopravě	24
3.4.1 Koncept Smart City	25
3.4.2 Dopravní telematika.....	28
3.4.2.1 Jednotný systém dopravních informací pro ČR	29
3.4.2.2 Národní dopravní informační centrum	30
3.4.2.3 Celostátní informační systém	32
3.4.3 Chytré semaforey.....	33
3.4.3.1 Současný stav chytrých semaforů	34
3.4.4 Chytré parkování.....	37
3.4.4.1 In-ground senzory.....	39
3.4.4.2 Kamerový dohled	47
3.4.5 Bikesharing	50
3.4.5.1 Bikesharing a Česká republika	50
3.4.6 Carsharing	52
3.4.6.1 Uniqway	53
4 Analytická část	54
4.1 Charakteristika měst a jejich využití IoT v dopravě	54
4.1.1 Praha	54
4.1.2 Brno	60
4.1.3 Plzeň.....	64
4.1.4 Třebíč	73
4.1.5 Kolín	76
5 Výsledky a diskuze	79
5.1 Vyhodnocení analytické části	79
5.2 Navrhovaná doporučení	82
5.3 Chytré parkování v centru Plzně	83
6 Závěr.....	86
7 Seznam použitých zdrojů	88
7.1 Literatura	88
7.2 Ústní sdělení.....	88
7.3 Elektronické zdroje	88
8 Přílohy	95

Seznam obrázků

Obrázek 1 „Chytrá“ domácnost	15
Obrázek 2 Počet zařízení připojených k internetu v průběhu let	19
Obrázek 3 Prvky dopravní telematiky	29
Obrázek 4 Proměnné dopravní značení	30
Obrázek 5 Webové rozhraní portálu dopravniinfo.cz.....	31
Obrázek 6 Schéma sběru dat pro CIS	32
Obrázek 7 Schéma fungování systému Surtrac SSZ	34
Obrázek 8 Pittsburgh Surtrac detektory.....	35
Obrázek 9 Schéma Surtrac.....	36
Obrázek 10 Celkový počet vozidel v používání k r. 2015.....	38
Obrázek 11 Prvky systému SPINWIRE	40
Obrázek 12 LED osvětlení parkovacích míst dle jejich obsazenosti.....	41
Obrázek 13 Příklad použití SPINWIRE ve španělské Barceloně.....	41
Obrázek 14 Instalace kabelového detektoru SPINWIRE v Třebíči.....	42
Obrázek 15 Sensit IR.....	43
Obrázek 16 Sensit Flush	44
Obrázek 17 Sensit Surface.....	45
Obrázek 18 Schéma Parking Detection	48
Obrázek 19 Parking Detection komponenty.....	49
Obrázek 20 Počet bikesharingových programů celosvětově	51
Obrázek 21 Mapa vozidel dostupných ke carsharingu	52
Obrázek 22 Průměrná obsazenost parkovací zóny	57
Obrázek 23 Schéma fungování dohledu nad parkovacím stáním.....	58
Obrázek 24 DIC Brno	61
Obrázek 25 Příjezd do areálu polygonu.....	67
Obrázek 26 RFID snímač při příjezdové bráně	67
Obrázek 27 Kamerový pohled na areál polygonu s hlídáním špatného směru.....	68
Obrázek 28 Parkovací místa označena LED signalizací	68
Obrázek 29 Chytré osvětlení.....	69
Obrázek 30 Chytrý přechod pro chodce	70
Obrázek 31 Vibrační senzor	71

Obrázek 32 Pokrytí areálu kamerami systémem PD	71
Obrázek 33 Řídící centrum	72
Obrázek 34 Instalace SPINWIRE v Třebíči	74
Obrázek 35 Parkovací čidlo Tinynode, použití v Kolíně.....	77
Obrázek 36 Proměnné dopravní značení v Kolíně	78
Obrázek 37 Centrum Plzně s vyznačenými body	83

Seznam grafů

Graf 1 In-home smart technologie	16
Graf 2 Wearables	17
Graf 3 Rozšířenost IoT v tuzemských podnicích.....	20

Seznam tabulek

Tabulka 1 Chytré dopravní prvky v Praze	80
Tabulka 2 Chytré dopravní prvky v Brně	80
Tabulka 3 Chytré dopravní prvky v Plzni.....	80
Tabulka 4 Chytré dopravní prvky v Třebíči	81
Tabulka 5 Chytré dopravní prvky v Kolíně	81
Tabulka 6 Pořizovací náklady, ceny uvedeny v Kč.....	84
Tabulka 7 Realistická varianta návratnosti investice.....	84
Tabulka 8 Optimistická varianta návratnosti investice.....	84
Tabulka 9 Pesimistická varianta návratnosti investice	85

Seznam použitých zkratk

CIS	Celostátní integrovaný systém
HDŘÚ	Hlavní dopravní řídicí ústředna Hlavního města Prahy
IoT	Internet of Things
IT	Informační technologie
IZS	Integrovaný záchranný systém
JSDI	Jednotný systém dopravních informací
MHD	Městská hromadná doprava
NDIC	Národní dopravní informační centrum
OICA	International Organization of Motor Vehicle Manufacturers
OPD	Operační program Doprava
PD	Parking detection
PDZ	Proměnné dopravní značení
PRE	Pražská energetika
RDS-TMC	Radio Data System - Traffic Message Channel
RFID	Radio Frequency Identification
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SSZ	Světelné signalizační zařízení
TSK	Technická správa komunikací

1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá Internetem věcí v dopravě. Internet věcí, dále jen „IoT“ je označení pro fenomén 21. století, spočívající ve vzájemné propojenosti jednotlivých fyzických zařízení pomocí internetu, s hlavním zaměřením na oblast silniční dopravy. Doprava je v dnešní době jedním z nejvíce rozvíjených oborů, zejména kvůli stále se zvyšujícímu počtu dopravních prostředků. Takovému zatížení, zejména silnic a dálnic, je nutné náležitým způsobem uzpůsobit dopravní infrastrukturu tak, aby byla zajištěna co nejrychlejší a nejefektivnější obsluha všech dopravních prostředků. K tomu dopomáhá právě IoT, který přináší do světa dopravních zácp a nekonečného čekání na parkovací místa vítaný klid a úlevu.

Pod takovými prvky lze hledat například prvky chytrého parkování, usnadňující orientaci řidiče a jeho navigaci pomocí dopravních značení na volné parkovací místo. Dále chytré semaforey, které řídí křižovatku na základě hustoty dopravy; nebo sdílení vozidel (carsharing), či jízdních kol (bikesharing), pro snížení dopravní zátěže. Pro správné fungování chytrých prvků je zapotřebí moderních telematických zařízení, kterými jsou čidla a kamery, která jsou pro většinu těchto řešení stěžejními.

Samotná práce se skládá ze dvou částí, teoretické a analytické. Teoretická část práce uvede prvky IoT v povědomí čtenářů, zejména těch, kteří o tomto termínu slyší poprvé, nebo neměli možnost se s ním lépe obeznámit. Dále poukáže, jaké trendy se v dnešním moderním světě v tomto oboru realizují, jaké technologie jsou k tomu využívány, a jak celý proces funguje.

Analytická část práce bude zaměřena na komparaci pěti českých měst, na kterých budou ukázány rozdíly ve vybavenosti chytrými zařízeními v dopravě. Výstupy z analytické části mohou v případě vlastní snahy o zavádění prvků IoT na svých území posloužit i samotným obcím. I z toho důvodu bude komparace zaměřena na obce různých velikostí – od hlavního města, přes krajské město, až k okresnímu. Na základě výsledků analytické části bude navržena aplikace vybraného řešení na konkrétní obci.

2 Cíl práce a metodika

Hlavním cílem práce je analyzovat současný stav Internetu věcí (IoT), se zvláštním zaměřením na oblast dopravy. Dílčím cílem je prozkoumat současnou situaci v odvětví dopravních systémů v České republice a charakterizovat jednotlivé prvky IoT využívané v dopravě, se zmínkou o některých prvcích používaných v zahraničí.

Diplomová práce bude zpracována s použitím metod analýzy, deskripce, syntézy a komparace získaných poznatků. V práci bude citováno formou průběžných poznámek.

Nejprve budou vyhledány, nashromážděny a důkladně prostudovány veškeré dostupné zdroje informací včetně odborné literatury týkající se problematiky Internetu věcí v dopravě a dalších pojmů, které s ním úzce souvisí. Česká literatura se této problematice prozatím příliš nevěnuje, z toho důvodu bude čerpáno zejména z elektronických zdrojů a zahraničních titulů. Znalosti a informace nutné k vlastnímu zpracování teoretické a analytické části jsou čerpány jak z různých publikací a jiných zdrojů, tak přímo od poskytovatelů jednotlivých služeb a informačních systémů. Po nastudování všech dostupných zdrojů bude sestavena osnova práce tak, aby mohlo být dané téma pochopeno co nejlépe. Metodou deskripce bude definována historie a současný stav IoT z obecného hlediska, včetně jeho fungování a využitelnosti. Pomocí metody analýzy pak dojde k charakteristice současného využití IoT v dopravním sektoru v České republice a nejdůležitějších prvků, jež tento fenomén využívá.

Analytická část bude na základě získaných teoretických poznatků zpracována se zaměřením na analýzu vybavenosti jednotlivými prvky IoT u 5 konkrétních českých měst. Ty budou vybrány podle jejich velikosti a zařazení do územního celku. Těmito městy bude hlavní město Praha, krajská města Brno a Plzeň, a okresní města Třebíč a Kolín. Nejprve autor uvede krátkou charakteristiku města a poté představí jeho využití IoT v dopravě rozdělené podle jednotlivých prvků, jež byly uvedeny v teoretické části.

Ve výsledcích analytické části budou získané informace týkající se prvků IoT v jednotlivých městech zpracovány do přehledných tabulek. V rámci komparace jednotlivých měst bude poukázáno, jak se liší jejich angažovanost v problematice chytrých měst s ohledem na jejich velikost. Pro každé ze zkoumaných měst bude zpracována samostatná tabulka zahrnující jednotlivé prvky IoT v oblasti dopravy doplněná o slovní ohodnocení konkrétních výstupů.

Na základě získaných poznatků z teoretické a analytické části autor v závěru práce zpracuje vlastní návrh na rozšíření či zlepšení současného stavu města nebo některého z prvků IoT. Návrh bude vyhodnocen po všech relevantních stránkách, jak finanční, tak technické, včetně uvedení jeho výhod, případně nevýhod pro dané město. V závěru bude provedeno vyhodnocení celé práce.

3 Teoretická část

3.1 Internet věcí

Internet věcí je v dnešní době velmi často probírané téma. To převážně z důvodu stále více se rozvíjejících moderních a komunikačních technologií, které mají jeden společný jmenovatel – internet. Lze se také, a možná ještě častěji než s pojmem „Internet věcí“, setkávat s pojmem Internet of Things, respektive s jeho kratším a častějším označením, IoT.

IoT je možno charakterizovat jako systém provázaných prvků či zařízení, propojených prostřednictvím internetu, možné i bez aktivní účasti uživatele. Jako demonstrace poslouží obrázek č. 1 níže. Pavel Burian ve své knize Internet inteligentních aktivit uvádí další definici, popisující IoT, a to, spojení objektů reálného světa s virtuálním světem, a umožňuje vzájemnou komunikaci s jinými inteligentními objekty.¹ Těmito objekty mohou kupříkladu být automobily, domácí spotřebiče, pouliční osvětlení nebo nositelné doplňky, takzvané wearables.² Další definice se přiklání k tvrzení, že jde o jakékoliv zařízení, které může být nějakým způsobem monitorováno nebo kontrolováno **ze vzdáleného umístění**. Sensory, čidla a čipy, pomocí kterých tato zařízení komunikují, jsou naprogramovatelné téměř na cokoli – mohou zaznamenávat teplotu, chvění, zvuk, tlak, zkrátka to, co od nich koncový uživatel vyžaduje.

Obrázek 1 „Chytrá“ domácnost



Zdroj: web Inside Retail³

¹ BURIAN, P. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada, 2014. Průvodce (Grada). s. 241, ISBN 978-80-247-5137-5

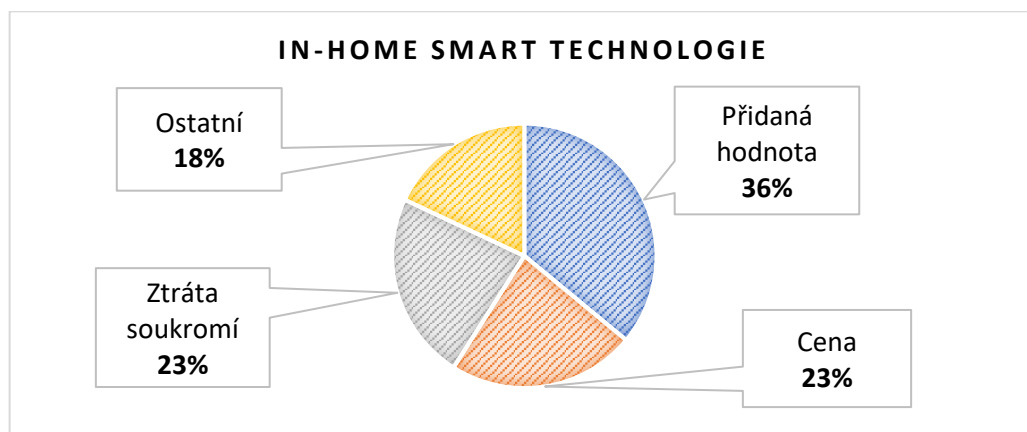
² MANAGEMENT MANIA. *Internet věcí IoT (Internet of Things)* [online]. [cit. 2018-07-19]. Dostupné na WWW: <https://managementmania.com/cs/internet-veci-internet-of-things>

³ INSIDE RETAIL. *Asia's smart-home market 'worth \$115 bn by 2030'* [online]. 2017, [cit. 2018-09-25]. Dostupné na WWW: <https://insideretail.asia/2017/01/23/asias-smart-home-market-worth-115-bn-by-2030/>

První fázi a hlavním účelem těchto zařízení je monitoring a sběr dat. **Další fázi** je jejich odeslání, analýza a následné zpracování. To vše se děje v daném centrálním středisku, která dané řešení IoT poskytuje. Výstupy mají pro odběratele služby formu informace, sloužící jako výsledek sledovaných procesů. Z těch lze vyvodit zpětnou vazbu na funkčnost provozovaných systémů nebo z nich vyjít s nějakým závěrem, či implementací sledovaného jevu.

A jak na tom vůbec jsou lidé s povědomím o IoT? Dle výsledků studie, provedenou společností Accenture, **87 % dotazovaných o pojmu „Internet věcí“ nikdy neslyšela.**⁴ Ve stejné studii také zjistila, že hlavním důvodem nezájmu o IoT není pořizovací cena nebo strach o soukromí. Zajímavostí také je, že IoT není něco, co by tu doteď nebylo. Nejedná se o zbrusu novou technologii, spíše se až v posledních letech naplno projevuje, a především začíná využívat její potenciál. Toto šetření ukázalo na to, že lidé neznají, nebo mají nedostatek přidané hodnoty u těchto produktů, s čímž se ztotožnilo 36 % dotazovaných lidí.

Graf 1 In-home smart technologie



Zdroj dat: web Accenture⁵, zpracováno autorem

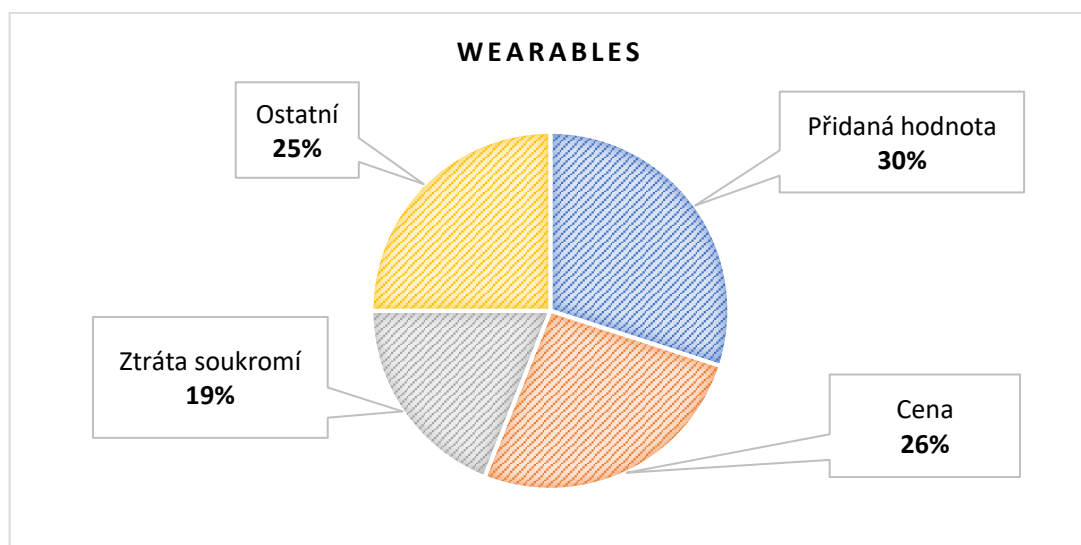
Graf č. 1 ukazuje výsledky dotazníkového šetření, které bylo směřováno na využití IoT v domácnostech. Zde nachází uplatnění například formou chytrého osvětlení, či nabízí možnost nastavení si vytápění domova tak, aby byl příjemně vytopený, jakmile jeho majitel dorazí z práce domů. Ti navíc dostávají podrobné informace o stavu jejich domácností.

⁴ ACCENTURE. *The Internet of Things: The Future of Consumer Adoption* [online]. 2014, [cit. 2018-09-25]. Dostupné na WWW: https://www.accenture.com/t20150624T211456_w_us-en_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Technology_9/Accenture-Internet-Things.pdf

⁵ ACCENTURE. *The Internet of Things: The Future of Consumer Adoption* [online]. 2014, [cit. 2018-09-25]. Dostupné na WWW: https://www.accenture.com/t20150624T211456_w_us-en_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Technology_9/Accenture-Internet-Things.pdf

Stejných výsledků se tazatelé dočkali při otázce na nositelné doplňky, takzvané wearables. Ty se setkávají s větší nevolí, co se týče finanční stránky než komplexní IoT řešení. Zůstává zde však stejný problém, a to uživatelská neznalost přidané hodnoty těchto zařízení. Dále je z grafu zjevné, že více lidí označilo finanční stránku jako problémovější než obavy ze ztráty soukromí. Tu za problém označilo 19 % dotazovaných.⁶ Výsledky šetření jsou vyobrazeny v grafu č. 2.

Graf 2 Wearables



Zdroj dat: web Accenture⁷, zpracováno autorem

Nutno zmínit, že s nástupem IoT nastala jakási nová éra – éra, kdy se všechna zařízení, jejichž možnosti vzájemné kooperace byly dříve velice omezené, mohla spojit dohromady a **utvořit tak ucelený systém navzájem spolehlivě komunikujících prvků**. Proto dnes o těchto zařízeních mluvíme jako o těch „chytrých“. Umí toho mnohem více než jejich předchůdci a jejich vzájemná komunikace je natolik intuitivní, že všem, kdo dokáže potenciál IoT uchopit alespoň částečně, dokáže ve velké míře usnadnit práci, čas a mnohdy i peníze.

⁶ ACCENTURE. *The Internet of Things: The Future of Consumer Adoption* [online]. 2014, [cit. 2018-09-25]. Dostupné na WWW: https://www.accenture.com/t20150624T211456_w_us-en_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Technology_9/Accenture-Internet-Things.pdf

⁷ ACCENTURE. *The Internet of Things: The Future of Consumer Adoption* [online]. 2014, [cit. 2018-09-25]. Dostupné na WWW: https://www.accenture.com/t20150624T211456_w_us-en_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Technology_9/Accenture-Internet-Things.pdf

3.1.1 Historie

Vše nezačalo ničím menším než internetem. Vždyť nebýt internetu, nebyla by žádná chytrá domácnost, chytrá auta, ani chytré telefony nebo nic podobného. Vznik internetu se dá spojovat se vznikem prvních volně prodejných počítačů, tedy kolem 60. let 20. století.

Tak jako většina invencí, tak i IoT má svého průkopníka. Za toho je považován bankomat, který se stal roku **1974** vůbec prvním zařízením, které kdy bylo připojeno k hromadné síti.⁸ Ty zasílaly data ohledně specifických požadavků zákazníka. Pokud chtěl klient banky vybrat hotovost, bankomat reagoval vysláním signálu bance, zda je možné zákaznickou požadavku vyhovět. Vše probíhalo v reálném čase a online tak, aby byla zaručena aktuálnost poskytovaných informací.

Co se samotného pojmu týče, ten je oficiálně používán od roku **1999**, kdy ho zavedl technologický průkopník a spoluzakladatel firmy Auto-ID Center, Kevin Ashton. Vycházel přitom z faktu, že veškerá data na internetu, jsou vytvářena lidmi. **Jestliže budou tato data sdílena lidmi mezi sebou, získáme tím úplně jiné vnímání světa.** Toho šlo podle něj dosáhnout kombinací propojených senzorů, s použitím sdíleného systému.⁹

Začátek celé IoT vlny nejde zcela přesně identifikovat. Je však možné říci, že událostí, která zažehla pomyslnou jiskru v IoT odvětví, byla konference Amerického giganta v oblasti počítačů a telefonů, společnosti Apple, roku 2007.¹⁰ Na té představila své první telefony s logem nakousnutého jablka, dnes celosvětově známé iPhony, a dala masám lidí mobilní telefony, které byly na svou dobu přelomové. A přelomovými do jisté míry zůstávají i dnes.

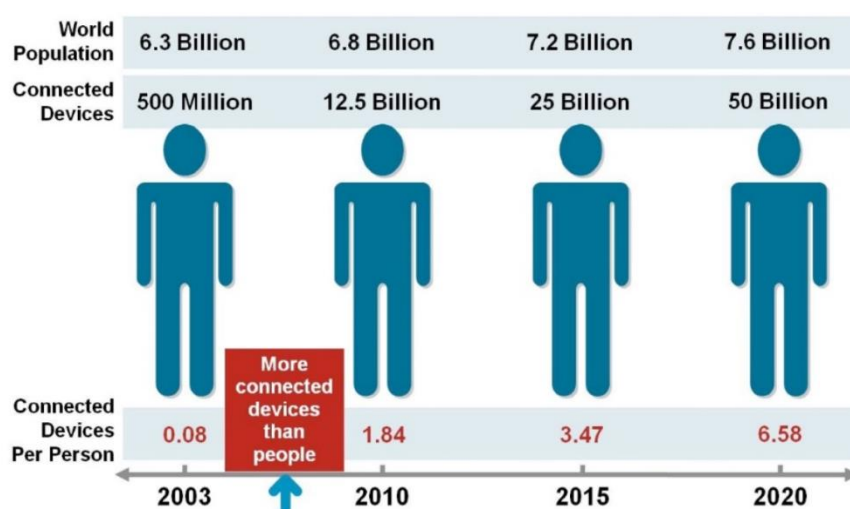
⁸ MARR Bernard. *Internet Of Things' Facts Everyone Should Read*. Forbes [online]. 2017, [cit. 2018-08-25]. Dostupné na WWW: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/10/27/17-mind-blowing-internet-of-things-facts-everyone-should-read/#3dc2c35b3505>

⁹ POHANKA, Pavel. *Internet věcí* [online]. [cit. 2018-09-03]. Dostupné na WWW: <http://i2ot.eu/internet-of-things/>

¹⁰ GREENGARD, Samuel. *The internet of things*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2015. 210 s. ISBN 9780262527736, s. XII Introduction

Dalším důležitým milníkem IoT bylo období mezi roky **2008** a **2009**. Podle měření společnosti Cisco, překročil k tomuto roku počet zařízení připojených k internetu, počet obyvatel na planetě. V přesných číslech se jednalo o **1.84 zařízení na jednoho člověka**, při počtu lidí na planetě 6.8 miliard, a připojených zařízení **12.5 miliard**.¹¹ Spotřební elektronika se tehdy stávala stále dostupnější a žádanější. To však nezní ani zdaleka tak neuvěřitelně, jako prognóza blízké budoucnosti. Stejná společnost totiž obrázkem č. 2 uvádí možnost, že se mezi lety 2015 a 2020 počet zařízení zdvojnásobí, a to na číslo 50 miliard, při počtu lidí na planetě kolem 7, 6 miliard. **Na jednu osobu tedy vyjde přibližně 6,58 zařízení připojených k internetu.**

Obrázek 2 Počet zařízení připojených k internetu v průběhu let



Zdroj: web Cisco.com¹²

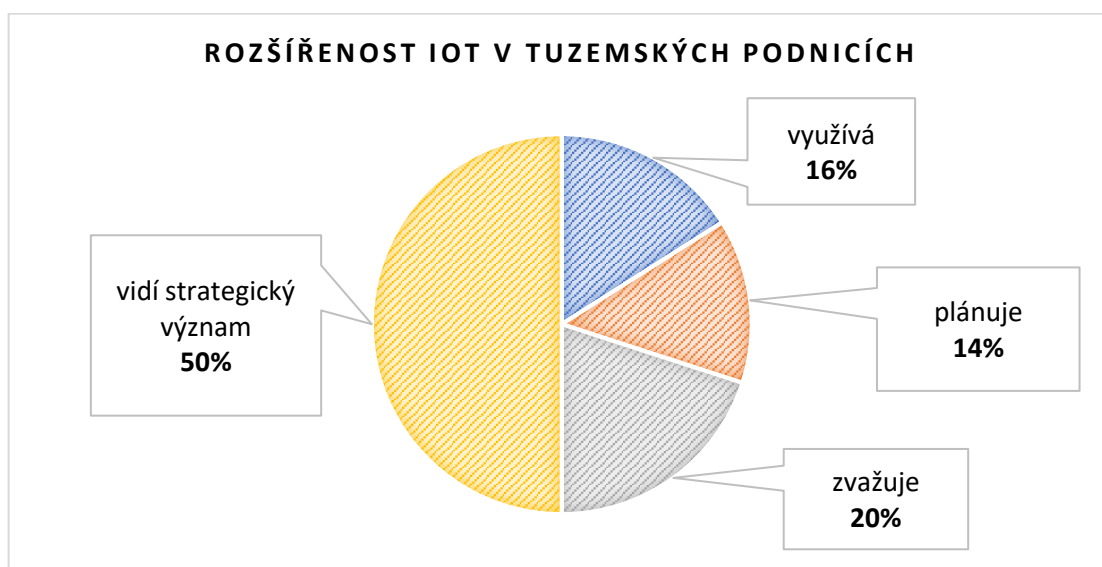
¹¹ EVANS, Dave. *The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. Cisco [online]. 2011, [cit. 2018-09-10]. Dostupné na WWW: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf

¹² EVANS, Dave. *The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. Cisco [online]. 2011, [cit. 2018-09-10]. Dostupné na WWW: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf

3.1.2 Současný stav

V současné době patří Česká republika v zavádění IoT, mezi nejpokrokovější země střední a východní Evropy. Mezi česká města, nejvíce podporující IoT, se dnes řadí například Praha, Brno, Plzeň, Třebíč, Kolín, Karlovy Vary, Písek, Tábor, Pardubice, Brno, Olomouc, Ostrava anebo Nové Město na Moravě. Nejen celá města nebo jejich městské části již uchopili příležitost a věnují se IoT, k využití se chytrých technologií se hlásí i část veřejných firem. To dokazuje průzkum českého trhu společnosti IDC, která koncem roku 2017 zjistila následující. **IoT již využívá 16 % podniků**, 14 % realizuje nebo plánuje pilotní projekty a 20% zavedení IoT zvažuje. Zbýlých 50 % přikládá zavedení IoT do svých podniků strategický význam.¹³ Výsledky šetření lze vidět na grafu č. 3.

