

# **Webová a mobilní aplikace pro upozornění na blokové čištění ulic**

**Diplomová práce**

**Vedoucí práce:**

**Mgr. Tomáš Foltýnek, Ph.D.**

**Bc. Václav Málek**

**Brno 2016**



Rád bych poděkoval vedoucímu práce Mgr. Tomáši Foltýnkovi, Ph.D. za trpělivost, vstřícnost a cenné rady, které mi během zpracování práce předával. Dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni za podporu při psaní této práce, stejně jako v průběhu celého studia.



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Webová a mobilní aplikace pro upozornění na blokové čištění ulic**

vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmetná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 18. prosince 2016

---



## **Abstract**

MÁLEK, V. *Web and mobile application for notification to street cleaning*. Diploma thesis. PEF MENDELU, Brno, 2016.

This thesis deals with the Smart cities topic in the Czech Republic. The theoretical part is a review of this topic. In the practical part are created applications, which can be included into the concept of Smart Cities. Specifically is made an analysis, design and implementation of a web application, that allow you manage terms of street block cleaning. The application also allows users to set alerts for particular street. Furthermore is made an analysis, design and implementation of mobile application for devices running Android. This application allows you to set alerts for users in a particular street.

## **Keywords**

Smart cities, open data, php, nette, MySQL, SQL, Android, Java, Diploma thesis

## **Abstrakt**

MÁLEK, V. *Webová a mobilní aplikace pro upozornění na blokové čištění ulic*. Diplomová práce. PEF MENDELU, BRNO, 2016.

Práce se zabývá tématem Smart cities v České republice. V teoretické části práce je zpracován literární přehled k tomuto tématu. V praktické části práce jsou vytvořeny aplikace, které svým využitím spadají do konceptu Smart cities. Konkrétně je provedena analýza, návrh a implementace webové aplikace, která umožňuje zadávání termínů blokového čištění. Dále aplikace umožňuje uživateli nastavit pro konkrétní ulici upozornění. Dále je provedena analýza, návrh a implementace mobilní aplikace pro mobilní zařízení s operačním systémem Android. Tato aplikace umožňuje nastavit upozornění pro uživatele v konkrétní ulici.

## **Klíčová slova**

Chytrá města, otevřená data, php, nette, MySQL, SQL, Android, Java, Diplomová práce



# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod a cíle práce</b>	<b>12</b>
1.1	Úvod .....	12
1.2	Cíle práce .....	13
<b>2</b>	<b>Představení konceptu Smart cities</b>	<b>14</b>
2.1	Předpoklady pro vznik konceptu .....	15
2.1.1	Demografický vývoj .....	15
2.1.2	Vývoj ICT .....	18
2.2	Internet of things .....	19
2.2.1	Definice a schéma funkce .....	19
2.2.2	Big data .....	21
2.2.3	Využití IoT v praxi.....	22
2.2.4	Bezpečnost a ochrana soukromí.....	23
2.2.5	Závěr.....	25
2.3	Open data.....	25
2.3.1	Definice .....	26
2.3.2	Využití.....	27
2.3.3	Open data v České republice.....	28
2.3.3.1	Praha .....	29
2.3.3.2	Brno .....	29
2.4	Vybrané příklady konceptu Smart cities .....	30
2.4.1	Vláda a e-government.....	30
2.4.2	Doprava a provoz na pozemních komunikacích .....	32
2.4.3	Bezpečnost obyvatel.....	34
2.4.4	Smart cities v České republice .....	36
2.4.5	Zhodnocení.....	37
<b>3</b>	<b>Blokové čištění v Brně</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>Webová aplikace</b>	<b>40</b>

---

4.1	Analýza požadavků .....	40
4.2	Návrh aplikace .....	44
4.3	Implementace .....	45
4.3.1	Registrace a přihlášení do systému.....	46
4.3.2	Přehled blokového čištění .....	48
4.3.3	Administrace blokového čištění .....	49
4.3.4	Administrace uživatelů .....	50
4.3.5	Automatické rozesílání emailů.....	50
4.3.6	API .....	51
4.3.7	Design aplikace .....	52
4.4	Testování .....	52
<b>5</b>	<b>Mobilní aplikace</b> .....	<b>54</b>
5.1	Analýza a návrh aplikace .....	54
5.2	Implementace .....	55
5.2.1	BaseActivity.java .....	57
5.2.2	MainActivity.java.....	58
5.2.3	StreetDetailActivity.java .....	