Graf 3 Rozšířenost IoT v tuzemských podnicích



Zdroj dat: web finance.cz¹⁴, zpracováno autorem

Dá se tedy očekávat, že počet firem, podporujících chytrá řešení, se bude stále navyšovat. Dále se pak hlavní analytik společnosti IDC, pan Milan Kálal, vyjádřil, že IoT se v ČR využívá především ke sledování nákladní přepravy, řízení výroby a správě podnikových prostředků. Rostoucí míru využití poté pozorujeme i u osobní automobilové dopravy, chytrých domácností nebo inteligentních rozvodných sítí.¹⁵

¹³ ŘEŽÁČ, Jan. *Internet věcí se slibně rozvíjí, na konferenci IOT Forum byly oceněny nejlepší projekty*. IDC [online]. 2017, [cit. 2018-10-24]. Dostupné na WWW: <https://www.fyi.cz/tag/idc/>

¹⁴ FINANCE.CZ, *Zlaté české ručičky rozvíjejí internet věcí* [online]. 2017, [cit. 2018-10-02]. Dostupné na WWW: <https://www.finance.cz/499997-internet-veci>

¹⁵ FINANCE.CZ, *Zlaté české ručičky rozvíjejí internet věcí* [online]. 2017, [cit. 2018-10-02]. Dostupné na WWW: <https://www.finance.cz/499997-internet-veci>

3.2 Průmysl 4.0

V úvodu této práce bylo nastíněn nástup nové éry. Plně elektrifikované, moderní a propojené doby, která se dá charakterizovat plným využíváním elektronických systémů a výpočetní techniky. Její vize se objevily již v roce **2011**, kdy byl hlavní myšlenkou celého projektu vznik tzv. chytrých továren, které budou využívat kyberneticko-fyzikálních systémů. Ty by v budoucnu mohly převzít jednoduchou a opakující se práci, kterou dosud vykonávají lidé. To by na jedné straně vedlo k nárůstu nezaměstnanosti, na druhou stranu to však směřuje k impulzu dalšího vzdělávání, či rekvalifikace těchto zaměstnanců a tím i k růstu životní úrovně celého obyvatelstva.

Oficiální dokument Průmysl 4.0 byl představen roku **2013** na konferenci v Hannoveru. Jeho cílem bylo uvést v povědomí lidí další fázi průmyslové revoluce, která spočívá nejen v plné automatizaci všech výrobních zařízení, ale jejich vzájemné propojení v síti internetu.

Průmysl prošel od doby první průmyslové revoluce, kdy byla hlavním hnacím motorem parní energie, přes montážní linky a automatizaci výroby za podpory počítačů, velkým pokrokem. A zde nastupuje IoT. **Pouze digitálním propojením člověka, stroje a IT, lze využít plný potenciál moderního průmyslu.** Podle Jochena Köcklera, předsedy představenstva Hannoverské konference, lze pomocí digitálního propojení jednotlivých částí průmyslu vylepšit konkurenceschopnost, získat lepší pracovní místa a nové obchodní modely.¹⁶

¹⁶ CZ.ENERGYHUB. *HANNOVER MESSE 2018: Průmysl 4.0 dospěl do dalšího stupně* [online]. 2017, [cit. 2018-10-26]. Dostupné na WWW: <https://cz.energyhub.eu/clanek/novinky/29270-hannover-messe-2018-prumysl-4-0-dospel-do-dalsiho-stupne>

3.3 Úskalí IoT

IoT s sebou přináší řadu výhod, které usnadňují fungování věcí okolo nás. Právě i díky tomu, že celý tento fenomén s sebou nese povětšinou samé výhody, často si lidé neuvědomují zásadní bezpečnostní rizika, která jsou se sdílením dat na internetu spojena. Některá mohou být do jisté míry ovlivnitelná uživatelem, například použitím lepšího zabezpečení svých zařízení, potažmo dat, nebo obezřetností ohledně nastavení samotných zařízení. Existují však rizika, která jsou dána povahou jednotlivých zařízení, nebo která nelze zcela eliminovat.

Bezpečnost sítí a ztráta soukromí

Sítě, provádějící přenos dat v rámci celého internetu jsou povětšinou zabezpečené a u sítí pro IoT tomu není jinak. Zabezpečení, zda probíhá dvěma způsoby, respektive po dvou sítích, **Sigfox** a **LoRaWAN**. Obě sítě pracují obdobně – chytré zařízení vyšle signál k základnové stanici a následně je mu umožněno přijímat či odesílat data. V jiných, než vymezených intervalech tak nedochází k žádné komunikaci. Obě sítě jsou navíc vybaveny autentizací, tedy ověřením, které zajišťuje ochranu před kybernetickými útoky.¹⁷

Žádná ochrana však není stoprocentní, a tak se i v IoT můžeme setkat s narušením bezpečnosti. Při ohromných objemech dat, přenášených denně přes komunikační sítě, není těžké si takový výpadek představit. Věcmi, které nejsou zcela chráněné, jsou koncová zařízení. V chytrých telefonech či počítačích lze mít nainstalovaný antivirový program, bránu firewall, či ochranu proti malware. Zde je řada na výrobcích těchto chytrých zařízení, aby software dodávaný v jejich výrobcích byl dostatečně chráněný a neměl jednoduchá hesla, tím pádem byl náchylnější k hackerským útokům, jako tomu bylo dříve.

Otázkou tedy zůstává, zda mají výrobci tohoto typu elektroniky vůbec zájem na tom, chránit zařízení koncových uživatelů. Zda jim není přednější co nejrychleji přijít s novým výrobkem, dostat ho do výroby a začít prodávat. Otázka bezpečnosti zde často nebývá ani na prvních třech místech. Nyní má valná většina zařízení svá unikátní hesla, která jsou specifická pro každý jeden výrobek. Příkladem mohou být internetové modemy – při pohledu na krabici se nedostávají ven žádné informace, které by mohly narušit bezpečí uživatele. Štítek s přihlašovacími údaji a unikátním heslem najdeme na spodní straně

¹⁷ ANDRAŠČÍK, Jan. Zabezpečení sítí pro provoz Internetu věcí (IoT). SystemOnline [online]. 2017, [cit. 2018-10-28]. Dostupné na WWW: <https://www.systemonline.cz/it-security/zabezpeceni-siti-pro-provoz-internetu-veci-iot.htm>

výrobku. Již několik autorů zde naráží na dilema propojení miliard zařízení pomocí internetových sítí a (ne)dostatečnosti jejich zabezpečení. Nabízí se zde možnost prozkoumávat stále nové koncepty zabezpečení a celkových řešení těchto sítí tak, aby vyhovovaly počtu připojených zařízení a byly v plném souladu s fungujícími internetovými protokoly a cenovou dostupností.¹⁸

V souvislosti s IoT, konkrétně se **Smart Home**, se často pojí různé technologické vymoženosti, jakými jsou například žárovky, které je možno si naprogramovat dle vlastních preferencí, nebo je ovládat vzdáleně pomocí svého mobilního telefonu a propojené aplikace. I u takových věcí je však potřeba si ohlídat jejich bezpečnost a mít podchycena veškerá bezpečnostní rizika s tím spojená.¹⁹

Bezpečnost sítí a ztráta soukromí však nebývá jediným problémem v online světě. Zařízení často **nepotřebují lidský faktor** k tomu, aby mezi sebou mohla vzájemně komunikovat. Někdy se tak může stát, že budou k internetu připojená zařízení kvůli špatnému nastavení například odebírat data, která budou následně majiteli účtována, aniž by o jejich užívání věděli. Dále lze mluvit o tzv. „**zahlcení daty**“,²⁰ pod čímž si lze představit prostor, který má jisté limity pro jejich ukládání. Prostor, který se také může jednoho dne zaplnit. To jsou však pouze možné scénáře. Je tedy na každém z nás, jak se nejen budeme o svá zařízení starat a jak budeme kontrolovat my je, aniž by je kontroloval někdo za nás, ale také o to, jak pochopíme bezpečnostní rizika s IoT spojená a vynasnažíme se je pochopit, či nikoliv.²¹

¹⁸ DACOSTA, Francis. Rethinking the Internet of Things: A Scalable Approach to Connecting Everything. New York: Apress Media, 2013. s. 17, ISBN 978-1-4302-5741-7

¹⁹ DHANJANI, Nitesh. Abusing the internet of things: blackouts, freakouts, and stakeouts. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2015. s. 22, ISBN 978-1-491-90233-2.

²⁰ ZAVORAL, Aleš. *Úskali Internetu věcí*. Hospodářské noviny [online]. 2016, [cit. 2018-10-24]. Dostupné na WWW: https://ictrevue.ihned.cz/c3-65233220-0ICT00_d-65233220-uskali-internetu-veci

²¹ WAHER, Peter. Learning Internet of Things. Birmingham: Packt Publishing, 2015. s. 218, ISBN 978-1-78355-353-2

3.4 IoT v osobní dopravě

IoT přispívá svým dílem i k problematice dopravy. Nejenom u nás, ale i ve světě, patří dopravní řešení k jedním z nejdůležitějších prvků celého systému. Osobní doprava je pro tuto práci stěžejní, proto je na místě, uvést její rozdělení. Ta se skládá z dopravy osobní a nákladní. Do osobní dopravy zpravidla řadíme osobní automobily a motocykly, zatímco do nákladní dopravy spadají nákladní automobily. Osobní doprava se dále dělí na dopravu individuální (osobní automobily) a veřejnou čili dopravu hromadnou (např. autobusy, tramvaje). Po celém světě lze nalézt hustou dopravní síť silnic, dálnic, přemostění a dalších cest, jenž dělají přepravu mnohem rychlejší a efektivnější.

Přepravních cest je opravdu mnoho, ale co dopravních prostředků? Než že by dnešní doba trpěla nedostatkem vozidel, je tomu spíše naopak. K roku **2015** bylo dle Mezinárodní organizace výrobců motorových vozidel **OICA** (International Organization of Motor Vehicles Manufacturers) v provozu více než **1 282 270 000 motorových vozidel**. Při počtu obyvatel 7,581 mld. v roce 2015, vychází jedno motorové vozidlo skoro na každého šestého člověka. V České republice byl ke stejnému datu zaznamenán nárůst **31 %**, když od roku 2005 vzrostl počet motorových vozidel ze 4,5 milionů na 5,9 milionů v roce 2015. Pro lepší orientaci pomohou následující čísla:

- Česká republika: **559** automobilů na 1000 obyvatel.
- Evropa: **471** automobilů na 1000 obyvatel.
- Evropská unie: **581** automobilů na 1000 obyvatel.
- Celý svět: **182** automobilů na 1000 obyvatel.²²

Za normálních okolností by jednoduše nebylo možné tolik automobilů denně odbavovat. Jde to však za pomoci nejrůznějších dopravních systémů, které jsou přímo či nepřímo napojeny na IoT. Přítomnost IoT v dopravě nemusí být přímo vidět, ale její každodenní intervence pozitivním vlivem napomáhají k lepší koordinaci dopravy, ať už ve městech, či mimo ně. V dalších kapitolách této práce budou představeny nejdůležitější prvky, spolu s jejich charakteristikou. Ještě před tím je však potřeba vymezit pojem, který s inteligentními prvky souvisí. A tím je Smart City.

²² OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. Total world vehicles in use in 2015 [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: http://www.oica.net/wp-content/uploads//Total_in-use-All-Vehicles.pdf

3.4.1 Koncept Smart City

Pojem „Smart City“ se v dnešní době stává stále více používaným pojmem. Ve volném překladu se jedná o „**Chytré město**“, **ve kterém jsou všechny prvky inteligentních komunikačních technologií ve vzájemné symbióze, spolupracují mezi sebou a pomáhají tak zlepšovat chod města, snižovat jeho energetickou náročnost anebo naopak zvyšovat jeho bezpečnost.** Cestou Smart City se v dnešní době vydává stále více světových metropolí. Z České republiky se jedná o již zmíněná města, jakými jsou hlavní město Praha, Brno, Písek, Plzeň, Třebíč, Kolín a mnoho dalších.

Transformace „obyčejného města“ na chytré město je postupný proces. Aplikovatelná tu jsou pravidla, jako tomu bylo u zrodu samotného IoT – je potřeba spolu provázat stávající prvky, které již ve městě fungují. Mnoho webů a organizací, orientujících se v IoT světě, přišlo s postupy, kterých bude-li se daný subjekt držet, posunou je výrazným způsobem kupředu k lepší budoucnosti. Proto jsou následující body složeny z vícera interpretací, které dohromady dávají ucelený přehled o klíčových prvcích, tvořících základ chytrého města.

1. Definovat, co pro municipalitu pojem Smart City představuje. Tím se rozumí **příprava strategického plánu**, který by měl být realizován ať už příslušnou municipalitou nebo externí organizací. Oboje má svoje výhody i nevýhody – organizace působící přímo ve městě může mít tendenci určité věci přehlédnout, převážně z důvodu denního života ve městě a pravidelně se opakujících možných chyb v jeho vedení. Průzkum od externí organizace bývá zpracovaný více do hloubky, jedná se nejčastěji o skupinu bez přímého vztahu se subjektem, výsledky také bývají často objektivnější. Ovšem je potřeba i trocha znalostí přímo od zdroje, proto je optimální tyto dvě možnosti navzájem vyvážit.
2. **Identifikování veškerých organizací**, které budou v rámci IoT, v dané municipalitě, plnit konkrétní úkoly. Takovými skupinami mohou být ať už poskytovatelé infrastruktur pro IoT, nebo veřejné a soukromé subjekty. Dohody těchto organizací s obcemi se nejčastěji týkají nakládání s daty a zajišťováním technické infrastruktury tak, aby umožnily všeobecné využití

informací, s ohledem na každodenní provoz a procesy dlouhodobého plánování.²³

3. Sjednotit skupinu zainteresovaných stran, za cílem společné tvorby konkrétní vize chytřejšího města a vytvořit správu pro věrohodný rozhodovací proces. Taková skupina se nejčastěji nazývá **pracovní skupina**. Ta se skládá nejen z řad zaměstnanců města a participujících organizací, ale také z místních obyvatel, kteří jeví o danou problematiku zájem. I do této skupiny lze přizvat externí odborníky, jako tomu bylo při přípravě strategického plánu. Platí zde dvojnásob fakt, že lidé z řad odborných ústavů specializujících se na rozvoj Smart City, vědí o konkrétních vztazích a funkcích ve většině případů více, než laická veřejnost nebo členové z řad přidružených organizací.
4. Strukturovat svůj přístup k chytřejšímu městu dle dostupných zdrojů a odborných znalostí. Neboli definovat, **jak se budou jednotlivé kroky realizovat**, kdo z nich bude jakým způsobem prospívat. To by mělo v každém případě být na prvním místě samotné město. Dále se nesmějí opomenout zapojené organizace, které do celého projektu vynaloží obrovské úsilí, leckdy i nemalé finanční prostředky. A v neposlední řadě, jaký bude prospěch místních obyvatel. Každý z těchto bodů musí mít škálovatelný.
5. Povolit místním komunitám, aby se mohly zapojit do projektu, jak zajistit chytřejší a soběstačný proces. To obnáší **zapojení široké veřejnosti**, obeznámení místního obyvatelstva s nastávajícími kroky. Na to navazují informační a diskuzní mítinky, na kterých se budou scházet členové zapojených organizací, spolu se zastupiteli města a veřejností. **Informovanost všech obyvatel je klíčovým faktorem celé transformace.**
6. **Zajištění dostupných finančních zdrojů** na podporu rozvoje a zavedení IoT. Zde se počítá s příspěvky od zapojených organizací, dostupnými financemi z hospodaření municipality, nebo také s využitím dotací z operačních programů. Dosáhnout něčeho takového, jako je přechod na kompletně digitalizovanou síť propojených prvků, vyžaduje jistou dávku financí. Jejich nedostatek by však neměl být strašákem ihned od začátku plánování projektu

²³ BÁRTA, David. Jak se pustit do Smart City? CITY:ONE [online]. 2019, [cit. 2019-02-27]. Dostupné na WWW: <https://www.cityone.cz/jak-se-pustit-do-smart-city/t6286>

a plány by na něm neměly ztroskotat. Důležitá je i vůle a chuť všech zúčastněných, něčeho dosáhnout, něco změnit.

Výše uvedené body tvoří jakousi kostru chytrého města v kostce. Množství interpretací a výkladů na téma Smart City, existuje nespočet. Je však potřeba si uvědomit situaci, dokázat všechny tyto teoretické znalosti přenést na místní poměry a až podle toho vyvozovat finální kroky, které poslouží v dané situaci nejlépe. Takovou cestou si musí projít každé město, které má v úmyslu s konceptem Smart City uspět. Dle slov viceprezidenta pro strategické programy ve firmě TM Forum, Carla Pivy, i ten nejlepší plán má své chyby a „napoprvé se Vám to nikdy správně nepovede.“²⁴

Kapitola o Smart City tvoří úvod do problematiky, pro její lepší pochopení. V dalších částech se práce zaměřuje na jednotlivé dopravní prvky.

²⁴ MADDIX, Teena. Five essential steps to becoming a Smart City. ZDNet [online]. 2016, [cit. 2018-09-15]. Dostupné na WWW: <https://www.zdnet.com/article/five-essential-steps-to-becoming-a-smart-city/>

3.4.2 Dopravní telematika

Začátkem pár slov o samotné telematice. Telematika je obor, zabývající se technologickými informacemi. Jedná se o složeninu dvou slov, a to **telekomunikace a informatika**. Telekomunikace v tomto vztahu řeší přenos dat poskytováním telekomunikačních sítí a potřebných protokolů. Informatika se zabývá softwarovým inženýrstvím, databázovými systémy a technologiemi a zpracováním dat. Stěžejním oborem pro tuto diplomovou práci bude **dopravní telematika**.

Dopravní telematika nabízí příležitosti k tomu, jak učinit dopravu efektivnější, rychlejší a jak nabídnout jejich uživatelům více komfortu, bezpečnosti a aktuálních informací. Zabývá se sběrem dat a jejich následným vyhodnocováním, integrací zmíněných informačních a telekomunikačních technologií s dopravním inženýrstvím.²⁵

Prvky dopravní telematiky slouží ku příkladu k řízení dopravy, sčítání automobilů, měření hustoty, intenzity dopravy, rychlosti a odstupu vozidel, a k mnoho dalšímu. Výstupů může být celá řada a závisí na každém subjektu, jaká data jsou pro něj relevantní. Sběr dat probíhá často pomocí takzvaných **indukčních smyček**, což jsou čidla zapuštěná pod povrchem vozovky. Jejich výhodou jsou nižší pořizovací náklady. Naopak od druhého řešení, kterým jsou **videodetektory**, neboli kamery – ty mají výhodu v pořizování optického záznamu, s často vyššími náklady.²⁶ Jak se data vyhodnocují a jakým způsobem se předávají řidičům, bude popsáno v následujících podkapitolách, spolu s jednotlivými systémy, fungujícími v České republice. Jedná se o specializovaná střediska, kde se data zpracovávají a následně dostávají k řidičům.

²⁵ ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL. *ITS - Inteligentní dopravní systémy* [online]. [cit. 2018-09-08]. Dostupné na WWW: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/>

²⁶ VESELYDS. *Detekce vozidel* [online]. [cit. 2018-09-23]. Dostupné na WWW: <http://www.veselyds.cz/services-view/detekce-vozidel/>

3.4.2.1 Jednotný systém dopravních informací pro ČR

Jednotný Systém Dopravních Informací (dále jen „JSDI“) je státní projekt, mající za cíl poskytovat lepší služby občanům, spojené s dopravní obslužností. Pomocí telematických systémů integruje dopravní informace všech subjektů, které již mají či nemají svůj vlastní zavedený dopravní systém. Hlavními zástupci je Policie ČR, Hasičský záchranný sbor a Ředitelství silnic a dálnic. **Cílem projektu je sloučení stávajících systémů do jednoho uceleného.**

Jak toho ale dosáhnout? Stavebním kamenem správné funkčnosti systémů pro poskytování dopravních informací je jejich efektivní sběr. Ten probíhá za pomoci telematických systémů, které monitorují nejrůznější aspekty dopravy v pohybu. Těmi jsou především hustota a intenzita provozu, průměrná rychlost proudu vozidel, jejich odstupy mezi sebou, ale také informace ohledně teplotních podmínek, jako je viditelnost, teplota vzduchu, nebo teplota vozovky. To detailněji popisuje obrázek č. 3 níže, na kterém je vyobrazena dálnice se všemi obvykle instalovanými prvky.

Obrázek 3 Prvky dopravní telematiky



Zdroj: web [dopravniinfo](http://dopravniinfo.cz)²⁷

V příloze č. 1, lze vidět komplexní schéma toho, jak JSDI funguje a jaké je jeho postavení v rámci distribuce dopravních informací. Jeho organizační pracoviště a pomocné systémy budou popsány v dalších kapitolách.

²⁷ DOPRAVNÍINFO.CZ. Telematické systémy – obecné informace [online]. [cit. 2018-09-27]. Dostupné na WWW: <http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/obecne-informace>

3.4.2.2 Národní dopravní informační centrum

Jak již bylo řečeno, prvky dopravní telematiky hromadí informace, které se následně vyhodnocují tak, aby se dostali k řidičům včas a s co největší přesností. Jedním z pracovišť, které toto provádí, je Národním dopravní informační centrum (dále jen „NDIC“), sídlící v Ostravě, a které je spravováno Ředitelstvím silnic a dálnic České republiky. To je hlavním operačním pracovištěm JSDI, jež nepřetržitě zajišťuje sběr dat a jejich následné vyhodnocování.²⁸

Výstupy z NDIC jsou pro řidiče dostupné v reálném čase za pomoci proměnného dopravního značení (dále jen „PDZ“), které je s vysokou četností umístěno na hlavních tazích českých silnic a po velké části území hlavního města Prahy. PDZ, jak ho většina z nás zná z okolí pražského okruhu, či většiny dálnic, je uvedené na obrázku č. 4.

Obrázek 4 Proměnné dopravní značení



Zdroj: web dopravniinfo.cz²⁹

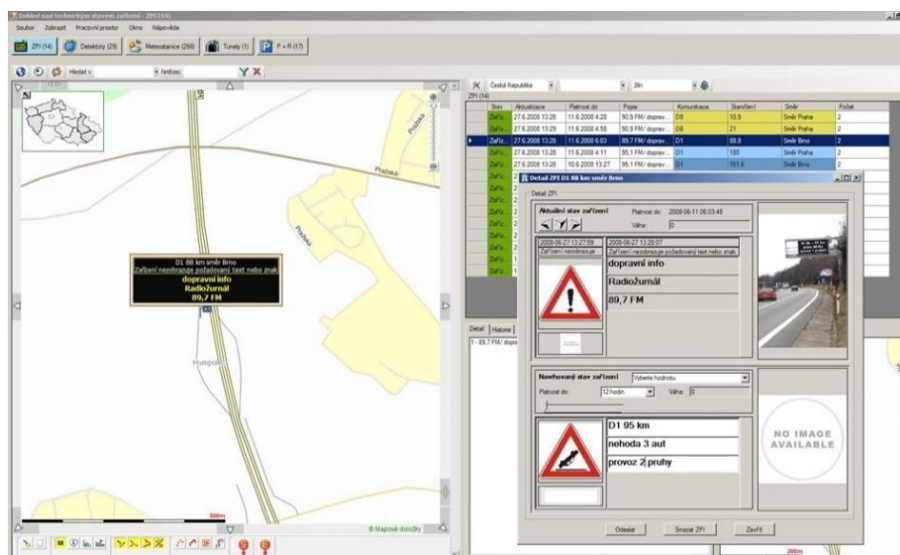
Informace vyobrazované na těchto tabulích jsou koordinovány právě ostravským pracovištěm NDIC spolu s JSDI. Kromě PDZ jsou informace dostupné na několika dalších platformách. Jednou z nich jsou webové stránky internetového portálu www.dopravniinfo.cz, kde jsou data aktualizovaná prakticky okamžitě. Další možností je využití radiového spojení, respektive technologie RDS-TMC (Radio Data System – Traffic Message Channel), pod čímž se skrývá příjem doplňkových informací pomocí radiových

²⁸ DOPRAVNÍ INFO.CZ. Národní dopravní informační centrum (NDIC) [online]. [cit. 2018-09-06]. Dostupné na WWW: <http://portal.dopravniinfo.cz/informacni-a-ridici-centra-dopravy/narodni-dopravni-informacni-centrum>

²⁹ DOPRAVNÍ INFO.CZ. Proměnné dopravní značky a zařízení pro provozní informace [online]. [cit. 2018-09-03]. Dostupné na WWW: <http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/promenne-dopravni-znacky-pdz-a-zarizeni-pro-provozní-informace-zpi>

přijímačů.³⁰ Mimo příjem přes radiové vlny a webový portál lze dále použít mobilní aplikaci **ŘSD dopravní informace**, která je dostupná pro většinu mobilních platform. Webové rozhraní tohoto portálu je k nahlédnutí na obrázku č. 5.

Obrázek 5 Webové rozhraní portálu *dopravniinfo.cz*



Zdroj: web *dopravniinfo.cz*³¹

Takových pracovišť, jakým je NDIC, není po našem území mnoho. V Praze najdeme například DIC Praha (dopravní informační centrum Prahy), což je centrum poskytující základní informace o hustotě dopravy, plánovaných dopravních omezeních, dopravních nehodách, a jiném. Tato data jsou získávána ze zhruba osmdesáti pražských úseků.³² V Praze lze dále najít hlavní dopravní řídicí ústřednu, té se tato práce věnuje v samostatné podkapitole č. 4.1.1. Opomenout nesmíme ani pražské tunely, které jsou telematickými prvky osazeny také. Například v tunelovém komplexu Blanka funguje systém upravování rychlosti tak, aby bylo dosaženo maximální průjezdnosti vozidel. Hrozí-li zácpy, snižuje se rychlost tak, aby byla průjezdnost zachována.³³

³⁰ MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Schéma Jednotného systému dopravních informací* [online]. [cit. 2018-09-18]. Dostupné na WWW: https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Silnicni-doprava/Pozemni-komunikace/Pozemni-komunikace/Komplex_schema_JSDI.pdf.aspx

³¹ DOPRAVNÍ INFO.CZ. Proměnné dopravní značky a zařízení pro provozní informace [online]. [cit. 2018-09-03]. Dostupné na WWW: <http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/promenne-dopravni-znacky-pdz-a-zarizeni-pro-provozni-informace-zpi>

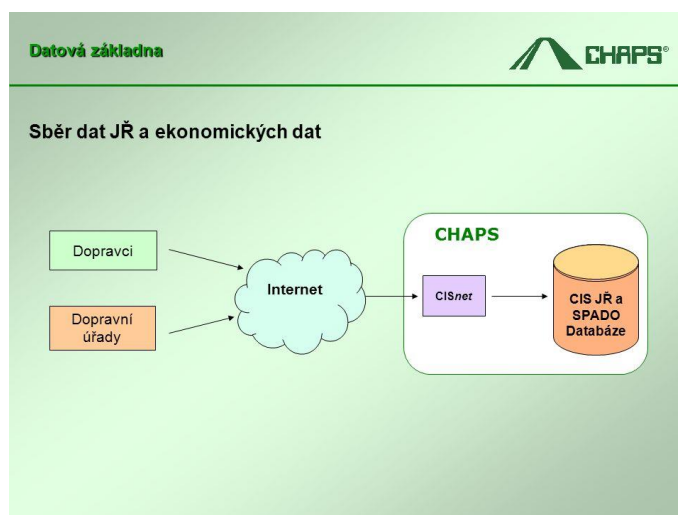
³² DOPRAVNÍ INFO.CZ. Národní dopravní informační centrum (NDIC) [online]. [cit. 2018-09-06]. Dostupné na WWW: <http://portal.dopravniinfo.cz/informacni-a-ridici-centra-dopravy/narodni-dopravni-informacni-centrum>

³³ BRDKOVÁ, Lenka.auta, která spolu „mluví“, sci-fi nejsou, říká profesor Miroslav Svítek iDNES [online]. 2019, [cit. 2019-01-28]. Dostupné na WWW: https://www.idnes.cz/praha/zpravy/praha-cvut-rozhovor-profesor-miroslav-svitek-telematika-auta-ktera-spolu-mluvi.A190213_457233_praha-zpravy_nuc

3.4.2.3 Celostátní informační systém

Celostátní informační systém (dále jen „CIS“) je obdobně jako JSDI, dopravní informační systém. Na rozdíl od něj však obsahuje informace pouze o přepravních spojeních, nejčastěji jízdních rádech, čímž nachází využití ve veřejné dopravě. Data jsou do systému vkládána místními dopravními úřady. Do systému lze vkládat i jiné informace, těmi mohou být například smluvní přepravní podmínky, v takovém případě je ale musí poskytnout samotný dopravce. Provozovatelem systému CIS, je od roku 2001 společnost CHAPS, která byla k tomuto roku pověřena Ministerstvem dopravy České republiky. Tato společnost je zároveň provozovatelem webového vyhledávače dopravních spojení IDOS, do kterého byl CIS integrován. Ten je dostupný na webové adrese <http://www.portal.idos.cz/> a na mobilních telefonech v aplikaci Jízdní řády IDOS, dostupné rovněž pro většinu podporovaných mobilních platforem.³⁴ Schéma sběru dat pro CIS je k dispozici na obrázku č. 6.

Obrázek 6 Schéma sběru dat pro CIS



Zdroj: prezentace CHAPS³⁵

To bylo co do fungování jednotlivých dopravních systémů, které uzavírají samostatnou část dopravní telematiky. Její prvky se však v práci objevují i nadále, například v navazující kapitole o chytrých semaforech. Další kapitoly se zabývají prvky chytrého parkování, bikesharingem a také carsharingem.

³⁴ CHAPS, softwarová řešení pro osobní dopravu. *CIS JŘ, Celostátní informační systém o jízdních rádech* [online]. [cit. 2018-19-29]. Dostupné na WWW: <https://www.chaps.cz/cs/products/cis>

³⁵ CHAPS. *Celostátní informační systém* [online]. [cit. 2018-09-24]. Dostupné na WWW: <https://slideplayer.cz/slide/11327464/>

3.4.3 Chytré semaforey

Dopravní zácpy trápí snad každého z nás. Spousta lidí, cestujících takzvaně „ve špičce“, to je v čase, kdy je doprava ve městech nejintenzivnější, to převážně z hlediska dopravy z a do zaměstnání či za jiným každodenním cílem, například za nákupy. Dopravní špička bývá zpravidla ranní a odpolední, ve větších městech se může udržovat i po celé dny.

Patrnou úlevou hustému provozu jsou chytré semaforey, které samy rozhodují o tom, kdy dopravu zastavit a kdy jí naopak pustit. To vše za pomoci všudypřítomných senzorů, které snímají hustotu dopravy. Naprogramovaný mechanismus na základě pravidel vyhodnotí situaci a na semaforu se rozsvítí požadované světlo. Hlavní rozdíl oproti starším semaforům je ten, že ty starší neměly žádnou pružnou dobu, ve které by mohly pracovat. Byly nastaveny na určitý časový cyklus, který se neustále opakoval, ať na křižovatce stály automobily, nebo ne. Toto řešení je však již velmi zastaralé a většina větších měst, které denně zpracovávají větší objemy dopravy, již moderní semaforey zavádí do praxe.

Problémy spojené s plnými křižovatkami

Plné ulice a ucpané křižovatky s sebou nenesou jen problémy dopravního charakteru, ale i ekonomického. Dle webu SierraWireless³⁶ stráví průměrný uživatel automobilů ve Spojených Státech Amerických celých 50 hodin ročně v dopravní zácpě. To bylo za rok 2015 vyčísleno jen na promarněných surovinách, v hodnotě 160 miliard amerických dolarů, což je bohužel číslo, které bude mít se zvyšujícím počtem automobilů celosvětově, pouze stoupající tendenci. Finanční ztráta v podobě použitého paliva však není jediný problém – rozsáhlé dopravní zácpy nijak nelákají nové potenciaální obyvatele do obývání těchto měst. Ba naopak, leckdy to přinutí i stávající obyvatele k tomu, aby se odstěhovali. Automobily v takové situaci navíc produkují enormní množství CO₂, což je další velký problém dnešní doby. Proto se dnes stále více municipalit snaží tento problém alespoň částečně řešit použitím IoT. Z chytrého řízení semaforů se tak pomalu stal velice efektivní nástroj pro řízení dopravy.

³⁶ SIERRA WIRELESS. *Smart Traffic Lights Help Ease the Burden of Rush Hour on City Infrastructure* [online]. 2017, [cit. 2018-10-02]. Dostupné na WWW: <https://www.sierrawireless.com/iot-blog/iot-blog/2017/07/smart-traffic-lights-help-ease-the-burden-of-rush-hour-on-city-infrastructure/>

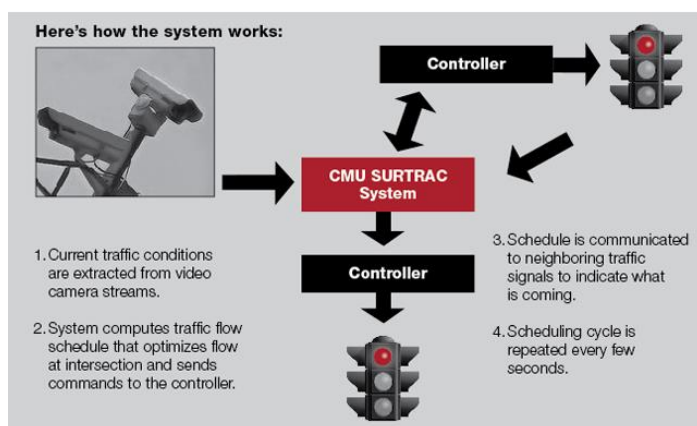
3.4.3.1 Současný stav chytrých semaforů

Nové adaptivní dopravní systémy dokáží posbírat více dat a nastavit tak intervaly semaforů v reálném čase. Díky senzorům a kamerám rozmístěným na strategických umístěních lze lépe upravovat délky takzvaných „zelených vln“, tedy intervalů, po které zůstávají křižovatky průjezdné, v plné závislosti na okolní dopravě a vytíženosti křižovatek. To za pomoci pravidel, implementovaných do přidaného softwaru a senzorů. Ve zkratce se jedná o skloubení existujících technologií a prvků umělé inteligence, do jednoho inteligentního systému, efektivního a účelného řízení dopravy.³⁷

Pittsburgh – chytré řízení dopravy systémem Surtrac

Jedním z možných příkladů využití chytrých semaforů v praxi, je město Pittsburgh, které vyměnilo staré, neefektivní semaforey, za ty chytré. Ty ke správnému fungování využívají přidaného softwaru a hardwaru, připojeného na internet, což je vlastně definice IoT. Roku **2012** byla technologie Surtrac, systém umělé inteligence, vyvinuta společností Rapid Flow Technologies, poprvé instalována na devíti problémových křižovatkách. Surtrac dokáže „pochopit“ to, jak doprava funguje, a tyto principy a teorie si postupně osvojit. Navíc umí spolupracovat s ostatními propojenými zařízeními v rámci sítě, takže si získané informace zvládne pomocí senzorů a kamer, předávat i mezi dalšími semaforey, tak, jak je vidět na obrázku č. 7.³⁸

Obrázek 7 Schéma fungování systému Surtrac SSZ



Zdroj: UTC Spotlight³⁹

³⁷ NOVOTNÝ, Radek. *V Praze přibývají „chytré“ semaforey*. Logistika [online]. 2014, [cit. 2019-01-03]. Dostupné na WWW: <https://logistika.ihned.cz/c1-62925760-v-praze-pribyvaji-bdquo-chytre-ldquo-semaforey>

³⁸ APOLOTICAL GROUP. *Pittsburgh cuts travel time by 25% with smart traffic lights*. [online]. 2017, [cit. 2018-10-16]. Dostupné na WWW: https://apolitical.co/solution_article/pittsburgh-cuts-travel-time-25-smart-traffic-lights/

³⁹ UTC Spotlight [online]. [cit. 2018-11-15]. Dostupné na WWW: <https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/utc/323431/utcnewsletter128november.pdf>

Jednoduše lze říci, že v prvním kroku je kamera schopná rozpoznat aktuální dopravní zátěž, vyhodnotit ji a podle dané situace nastavit na semaforu buď červenou, žlutou nebo zelenou. To za pomoci všudypřítomných detektorů, které pomáhají už tak moderním technologiím, zabudovaným v semaforu, potažmo v kameře, regulovat dopravu na vytížených místech. Jejich praktické rozmístění lze vidět na následujícím obrázku č. 8.⁴⁰

Obrázek 8 Pittsburgh Surtrac detektory



Zdroj: web Semantic Scholar⁴¹

Schéma níže ukazuje podrobněji, jak spolu jednotlivé prvky celého systému chytrých semaforů funguje. V zásadě lze říci, v plné korespondenci se schématem (obr. č. 9), že:

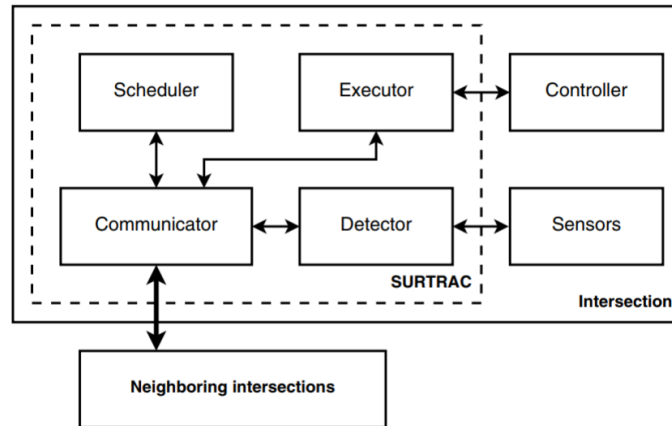
- **detektory** umístěné na semaforu komunikují se **senzory** ve vozovce,
- **scheduler** neboli **plánovač** nastavuje zelenou vlnu v závislosti na dopravní zátěži (tím nastavuje různé scénáře / plány / rozvrhy),
- **executor** lze chápat jako část, která přímo **vykonává** nějakou činnost, v tomto případě se jedná o interakci s **controllerem**, neboli ovladačem, pomocí kterého se implementují rozvrhy generované plánovačem,
- a posledním prvkem je **communicator**, což lze jednoduše přeložit jako **komunikátor**, který posílá šifrované zprávy z a do sousedících křižovatek, pro úplné

⁴⁰ SURTRAC. *SURTRAC: Scalable Urban Traffic Control* [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2013/1/13-0315.pdf

⁴¹ SMITH, Stephen, et al. *SURTRAC : Scalable Urban Traffic Control*. Semantic Scholar [online]. 2012, [cit. 2018-11-26]. Dostupné na WWW: <https://www.semanticscholar.org/paper/SURTRAC-%3A-Scalable-Urban-Traffic-Control-Smith-Barlow/4bad5cbabb0cf174ecc33eed71990fa95f3b0b9>

propojení, které slouží k rozhodnutí o dalším kroku ještě před tím, než se v blízkosti světelné křižovatky objeví automobily.⁴²

Obrázek 9 Schéma Surtrac



Zdroj: web Semantic Scholar⁴³

Zajímavostí systému je decentralizace samotného rozhodování. Každá z instalovaných jednotek tedy není přímo závislá na ničem jiném, než na svých vlastních vyhodnocovacích „schopnostech“. Informace o blížící se dopravě jsou zasílány sítí mezi jednotlivými křižovatkami, takže každý semafor ví, co se k němu chystá a může na to s předstihem reagovat nastavením ideálního intervalu.⁴⁴

Prvotní instalace zmíněných 9 kamer se setkala s kýženým efektem, když se dle prvotních studií **čekací doba na křižovatkách zkrátila o 40 %, emise se snížily o 20 % a celkový čas průjezdu městem se zkrátil o 25 %**. Město se proto rozhodlo o navýšení počtu kamer na celkových 50 s tím, že další už budou jen přibývat.⁴⁵

⁴² SURTRAC. *SURTRAC: Scalable Urban Traffic Control* [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2013/1/13-0315.pdf

⁴³ SMITH, Stephen, et al. *SURTRAC : Scalable Urban Traffic Control*. Semantic Scholar [online]. 2012, [cit. 2018-11-26]. Dostupné na WWW: <https://www.semanticscholar.org/paper/SURTRAC-%3A-Scalable-Urban-Traffic-Control-Smith-Barlow/4badd5cbabb0cf174ecc33eed71990fa95f3b0b9>

⁴⁴ SURTRAC. *SURTRAC: Scalable Urban Traffic Control* [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2013/1/13-0315.pdf

⁴⁵ NOE, Rain. *Surtrac: Pittsburgh's Problem-Solving, Artificial-Intelligence-Enabled Traffic Lights*. Core77 [online]. 2016, [cit. 2018-11-13]. Dostupné na WWW: <https://www.core77.com/posts/57356/Surtrac-Pittsburghs-Problem-Solving-Artificial-Intelligence-Enabled-Traffic-Lights>

3.4.4 Chytré parkování

Problém s parkováním dnes řeší téměř každé větší město. Možná také proto je vybudování efektivního systému chytrého parkování, považováno za jeho stěžejní úkol. Na vedení těchto municipalit se tlak stále zvyšuje. Přemíra automobilů ve městech by teoreticky mohla vypovídat o dobrém stavu města, například z hlediska cestovního ruchu – mnoho lidí se do města denně vydává za prací, za vzděláním, nebo za nákupy. Pokud má město to štěstí a je něčím zajímavé, láká na svá kulturní bohatství, a to i lidi z větších dálek. To vše je pro města do určité míry ku prospěchu. Avšak s rostoucím průmyslem a zvětšováním městské zástavby, jde většinou ruku v ruce ubývání přírodní zeleně, což negativně přispívá k udržování zdravého životního prostředí. Některá světová města zamezují vjezdu automobilů do jejich centra právě z těchto důvodů, což v naší republice není zatím aplikovatelné.

Se stále se zvětšujícím podílem osobních automobilů na občana, narůstá i koncentrace vozidel ve městech. Průměrný počet vozidel na **1000** obyvatel v Evropě je **471**, v České republice je to **559**, z čehož vyplývá, že každý druhý občan v České republice, vlastní nějaké vozidlo. To v neposlední řadě negativně ovlivňuje spoustu věcí, od emisí, přes hluk v obci, až po zbytečnou a často i neúnosnou zátěž pro danou municipalitu. Poměry automobilů na 1000 obyvatel jsou podrobněji vyobrazeny na obrázku č. 10.⁴⁶

⁴⁶ OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. Total world vehicles in use in 2015 [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: http://www.oica.net/wp-content/uploads//Total_in-use-All-Vehicles.pdf

Obrázek 10 Celkový počet vozidel v používání k r. 2015

Estimated figures

REGIONS/COUNTRIES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Motorization rate 2014 (/1000 inh.)	Motorization rate 2015 (/1000 inh.)
<i>in thousand units</i>													
EUROPE	321.716	329.557	334.109	343.887	347.765	353.602	360.601	366.902	373.775	380.136	387.519	463	471
EU 28 countries + EFTA	269.572	274.912	276.327	280.826	282.685	285.997	289.504	291.856	294.519	297.291	302.582	573	581
EU 15 countries + EFTA	232.269	236.732	234.424	236.677	237.607	240.024	242.387	243.296	244.598	246.641	250.037	596	602
AUSTRIA	4.524	4.579	4.628	4.676	4.758	4.847	4.930	5.010	5.076	5.139	5.202	603	609
BELGIUM	5.535	5.620	5.718	5.818	5.903	6.040	6.138	6.184	6.241	6.328	6.426	564	569
DENMARK	2.450	2.545	2.621	2.646	2.644	2.664	2.682	2.705	2.731	2.769	2.838	490	501
FINLAND	2.501	2.580	2.574	2.543	2.542	2.581	2.629	2.657	2.673	2.691	2.708	491	492
FRANCE	36.298	36.661	37.033	37.212	37.438	37.744	38.067	38.138	38.200	38.408	38.652	597	598
GERMANY	49.223	49.742	44.021	44.180	44.631	45.262	45.984	46.538	47.015	47.648	48.427	588	593
GREECE	5.516	5.790	6.082	6.341	6.462	6.563	6.552	6.513	6.467	6.427	6.205	584	566
ICELAND	214	227	241	244	241	243	238	242	246	251	262	768	796
IRELAND	1.949	2.097	2.229	2.276	2.246	2.200	2.209	2.192	2.228	2.261	2.316	484	494
ITALY	39.089	39.877	40.368	40.894	41.213	41.650	42.067	42.000	41.830	41.946	42.242	702	706
LUXEMBOURG	338	347	356	365	369	375	385	395	403	413	423	742	745
NETHERLANDS	8.163	8.295	8.475	8.643	8.716	8.816	8.925	8.999	9.207	9.238	9.395	548	555
NORWAY	2.523	2.600	2.693	2.744	2.790	2.856	2.930	3.004	3.066	3.124	3.183	607	611
PORTUGAL	5.523	5.625	5.727	5.757	5.810	5.833	5.873	5.807	5.753	5.748	5.782	553	567
SPAIN	25.158	26.228	27.174	27.613	27.389	27.513	27.596	27.481	27.155	27.115	27.463	586	595
SWEDEN	4.629	4.695	4.775	4.803	4.829	4.875	4.963	5.018	5.075	5.181	5.279	534	540
SWITZERLAND	4.242	4.289	4.357	4.385	4.408	4.483	4.587	4.691	4.766	4.840	4.924	590	593
UNITED KINGDOM	34.394	34.935	35.354	35.538	35.217	35.475	35.632	35.761	36.468	37.113	38.220	575	587
EUROPE NEW MEMBERS	37.303	38.179	40.902	44.149	45.078	45.973	47.117	48.560	49.921	50.650	52.548	480	500
BULGARIA	2.909	2.016	2.367	2.690	2.842	2.960	3.065	3.197	3.321	3.449	3.630	479	508
CROATIA	1.549	1.606	1.661	1.722	1.715	1.686	1.685	1.599	1.602	1.631	1.663	383	392
CYPRUS	477	492	532	569	589	587	591	592	587	586	594	507	510
CZECH REPUBLIC	4.489	4.691	4.931	5.134	5.140	5.197	5.285	5.405	5.521	5.646	5.890	536	559
ESTONIA	585	652	608	639	631	638	663	694	725	754	783	573	596
HUNGARY	3.319	3.401	3.474	3.529	3.484	3.453	3.438	3.458	3.521	3.604	3.711	364	377
LATVIA	866	954	1.045	1.073	1.035	714	690	700	719	746	770	375	391
LITHUANIA	1.592	1.743	1.750	1.835	1.855	1.839	1.863	1.905	1.965	1.965	1.965	450	470
MALTA	252	259	266	271	275	281	287	297	304	315	325	753	775
POLAND	14.820	15.964	17.308	19.006	19.520	20.459	21.253	22.173	22.850	23.448	24.250	628	628
ROMANIA	3.897	3.788	4.177	4.714	4.948	5.028	5.072	5.249	5.442	5.705	6.009	290	308
SLOVAKIA	1.510	1.551	1.679	1.824	1.888	1.971	2.058	2.126	2.198	2.282	2.379	421	438
SLOVENIA	1.037	1.061	1.104	1.143	1.157	1.161	1.166	1.166	1.165	1.173	1.188	568	574

Zdroj: web OICA⁴⁷

Co se týče vjezdu vozidel do měst, s tím se toho moc nadělat nedá. S čím se ale dá něco udělat, je zajištění dostatečně efektivního parkovacího systému, který by dokázal zredukovat čas, který lidé tráví zbytečným ježděním po městě a hledáním volného parkovacího místa. Dle pana Marka Ščerby, projektanta Centra dopravního výzkumu, „mohou města prostřednictvím chytrého parkování nejen regulovat objem dopravy, ale získávat také nástroj k optimálnímu využívání parkovacích kapacit, čímž chrání obchodně lukrativní části města před nadměrnou dopravou.“⁴⁸

Příklad z praxe, na kterém je možno chytré parkování demonstrovat, bude uplatnitelný ve většině případů – na parkovišti, vybaveném parkovacím automatem. Ten dnes není schopen podat informaci o tom, jak moc vytižené parkoviště je. To, co lze, je podle počtu vydaných lístků vypočítat, kolik parkovacích míst je na parkovišti ještě k dispozici a z toho odvodit, kolik potenciálně volných míst se na něm ještě nachází. Moderní technologie však více či méně spolehlivě detekují umístění vozidla přímo v parkovacím místě, nebude se tedy jednat o žádný hrubý odhad, nýbrž o přesný a potvrzený údaj. U placených parkovišť dále nastává problém nedodržování povolené doby, po kterou může vozidlo na vytyčeném

⁴⁷ OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. Total world vehicles in use in 2015 [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: http://www.oica.net/wp-content/uploads//Total_in-use-All-Vehicles.pdf

⁴⁸ POSPÍŠIL, Karel. „Dopravní výzkum přispívá k rozvoji udržitelné mobility“. Dopravní noviny [online]. 2015, [cit. 2018-10-25]. Dostupné na WWW: <http://www.dnoviny.cz/dopravni-politika/dopravni-vyzkum-prispiva-k-rozvoji-udrzitelne-mobility>

místě stát. K tomu technologie také přispívá svým dílem, a to tak, že zanalyzovaná data o konkrétním parkovacím místě posílá pomocí řídicí jednotky policejním strážníkům, kteří mohou snadno zjistit, zda vozidlo na parkovacím stání pobývá déle, než by mělo. Rozdělení prvků chytrého parkování je možné několika způsoby. Na jedné straně lze moderními technologiemi osadit hlídané parkoviště, respektive prostor, vyhrazený přímo k odstavení vozidel, pro jehož vjezd je nutné překonat určitou překážku, v nejčastějším případě závoru. Takový způsob může být **bariérový**, oproti kterému stojí způsob **nebariérový**, pod kterým lze hledat parkovací stání přímo v ulicích větších měst, ve kterých se často s jiným typem nesetkáváme. Dělením, které bude uplatněné pro tuto diplomovou práci, je dělení na senzory **zabudované ve vozovce** a na ty, které sledují vytiženost pomocí **kamerových systémů**. Jejich bližší specifika budou popsána v následujících kapitolách.

3.4.4.1 In-ground senzory

In-ground senzory neboli **čidla zapuštěná ve vozovce či na jejím povrchu**, jsou jedním z druhů zvyšování dohledu nad obsazeností parkovacích míst. Jejich funkčnost je ve většině případů založena na snímání elektromagnetického chvění, které produkuje motor vozidla. Takové senzory lze rozdělit dle způsobu jejich napájení, a to na bateriové a na ty, jejichž provoz zajišťuje neustálý přívod elektrické energie. Jako zástupce těch bateriových, lze uvést senzory zabudované ve vozovce. Pro jejich instalaci toho není mnoho zapotřebí, leckdy již ani není nutné dělat otvor ve vozovce, čidla se uchycují několika šrouby. Příkladem takových senzorů může být i takzvaná **chytrá dlažební kostka**. Jedná se o dlažební kostku, disponující možností sčítání automobilů. Na pohled je od ostatních „obyčejných“ kostek k nerozeznání a veškeré technologie, které jsou zapotřebí k úspěšnému zaznamenávání pohybu vozidel, jsou zabudovány přímo v kostce. Nehrozí tak poškození čidla, jelikož nevyčnívá nad povrchem. To, co umožňuje úspěšné zaznamenání pohybu vozidel, je opět senzor pracující na základě elektromagnetického chvění.⁴⁹ Řešení je to ideální převážně pro města s menším rozpočtem, jelikož osazení jednoho parkovacího místa vychází přibližně okolo 5000 až 8000 Kč s udávanou životností minimálně 5 lety bez nutnosti jakékoliv údržby samotného senzoru.⁵⁰ Otázkou však zůstává, zda jsou tyto hodnoty zkušeny za nejrůznějších podmínek, hlavně těch klimatických. Dá se předpokládat, že

⁴⁹ CDV, Centrum dopravního výzkumu. Chytré uliční parkování je základem chytrého města [online]. [cit. 2018-10-07]. Dostupné na WWW: <https://www.cdv.cz/file/vice-o-nabidce-chytreho-parkovani/>

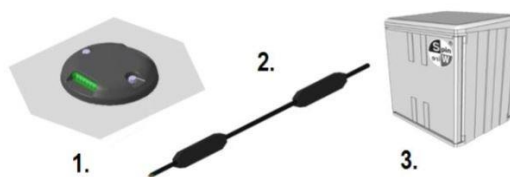
⁵⁰ ČD-TELEMATIKA. Chytré parkování [online]. [cit. 2018-10-18]. Dostupné na WWW: https://www.cdt.cz/assets/produkty-a-sluzby/internet-veci/chytre-parkovani/cdt_pl_parkovani.pdf

výdrž baterie bude odlišná v zemích či prostorách, kde nebude podléhat větším teplotním výkyvům. Bude-li tomu naopak a baterie bude vystavená chladu, mrazu, teple a horku, je možné, že baterie nebude dosahovat takových výkonů, jak udává výrobce.

In-ground senzory v České republice: SPINWIRE

Patentovaná technologie SPINWIRE, fungující na principu magnetu, našla největší uplatnění právě v dopravě, zejména coby parkovací systém. Jedná se o soubor vzájemně propojených komponentů, z nichž nejdůležitějšími jsou **pasivní magnetický detektor a řídicí jednotka**. Detektor, č. 2 na obrázku č. 11, detekuje změny v magnetickém poli, čímž spolehlivě zaznamenává jedoucí i stojící vozidla.⁵¹ Ten je dále napojen na řídicí jednotku, která shromážděná data analyzuje a odesílá do sítí a mobilních aplikací. Čidlo je napojené na řídicí jednotku, ta je vyobrazena jako číslo 3 na stejném obrázku. Optickým výstupem, sloužícím zároveň jako navigační bod pro řidiče, je LED signalizace, č. 1 první zleva na obrázku č. 11, vyvedená na úroveň vozovky. Její praktické využití je poté možné vidět na obrázku č. 12. Signalizace může být naprogramovaná mnoha způsoby. Těmi nejpoužívanějšími se staly 3 základní barvy: červená, zelená a modrá. Červená označuje obsazené místo, zelená volné a modrá rezervované místo, či místo pro osoby s omezenou hybností. Většina poskytovaných řešení disponuje otevřeným softwarem. To znamená, že finální kroky v rámci úprav funkcí senzoru, jsou plně na koncovém uživateli.

Obrázek 11 Prvky systému SPINWIRE



Zdroj: E.ON⁵²

Komplexním výstupem celého řešení je získání přehledu nejen o vytíženosti parkovacích ploch, ale také o pohybu vozidel po parkovišti. Ze získaných dat lze dále vyčíst rychlost, kterou se vůz po parkovišti pohyboval, což může sloužit jako podklad například pro správu objektu, která může na základě těchto informací upravit rychlost.⁵³ Pro odběratele

⁵¹ IGS RESEARCH. *Systém na detekci vozidel SPINWIRE* [online]. [cit. 2018-10-16]. Dostupné na WWW: <http://citycon.cz/wp-content/uploads/2016/09/E.ON-a-IGSresearch.pdf>

⁵² E.ON. *Informace pro zaměstnance* [online]. 2017, [cit. 2011-11-10]. Dostupné na WWW: <https://www.eon.cz/-a102755---hFwzeYpr/download>

⁵³ AUTOSERVIS. *SMART PARKING – parkovací systém SPINWIRE* [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné na WWW: <http://www.autoservismagazin.cz/aktuality/2017-05-05-smart-parking---parkovaci-system-spinwire>

této služby, kterými jsou ve většině případů obce či městské části, ale také i soukromé subjekty, jsou výstupy z řídicího centra klíčová.

Obrázek 12 LED osvětlení parkovacích míst dle jejich obsazenosti



Zdroj: web IGSresearch⁵⁴

Optickým výstupem je pro řidiče číslo volných parkovacích míst, zjistitelné několika způsoby – přes webové rozhraní portálu <https://www.spinpark.cz/> (pro administrátory je verze obdobná obrázku č. 13), mobilní aplikaci, nebo pomocí PDZ. SPINWIRE byl použit v několika českých městech, jeho finální podoba bude na konkrétním případě k dispozici v analytické části práce.

Obrázek 13 Příklad použití SPINWIRE ve španělské Barceloně



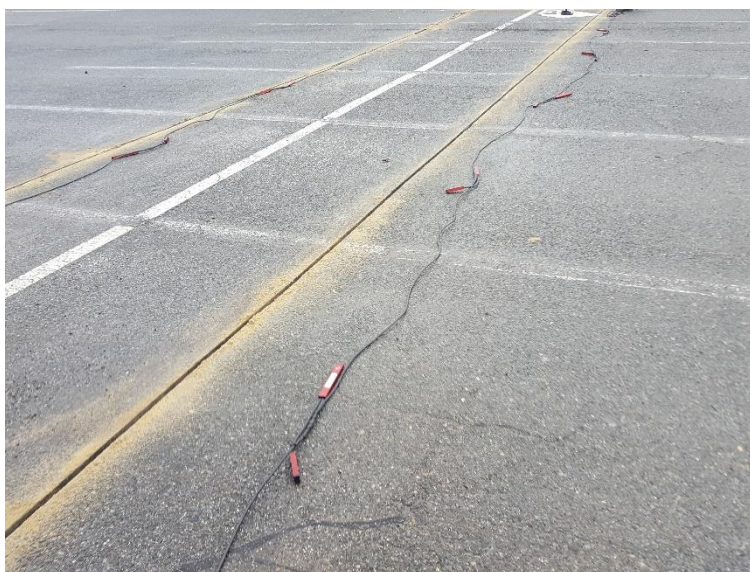
Zdroj: web IGSresearch⁵⁵

⁵⁴ IGS Research. SPINWIRE [online]. [cit. 2018-11-15]. Dostupné na WWW: http://igsresearch.com/en_index.html

⁵⁵ IGS Research. SPINWIRE [online]. [cit. 2018-11-15]. Dostupné na WWW: http://igsresearch.com/en_index.html

Co se týče instalace senzorů SPINWIRE, ta probíhá vcelku jednoduše, se snahou o minimální zásah do povrchu vozovky. Základem je vytvoření drážky pro položení kabelových detektorů. Na dobře viditelných místech jsou výstupy z těchto detektorů vyvedeny nad úroveň vozovky v podobě LED signalizace. Přenos dat mezi parkovištěm a centrálou, zpracovávající tyto informace, je zajištěn pomocí řídicí jednotky, umístěné poblíž. Na obrázku níže (č. 14) je vidět předpřipravená drážka a samotný kabelový detektor, připravený k instalaci. Foto bylo pořízeno při instalaci v Třebíči, o kterém je více zmíněno v kapitole 4.1.4.

Obrázek 14 Instalace kabelového detektoru SPINWIRE v Třebíči



Zdroj: konzultace SPINWIRE⁵⁶

⁵⁶ KŘIVÁNEK, Lubomír. *SPINWIRE – konzultace parkovacích systémů*. Praha, 20.2.2018

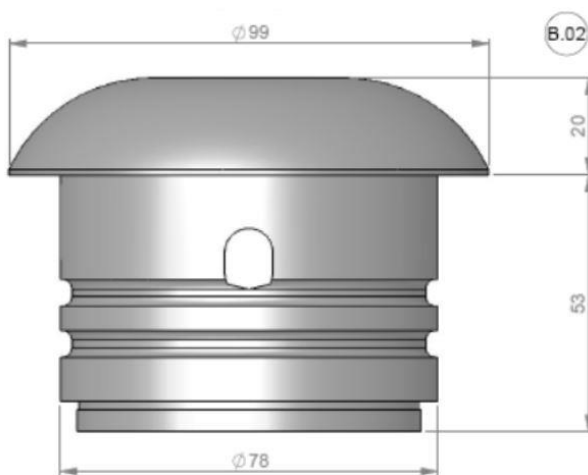
In-ground senzory ve světě: Nedap

Co do **bateriových senzorů**, ty nacházejí také široké uplatnění jak v České republice, tak i ve světě. Řeč je o často snadno zabudovatelných senzorech s relativně dlouhou udávanou životností. Dle řady článků a uživatelských hodnocení lze jako reprezentativní příklad uvést modelovou řadu Sensit od francouzské společnosti Nedap. Ta nabízí 3 varianty parkovacích čidel, které jsou podrobněji pospány níže.

Sensit IR (obr. č. 15)

Model IR disponuje duální technologií sběru dat. Zatímco většina ostatních čidel sbírá informace za pomoci zkoumání změn v elektromagnetickém poli, IR k tomu využívá navíc infračervené záření. Jednotka je zapuštěna do povrchu vozovky, což z ní dělá ideální řešení pro ochraně před vandaly nebo zloději. Do hloubky je zapuštěna 5,3 centimetrů a nad povrch vyčnívá o 2 centimetry. Využitelné jak pro parkování v ulicích, tak pro klasická parkoviště.⁵⁷

Obrázek 15 Sensit IR



Zdroj: Produktový list Nedap⁵⁸

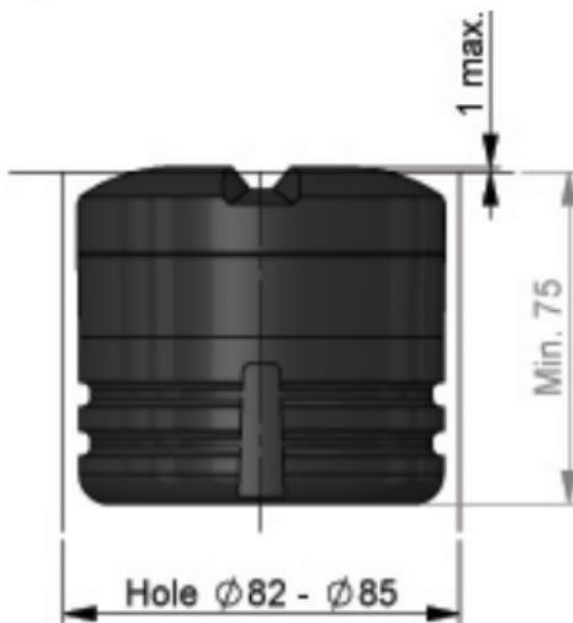
⁵⁷ NEDAP. *SENSIT installation guide* [online]. 2013, [cit. 2018-11-25]. Dostupné na WWW: <https://fccid.io/CGDSENSITSM/User-Manual/14-SENSIT-InstallGuide-E-CGDSENSITSM-2117170>

⁵⁸ NEDAP. *SENSIT installation guide* [online]. 2013, [cit. 2018-11-25]. Dostupné na WWW: <https://fccid.io/CGDSENSITSM/User-Manual/14-SENSIT-InstallGuide-E-CGDSENSITSM-2117170>

Sensit Flush (obr. č. 16)

Flush je podobným řešením jako předešlý IR, až na dva hlavní rozdíly. Prvním je monitoring obsazenosti místa, kde absentuje infračervené záření a čidlo spoléhá pouze na změny v magnetickém vlnění. To však neznamená, že by něčím strádalo, ono samotné využití změn v elektromagnetickém vlnění je stavebním kamenem a hlavním prvkem pro zaručení funkčnosti valné většiny in-ground senzorů na světovém trhu. Druhým rozdílem je vzhled Flush jednotky, ta je v tomto případě zapuštěna do vozovky tak, že vyčnívá přibližně 1 milimetr nad jejím povrchem. To se pozná nejlépe v zimě, kdy městy projíždí zimní pluhy a jejich radlice často na vystouplá čidla narážejí, případně je kompletně ničí. Důležité opět je ochrana samotného čidla před zloději a vandaly.⁵⁹

Obrázek 16 Sensit Flush



Zdroj: produktový list Nedap⁶⁰

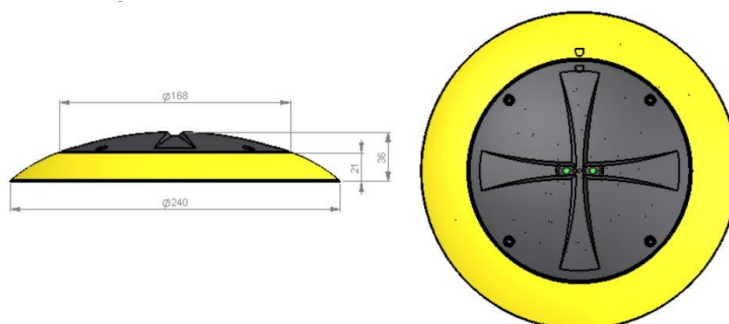
⁵⁹ NEDAP. *SENSIT installation guide* [online]. 2013, [cit. 2018-11-25]. Dostupné na WWW: <https://fccid.io/CGDSENSITSM/User-Manual/14-SENSIT-InstallGuide-E-CGDSENSITSM-2117170>

⁶⁰ NEDAP. *SENSIT installation guide* [online]. 2013, [cit. 2018-11-25]. Dostupné na WWW: <https://fccid.io/CGDSENSITSM/User-Manual/14-SENSIT-InstallGuide-E-CGDSENSITSM-2117170>

Sensit Surface (obr. č. 17)

Surface je, jak už samotný název napovídá, povrchový senzor, který nevyžaduje žádnou úpravu vozovky. Čidlo se aplikuje pouhým přilepením na požadované místo a je tak vhodným řešením pro všechny, kdo si nemůže z jakýchkoliv důvodů dovolit zásah do vozovky. Pod takovými prostory si lze představit například parkovací domy. Dále nabízí možnost instalace na strop místnosti, jelikož stejně jako IR disponuje spolu s magnetickou detekcí i detekcí pomocí infračerveného záření. Čidlo se skládá ze dvou částí, a to z jádra, které se dá nahradit po skončení trvanlivosti baterie nebo při jakýchkoliv problémech, a z plastového kroužku, který slouží pro jednoduchou instalaci čidla prakticky na jakémkoliv místo. Do celkové výšky senzor zabere přibližně 3,6 centimetrů, což zaručuje jeho kompaktnost a úsporu místa.⁶¹

Obrázek 17 Sensit Surface



Zdroj: produktový list Nedap⁶²

⁶¹ NEDAP. *SENSIT installation guide* [online]. 2013, [cit. 2018-11-25]. Dostupné na WWW: <https://fccid.io/CGDSENSITSM/User-Manual/14-SENSIT-InstallGuide-E-CGDSENSITSM-2117170>

⁶² NEDAP. *SENSIT installation guide* [online]. 2013, [cit. 2018-11-25]. Dostupné na WWW: <https://fccid.io/CGDSENSITSM/User-Manual/14-SENSIT-InstallGuide-E-CGDSENSITSM-2117170>

Přenos dat probíhá u všech zmíněných řešení bezdrátově, jelikož má každé z čidel své vlastní **bezdrátové spojení s opakovači a gatewayem**, pomocí kterých posílá všechna data v reálném čase internetem do cloudových serverů. To zaručuje aktuálnost poskytovaných informací a nejnovějších aktualizací jednotek. Data ohledně obsazenosti parkovišť, respektive ohledně veškerých výstupů z monitoringu, lze stejně jako u většiny ostatních řešení poskytovat třetím stranám, kteří tyto informace dále sdílí, a to například pomocí mobilních aplikací či webových portálů. Přehlednost jednotlivých čidel zajišťuje pasivní RFID štítek, sloužící pro identifikaci jednotlivých čidel v rámci daného systému.

Za pozornost stojí také způsob, jakým detektory zjišťují, zda na jimi hlídaném parkovacím místě stojí automobil. Jak již bylo několikrát zmíněno, senzory reagují na změny v magnetickém vlnění. **Co je tedy odlišuje?** Aby bylo vozidlo zaznamenáno, senzor musí vyslat impuls, který vysílá v určitých intervalech, čímž sleduje již zmíněné změny. Zástupci levnějších řešení vysílají signál kupříkladu jednou za minutu. Co když se ale zrovna v rozmezí, kdy senzor nevysílá, objeví automobil? V ideálním případě by měl senzor vysílat ve **velmi krátkých intervalech**, v řádech několika milisekund (ms), z důvodu zpřesnění měření a následného vyhodnocování. To nabízí například zmíněný **SPINWIRE**, který snímá své okolí v intervalech 50 ms, což je velice krátká doba ideální k přesnému zachycení impulsu.

Úskalím samotného pořízení senzorů ve větších městech, jakými jsou v České republice například Praha nebo Brno, může být i vliv okolního prostředí. Řeč je konkrétně o tramvajích. Ty produkují dostatečně velké množství otřesů a vlnění na to, aby parkovací senzory zcela zmátly. Ty si poté myslí, že je parkovací místo obsazené, či naopak, a výsledky jsou velmi zkreslené. Tomu se dá zamezit vpravením filtru do vyhodnocovacích zařízení. Takový šum je velice specifický, protože se od příjezdu automobilu do stání, zcela odlišuje. Dá se proto nastavit filtr, aby když senzor zaznamená tento specifický druh vlnění, tak ho ignoroval, nebo vyhodnotil jinak než tak, aby si myslel, že je na místě stojící vozidlo.⁶³

⁶³ KŘIVÁNEK, Lubomír. *SPINWIRE – konzultace parkovacích systémů*. Praha, 10.9.2018

3.4.4.2 Kamerový dohled

Předešlá kapitola se věnovala senzorům zapuštěným do vozovky. Úroveň výstupů u takových snímačů je sama o sobě velmi vysoká, nicméně s prvotní instalací se ve většině případů pojí nepříjemná fáze zásahu do vozovky, která někdy může být časově i finančně náročná. Jak již ale z mnoha definic chytrých řešení vyplývá, optimální stav tkví ve využití stávajících prvků a přístrojů, které již své uplatnění mají. Přitom i z obyčejné kamery, která zajišťuje jednoduchý dohled nad vybraným úsekem, lze udělat chytrý nástroj, kterým lze monitorovat obsazenost parkoviště.

RCE Systems: Parking Detection

Jedním takovým řešením se v tuzemských podmínkách věnuje brněnská společnost RCE systems. Její nejnovější produkt v rámci chytrého parkování se nazývá **Parking Detection** a pracuje na bázi bezpečnostní kamery, napojenou na internet a na s tím spojené řídicí středisko.

Jak takový systém funguje? Mohou za to prvky umělé inteligence, kdy kamera snímá plochu parkoviště, vyhodnocuje volná pracovní místa, a informace o nich zasílá do centrály, ve které probíhá neustálá správa a dohled nad vybraným územím. Zařízení je to plně programovatelné, lze si například navolit vlastní parkovací pravidla – například vyhraněná stání pro osoby s omezenou hybností nebo možnost rezervace míst tak, jak je vidět na obrázku č. 18. Z výstupů lze poté vytvářet statistiky a reporty. Navíc sama společnost vydala prohlášení, kde tvrdí, že míra zpracování obrazových dat je přesná na více než **99,5 %**.⁶⁴ Takové výsledky je však třeba brát s určitou rezervou, neboť nejsou plošně aplikovatelné na všechna parkoviště – nutno brát v potaz stromy, které mohou případnému dohledu kamery clonit, obdobně jako místa skrytá ve stínech. Další otázka může nastat, pokud se podobný systém nainstaluje do uličního parkování, jakých výsledků bude poté dosahovat.

⁶⁴ CITY:ONE. *Umělá inteligence jako nástroj pro anonymní detekci obsazenosti parkoviště*. In: CITY:ONE. Česká republika, 2017, č. 1:2017, s. 58-59.

Obrázek 18 Schéma Parking Detection



Zdroj: Facebook stránka Parking Detection

Správným umístěním kamery lze pokrýt až 400 parkovacích míst, což znamená obrovskou úsporu především v oblasti hardware, kdy není potřeba pod každé parkovací místo instalovat senzor, vše je pokryto pomocí jedné kamery. Možným rozšířením se zde nabízí i propojení s LED navigačními panely, které by naváděly na volná místa.

Velkým lákadlem pro potenciální odběratele tohoto řešení je minimální nutnost pořízení nového hardwaru a jeho finanční náročnost, neboť nemálo parkovišť již kamerovým systémem disponuje. Ke stávajícím kamerám je nutnost pořídit stále připojení k internetu, s minimálním tokem 40 kbit/s a napájení. Internetové připojení může být realizováno formou bezdrátového připojení Wi-Fi, ethernetovým kabelem nebo zabudovaným LTE modemem. Toto spojení se dále propojí s PD bránou (gateway), která umožňuje distribuci dat do centra, kde probíhá již zmíněná správa celého systému.⁶⁵ Jedna brána přitom dokáže provozovat až 3 kamery, náklady tedy zůstávají i nadále nižší, než tomu bylo u konkurenčních řešení pracujících s in-ground senzory. Posledním prvkem je informační panel, který informuje řidiče o obsazenosti parkoviště a dokáže i na volná parkovací stání navigovat. Všechny části, nutné ke zprovoznění kamerového systému, jsou vyobrazeny na snímku č. 19.

⁶⁵ CITY:ONE. Umělá inteligence jako nástroj pro anonymní detekci obsazenosti parkoviště. In: CITY:ONE. Česká republika, 2017, č. 1:2017, s. 58-59.

Obrázek 19 Parking Detection komponenty



Zdroj: web svetandroida⁶⁶

K tomu lze mimo jiné využít i mobilní aplikaci PD Mobile, která toto dokáže také.⁶⁷ Vše dohromady tvoří úsporu oproti zapuštěným sensorům až o jednu třetinu – v případě PD je odhadována pořizovací cena na 2000 Kč. V porovnání s cenou za jeden sensor, kde částky činí kolem 6000 Kč na jedno parkovací místo, je úspora více než znatelná.⁶⁸

S technologií je možné se mimo jiné seznámit v plzeňském Smart City Polygonu, jehož fungování a přínos do IoT a Smart City, bude podrobně vysvětleno v analytické části této práce, v kapitole 4.1.3.

⁶⁶ TRLIKA, David. Vyřeší Češi problém s parkováním? Chytré parkoviště se propojí i s aplikací. Svět androida [online]. 2018, [cit. 2019-02-10]. Dostupné na WWW: <https://www.svetandroida.cz/chytre-parkoviste-parking-detection/>

⁶⁷ TRLIKA, David. Vyřeší Češi problém s parkováním? Chytré parkoviště se propojí i s aplikací. Svět androida [online]. 2018, [cit. 2019-02-10]. Dostupné na WWW: <https://www.svetandroida.cz/chytre-parkoviste-parking-detection/>

⁶⁸ CITY:ONE. Umělá inteligence jako nástroj pro anonymní detekci obsazenosti parkoviště. In: CITY:ONE. Česká republika, 2017, č. 1:2017, s. 58-59.

3.4.5 Bikesharing

Předešlé kapitoly se věnovaly vozidlům, která už se do města dostala, a která bylo potřeba nasměrovat, případně odstavit, co nejlépe a nejefektivněji. Co když se ale po městě vůbec není třeba dopravovat auty? Pokud s plnicími se městy narůstá problém, kam všechna ta vozidla odklonit tak, aby se městská centra a jim přilehlé části staly průjezdnějšími, proč to nevyřešit jinou cestou? S odpovědí přišel již před několika lety velmi se rozvíjející trend bikesharingu, tedy sdílení bicyklů. Jedná se o poskytnutí jízdních kol danou společností k pronájmu. Ta přijde s mobilní aplikací, pomocí které lze kolo bez problému najít, a za jehož vypůjčení si přes aplikaci lze výpůjčku zaplatit.

V předešlých větách už lze najít prvky IoT. Například mobilní aplikace – jak je možné, aby jízdní kolo bylo propojeno s mobilní aplikací? K tomu slouží zámek na kolo se zabudovaným GPS lokátorem, který je opatřen QR kódem. Ten se po naskenování mobilním telefonem odemkne, je-li kolo k dispozici. Ověření probíhá přes vzdálený server, což umožňuje neustálý dohled nad tím, kde se kolo nachází a zda má jeho uživatel jízdu na danou dobu skutečně zaplacenou. Kolo samo o sobě není nijak speciálně upravené, důležitým prvkem je správně naprogramovaný zámek a jeho synchronizace s internetovým serverem.

3.4.5.1 Bikesharing a Česká republika

V České republice je slovo bikesharing hojněji skloňováno od roku **2013**, kdy s nápadem na sdílení jízdních kol „Kola narůžovo“ přišlo místní občanské sdružení z pražského Suchdola **Žijeme tady**. Jednalo se o bezplatné sdílení kol, bez většího zapojení internetu či sledování. Projekt bohužel nejspíše právě z těchto důvodů neměl dlouhého trvání, a tak byl v létě roku 2014 po ročním fungování ukončen. Kola narůžovo by se dala považovat za jakousi hlavní jiskru, která naplno rozpoutala fungování celého konceptu. Již dříve zde byly snahy ze strany magistrátu hlavního města Prahy k realizaci bikesharingu, jenže i z důvodu nedostatku zkušeností, se tyto myšlenky neshledaly s realizací. Delší dobu už na území hlavního města funguje společnost Homeport, která roku 2005 spustila svůj projekt v pražském Karlíně. Ten fungoval 5 let, než byl na jaře roku 2011 nahrazen novým. Roku 2017 Homeport zahrnoval 7 výpůjčních stanic, 15 jízdních kol a 900 registrovaných uživatelů.⁶⁹ K roku 2016 má Praha k dispozici přes **300** jízdních kol, určených k potřebám

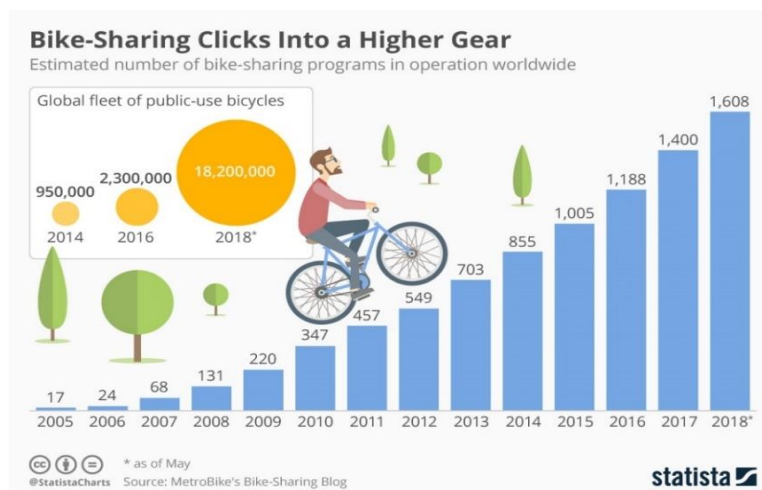
⁶⁹ MOTÝL, Jiří. *Homeport: karlínský bikesharing*. PRAHOUNAKOLE [online]. [cit. 2018-11-11-10]. Dostupné na WWW: <https://prahounakole.cz/2016/04/homeport-karlinsky-bikesharing/>

bikesharingu. Se stále se zvyšujícím podvědomím o této možnosti sdílení jízdních kol je pravděpodobné, že toto číslo bude i nadále růst.

Co se týče uživatelské oblíbenosti, té se těší různá kola společnosti Rekola. Jejich výhoda je tkví ve volnosti samotného rozhodování, neboť si kolo můžete půjčit tam, kde se zrovna nachází. To si uživatel zjistí přes mobilní aplikaci. Každé kolo je vybaveno GPS, automaticky ukazující jeho polohu a promítající ji do aplikace. K odstavení kola nejsou vyžadovány žádné speciální stojany, kolo lze odstavit tam, kde neporušuje pravidla provozu či zákon. Jediné omezení, které pro vrácení kol platí je to, aby bylo vráceno v rámci různé oblasti, ta již pokrývá většinu Prahy a měst, ve kterých lze tuto možnost dopravy využít. Rekola jsou v plném provozu v následujících městech: Praha, Brno, Olomouc, České Budějovice, Teplice, Liberec, Ostrava, Frýdek-Místek. Pro rok 2018 společnost navíc spustila sdílení skateboardů, zatím však v pražské Stromovce a Letenských sadech.⁷⁰

Čísla jsou zajímavá i mimo Českou republiku, kdy se Evropa dostala velkému nástupu tohoto trendu. Roku 2005 fungovalo celosvětově pouhých 17 bikesharingově zaměřených programů. Ke květnu roku **2018** se však toto číslo dostalo na neuvěřitelných **1608** programů, což činí nárůst o 9359 % celosvětově, jak je vidět na snímku č. 20.⁷¹

Obrázek 20 Počet bikesharingových programů celosvětově



Zdroj: web Statista⁷²

⁷⁰ REKOLA. *Půjčte si v Praze skateboard* [online]. [cit. 2018-11-15]. Dostupné na WWW: <https://www.rekola.cz/novinky2018>

⁷¹ RICHTER, Felix. *Bike-Sharing Clicks Into Higher Gear*. Statista [online]. [cit. 2018-11-17]. Dostupné na WWW: <https://www.statista.com/chart/14542/bike-sharing-programs-worldwide/>

⁷² RICHTER, Felix. *Bike-Sharing Clicks Into Higher Gear*. Statista [online]. [cit. 2018-11-17]. Dostupné na WWW: <https://www.statista.com/chart/14542/bike-sharing-programs-worldwide/>

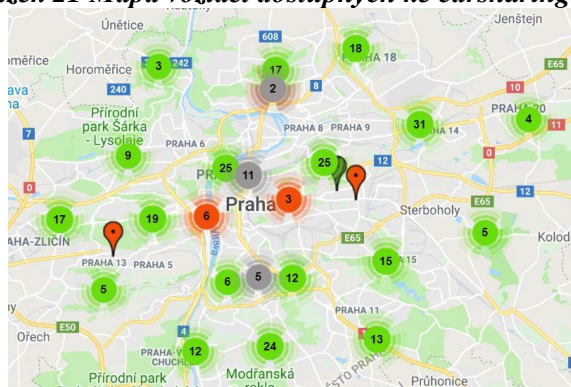
3.4.6 Carsharing

Carsharing je podobně jako bikesharing **založen na sdílení dopravního prostředku**. Sdílení v tomto případě stále spočívá v používání automobilů i ve městech, ulehčení dopravní situace se tedy nedočkáme v takovém měřítku, jako tomu bylo u bikesharingu. Carsharing by se dal nejlépe přirovnat k autopůjčovně, ale s často lepší dostupností. Žadatel o vůz se nemusí dostavit na pobočku autopůjčovny, aby podepsal různé formuláře či smlouvy, auto si jednoduše zamluví přes aplikaci, použije, zaplatí a vrátí.

Princip je tedy obdobný jako tomu bylo u bikesharingu – registrace, rezervace, vyzvednutí, užívání, vrácení, zaplacení. Do jisté míry i co se vztahu s IoT týče. Automobily disponují **GPS lokátorem**, který pomocí internetu posílá do centrálního střediska data, kde probíhá jejich zpracování a následné vyhodnocení. Výsledky těchto procesů se dále promítnou do konkrétních mobilních aplikací a webových rozhraní.

V České republice funguje jen několik carsharingových společností, ze kterých lze jmenovat společnost Car4way, jenž má po České republice k dispozici přes 300 vozů a slibuje rozšíření až na 500. Jako jediná firma také spolupracuje s Pražskou energetikou (PRE), díky čemuž má ve svém portfoliu také elektromobily. Dále společnosti Autonapůl a Ajo, ty však mají podstatně skromnější vozový park – Autonapůl 28 aktivních vozidel a společnost Ajo 20 vozidel. Magistrát hlavního města Prahy vytvořil ku podpoře carsharingu v hlavním městě mapu, kde mohou všichni občané vidět, kde se automobily nacházejí. Obrázek č. 21 zobrazuje mapu Prahy s vyznačenými automobily v provozu. Mapa ukazuje dostupná sdílená vozidla napříč všemi třemi zmíněnými poskytovateli na jednom místě, kde každá značka vede k přímému objednání vozidla pro maximalizaci komfortu při zařizování.

Obrázek 21 Mapa vozidel dostupných ke carsharingu



Zdroj: web parkujvklidu.cz⁷³

⁷³ PRAHA.EU. Carsharingová mapa [online]. [cit. 2018-12-03]. Dostupné na WWW: <https://mapa.cesky-carsharing.cz/>

3.4.6.1 Uniqway

Mezi zmíněné carsharingové společnosti, které působí na trhu již několik let, se v poslední době připojil i projekt Uniqway, za kterým stojí automobilka ŠKODA AUTO ve spolupráci s třemi českými univerzitami – VŠE, ČZU a ČVUT. Pozoruhodný je fakt, že projekt vůbec jako první v České republice nejprve vznikl ve školních učebnách, měl však takovou sílu, že byl přibližně po třech letech převeden do reality.⁷⁴ Jsou to totiž právě studenti, pro koho je Uniqway určený – ať už na cesty do školy nebo do práce, po úspěšné registraci na akademické půdě univerzit mohou studenti této možnosti využívat naplno.

Hlavní myšlenkou projektu bylo poskytnout dostatečnou mobilitu a volnost právě studentům, kteří mají často omezený rozpočet nebo automobilem nedisponují vůbec. Právě tomuto faktu je i upraven sazebník, kdy student zaplatí 29 Kč za hodinu vypůjčení a 4,90 Kč za každý ujetý kilometr. Pro potřeby výletů či delších jízd budou tarify dále náležitě upraveny.⁷⁵ Fungování služby je jednoduché – registrace a výpůjčka je možná jen s platnou studentskou kartou ISIC, navigace je dále možná přes mobilní aplikaci pro operační systémy Android a iOS, nebo přes webové stránky aplikace.

Studenti se svým dílem podíleli na výzkumu aplikace a fungování jednotlivých prvků, ŠKODA AUTO a ŠKODA AUTO DigiLab projekt financují, navíc poskytují v tomto ohledu i své mentory.⁷⁶ Mimo to poskytuje mladoboleslavská automobilka i svá vozidla, kterých je celkem 15. Jsou jimi vozy Škoda Fabia ve výbavě Style, s motorem 1.0 TSI 81 kW a benzinovou nádrží – jedná se úsporné motory, avšak s poměrně solidní dávkou výkonu.

Důmyslným způsobem je zde řešeno parkování vozidel, které je možné pouze na místech k tomu určeným. Ta jsou vyobrazena v mobilní aplikaci, takže zájemce bude vždy vědět kde automobil najde, což je dobré i pro poskytovatele, kteří budou mít neustále přehled, kde se vozidlo nachází. V každém voze je navíc umístěno signalizační tlačítko, které dle GPS lokace vyhodnotí, zda se nachází v povolené parkovací zóně.⁷⁷

⁷⁴ HOLZMAN, Ondřej. *Škoda Auto spustila nový studentský carsharing Uniqway, který vyvinuli sami studenti*. CZECHCRUNCH [online]. 2018, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: <https://www.czechcrunch.cz/2018/10/skoda-auto-spustila-novy-studentsky-carsharing-uniqway-ktery-vyvinuli-sami-studenti/>

⁷⁵ ŠKODA. *Carsharing Uniqway zahajuje provoz* [online]. 2018, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: <http://www.skoda-auto.cz/novinky/novinky-detail/2018-10-17-carsharing-uniqway>

⁷⁶ ŠKODA. *ŠKODA AUTO uvádí na trh platformu Uniqway pro sdílení vozidel* [online]. 2018, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy/skoda-auto-uvadi-na-trh-platformu-uniqway-pro-sdileni-vozidel/>

⁷⁷ HOLZMAN, Ondřej. *Škoda Auto spustila nový studentský carsharing Uniqway, který vyvinuli sami studenti*. CZECHCRUNCH [online]. 2018, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: <https://www.czechcrunch.cz/2018/10/skoda-auto-spustila-novy-studentsky-carsharing-uniqway-ktery-vyvinuli-sami-studenti/>

4 Analytická část

Vlastní část diplomové práce se zabývá analýzou pěti českých měst a jimi užívanými technologiemi pro IoT. Obsahem budou stručné informace o zkoumané municipalitě, včetně zohlednění její velikosti a vybavenosti již existujícími IoT prvky. Po vymezení jednotlivých IoT řešení bude následovat jejich vzájemná komparace a pokus o implementaci vybraného řešení na konkrétní město a situaci.

4.1 Charakteristika měst a jejich využití IoT v dopravě

V teoretické části již byla řeč o zahraničních městech a jimi implementovanými řešeními pro úlevu frekventované dopravní infrastruktury. Kapitoly níže poslouží jako podklad pro srovnání s osvědčenými přístupy těchto měst. Pro komplexnost srovnání bude z pohledu IoT zkoumáno 5 měst České republiky, vybraných podle jejich úrovně a velikosti.

4.1.1 Praha

Praha je vzhledem k jejímu statusu a velikosti považována za křižovatku dopravy všeho druhu, což je z velké části podmíněno pravidelnou, či nepravidelnou dojížděnkou lidí za prací, za vzděláním atd.⁷⁸ Tomu je nutné náležitě uzpůsobit infrastrukturu pro denní obsluhu více jak půl milionu dopravních prostředků.⁷⁹ Proto jsou zde kladeny vysoké nároky na co nejefektivnější odbavování všech vozidel s co nejmenšími obtížemi, jakými jsou dopravní kongesce, převážně v centru města a jeho blízkém okolí. Ulehčení a zefektivnění dopravy lze jen stěží dosáhnout bez využití moderních technologií, které přináší IoT, a které pražský provoz denně usnadňují. Na většině křižovatek dnes najdeme indukční smyčky a monitorovací čidla, která snímají hustotu dopravy, rychlost vozidel a jiné důležité metriky. Jednotlivé prvky IoT, zapojené do fungování v našem hlavním městě, budou rozebrány v následujících částech práce, počínaje centrálním střediskem, která tato data zpracovává a vyhodnocuje.

⁷⁸ ČSÚ, Český statistický úřad. *Charakteristika Hlavního města Prahy*. BusinessInfo [online]. 2017, [cit. 2019-01-23]. Dostupné na WWW: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/charakteristika-hlavniho-mesta-prahy-7279.html#hlmpa06>

⁷⁹ PRAHA.EU. *Dopravní telematická zařízení zvyšují bezpečnost a plynulost provozu v Praze* [online]. 2016, [cit. 2019-01-20]. Dostupné na WWW: <http://www.praha.eu/jnp/cz/doprava/automobilova/dopravni-telematicka-zarizeni-zvysuji.html>

Hlavní dopravní řídicí ústředna Hlavního města Prahy (HDŘÚ)

Jak již název napovídá, hlavní dopravní řídicí ústředna Hlavního města Prahy (dále jen „HDŘÚ“) je specializované středisko, **sloužící k zajištění centrálního dohledu nad dopravní situací** a na poskytování těchto informací co nejrychleji a nejaktuálněji. Kromě centrálního dohledu se také z HDŘÚ ovládají již zmíněné SSZ, různé kamerové systémy, nebo například silniční tunely. Ústředna je napojena na telematická zařízení, pomocí kterých se dostává k informacím. Ke zdrojům dat dále patří složky IZS, tedy Policie ČR, Hasičský záchranný sbor a Zdravotní záchranná služba.⁸⁰

HDŘÚ je navíc v úzké spolupráci s NDIC, jehož je zároveň pracovním orgánem. O tom již bylo v této práci popsáno v kapitole č. 3.4.2.2, o NDIC. S ním si vyměňují data, která se následně zobrazují na všech PDZ, rozmístěných po území hlavního města Prahy.⁸¹ Více o tomto vztahu je vyobrazeno ve schématu, nacházející se v přílohách pod názvem příloha č. 2.

Jako úvod do **dopravní telematiky** je dobré zmínit snahu samotného města, ke zlepšování kvality jeho dopravní obslužnosti. Využívá k tomu pomoc z Operačního programu Doprava, jehož první fáze byla realizována v programovém období 2007-2013 pod názvem OPD1. Právě jeho součástí byl projekt „*Intenzifikace nasazení telematických zařízení ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy v hl. m. Praze*“, který výrazně nastartoval využití IoT v Praze. V jeho rámci bylo mimo jiné rozšíření 160 SSZ o funkci stmívání, umožňující regulaci jasu v různou denní dobu. Schopnost dálkového dohledu byla zefektivněna posílením kamerových systémů s videodetekcí, kterých přibýlo 65. Dále přibýlo 42 řídicích ústředen v prostorách pražského metra, které udržují dohled nad nejbližšími monitorovanými křižovatkami.⁸²

Nyní, v programovém období 2014-2020, je OPD1 nahrazen novým, OPD2, jehož projekty jsou zaměřeny především na modernizaci hlavních železničních uzlů.⁸³

⁸⁰ VARS. Hlavní dopravní řídicí ústředna Hlavního města Prahy [online]. [cit. 2019-01-04]. Dostupné na WWW:

<http://www.vars.cz/hlavni-dopravni-ridici-ustredna-hlavniho-mesta-prahy>

⁸¹ PRAHOU-PLYNULE, Systém řízení a regulace městského silničního provozu v hl. m. Praze. *Dopravní řídicí ústředna* [online]. [cit. 2019-02-03]. Dostupné na WWW: http://prahou-plynule.cz/system_rizeni_a_regulace/index.php/oblasti-projektu/3-dopravni-ridici-ustredna

⁸² PRAHA.EU. Příloha k TZ : Dopravní telematická zařízení [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné na WWW:

http://www.praha.eu/public/12/9d/59/2143718_640879_Priloha_k_TZ_Dopravni_telematicka_zarizeni.pdf

⁸³ OP DOPRAVA, Operační program Doprava. *Operační program Doprava pomáhá zlepšovat dopravu v hlavním městě* [online]. [cit. 2019-01-16]. Dostupné na WWW: <http://opd.cz/stranka/operacni-program-doprava-pomaha-zlepsit-dopravu-v-hlavnim-meste>

Dále, v únoru 2018, byla hlavním městem a Technickou správou komunikací hl. m. Prahy (TSK), uzavřena dohoda o uzavření tzv. „Vývoje inteligentního způsobu řízení SSZ“, jehož cílem bude podpora vývoje systémů, které budou schopné samy za pomoci prvků umělé inteligence řídit dopravní situaci, a dle předem připravených plánů zvolit adekvátní řešení. Doprava by se následně neměla řídit dle dopravních stupňů, jako je tomu doposud, ale nově podle reálných počtů vozidel, s intenzivnějším využitím současné telematické struktury.⁸⁴

Chytré parkování

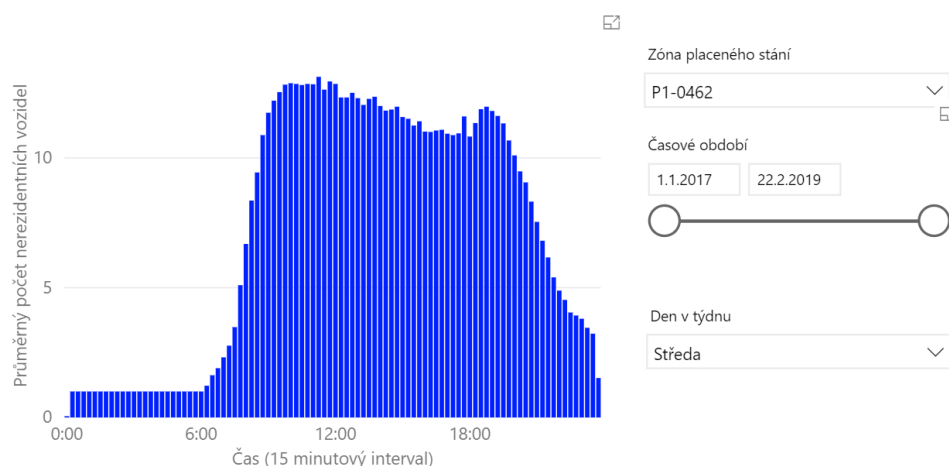
Již bylo řečeno začátkem této práce, že problém s neustále se zvětšujícím počtem dopravních prostředků řeší každé větší město. A Praha není výjimkou. Dle tzv. Smart cities indexu, se se svými chytrými řešeními umístila na 38. místě celosvětově, z čehož je patrná jistá iniciativa, ale také možný potenciál k dalšímu rozvoji. Praha se v rámci parkování snažila jít cestou, jak co nejlépe pomoci pražským rezidentům, a to vybudováním placených parkovacích zón, čímž vytlačila dojíždějící nerezidenty, kteří jsou nuceni parkovat po pražských periferiích. Tam však zabírají místo tamním rezidentům. Jak je to však s přínosem chytrých řešení IoT?

IoT je v Praze v rámci chytrého parkování nejvíce využíváno k monitoringu již zmíněných parkovacích zón. Za pomoci dat získaných z platebních automatů lze zjistit, kolik míst je v dané oblasti v reálném čase obsazeno, což může mít vícero využití. Jedním z nich je jejich analýza za účelem zjištění vytíženosti jednotlivých parkovacích stání. Takovou analýzu připravila společnost GOLEMIO.⁸⁵ Na obrázku níže (č. 22) je vidět průměrná obsazenost parkovací zóny P1-0462 v daném časovém rozmezí.

⁸⁴ SMARTPRAGUE. Vývoj inteligentního způsobu řízení SSZ [online]. [cit. 2019-01-22]. Dostupné na WWW: <https://smartprague.eu/projekty/vyvoj-inteligentniho-zpusobu-rizeni-ssz>

⁸⁵ SMARTPRAGUE. *Jak se v Praze parkuje? Golemio zveřejnilo data o parkování v ulicích*. 2019, [cit. 2019-01-20]. Dostupné na WWW: <https://www.smartprague.eu/aktuality/jak-se-v-praze-parkuje-golemio-zverejnilo-data-o-parkovani-v-ulicich>

Obrázek 22 Průměrná obsazenost parkovací zóny



Zdroj: web Golemio⁸⁶

Další možností, jak využít získaná data, je jejich uplatnění v moderním online světě, coby aplikace pro zlepšení orientaci řidičů po území hlavního města. Mobilní aplikace jsou ve velkých městech neméně velkým přínosem, jedná-li se o cokoliv, co by nějakým způsobem mohlo zlepšit život tamním obyvatelům. Pokud jde o parkování, nabízí se zde možnost výše zmíněná data využít i tímto způsobem. Jde o analýzu těchto dat a jejich následné převedení do mobilních aplikací pro řidiče. Zde lze zmínit **aplikaci Zaparkuju.cz, za kterou stojí pražský magistrát**. Ta zobrazuje na mapě parkovací zóny, jejich vytiženosť, spolu s platným cenovým tarifem. Samozřejmě se již stává i navigace na samotné parkovací místo a uhrazení poplatku za dobu, po kterou byl automobil na místě odstaven.⁸⁷

Dohled nad pobytem vozidla v parkovacím místě je udržován dle jeho poznávací značky, která se zadává do platebního automatu, spolu se zaplacenou dobou stání. Taková doba je navíc monitorována i fyzicky, jelikož jsou placené úseky hlídané hybridním vozidlem Toyota Yaris Hybrid, osazeným čtyřmi kamerami, které čtou státní poznávací značky a porovnává je se zaplacenou dobou stání. Pokud je tato doba překročena, systém dá vědět městské policii, která může majitele vozidla upozornit, či pokutovat. Viz obrázek č. 23 níže.⁸⁸

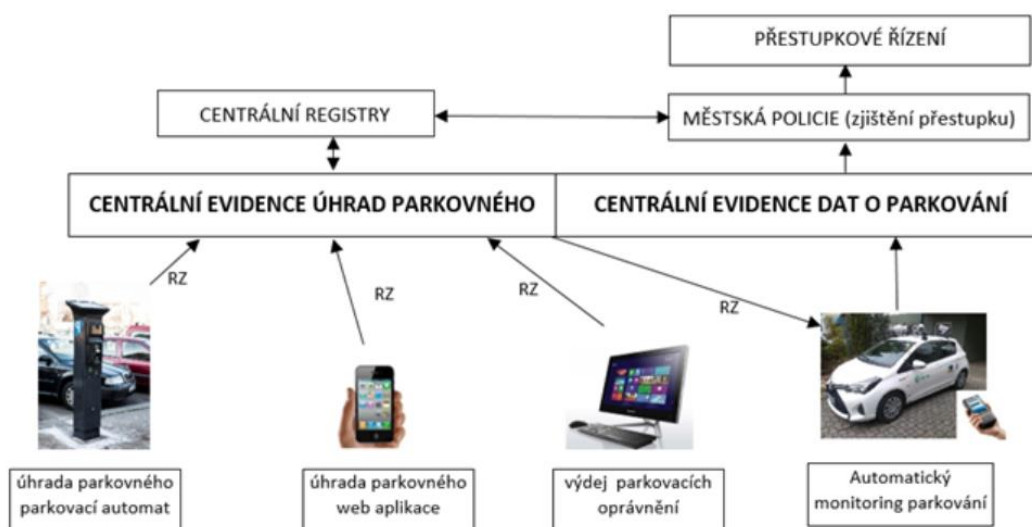
⁸⁶ GOLEMIO. Dostupná data o vytiženosťi parkovacích stání [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné na WWW:

<https://golemio.cz/cs/node/22167#dostupna-data>

⁸⁷ PUČELÍK, Karel. *Chytré technologie pomáhají parkovat v Písku i Liberci*. Svět-chytré [online]. 2018, [cit. 2019-01-27]. Dostupné na WWW: <https://svetchytre.cz/a/iJp5N/chytre-technologie-pomahaji-parkovat-vpisku-i-liberci>

⁸⁸ TSK-PRAHA. *Parkovací zóny s novými technologiemi, končí éra parkovacích lístků za sklem* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné na WWW: https://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/archiv-tiskovych-prohlaseeni/db09c328-44fa-4ed5-a69d-3a157891fb4b!/ut/p/a0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKd3R09TMx9DAzcvbxcDRz9Lc1NzHy8jQ0szfULsh0VAc-WapA!

Obrázek 23 Schéma fungování dohledu nad parkovacím stáním



Zdroj: web TSK⁸⁹

Chytré semaforey

Chytré semaforey, respektive SSZ, jsou ve velkých městech, jakým Praha je, absolutní nutností. Dokáží totiž, spolu s provázaností s řídicí ústřednou, řídit provoz na křižovatkách tak, aby nedocházelo ke zbytečným prodlevám, či prostojeům.

V Praze byl projekt rekonstrukce SSZ zahájen roku 2007, stejně jako tomu bylo v případě chytrého parkování. Od tohoto data touto obnovou prošlo 107 SSZ a 61 jich nově vzniklo s tím, že by k rekonstrukci všech původních SSZ, mělo dojít do roku **2022**, kdy by Praha měla mít něco kolem **750** těchto moderních světelných zařízení, což je číslo, které by mělo být adekvátní k pokrytí území našeho hlavního města. Jak ale fungují?

Všechny nové SSZ jsou vybavené novým řídicím systémem, který buď sleduje pouze svou křižovátku a upravuje provoz pouze na ní, což je jednodušší princip, fungující na více jak 90 procentech pražských SSZ. Křižovátka je v takovém případě osazena čidly, která reagují na přítomnost vozů. Tím se zvyšuje propustnost těchto míst až o **30 procent**. Druhým typem je dynamické řízení, které nebere v potaz pouze „tu svou“ křižovátku, ale je ve vzájemné koordinaci i s křižovátkami vedlejšími. Ke koordinaci dochází převážně proto, aby bylo dosaženo co nejdélsí zelené vlny.

⁸⁹ TSK-PRAHA. *Parkovací zóny s novými technologiemi, končí éra parkovacích lístků za sklem* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné na WWW: https://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/archiv-tiskovych-prohlaseni/db09c328-44fa-4ed5-a69d-3a157891fb4b/tut/p/a0/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKd3R09TMx9DAzcvbxcDRz9Lc1NzHy8jQ0szfULsh0VAc-WapA!

Dle ředitele dopravní divize Jiřího Řeháka ze společnosti Eltodo, která se o instalaci stará, disponovalo roku 2014 moderními prvky, kolem 90 procent pražských křižovatek s tím, že tento počet se bude neustále zvyšovat. Křižovatkám však k bezproblémové funkcií nestačí pouze čidla, která by se rozhodovala sama o sobě. Na pomoc proto přicházejí specializované ústředny, monitorující tyto úseky, a které pražským řidičům dodávají jakousi jistotu v tom, že budou průjezdy křižovatkami nastaveny co nejlépe.⁹⁰

Bikesharing a carsharing

Sdílení dopravních prostředků má v Praze největší význam ze všech měst, což je udáno její velikostí. Ze sdílení kol, tedy **bikesharingu**, lze vypíchnout společnost Rekola, která je jednou z nejpoblárnějších. Dále zde své uplatnění nachází firma Velonet nebo čínské Ofo. **Carsharingových** společností svou činnost po Praze provozuje několik, mezi nejzajímavější z nich patří AJO sharing, Car4way, a Autonapůl.

⁹⁰ NOVOTNÝ, Radek. V Praze přibývají „chytřé“ semaforey. Logistika [online]. 2014, [cit. 2019-01-03]. Dostupné na WWW: <https://logistika.ihned.cz/c1-62925760-v-praze-pribyvaji-bdquo-chytre-ldquo-semaforey>

4.1.2 Brno

Brno je druhým městem, kterým se analytická část této práce zabývá. To nejen z hlediska jeho velikosti a počtu obyvatel, čímž se s počtem necelých 380 tisíc řadí na druhé místo, ale i jeho snahou o smart řešení. I pro zvýšení povědomí o IoT, ale i mnohém dalším, vypovídá strategická vize města Brno, s názvem Strategie Brno 2050. Ta charakterizuje dlouhodobou vizi budoucího stavu, kterého by město chtělo dosáhnout do roku 2050. Je tedy vidět, že Brno nezažehlí, co se týče moderních trendů, neboť se smart řešeními počítají i do budoucna, nejen v rámci této strategie. Již delší dobu funguje po městě řada čidly osazených parkovišť, chytrých semaforů, město používá takzvanou „šalinkartu“, což je obdoba pražské Lítačky, a mnoho dalšího. Jde zkrátka o město, které jde moderním technologiím naproti. Ty nejdůležitější dopravní prvky, převážně z hlediska dopravy, budou popsány v následujících částech. Opět, jako tomu bylo u Prahy, kapitola začíná centrální ústřednou, udržující dohled nad dopravou a sběrem dat.

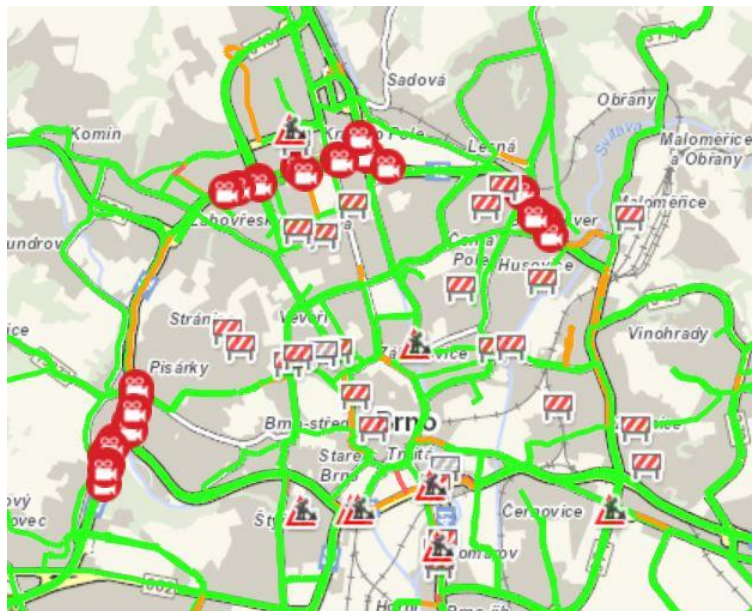
Brněnské komunikace, Dopravní informační centrum, platforma SMARTiC City

Společnost Brněnské komunikace (dále jen „BKOM“) byla založena roku 1994. Brnu poskytuje profesionální služby, jakými jsou mimo jiné správa a údržba komunikací, stavební činnosti v dopravě, a mnoho dalšího. Dále, což je pro tuto část práce nejzajímavější, je zajišťování dohledu nad dopravou ve městě. Konkrétně jde o **monitoring dopravy v brněnských tunelech, provoz SSZ a jeho optimalizaci, a dohled nad parkovacími systémy po městě**. Vše se děje z Centrálního technického dispečinku (dále jen „CTD BKOM“), jehož výstupy jsou nově k dispozici i široké veřejnosti prostřednictvím webového portálu Dopravního informačního centra Brna (dále jen „DIC“), dostupného pod adresou <https://www.doprava-brno.cz/>.⁹¹ Ta vyobrazuje výstupy z CTD BKOM, což lze lépe vidět na obrázku č. 24. Veřejnost se tak lépe dostane k informacím o uzavírkách, provozu na městském okruhu dle kamer rozmístěných po silničních komunikacích, nebo k celkové hustotě dopravy, která je zjišťována pomocí telematických zařízení. Takových výstupů lze dosáhnout díky nové generaci DIC, která umožňuje řešit dopravní dohled nehledě na velikost municipality či složitost dopravní infrastruktury. Nabyté informace jsou navíc

⁹¹ BKOM, Brněnské komunikace. *Centrální technický dispečink* [online]. [cit. 2019-01-23]. Dostupné na WWW: <https://www.bkom.cz/sprava-a-udrzba-komunikaci/centralni-technicky-dispecink-52>

archivovány pro potřeby statistiky, vyhodnocování dat, a následné analýzy trendů dopravy, pro možné budoucí implementace nových řešení.⁹²

Obrázek 24 DIC Brno



Zdroj: <https://www.doprava-brno.cz/>

Brno navíc připravuje aplikaci pro veřejnost, která bude sloužit i samotnému městu na cestě ke Smart City, s názvem **SMARTiC CITY**. Aplikace bude schopná generovat reporty ze sektoru dopravy, hospodaření města, bezpečnosti a životního prostředí, ale také z využití celkového území. Z DIC si bude brát informace o uzavírkách, stupních dopravy a o parkování. Zkušební verze programu je již nyní dostupná na adrese <http://demo.smartic.cz/portal/Menu>.⁹³

Chytrá silnice

Do dopravní telematiky lze zahrnout nový pojem, který Brno použilo snad jako vůbec první město z celé České republiky. Jde o pojem „**chytrá silnice**“, který není v dnešní době moc rozšířený. Přeci jen silnice, která je vybavena chytrými telematickými prvky, či prvky chytrého parkování je již sama o sobě chytrá? V Brně jsou však ještě dál – jak prozradil správní ředitel společnosti BKOM, pan Roman Nekula, Brno se chystá do zavádění nových komunikačních systémů přímo do vozidel, čímž zpřístupní jejich řidičům řadu výhod.

⁹² VARS Brno. *Dohled dopravy a poskytování dopravních informací* [online]. [cit. 2019-01-10]. Dostupné na WWW: <http://www.vars.cz/dohled-dopravy-ve-meste>

⁹³ VARS Brno. *VARs SMARTiC* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné na WWW: <http://demo.smartic.cz/portal/Menu>

Integrovaná jednotka bude informovat o kolonách, o nebezpečných situacích, které jsou již častou součástí silničního provozu, nebo například o blížícím se vozidlu IZS.⁹⁴ Pro spuštění pilotního testu budou jednotkami vybavena vozidla samotného města. Do budoucna v Brně také nevidí problém, neboť by podobné jednotky měly být součástí nově vyráběných vozidel. Projekt začnou zástupci města testovat od roku 2019, na jeho výsledky si tedy budeme muset ještě minimálně rok počkat, což je doba vyhraněná na toto testování.⁹⁵

Chytré parkování

Brno řeší problém s parkováním již řadu let. Proto přišlo roku **2015** s pilotním projektem vybudování chytrých parkovacích míst. Tehdy město nechalo zmodernizovat čtyřicet parkovacích míst v jeho centru, čímž si chtělo ohlídat správný výběr parkovného – a výsledky se dostavily. Po skončení pilotního provozu se ukázalo, že **mělo v městské pokladně skončit 350 tisíc korun, doopravdy řidiči zaplatily necelou polovinu z toho.**⁹⁶ A to byl výsledek pouze ze 40 sledovaných míst. Dále to souvisí, podobně jako v Praze, s hlídkováním strážníků nad těmito místy a udržováním dohledu nad neplatiči. Při pokrytí celého města by strážníci byli vždy tam, kde jsou zrovna v daný okamžik nejvíce zapotřebí. Brno i k těmto účelům využívá několik PDZ a informačních tabulí, které mimo údaje o volných parkovacích místech navigují řidiče městem tím, vyobrazují provoz omezující překážky v průjezdu městem. Všechna data jsou opět koordinována operačním střediskem CTD BKOM, které udržuje nad městem dohled a v reálném čase spravuje informace promítající se nejen na PDZ.

Od 1. září 2018 navíc začal ve městě platit nový systém parkování, který vznikl ku podpoře rezidentů, aby mohli lépe zaparkovat v okolí svého bydliště.⁹⁷ Brno se tak podobně jako Praha, rozdělilo na několik parkovacích zón. Ty jsou dále rozděleny dle pobytu, a to na rezidenty, abonenty a návštěvníky. K výběru poplatků jsou dostupné platební automaty, u kterých již není nutné platit mincemi, ale přes mobilní telefon. Mapa těchto zón, společně

⁹⁴ BKOM, Brněnské komunikace. *Brno otestuje „chytré“ silnice* [online]. 2018, [cit. 2019-01-05]. Dostupné na WWW: <https://www.bkom.cz/informacni-centrum/napsali-o-nas-17/brno-otestuje-chytre-silnice-149>

⁹⁵ LIDOVKY. *Brno bude průkopníkem v zavádění „chytrých“ silnic* [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: https://www.lidovky.cz/byznys/eventy/brno-bude-prukopnikem-v-zavadeni-chytrych-silnic.A180503_131805_ln_byznys_eventy_mate

⁹⁶ JELEN, Tomáš. *V Brně testují chytré senzory pod parkovacími místy. Mají zlepšit výběr parkovného.* iROZHLAS [online]. 2015, [cit. 2019-01-17]. Dostupné na WWW: https://www.irozhlas.cz/regiony/v-brne-testuji-chytre-senzory-pod-parkovacimi-misty-maji-zlepsit-vyber-parkovneho_201506080938_mhromadka

⁹⁷ Parkování v Brně [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné na WWW: <https://www.parkovani.vbrne.cz/>

s rozmístěním platebních automatů, je dostupná na webové adrese <https://www.parkovanivbrne.cz/parkovaci-zony-na-mape>.

Chytré semaforey

Ohledně **chytrých semaforů**, tak stejně jako v Praze, tak i v Brně se **chytré prvky SSZ osvědčily**. Koncem roku 2017 zde bylo osazeno moderními technologiemi 100 křižovatek ze 150.⁹⁸ Ty jsou využívány převážně k podpoře tramvajové dopravy tím, že upravují zelenou vlnu tak, aby tramvaj nemusela vůbec zpomalovat, a mohla křižovatkou projet bez časové ztráty. Dále jejich monitoring slouží k vyhodnocení hustoty dopravy, což jsou údaje použitelné pro výše uvedené systémy typu DIC.

Bikesharing a carsharing

V Brně, jakožto v druhém největším městě naší republiky, je možno zaznamenat obdobnou snahu provozovatelů sdílení těchto dopravních prostředků, podobně jako tomu bylo u Prahy. Těmi nejzvučnějšími jmény jsou mimo jiné opět Rekola a Velonet, která zastupují sdílení jízdních kol, carsharing zde zastupují AJO sharing, Car4way a Autonapůl.

⁹⁸ PES. *Řidiči v Brně budou moci chytře parkovat. Systém je zatím ve vývoji*. ČT24 [online]. 2017, [cit. 2019-01-12]. Dostupné na WWW: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/2159244-ridici-v-brne-budou-moci-chytre-parkovat-system-je-zatim-ve-vyvoji>

4.1.3 Plzeň

Plzeň, coby čtvrté největší město České republiky, zaujímá své čestné místo v seznamu těch „nejchytřejších“ měst. V Plzni žije přibližně 170 tisíc obyvatel a její silné umístění v západních Čechách je umocněno dálnicí D5, která jí prochází a dále vede na důležitý hraniční přechod Rozvadov. Je tedy důležité zajištění vysoké koordinace dopravy a její analýzy, vhodné pro zpracovávání dalších plánů.

Město Plzeň, podobně jako většina větších měst, měří hustotu dopravy pomocí indukčních smyček, jejichž výstupy jsou zveřejňovány formou otevřených dat a slouží pro strategická rozhodování o dopravě, nebo k zpřesnění modelu hustoty dopravy. Plzeň má mimo jiné rozsáhlý kamerový systém, který slouží jak pro potřeby bezpečnostní, ale také pro předávání informací řidičům v reálném čase, například o průjezdech problémovými úseky.

Chytré parkování

V Plzni funguje několik **parkovacích domů**, jejichž informace o dostupných parkovacích místech jsou zjišťována množstvím vydaných lístků z parkovacích automatů. Mimo parkovací domy lze parkovat i po centru města, které je rozděleno dle parkovacích zón. Myšlenka zón se v této práci, a koneckonců ve větších městech, praktikuje stále častěji, neboť jejich častým iniciátorem bývá nedostatek volných míst pro rezidenty. Data o vytíženosti parkovišť a tarifech jednotlivých parkovacích zón jsou dostupná na webové adrese <http://www.parkingplzen.cz/>.

Chytrým parkováním se začala zabývat plzeňská Západočeská univerzita, která se v rámci svého projektu Smart Campus snaží transformovat stávající školní areál v areál chytrý. A právě chytrým parkováním projekt v roce **2018** začal. V praxi se jedná o to, že se univerzitní tým domluví s dodavateli prvků chytrého parkování na testování jejich výrobků, která následně plánují integrovat dohromady. Jako první začal s in-ground senzory od společnosti **ČD – Telematika**, která poskytla své senzory, s garantovanou životností baterie na 5 let. Cílovým stavem však není pouhá přeměna areálu, ale rozšíření povědomí o možnostech využití těchto řešení a jejich popularizace pro širokou veřejnost.⁹⁹ Technologickou základnu navíc město vybudovalo již roku 2017, kdy spustila samostatnou

⁹⁹ OSM. *Na ZČU v Plzni se testují speciální parkovací senzory*. Plzeň.cz [online]. 2018, [cit. 2019-01-04]. Dostupné na WWW: <https://www.plzen.cz/na-zcu-v-plzni-se-testuji-specialni-parkovaci-senzory/>

sít' pro IoT, která pokrývá celé město, a v době zpracovávání této práce na ní bylo připojeno k padesátce zařízení.¹⁰⁰

Chytré semaforey

Co do **chytrých semaforů**, tam město přizpůsobilo jejich provoz vozidlům městské hromadné dopravy (dále jen „MHD“) a SSZ v Plzni upřednostňuje jejich průjezd křižovatkami na úkor ostatní dopravy. Pro MHD dále město vyvinulo **mobilní aplikaci mojeMPDP**, která získává reálné informace o příjezdových časech veřejné dopravy. Tyto informace jsou dále promítány na informační tabule rozmístěné na zastávkách. V plzeňské MHD se dále, jako první v České republice, dá platit bankovní kartou.

Nutno podotknout, že Plzeň nemá k chytrým řešením vůbec daleko, ba naopak, z českých měst k němu má skoro nejbliže. Na okraji města totiž vznikl polygon, který reprezentuje chytrá řešení v praxi. Jemu se věnuje část kapitoly **Smart City Polygon**.

Bikesharing a carsharing

Bikesharing ve městě obstarává společnost Kolem Plzně, která se dá ve městě považovat za nejrozšířenější. **Carsharing** zde zastupuje program Karkulka, od Plzeňských městských dopravních podniků, kteří tím přišli na způsob, jak městu ulevit a ušetřit výdaje jeho rezidentům.

Smart City Polygon

Koncept chytrého města se skládá ze soustavy vzájemně propojených systémů a prvků, které spolu komunikují a vzájemně spolupracují. Je však obtížné představit si, jakým způsobem se tak děje. K lepšímu pochopení a k případnému načerpání inspirace pro zlepšování dalších měst, slouží ojedinělý projekt, který nemá ve střední Evropě obdoby. Je jím plzeňský Smart City Polygon, který je výsledkem více než roční intenzivní spolupráce společností E.ON a OMEXOM GA Energo. Ten si klade za cíl představit technologie chytrého města v praxi.

Celý areál je vybaven ucelenými systémy pro zvýšení bezpečnosti obyvatel, zlepšení ochrany majetku, životního prostředí, zvýšení průjezdnosti lokalitou zlepšení bezpečnosti chodců.

¹⁰⁰ IOT Plzeň. *Internet věci Plzeň* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné na WWW: <https://iot.plzen.eu/>

Podle pana Zdeňka Židka, generálního ředitele společnosti OMEXOM GA Ergo, se nejedná o chytré město pouze tehdy, pokud využívá speciální a nové technologie – jde o používání známých a osvědčených řešení, ale efektivnějším způsobem. Dále doplňuje, že **smyslem a cílem chytrého města je spokojený občan**. A to je také ten výsledek, ke kterému všechny kroky spějí – ke spokojenosti a zvýšenému užítku lidem. Zde je však patrná ostražitost občanů, zejména co se týče bezpečnosti a ztráty soukromí. Mnoho lidí má pocit, že je všechny tyto kamery, senzory či čidla, byť mají funkci výhradně bezpečnostní povahy, připravují o soukromí. Tématu bezpečnosti a ztráty soukromí je v této práci vyčleněna kapitola 3.3, není to však hlavní téma této práce a to především, je to problematika, která má tolik úskalí a téma je to natolik subjektivní, že se mu tato práce věnuje pouze okrajově.

Teď už však k polygonu. Ten je plně vybaven všemi kritickými prvky co do bezpečnosti a zvýšení komfortu obyvatel a dopravy. Jakožto autor této práce jsem se do prostor plzeňského areálu vydal za účelem načerpání více informací a jejich získání z první ruky. **První část** kapitoly posloužila jako úvod a přehled o tom, co se na adrese polygonu nachází. Její **druhá část** poslouží jako průvodce celým areálem od vstupní brány, až po řídicí centrum. V ideálním případě by řádky níže mohly být určitým podnětem pro obce či jiné subjekty, pro zamyšlení se nad tím, zda by právě jim nemohly být prvky, které jsou použity v polygonu, nějakým způsobem nápomocné. Pomocí některých lze lépe korigovat doprava, některé zase zvyšují bezpečnost obyvatel.

Příjezd do areálu

Již samotný příjezd do areálu ukazuje, jakým způsobem se může IoT ubírat v rámci dopravní bezpečnosti. Vjezd do areálu je zabezpečen bezpečnostní závorou, propojenou s kamerou snímající registrační značku vozidla. Ta po zaznamenání vozidla dokáže určit, zda se jedná o vozidlo osobní či nákladní, což je informace jako každá jiná, a i ta může sloužit jako podklad pro další nápady a návrhy. Po přečtení registrační značky vozidla systém vyhodnotí, zda se jedná o vozidlo mající přístup do areálu, respektive zda je jeho značka evidována v místním systému nebo nikoliv. V případě, že se jedná o registrovanou osobu se závora otevře, a na obrazovce nacházející se ihned za bránou (obr. č. 25) se rozsvítí požadované parkovací místo, které je řidiči přiděleno ať už na základě volných parkovacích míst, nebo na základě rezervačního systému, kde si může řidič rezervovat místo jen pro sebe.

Obrázek 25 Příjezd do areálu polygonu



Zdroj: web ecoFuture¹⁰¹

Využit lze také venkovního RFID snímače (obr. č. 26), který najde využití při špatných povětrnostních podmínkách nebo při nemožnosti systému registrační značku přečíst. Stačí přiložit naprogramovanou ID kartu a závora si otevřít takto. Vhod přijde zřejmě i majitelům motocyklů, kteří mohou mít se čtením svých registračních značek potíže.

Obrázek 26 RFID snímač při příjezdové bráně



Zdroj: autor

Samotný příjezd vozidla do areálu je navíc monitorován senzorem **SPINWIRE**, který zde našel uplatnění již v několika různých provedeních. Na vjezdu slouží jako rychlostní radar a počítadlo vozidel zároveň.

¹⁰¹ MÍKA, Petr. *Jak bude vypadat chytré město budoucnosti? Odpověď najdete nedaleko Plzně.* ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/jak-bude-vypadat-chytre-mesto-budoucnosti-odpoved-najdete-nedaleko-plzne>

Chytré parkování

Plzeňský polygon chytrého města se problémem parkování zabývá také. Zde je opět využit kabelový systém **SPINWIRE**, který je zde rozveden po všech parkovacích místech. Ten je doplněn o speciální kamery, osazené softwarovými doplňky. Kamerový dohled je zde vybaven technologií **Parking Detection**, o jejímž fungování již bylo řečeno v kapitole 3.4.4.2, o kamerovém dohledu. Na obrázku níže (č. 27) je znázorněn pohled na areál z hlavní kamery, spolu se všemi vozidly. Dále je na obrázku patrné rozlišení jízdních pruhů podle směru jízdy. Vozidlo couvající proti směru jízdy vykazuje v řídicím centru hlášku „wrong way“, tedy špatný směr, spolu s jeho trajektorií.

Obrázek 27 Kamerový pohled na areál polygonu s hlídáním špatného směru



Zdroj: autor

Jednotlivá parkovací místa jsou navíc vybavena doplňkovou LED signalizací, která dává jasně najevo, jaké místo je zrovna volné, obsazené, či rezervované (viz obr. č. 28).

Obrázek 28 Parkovací místa označena LED signalizací



Zdroj: web ecoFuture¹⁰²

¹⁰² MÍKA, Petr. *Jak bude vypadat chytré město budoucnosti? Odpověď najdete nedaleko Plzně.* ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/jak-bude-vypadat-chytre-mesto-budoucnosti-odpoved-najdete-nedaleko-plzne>

Chytré osvětlení

Chytrá města lákají především maximalizací efektivity užívaných zařízení. A veřejné osvětlení je něco, co nemůže chybět v žádné obci, ať už je jakýchkoliv rozměrů a plzeňský areál ukazuje, jak je možné na svícení ušetřit. Řešením jsou úsporné LED lampy (obr. č. 29), které svítí naplno pouze tehdy, zaznamenají-li v okolí nějaký pohyb. V klidovém režimu svítí lampy na pouhých 20 % svého výkonu. Lampa vyhodnotí pohyb na základě čidla, umístěného na vrcholu každého osvětlovacího zařízení. Nepříznivě se však pro mnohé jeví cena, která je zhruba pětikrát vyšší než pořizovací cena klasické sodíkové výbojky. Ta stojí přibližně 3000 Kč, kdežto LED lampa zhruba 15 000 Kč. Jejich energetická náročnost je však nesrovnatelně nižší než jejich sodíkoví předchůdci a je na uvážení, zda je výhodnější častěji platit menší sumu za výměnu žárovek než jednou investovat více do tohoto řešení. Jako podpůrný zde je i fakt, že LED lampy jsou svou energetickou úsporou, šetrnějšími k životnímu prostředí.

Obrázek 29 Chytré osvětlení



Zdroj: web ecoFuture¹⁰³

Chytrý přechod pro chodce

Bezpečnost obyvatel je jedním ze základních faktorů chytrého města. Vždyť jsou to právě místní obyvatelé, na kom ve městě nejvíce záleží a kdo je potřeba chránit. Spolu se stále přibývajícím vozidly, je na bezpečnost obyvatel kladen mnohem vyšší důraz. Setkáváme se proto s různými omezeními pro řidiče, jakým může být mimo jiné snižování

¹⁰³ MÍKA, Petr. *Jak bude vypadat chytré město budoucnosti? Odpověď najdete nedaleko Plzně.* ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/jak-bude-vypadat-chytre-mesto-budoucnosti-odpoved-najdete-nedaleko-plzne>

rychlostí v blízkosti přechodů. Stále více přechodů navíc bývá osvětlených, aby si ho řidiči mohli bezpečně všimnout i z větší vzdálenosti. Pomocí technologie SPINWIRE však zástupci společností E. ON a Omexom GA, dotáhli projekt chytrého přechodu opět o kousek dál. Čidla ve vozovce, potažmo v chodníku, rozpoznají chůzi člověka spolu s jeho úmyslem přechod přejít. Ten se v tom okamžiku rozsvítí červenými barvami (obr. č. 30), aby bylo jasné, že se v jeho blízkosti pohybuje osoba, která bude pravděpodobně vozovku přecházet. Jakmile přejde, přechod se opět rozsvítí standardními barvami, kterými v nejčastějších případech bývají zelená, či modrá.

Obrázek 30 Chytrý přechod pro chodce



Zdroj: web Smart City Polygonu¹⁰⁴

Bezpečnost

Jak již bylo řečeno výše, bezpečnost je pro chytrá města velice důležitá. V plzeňském polygonu jich funguje hned několik. Jeho hranice jsou doslova lemovány bezpečnostními kamerami, které neustále snímají strategicky důležitá místa tak, aby při sebemenší odchylce od normálního stavu daly okamžitě vědět řídicímu centru, jehož operátor bude na změnu v prostředí reagovat. Kamery disponují nočním viděním, takže o ztrátu bezpečnosti nedojde ani v noci nebo v zimních obdobích, kdy se doba, po kterou je dobře vidět, rychle zkracuje. Nebyl by to však dostatečně chytrý systém, aby se spoléhal pouze na vizuální stránku. Po celé délce plotu jsou rozmístěny senzory, zaznamenávající vibrace. Dojde-li například

¹⁰⁴ SMART CITY POLYGON. *Inteligentní přechod pro chodce* [online]. [cit. 2018-11-13]. Dostupné na WWW: <http://smarcitypolygon.cz/project/inteligentni-prechod-pro-chodce/>

k přelézání plotu, senzor zachytí vibraci, odešle informaci do řídicího centra, a automaticky spouští kameru, která má daný úsek pod dohledem. Na obrázcích níže je vyobrazeno zařízení, na detekci vibrací (obr. č. 31), na dalším obrázku je vidět pokrytí celého areálu jednotlivými kamerami, spolu s jejich zorným polem. (obr. č. 32)

Obrázek 31 *Vibrační senzor*



Zdroj: web ecoFuture¹⁰⁵

Obrázek 32 *Pokrytí areálu kamerami systémem PD*



Zdroj: autor

¹⁰⁵ MÍKA, Petr. *Jak bude vypadat chytré město budoucnosti? Odpověď najdete nedaleko Plzně.* ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/jak-bude-vypadat-chytre-mesto-budoucnosti-odpoved-najdete-nedaleko-plzne>

Řídicí centrum

Jako poslední část celého komplexu je řídicí centrum (obr. č. 33), které může být označováno také mozek všech instalovaných prvků. Jeho ovládání není ani tak složité, jak by mohlo zdát. Klíčovým prvkem je zde učící se software, který je napojen na datové centrum polygonu. Ten také spravuje většinu ovládacích prvků, ať už se jedná o informační LED tabuli, nastavení klimatizace, či další funkce pro inteligentní ovládání budov. Mimo to odsud probíhá veškerá konfigurace instalovaných prvků, spolu s vyhodnocováním nasbíraných dat a jejich dalším využitím.

Obrázek 33 Řídicí centrum



Zdroj: autor

Provázanost jednotlivých prvků s IoT je zde klíčová a všudypřítomná. Bez dokonalé spolupráce podsystémů mezi sebou, by byla užitná hodnota každého ze zařízení prakticky nulová. Je to právě internet, co dává všemu na něj připojenému, zbrusu nové funkce a možnosti dalšího využití.

4.1.4 Třebíč

Dalším městem, tentokrát zástupcem krajských měst této práce, je město Třebíč. S počtem obyvatel okolo 37 tisíc se řadí na druhé místo, coby největší město kraje Vysočina, hned po Jihlavě. Jedná se o další z pokrokových měst, neboť se netají svou vášní a rozvíjejícími projekty, směřujícími naproti k chytrému městu. I proto realizovala roku 2017 projekt s názvem „Třebíč na cestě ke Smart City“, kde vytyčuje jednotlivé strategie, které budou v tomto ohledu podnikány. Části níže se budou věnovat obvyklým segmentům města, jako tomu bylo i u předešlých měst.

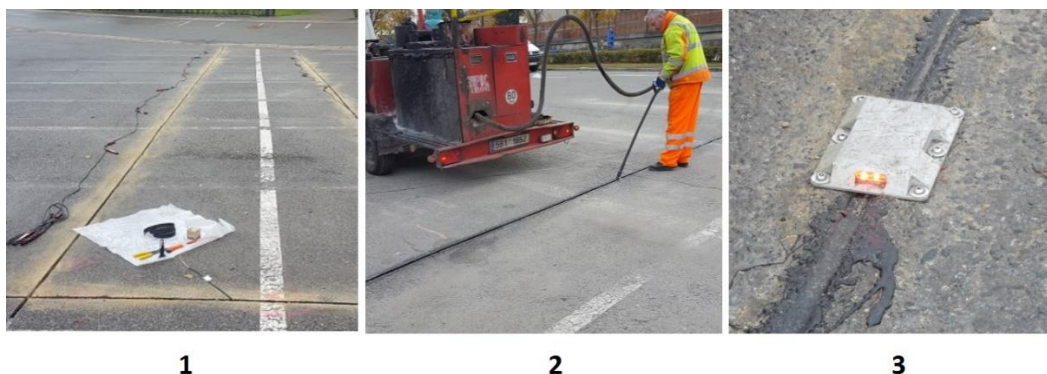
Chytré parkování

Parkování v Třebíči zaznamenalo velký skok v roce **2018**, kdy město realizovalo modernizaci parkoviště na Komenského náměstí. Zakázka za necelé dva miliony korun v sobě ukrývá renovaci 117 parkovacích míst a systém, který byl v této práci již popsán, a tím je **SPINWIRE**. Pro připomenutí se jedná o kabelový systém, rozvedený pod povrchem vozovky, detekující změny v magnetickém poli. Podle toho pozná, zda se nad ním nachází vozidlo, nebo nikoliv. Jeho výhodou je v ukrytí pod vozovkou, není tak náchylný na vnější vlivy a jeho správa je možná na dálku s tím, že vyžaduje minimum údržby.¹⁰⁶ Parkování s sebou přineslo i nové PDZ, které řidičům ukazuje, zda je na parkovišti ještě místo, ty nechalo město vybudovat celkem tři. Obsazenost si mohou řidiči zjistit i sami před jízdou, a to na webové adrese <https://www.spinpark.cz/>. Další implementací tohoto řešení je upozorňování strážníků přes aplikaci o překročení doby parkování u jednotlivých vozidel.¹⁰⁷

¹⁰⁶ JAKUBCOVÁ, Hana. *Odolá bouři, dešti. Chytré parkoviště bude mít Třebíč ještě na podzim*. Třebíčský deník [online]. 2018, [cit. 2019-01-15]. Dostupné na WWW: https://trebicky.denik.cz/zpravy_region/odola-bouri-desti-chytre-parkoviste-bude-mit-trebic-jeste-na-podzim-20180816.html

¹⁰⁷ JAKUBCOVÁ, Hana. *Chytré parkoviště pošle „hlášku“ strážníkům. Odhalí neplatice*. Třebíčský deník [online]. 2018, [cit. 2019-01-15]. Dostupné na WWW: https://trebicky.denik.cz/zpravy_region/chytre-parkoviste-posle-hlasku-straznikum-odhali-neplatice-20181219.html

Obrázek 34 Instalace SPINWIRE v Třebíči



Zdroj: konzultace SPINWIRE¹⁰⁸

Na obrázku č. 34 výše je vyobrazena instalace ve třech rychlých krocích, kde první krok spočívá ve vyhloubení drážky pro položení kabelového senzoru detektoru. Druhým krokem je jeho zaasfaltování s vyvedením kabelů pro LED signalizaci, v tomto případě připravenou svítit červeně nebo zeleně, v závislosti na obsazenosti daného místa. Samozřejmostí je uvedení senzorů do provozu, a to propojením s řídicí jednotkou.

Přeměna parkoviště na Komenském náměstí byl pilotní projekt, po jehož vyhodnocení a sledování změn v chování řidičů, se bude město rozhodovat dále, zda revitalizovat i další parkovací plochy.¹⁰⁹ Pozoruhodný je i fakt, že **instalace osazení těchto parkovacích míst trvala pouhé dva dny**, a to včetně všech potřebných prací.

Chytré semaforey

Zavádění chytrých semaforů bylo tématem kraje Vysočina již roku 2011. Tehdy jimi byla vybavena čtyři města, včetně Třebíče. Těmi dalšími byl Havlíčkův Brod, Žďár nad Sázavou a Pelhřimov. Stalo se tak kvůli stále se zvyšujícímu počtu vozidel, které městy projíždějí, a zvyšují tak riziko nebezpečí. Semaforey budou vybaveny čidly, která jsou v častém případě propojena s radarem na měření rychlosti, nebo tuto činnost dokáží zastávat sama za sebe. V dalším případě budou tato čidla umístěna mimo samotný semafor, se kterým však budou komunikovat. V případě, že čidlo zaznamená na přijíždějícím vozidle rychlost vyšší, než je rychlost v daném místě přípustná, rozsvítí na semaforu červenou a vozidlo tak

¹⁰⁸KŘIVÁNEK, Lubomír. SPINWIRE – konzultace parkovacích systémů. Praha, 20.01.2019

¹⁰⁹JAKUBCOVÁ, Hana. *Chytré parkoviště pošle „hlášku“ strážníkům. Odhalí neplatiče.* Třebíčský deník [online]. 2018, [cit. 2019-01-15]. Dostupné na WWW: https://trebicky.denik.cz/zpravy_region/chytre-parkoviste-posle-hlasku-straznikum-odhali-neplatice-20181219.html

donutí zastavit. Pokud je rychlost v pořádku, rozsvítí zelenou a vozidlo může bez problému projet.¹¹⁰

Třebíč chystá na jaře roku 2019 důkladné snímání dat formou radarů a kamer, souvisejících s nastavením nových signalizačních plánů pro řízení dopravy. To opět jak pro zvýšení bezpečnosti hlídáním povolené rychlosti, ale také pro zefektivnění průjezdu městem, či pro lepší rozplánování zelených vln, v kombinaci s ostatními SSZ. Starosta obce Třebíč se dále nechal slyšet, že po čtvrt ročním běhu systému proběhne první vyhodnocení, na jehož základě bude možné do budoucna do těchto zařízení implementovat další vyhodnocovací záležitosti.¹¹¹

¹¹⁰ VOKÁČ, Martin. *Na Vysočině koupí chytré semaforey, přibrzdí řidiče ve čtyřech městech*. iDNES [online]. 2011, [cit. 2019-01-27]. Dostupné na WWW: https://www.idnes.cz/jihlava/zpravy/kraj-koupi-inteligentni-semaforey-pribrzdi-ridice-ve-ctyrech-mestech.A110921_1655429_jihlava-zpravy_bor

¹¹¹ MIC. *Chytrý systém vyhodnotí i náladu lidí*. Horácké noviny [online]. 2019, [cit. 2019-02-15]. Dostupné na WWW: <http://www.horacke-noviny.com/zprava-chytry-system-vyhodnoti-i-naladu-lidi-6992.htm>

4.1.5 Kolín

Kolín je okresní město s počtem obyvatel kolem 31 tisíc, ležící ve Středočeském kraji. Je to také město, které je známé pro svá smart řešení, kterým se věnuje již několik let, a za což získalo již řadu ocenění. Tím nejzajímavějším je celkové prvenství v soutěži Chytrá radnice, coby nejchytřejší město České republiky za rok 2017.¹¹² Oblastí, ve kterých se Kolín snaží jít příkladem všem ostatním městům, je hned několik. Například mimo dopravy přišlo město s revoluční myšlenkou jednoho unikátního čipu, který slouží prakticky na všechno.

Kolínská klíčenka

Jeden čip, který vydá hned za několik kartiček, či různých poukazů všeho druhu – to je vize, kterou Kolín zavádí do praxe od roku **2017**. I přesto, že se nejedná o přímý zásah IoT do silniční dopravy, svou část zde i tak zastává. Klíčenka prozatím má, a i tomu tak bylo zamýšleno od zavedení projektu, využití pouze pro žáky zdejších základních škol. Těm funguje mimo jiné jako klíč od školních prostor, žáci si na ní nahrávají obědy ve školní jídelně, nebo si na ní lze nabíjet kredit, kterým děti mohou následně platit. Co se týče dopravy, zde funguje jako předplacený kupon na městskou hromadnou dopravu (MHD).¹¹³

Chytré parkování

Chytré parkování v Kolíně obstarávají výrobky švýcarské společnosti Paradox Engineering, respektive jejich produkty modelové řady Tinynode. Ty fungují na principu již několikrát zmiňovaných změn v elektromagnetickém vlnění.¹¹⁴ Obec se rozhodla pro využití instalace těchto senzorů přímo do vozovky, respektive jejich zapuštěním do ní. Obrázek č. 35 je pořízen přímo na kolínském náměstí, konkrétně na parkovacím místě před radnicí.

¹¹² CHYTRÁ-RADNICE. *Výsledky soutěže Chytrá radnice 2017* [online]. [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <http://www.chytra-radnice.cz/o-soutezi/vysledky-2017/>

¹¹³ CITY:ONE. *Kolínská chytrá klíčenka*. In: CITY:ONE. Česká republika, 2017, s.14-15.

¹¹⁴ TINYNODE, *Tinynode A4 and B4 sensors product brochure* [online]. 2018, [cit. 2019-02-05]. Dostupné na WWW: https://www.pdxeng.ch/wp-content/uploads/2018/05/Tinynode_A4-and-B4-product-brochure_2018.pdf

Obrázek 35 Parkovací čidlo Tinynode, použití v Kolíně



Zdroj: web ecoFuture.com¹¹⁵

Samozřejmostí při použití chytrých senzorů je jejich provázanost s mobilní aplikací, v tomto případě i s parkovacími automaty. Aplikace navíc umožňuje správu parkovného poskytnutím upozornění skrze mobilní telefonu majiteli vozidla, že se platnost jeho předplaceného parkovacího stání blíží k expiraci. Tu si může pomocí pár kliků prodloužit, vše bez nutnosti použití papírových lístků. Výstupy z aplikace, používají i jednotky městské policie a podobně jako v Praze, tak i oni její pomocí dohlíží nad dodržováním plateb za parkovné.¹¹⁶

Důležitým prvkem v oblasti chytrého parkování a v distribuci dat řidičům, je proměnné dopravní značení. PDZ zde plní funkci určitého druhu navigace, kdy je schopná poskytnout řidičům informace o tom, zda se jim na vybrané parkoviště vůbec vyplatí jet, případně kolik míst na něm zbývá neobsazených.¹¹⁷

¹¹⁵ MÍKA, Petr. *Na návštěvě v Kolíně, v nejchytřejším městě České republiky*. ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/na-navsteve-v-koline-v-nejchytrejsim-meste-ceske-republiky>

¹¹⁶ MÍKA, Petr. *Na návštěvě v Kolíně, v nejchytřejším městě České republiky*. ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/na-navsteve-v-koline-v-nejchytrejsim-meste-ceske-republiky>

¹¹⁷ MALÁ, Gabriela. *Parkování*. MU Kolín [online]. 2016, [cit. 2019-02-02] Dostupné na WWW: <http://www.mukolin.cz/cz/o-meste/smart-city-kolin/parkovani/>

Obrázek 36 Proměnné dopravní značení v Kolíně



Zdroj: web EcoFuture¹¹⁸

Taková značení najdeme ve městě celkem 4, ta jsou navíc velice dobře strategicky rozmístěna. Jedno se nachází v centru města, zbylá 3 vítají řidiče při jejich příjezdu do něj. Pokud tedy řidiči mají zájem na tom, aby v centru Kolína odstavili svůj vůz, informační tabule jim dokáží poradit a navést je na to nejméně vytížené.¹¹⁹ Příklad takové tabule, zachycené přímo v Kolíně, je vidět na snímku č. 36.

Chytré semaforey

Ani v oblasti chytrých semaforů Kolín nezůstává pozadu. Město přišlo s návrhem, jak zlepšit průjezd křižovatkami složkám IZS, a to upřednostňováním jejich vozidel před ostatním provozem. V praxi to funguje tak, že se do softwaru semaforů přidá řídicí jednotka, která je současně instalována i v daném vozidle. Jakmile se obě zařízení nachází v dosahu od 400 do 600 metrů od sebe, řídicí jednotka vydá impuls, což na semaforu rozsvítí červenou pro všechny směry a umožní tak vozidlu IZS bezproblémový a čistý průjezd vyklizenou křižovatkou. U projektu se však již objevilo několik otázek, a to například doba, kterou na samotné křižovatce trvá takový „úklid“. Respektive to, jak rychle jsou vozidla schopna křižovátku opustit, či zastavit na místě. Vzhledem k tomu, že se v rámci testování tohoto programu používá křižovatka ulic Legerova, Jaselská a Žižkova, je tato otázka na místě. Samotná křižovatka není od výjezdu vozidel záchranného sboru vzdálená na více než 500 metrů, tedy se jedná o hraniční vzdálenost, na kterou je čidlo semaforu schopné reagovat.¹²⁰

¹¹⁸ MÍKA, Petr. *Na návštěvě v Kolíně, v nejchytřejším městě České republiky*. ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/na-navsteve-v-koline-v-nejchytrejsim-meste-ceske-republiky>

¹¹⁹ MALÁ, Gabriela. *Parkování, celková situace*. MU Kolín [online]. 2016, [cit. 2019-02-02] Dostupné na WWW: http://www.mukolin.cz/prilohy/Texty/6174/8501_celkova_situace.pdf

¹²⁰ MARTINKOVÁ, Jana. *Speciální systém sanitě předem vyklidí křižovatku*. Kolínský deník [online]. 2017, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: https://kolinsky.denik.cz/zpravy_region/specialni-system-sanite-predem-vyklidi-krizovatku-20171128.html

5 Výsledky a diskuze

V této diplomové práci byla zpracována teoretická část na IoT v dopravě, včetně obecné charakteristiky IoT, průmyslu 4.0, který s tím souvisí, úskalí, která jsou s IoT spojená a dále jednotlivé prvky využívané v oblasti dopravy. V analytické části bylo charakterizováno několik měst České republiky a jejich úrovně zapracovanosti moderních prvků v řízení dopravy do praxe. V této části práce proběhne komparace těchto měst a prvků mezi sebou s cílem zjištění, zda je míra implementace IoT prvků do dopravního sektoru ovlivněno velikostí města. Dále zde budou obě části práce porovnány a na základě výsledků bude možno navrhnout opatření pro vylepšení současného stavu města, či daného prvku.

5.1 Vyhodnocení analytické části

Pomocí komparativní analýzy bude na jednotlivá města zpracována tabulka, která uvede všechny použité prvky IoT v oblasti dopravy. Každá z tabulek bude mít stejné hodnoty, které budou porovnány na základě výstupů z analytické části. Ty byly zpracovány na základě veřejně dostupných, případně interních zdrojů. Pro lepší orientaci budou mít tabulky jednotný formát, a to takový, aby byl identický s kapitolami celé práce. Postupně se budou ve všech městech, rozepsaných v analytické části, zkoumat následující indikátory:

- **Koncept Smart City** = vypracování dlouhodobé strategie v oblasti Smart City
- **Dopravní telematika** = úroveň zapracovanosti telematických systémů do praxe
- **Chytré parkování** = typ používaných senzorů
- **Chytré semaforey** = zda se ve městě vyskytují a jakou funkci plní
- **Bikesharing** = zda ve městě funguje, či nikoliv
- **Carsharing** = viz bikesharing; pokud ano, bude zahrnut počet společností

Praha se dle tab. č. 1 rozvoji konceptu Smart City věnuje v rámci programu Smart Prague 2030, kde vymezuje několik tematických okruhů. V jednom z nich plánuje zavedení celoměstské sdílené elektromobility, tedy jeden velký carsharing, pro co největší odlehčení pražské dopravy. Dále chystá inovaci již starých indukčních smyček a online zobrazování volných parkovacích míst po celém městě. Spolu s těmito a dalšími prvky, splňuje náležitosti této práce využitím všech IoT prvků, které v ní byly rozepsány.

Tabulka 1 Chytré dopravní prvky v Praze

Praha	
Koncept Smart City	Smart Prague 2030
Chytré parkování	Parkovací zóny, P+R
Chytré semaforey	Řízení zelené vlny, prioritní průjezd IZS
Bikesharing	Rekola, Velonet, Ofo
Carsharing	AJO sharing, Uniqway, Car4way, Autonapůl

Zdroj: vlastní zpracování

Strategie Brno 2050 také myslí na mobilitu a jak co nejvíce zmírnit dopady stávající dopravy. Se zavedením parkovacích zón město doufá v menší zátěž stávajícího uličního parkování. Prioritní průjezd IZS a projekt „chytré silnice“ jsou důležité kroky v rámci dopravní telematiky, na jež lze do budoucna velice dobře navazovat. Mimo jiné Brno disponuje všemi prvky IoT, o kterých se zmiňovala tato diplomová práce, viz tab. č. 2.

Tabulka 2 Chytré dopravní prvky v Brně

Brno	
Koncept Smart City	Strategie Brno 2050
Chytré parkování	Parkovací zóny pro rezidenty
Chytré semaforey	Prioritní průjezd vozidel IZS, projekt „chytré silnice“
Bikesharing	Rekola, Velonet
Carsharing	AJO sharing, Car4way, Autonapůl

Zdroj: vlastní zpracování

Plzeň (tab. č. 3) je jedno z ukázkových měst, co se týče konceptu Smart City. Monitoringem dopravy získává mnoho podnětů ohledně dopravy, čímž může lépe reagovat na její změny, případně přicházet s plány implementace. V reálném čase koriguje dopravu dle potřeby a s co nejmenšími zdrženými a nezahálí ani v oblasti parkování. Spolu s Prahou a Brnem splňuje i Plzeň všechny náležitosti, které byly v práci rozepsány.

Tabulka 3 Chytré dopravní prvky v Plzni

Plzeň	
Koncept Smart City	Smart City Plzeň
Chytré parkování	Kamerový dohled nad parkovišti P+R
Chytré semaforey	Prioritní průjezd vozidel MHD
Bikesharing	Kolemplzne
Carsharing	Karkulka od PMDP

Zdroj: vlastní zpracování

Třebíč (tab. č. 4) se mezi chytrá města řadí svou iniciativou zefektivňovat dopravu a činit tím život v obci snazším. Modernizací semaforů na reagování na rychlost se zvýšila bezpečnost na městských periferiích, svým dílem pomohla i modernizace parkoviště na Komenského náměstí. Absence bikesharingu a carsharingu ve městech menších velikostí není nijak závažná. Pokud se ve městě začnou objevovat potíže spojené s přemírou dopravních prostředků, je možné, že samo město přijde s iniciativou takového sdílení, jako tomu je například v Plzni s programem Karkulka.

Tabulka 4 Chytré dopravní prvky v Třebíči

Třebíč	
Koncept Smart City	Chytrá Třebíč – základ v Akčním plánu Strategického plánu rozvoje města Třebíč 2015-2019
Chytré parkování	SPINWIRE – 117 míst
Chytré semaforey	Reakce semaforů na zvýšenou rychlost
Bikesharing	-
Carsharing	-

Zdroj: vlastní zpracování

Kolín (tab. č. 5) se může právem pyšnit titulem jednoho z nejchytrějších měst České republiky. Spolu s implementací parkovišť o osazení senzory a prioritizací semaforů na průjezd jednotkami IZS, tvoří velice dobrý základ pro ukázkové město budoucnosti. Míra zapracovanosti sdílené mobility je zde podobně jako v Třebíči až na uvážení vedení obce, zda je taková investice nutná.

Tabulka 5 Chytré dopravní prvky v Kolíně

Kolín	
Koncept Smart City	Smart City Kolín
Chytré parkování	In-ground senzory – 7 parkovišť, celkem cca 420 míst
Chytré semaforey	Prioritní průjezd vozidel IZS na základě řídicí jednotky
Bikesharing	-
Carsharing	-

Zdroj: vlastní zpracování

5.2 Navrhovaná doporučení

Pomocí syntézy poznatků z teoretické a analytické části lze uvést několik doporučení, získaných z nabytí znalostí při psaní této práce. Tato doporučení budou mít charakter čistě informativní, jelikož nemusí být všechna z uvedených řešení aplikovatelných na všechna města obecně, vždy je potřeba posoudit jejich velikost, angažovanost v IoT a také finanční možnosti.

V rámci dopravní telematiky, která je důležitým prvkem pro dopravu v pohybu, jsou důležité chytré semaforey, nastavující interval dle hustoty dopravy. Toho se docílí jejich osazením kamerami s přidaným softwarem. Často se i v dnešní době stává, že semaforey svítí zbytečně i přesto, že křižovatky zejí prázdnotou. V opačném případě, pokud je intenzita dopravy vysoká, dokáží zkoordinovat intervaly s okolními SSZ, pro nastavení optimální doby, potřebnou pro bezproblémový průjezd křižovatkou. Výstupy z kamer poté nemají jediný benefit urychlení dopravy, slouží i jako záznamové zařízení nejen pro případ dopravních nehod, ale i pro následné analýzy dopravy. Tento druh semaforů je vhodný jak pro vytížené křižovatky, tak pro ty s menší koncentrací automobilů.

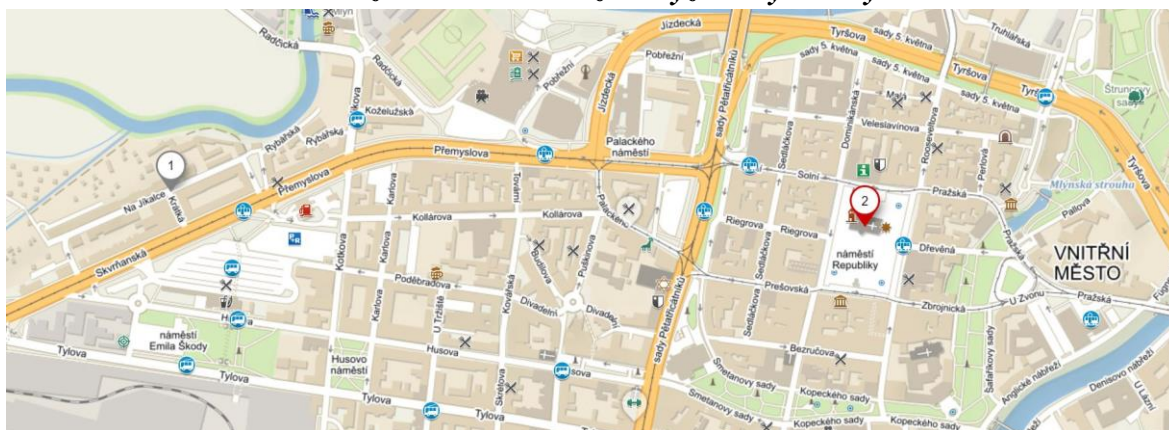
Doprava v klidu zahrnuje problémy s parkovacími místy – těch je stále méně, jelikož dopravních prostředků každoročně přibývá. Vzhledem k tomuto rostoucímu trendu je potřeba jejich využívání zefektivňovat. Zde nastupují parkovací senzory, hlídající jak vytíženost parkovišť, tak překročení uhrazené doby. PDZ poté informuje řidiče o obsazenosti parkovacích míst ještě před tím, než do obce vjedou. Mají tak jasnou informaci a nemusí po městě jezdit někdy až desítky minut, aby zjistil, zda na cíleném parkovišti vůbec zaparkovat lze.

Bikesharing a carsharing se v poslední době těší velké oblibě a zájem o sdílení dopravních prostředků neustále roste. Lze tedy říci, že se stává pro větší města efektivním nástrojem pro ulehčení dopravním situacím a ušetření nákladů. Není to nutné opatření pro menší obce, kde nejsou potíže s dopravou tak znatelné, navíc pořizovací náklady nejsou vždy nízké. Příkladem šla Plzeň, které městský carsharing funguje a plní svou funkci velice dobře.

5.3 Chytré parkování v centru Plzně

A právě směrem k Plzni směřuje i doporučení, vyplývající z této práce. Město se snaží vypořádat se stále se zvyšujícími počty automobilů vytyčováním parkovacích zón. Parkovací zónu F by autor doporučoval **osadit parkovacími čidly**, hlídajícími dobu stání a vytiženost parkoviště. Ta by byla na hlavní ulici Přemyslova pokryta PDZ, udávajícím **přehledné informace o dostupných parkovacích místech**. Součástí zmodernizování této parkovací zóny by byl i chytrý platební automat. V další fázi by bylo možné tyto informace dostávat k veřejnosti i pomocí mobilní aplikace. Toto řešení autor shledává jako vhodné, jelikož Plzeň provozuje vlastní IoT síť pro komunikaci těchto zařízení mezi sebou.

Obrázek 37 Centrum Plzně s vyznačenými body



Zdroj: mapy.cz

Parkovací zóna F se nachází v ulicích Na Jíkalce, Charvátova, Krátká a Rybářská, na jejichž území se již nyní nachází **120 parkovacích míst**. Parkoviště je označeno bodem č. 1 na obrázku 37, náměstí je označeno bodem č. 2. Jedná se o lokalitu velice dobrou, v docházkové vzdálenosti deseti až patnácti minut do centra města, navíc s dostupností MHD. V lokalitě se již nyní vybírá parkovné v hodnotě 10 Kč/hod. Tento tarif by po dobu testování zůstal zachován. Senzory spolu s instalací poskytne společnost **ČD – Telematika**, která nabízí bateriové senzory s tím, že cena jednoho senzoru nepřesáhne spolu s instalací 6000 Kč a životnost baterie je garantována výrobcem na nejméně **5 let bez nutnosti údržby**. Instalace spočívá v zavrtání senzoru do vozovky, jenž nezabere déle než půl hodiny. Dále je potřeba pořídit nový platební automat v hodnotě 200 000 Kč, jehož instalace a oživení přijde na dalších 10 000 Kč. Ty budou v nové parkovací zóně, z hlediska její rozsáhlosti, umístěny celkem tři. Cena jednoho PDZ je i s veškerou elektroinstalací, testováním a montáží 70 000

Kč. PDZ budou pro tyto potřeby využity dvě, každé v jednom směru silnice. Pro celkové náklady spojené s instalací (tab. č. 6) bylo vypočteno následující:

Tabulka 6 Pořizovací náklady, ceny uvedeny v Kč

Produkt	Cena za jednotku	Počet jednotek	Cena celkem
Parkovací čidlo	6 000	120	720 000
Platební parkovací automat	210 000	3	630 000
Proměnné dopravní značení	70 000	2	140 000
CELKEM			1 490 000

Zdroj: vlastní zpracování, ceny poskytnuty společností ČD – Telematika

Při pořizovacích nákladech vyčíslených na 1 490 000 Kč lze spočítat teoretické výdaje na jedno parkovací místo, které činí kolem 12 420 Kč. Při každém projektu je nutné zpracovat možnou návratnost dané investice, a ani zde tomu není jinak. V ideálním případě by doba návratnosti měla činit do jednoho roku od spuštění provozu. Jednotlivé varianty jsou k dispozici v tabulkách níže.

Tabulka 7 Realistická varianta návratnosti investice

Realistická varianta	
Počet obsazených míst	60
Doba stání všech vozidel v hod.	8
Tarif v Kč/hod.	10
$60 \times 8 \times 10 = 4\,800$ Kč/den	
$1\,490\,000 : 4\,800 = \mathbf{310}$ dnů	

Zdroj: vlastní zpracování

Realistická varianta (viz tabulka č. 7) počítá s poloviční vytížeností parkoviště a osmihodinovou dobou stání všech automobilů. Mohlo by tak být pro místní obyvatele, kteří v centru města pracují a potřebují zaparkovat v blízkosti zaměstnání, či stanice MHD.

Tabulka 8 Optimistická varianta návratnosti investice

Optimistická varianta	
Počet obsazených míst	120
Doba stání všech vozidel v hod.	8
Tarif v Kč/hod.	10
$120 \times 8 \times 10 = 9\,600$ Kč/den	
$1\,490\,000 : 9\,600 = \mathbf{155}$ dnů	

Zdroj: vlastní zpracování

Optimistická varianta (viz tabulka č. 8) počítá s plným vytížením parkoviště po dobu osmi hodin denně. Taková situace by mohla nastat v případě vyššího výskytu abonentů, či návštěvníků místních rezidentů. Přes den tato varianta počítá opět s odstavením vozidel za účelem docházky do zaměstnání.

Tabulka 9 Pesimistická varianta návratnosti investice

Pesimistická varianta	
Počet obsazených míst	40
Doba stání všech vozidel v hod.	5
Tarif v Kč/hod.	10
$40 \times 5 \times 10 = 2\,000$ Kč/den	
$1\,490\,000 : 2\,000 = 745$ dnů	

Zdroj: vlastní zpracování

Pesimistická varianta (viz tabulka č. 9) počítá s 33 % vytížením parkoviště a s pěti hodinovou dobou stání všech vozidel. Taková situace může nastat v případě parkování na jiných parkovištích, případně při využívání služeb sdílených dopravních prostředků, nebo MHD.

Dle zjištěných výsledků by byla možná návratnost investice během **310 dnů**, což je vzhledem k možnému množství minut, které lidé na těchto parkovacích stáních stráví déle, než by měli, přívětivé číslo. Z optimistické varianty byla vypočtena návratnost investice na **155 dní**. V případě pesimistické varianty, se kterou se v tomto návrhu také počítá, byla návratnost investice spočtena na **745 dnů**, což je o něco déle než dva roky. Při životnosti čidla, která je udávána na 5 let bez jakéhokoliv zásahu, je to však situace stále více než přiměřená.

Mimo jiné se jedná o další krok k tomu, stát se ještě chytřejším městem a načerpat cenné znalosti v rámci konceptu Smart City. Po vyhodnocení projektu, jenž by měl přinést výsledky během prvních několika měsíců by se město Plzeň mohlo rozhodnout, zda se touto cestou chytrého parkování vydat a modernizovat i další parkoviště, nebo zda od toho ustoupit a případně hledat jiná řešení. Z autorovy strany jde o návrh, který pomůže městu vytěžit důležitá data o obsazenosti parkovišť, možná i o smýšlení místních obyvatel, za poměrně ne tak vysokých nákladů. Vše je umocněno již existující sítí pro IoT, která stále čeká na plné využití svého potenciálu. Chytré parkování v ulici Na Jíkalce tak může být jedním z impulzů, kteří nastartují novou etapu ve fungování města.

6 Závěr

Hlavním cílem práce bylo analyzování potenciálu využití IoT v dopravě. Ten spočívá v ulehčení dopravní zátěže měst, vlivem stále se zvyšujícího počtu dopravních prostředků a nedostačující infastruktury. Proto je zapotřebí modernizovaných dopravních prvků a systémů, které městu a zejména řidičům pomohou tuto zátěž regulovat, potažmo snižovat. Důležitým prvkem je také směřování získaných informací z těchto systémů koncovým uživatelům, tedy řidičům. Ti na jejich základě získávají větší přehled o dopravních situacích ještě daleko dříve, než se do nějaké sami dostanou.

Prací bylo zjištěno, že vytěžování těchto informací probíhá nejčastěji pomocí systému indukčních smyček, instalovaných pod povrchem vozovky, které jsou schopny zaznamenávat projíždějící vozidla. Dalším důležitým prvkem jsou kamerové systémy, které umožňují udržovat přehled o dopravě a vyhodnocovat dění v reálném čase. Tyto informace se následně pomocí specializovaných dopravních ústředen promítají na proměnná dopravní značení a jiné informační tabule, takže řidiči mají přehled i o tom, co se děje mnoho kilometrů před nimi.

Ani sektor **veřejné dopravy** v tomto ohledu nestrádá. Zmíněná informační střediska pracují s aktuálními polohami prostředků městské hromadné dopravy a pomocí mobilních aplikací informují cestující o případných zpožděních, či náhradních spojích. Navíc i semaforey ve větších městech vycházejí MHD vstříc, a to prioritizací jejich průjezdů křižovatkami, s cílem minimalizace zpožděních v důsledku zbytečného čekání na křižovatkách.

V analytické části bylo pomocí komparativní analýzy zjištěno, že míra implementace IoT prvků do dopravního sektoru daného města, se často ne zcela odvíjí od jeho samotné velikosti. Z výsledků vyplývá vysoká angažovanost města Kolín, v rámci zavádění moderních prvků do fungování města. Přitom právě Kolín zastupuje v této práci okresní město, a zároveň je z porovnávaných měst tím nejmenším. Z dopravních prvků v rámci IoT využívá jak prvků chytrého parkování, tak dopravní telematiky, a to kooperací vozidel místních IZS se světelnými křižovatkami.

Zavádění prvků IoT však je, a ještě jistou dobu bude, mimo jiné otázkou informovanosti a samozřejmě financí. Jak ale ukázal **návrh chytrého parkování v Plzni**, zpracovaný v analytické části práce, návratnost nemusí být vždy v řádu let. Počáteční

investice do osazení parkoviště o velikosti **120** parkovacích míst in-ground senzory, by dle zpracovaného návrhu byla **1 490 000 Kč**. Tato investice by se městu vrátila do **310 dnů**, a to při poloviční vytíženosti parkoviště. Při zvážení pesimistické varianty by návratnost vložených výdajů činila 2 roky, v případě optimistické varianty se však doba zkrátila na necelého půl roku od realizace. Při uvážení životnosti použitých senzorů, která je garantována na 5 let bez nutnosti údržby, se stále jedná o výhodnou investici.

Na úplný závěr lze říci, že vzhledem k rychlosti vývoje informačních technologií lze i u IoT v dopravě očekávat **postupně rostoucí zájem** ze strany menších obcí, jelikož moderní technologie již nejsou doménou jen velkých a rozvinutých měst. Stále však lze říci, že dopravní IoT prvky jsou v českých městech na samém počátku, a jejich rozmach a míru implementace lze v dalších letech očekávat i ve větším měřítku.

7 Seznam použitých zdrojů

7.1 Literatura

- BURIAN, Pavel. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada, 2014. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-5137-5.
- CITY:ONE. *Kolínská chytrá klička*. In: CITY:ONE. Česká republika, 2017, č. 1:2017, s.14-15.
- CITY:ONE. *Umělá inteligence jako nástroj pro anonymní detekci obsazenosti parkoviště*. In: CITY:ONE. Česká republika, 2017, č. 1:2017, s. 58-59.
- DACOSTA, Francis. *Rethinking the Internet of Things: A Scalable Approach to Connecting Everything*. New York: Apress Media, 2013. s. 17, ISBN 978-1-4302-5741-7
- DHANJANI, Nitesh. *Abusing the internet of things: blackouts, freakouts, and stakeouts*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2015. ISBN 978-1-491-90233-2.
- GREENGARD, Samuel. *The internet of things*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2015. 210 s. ISBN 9780262527736
- WAHER, Peter. *Learning Internet of Things*. Birmingham: Packt Publishing, 2015. ISBN 978-1-78355-353-2

7.2 Ústní sdělení

- KŘIVÁNEK, Lubomír. *SPINWIRE – konzultace parkovacích systémů*. Praha, 20.1.2019

7.3 Elektronické zdroje

- ACCENTURE. *The Internet of Things: The Future of Consumer Adoption* [online]. 2014, [cit. 2018-09-25]. Dostupné na WWW: https://www.accenture.com/t20150624T211456_w_us-en/acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Technology_9/Accenture-Internet-Things.pdf
- ANDRAŠČÍK, Jan. *Zabezpečení sítí pro provoz Internetu věcí (IoT)*. SystemOnline [online]. 2017, [cit. 2018-10-28]. Dostupné na WWW: <https://www.systemonline.cz/it-security/zabezpeceni-siti-pro-provoz-internetu-veci-iot.htm>
- APOLOITICAL GROUP. *Pittsburgh cuts travel time by 25% with smart traffic lights*. [online]. 2017, [cit. 2018-10-16]. Dostupné na WWW: https://apolitical.co/solution_article/pittsburgh-cuts-travel-time-25-smart-traffic-lights/
- AUTOSERVIS. *SMART PARKING – parkovací systém SPINWIRE* [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné na WWW: <http://www.autoservismagazin.cz/aktuality/2017-05-05-smart-parking---parkovaci-system-spinwire>
- BÁRTA, David. *Jak se pustit do Smart City?* CITY:ONE [online]. 2019, [cit. 2019-02-27]. Dostupné na WWW: <https://www.cityone.cz/jak-se-pustit-do-smart-city/t6286>

- BKOM, Brněnské komunikace. *Centrální technický dispečink* [online]. [cit. 2019-01-23]. Dostupné na WWW: <https://www.bkom.cz/sprava-a-udrzba-komunikaci/centralni-technicky-dispecink-52>
- BKOM, Brněnské komunikace. *Brno otestuje „chytré“ silnice* [online]. 2018, [cit. 2019-01-05]. Dostupné na WWW: <https://www.bkom.cz/informacni-centrum/napsali-o-nas-17/brno-otestuje-chytre-silnice-149>
- BRDKOVÁ, Lenka. *Auta, která spolu „mluví“, sci-fi nejsou, říká profesor Miroslav Svítek* iDNES [online]. 2019, [cit. 2019-01-28]. Dostupné na WWW: https://www.idnes.cz/praha/zpravy/praha-cvut-rozhovor-profesor-miroslav-svitek-telematika-auta-ktera-spolu-mluvi.A190213_457233_praha-zpravy_nuc
- CDV, Centrum dopravního výzkumu. *Chytré uliční parkování je základem chytrého města* [online]. [cit. 2018-10-07]. Dostupné na WWW: <https://www.cdv.cz/file/vice-o-nabidce-chytreho-parkovani/>
- ČD-TELEMATIKA. *Chytré parkování* [online]. [cit. 2018-10-18]. Dostupné na WWW: https://www.cdt.cz/assets/produkty-a-sluzby/internet-veci/chytre-parkovani/cdt_pl_parkovani.pdf
- ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL. *ITS - Inteligentní dopravní systémy* [online]. [cit. 2018-09-08]. Dostupné na WWW: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/>
- CHAPS, softwarová řešení pro osobní dopravu. *CIS JŘ, Celostátní informační systém o jízdách řádech* [online]. [cit. 2018-19-29]. Dostupné na WWW: <https://www.chaps.cz/cs/products/cis>
- CHAPS. *Celostátní informační systém* [online]. [cit. 2018-09-24]. Dostupné na WWW: <https://slideplayer.cz/slide/11327464/>
- CHYTRÁ-RADNICE. *Výsledky soutěže Chytrá radnice 2017* [online]. [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <http://www.chytra-radnice.cz/o-soutezi/vysledky-2017/>
- CITY:ONE. *Using artificial intelligence for anonymous detection of parking space.* 2017, [cit. 2018-09-10]. Dostupné na WWW: <https://www.cityone.cz/en/using-artificial-intelligence-for-anonymous/t6756>
- ČSÚ, Český statistický úřad. *Charakteristika Hlavního města Prahy.* BusinessInfo [online]. 2017, [cit. 2019-01-23]. Dostupné na WWW: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/charakteristika-hlavniho-mesta-prahy-7279.html#hlmpa06>
- CZ.ENERGYHUB. *HANNOVER MESSE 2018: Průmysl 4.0 dospěl do dalšího stupně* [online]. 2017, [cit. 2018-10-26]. Dostupné na WWW: <https://cz.energyhub.eu/clanek/novinky/29270-hannover-messe-2018-prumysl-4-0-dospel-do-dalsiho-stupne>
- DOPRAVNÍ INFO.CZ. *Národní dopravní informační centrum (NDIC)* [online]. [cit. 2018-09-06]. Dostupné na WWW: <http://portal.dopravniinfo.cz/informacni-a-ridici-centra-dopravy/narodni-dopravni-informacni-centrum>
- DOPRAVNÍ INFO.CZ. *Proměnné dopravní značky a zařízení pro provozní informace* [online]. [cit. 2018-09-03]. Dostupné na WWW:

<http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/promenne-dopravni-znacky-pdz-a-zarizeni-pro-provozni-informace-zpi>

- DOPRAVNÍINFO.CZ. *Telematické systémy – obecné informace* [online]. [cit. 2018-09-27]. Dostupné na WWW: <http://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/obecne-informace>
- E.ON. *Informace pro zaměstnance* [online]. 2017, [cit. 2011-11-10]. Dostupné na WWW: <https://www.eon.cz/-a102755---hFwzcYpr/download>
- EVANS, Dave. *The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. Cisco [online]. 2011, [cit. 2018-09-10]. Dostupné na WWW: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf
- FINANCE.CZ, *Zlaté české ručičky rozvíjejí internet věci* [online]. 2017, [cit. 2018-10-02]. Dostupné na WWW: <https://www.finance.cz/499997-internet-veci>
- IGS RESEARCH. *Systém na detekci vozidel SPINWIRE* [online]. [cit. 2018-10-16]. Dostupné na WWW: <http://citycon.cz/wp-content/uploads/2016/09/E.ON-a-IGSresearch.pdf>
- GOLEMIO. Dostupná data o vytiženosti parkovacích stání [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné na WWW: <https://golemio.cz/cs/node/22167#dostupna-data>
- HOLZMAN, Ondřej. *Škoda Auto spustila nový studentský carsharing Uniqway, který vyvinuli sami studenti*. CZECHCRUNCH [online]. 2018, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: <https://www.czechcrunch.cz/2018/10/skoda-auto-spustila-novy-studentsky-carsharing-uniqway-ktery-vyvinuli-sami-studenti/>
- IGS Research. *SPINWIRE* [online]. [cit. 2018-11-15]. Dostupné na WWW: http://igsresearch.com/en_index.html
- INSIDE RETAIL. *Asia's smart-home market 'worth \$115 bn by 2030'* [online]. 2017, [cit. 2018-09-25]. Dostupné na WWW: <https://insideretail.asia/2017/01/23/asias-smart-home-market-worth-115-bn-by-2030/>
- JAKUBCOVÁ, Hana. *Chytré parkoviště pošle „hlášku“ strážníkům. Odhalí neplatiče*. Třebíčský deník [online]. 2018, [cit. 2019-01-15]. Dostupné na WWW: https://trebicky.denik.cz/zpravy_region/chytre-parkoviste-posle-hlasku-straznikum-odhali-neplatice-20181219.html
- JAKUBCOVÁ, Hana. *Odolá bouři, dešti. Chytré parkoviště bude mít Třebíč ještě na podzim*. Třebíčský deník [online]. 2018, [cit. 2019-01-15]. Dostupné na WWW: https://trebicky.denik.cz/zpravy_region/odola-bouri-desti-chytre-parkoviste-bude-mit-trebic-jeste-na-podzim-20180816.html
- JELEN, Tomáš. *V Brně testují chytré senzory pod parkovacími místy. Mají zlepšit výběr parkovného*. iROZHLAS [online]. 2015, [cit. 2019-01-17]. Dostupné na WWW: https://www.irozhlas.cz/regiony/v-brne-testuji-chytre-senzory-pod-parkovacimi-misty-maji-zlepsit-vyber-parkovneho_201506080938_mhromadka
- LIDOVKY. *Brno bude průkopníkem v zavádění „chytrých“ silnic* [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: https://www.lidovky.cz/byznys/eventy/brno-bude-prukopnikem-v-zavadeni-chytrych-silnic.A180503_131805_ln_byznys_eventy_mate

- MADDOX, Teena. *Five essential steps to becoming a Smart City*. ZDNet [online]. 2016, [cit. 2018-09-15]. Dostupné na WWW: <https://www.zdnet.com/article/five-essential-steps-to-becoming-a-smart-city/>
- MANAGEMENT MANIA. *Internet věcí IoT (Internet of Things)* [online]. [cit. 2018-07-19]. Dostupné na WWW: <https://managementmania.com/cs/internet-veci-internet-of-things>
- MALÁ, Gabriela. *Parkování*. MU Kolín [online]. 2016, [cit. 2019-02-02] Dostupné na WWW: <http://www.mukolin.cz/cz/o-meste/smart-city-kolin/parkovani/>
- MALÁ, Gabriela. *Parkování, celková situace*. MU Kolín [online]. 2016, [cit. 2019-02-02]. Dostupné na WWW: http://www.mukolin.cz/prilohy/Texty/6174/8501_celkova_situace.pdf
- MARR Bernard. *Internet Of Things' Facts Everyone Should Read*. Forbes [online]. 2017, [cit. 2018-08-25]. Dostupné na WWW: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/10/27/17-mind-blowing-internet-of-things-facts-everyone-should-read/#3dc2c35b3505>
- MARTINKOVÁ, Jana. *Speciální systém sanitě předem vyklidí křižovatku*. Kolínský deník [online]. 2017, [cit. 2019-02-02]. Dostupné na WWW: https://kolinsky.denik.cz/zpravy_region/specialni-system-sanite-predem-vyklidi-krizovatku-20171128.html
- MIC. *Chytrý systém vyhodnotí i náladu lidí*. Horácké noviny [online]. 2019, [cit. 2019-02-15]. Dostupné na WWW: <http://www.horacke-noviny.com/zprava-chytry-system-vyhodnoti-i-naladu-lidi-6992.htm>
- MÍKA, Petr. *Jak bude vypadat chytré město budoucnosti? Odpověď najdete nedaleko Plzně*. ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/jak-bude-vypadat-chytre-mesto-budoucnosti-odpoved-najdete-nedaleko-plzne>
- MÍKA, Petr. *Na návštěvě v Kolíně, v nejchytřejším městě České republiky*. ecoFuture [online]. 2018, [cit. 2019-02-01]. Dostupné na WWW: <https://www.ecoFuture.cz/clanek/na-navsteve-v-koline-v-nejchytrejsim-meste-ceske-republiky>
- MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Schéma Jednotného systému dopravních informací* [online]. [cit. 2018-09-18]. Dostupné na WWW: https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Silnicni-doprava/Pozemni-komunikace/Pozemni-komunikace/Komplex_schema_JSDI.pdf.aspx
- MOTÝL, Jiří. *Homeport: karlínský bikesharing*. PRAHOUNAKOLE [online]. [cit. 2018-11-10]. Dostupné na WWW: <https://prahounakole.cz/2016/04/homeport-karlinsky-bikesharing/>
- NEDAP. *SENSIT installation guide* [online]. 2013, [cit. 2018-11-25]. Dostupné na WWW: <https://fccid.io/CGDSENSITSM/User-Manual/14-SENSIT-InstallGuide-E-CGDSENSITSM-2117170>
- NOE, Rain. *Surtrac: Pittsburgh's Problem-Solving, Artificial-Intelligence-Enabled Traffic Lights*. Core77 [online]. 2016, [cit. 2018-11-13]. Dostupné na WWW:

<https://www.core77.com/posts/57356/Surtrac-Pittsburghs-Problem-Solving-Artificial-Intelligence-Enabled-Traffic-Lights>

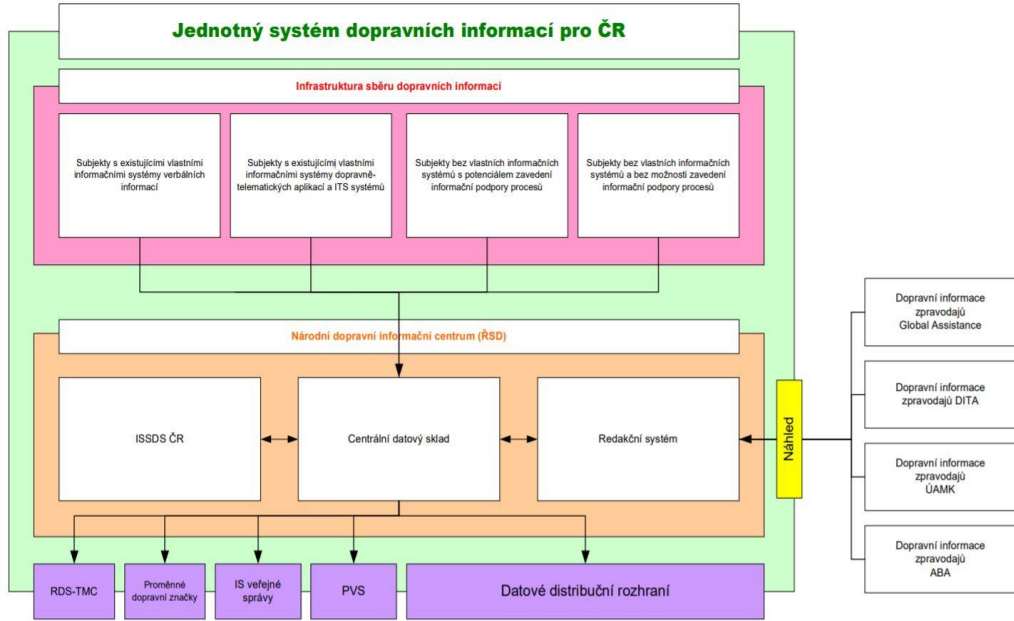
- NOVOTNÝ, Radek. *V Praze přibývají „chytré“ semaforey*. Logistika [online]. 2014, [cit. 2019-01-03]. Dostupné na WWW: <https://logistika.ihned.cz/c1-62925760-v-praze-pribyvaji-bdquo-chytre-ldquo-semaforey>
- OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. *Total world vehicles in use in 2015* [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: http://www.oica.net/wp-content/uploads//Total_in-use-All-Vehicles.pdf
- OP DOPRAVA, Operační program Doprava. *Operační program Doprava pomáhá zlepšovat dopravu v hlavním městě* [online]. [cit. 2019-01-16]. Dostupné na WWW: <http://opd.cz/stranka/operacni-program-doprava-pomaha-zlepsit-dopravu-v-hlavnim-meste>
- POHANKA, Pavel. *Internet věcí* [online]. [cit. 2018-09-03]. Dostupné na WWW: <http://i2ot.eu/internet-of-things/>
- POSPÍŠIL, Karel. „Dopravní výzkum přispívá k rozvoji udržitelné mobility“. Dopravní noviny [online]. 2015, [cit. 2018-10-25]. Dostupné na WWW: <http://www.dnoviny.cz/dopravni-politika/dopravni-vyzkum-prispiva-k-rozvoji-udrzitelne-mobility>
- PRAHA.EU. Carsharingová mapa [online]. [cit. 2018-12-03]. Dostupné na WWW: <https://mapa.ceskyarsharing.cz/>
- PRAHA.EU. *Dopravní telematická zařízení zvyšují bezpečnost a plynulost provozu v Praze* [online]. 2016, [cit. 2019-01-20]. Dostupné na WWW: http://www.praha.eu/jnp/cz/doprava/automobilova/dopravni_telematicka_zarizeni_zvy-suji.html
- PRAHA.EU. *Příloha k TZ : Dopravní telematická zařízení* [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné na WWW: http://www.praha.eu/public/12/9d/59/2143718_640879_Priloha_k_TZ_Dopravni_tele-maticka_zarizeni.pdf
- PRAHOU-PLYNULE, Systém řízení a regulace městského silničního provozu v hl. m. Praze. *Dopravní řídicí ústředna* [online]. [cit. 2019-01-15]. Dostupné na WWW: http://prahou-plynule.cz/system_rizeni_a_regulace/index.php/oblasti-projektu/3-dopravni-ridici-ustredna
- PUČELÍK, Karel. *Chytré technologie pomáhají parkovat v Písku i Liberci*. Svět-chytré [online]. 2018, [cit. 2019-01-27]. Dostupné na WWW: <https://svetchytre.cz/a/iJp5N/chytre-technologie-pomahaji-parkovat-vpisku-i-liberci>
- REKOLA. *Půjčte si v Praze skateboard* [online]. [cit. 2018-11-15]. Dostupné na WWW: <https://www.rekola.cz/novinky2018>
- ŘEŽÁČ, Jan. *Internet věcí se slibně rozvíjí, na konferenci IOT Forum byly oceněny nejlepší projekty*. IDC [online]. 2017, [cit. 2018-10-24]. Dostupné na WWW: <https://www.fyi.cz/tag/idc/>

- RICHTER, Felix. *Bike-Sharing Clicks Into Higher Gear*. Statista [online]. [cit. 2018-11-17]. Dostupné na WWW: <https://www.statista.com/chart/14542/bike-sharing-programs-worldwide/>
- SIERRA WIRELESS. *Smart Traffic Lights Help Ease the Burden of Rush Hour on City Infrastructure* [online]. 2017, [cit. 2018-10-02]. Dostupné na WWW: <https://www.sierrawireless.com/iot-blog/iot-blog/2017/07/smart-traffic-lights-help-ease-the-burden-of-rush-hour-on-city-infrastructure/>
- SMART CITY POLYGON. *Inteligentní přechod pro chodce* [online]. [cit. 2018-11-13]. Dostupné na WWW: <http://smartcitypolygon.cz/project/inteligentni-prechod-pro-chodce/>
- SMITH, Stephen, et al. *SURTRAC : Scalable Urban Traffic Control*. Semantic Scholar [online]. 2012, [cit. 2018-11-26]. Dostupné na WWW: <https://www.semanticscholar.org/paper/SURTRAC-%3A-Scalable-Urban-Traffic-Control-Smith-Barlow/4badd5cbabb0cf174ecc33eed71990fa95f3b0b9>
- ŠKODA. *Carsharing Uniqway zahajuje provoz* [online]. 2018, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: <http://www.skoda-auto.cz/novinky/novinky-detail/2018-10-17-carsharing-uniqway>
- ŠKODA. *ŠKODA AUTO uvádí na trh platformu Uniqway pro sdílení vozidel* [online]. 2018, [cit. 2019-01-14]. Dostupné na WWW: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy/skoda-auto-uvadi-na-trh-platformu-uniqway-pro-sdileni-vozidel/>
- SMARTPRAGUE. *Jak se v Praze parkuje? Golemio zveřejnilo data o parkování v ulicích* [online]. 2019, [cit. 2019-01-20]. Dostupné na WWW: <https://www.smartprague.eu/aktuality/jak-se-v-praze-parkuje-golemio-zverejnilo-data-o-parkovani-v-ulicich>
- SMARTPRAGUE. *Vývoj inteligentního způsobu řízení SSZ* [online]. [cit. 2019-01-22]. Dostupné na WWW: <https://smartprague.eu/projekty/vyvoj-inteligentniho-zpusobu-řízení-ssz>
- SURTRAC. *SURTRAC: Scalable Urban Traffic Control* [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné na WWW: https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2013/1/13-0315.pdf
- THE URBAN TECHNOLOGIST. *7 steps to a Smart City* [online]. [cit. 2018-10-24]. Dostupné na WWW: <https://theurbantechnologist.com/seven-steps-to-a-smarter-city/>
- TINYNODE, *Tinynode A4 and B4 sensors product brochure* [online]. 2018, [cit. 2019-02-05]. Dostupné na WWW: https://www.pdxeng.ch/wp-content/uploads/2018/05/Tinynode_A4-and-B4-product-brochure_2018.pdf
- TRLIKA, David. *Vyřeší Češi problém s parkováním? Chytré parkoviště se propojí i s aplikací*. Svět androida [online]. 2018, [cit. 2019-02-10]. Dostupné na WWW: <https://www.svetandroida.cz/chytre-parkoviste-parking-detection/>
- TSK-PRAHA. *Parkovací zóny s novými technologiemi, končí éra parkovacích lístků za sklem* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné na WWW: <https://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/archiv-tiskovych-prohlaseni/db09c328-44fa-4ed5-a69d->

8 Přílohy

Příloha 1 Schéma JSDI 95
 Příloha 2 Vztah HDRÚ a NDIC 95

Příloha 1 Schéma JSDI



Příloha 2 Vztah HDRÚ a NDIC

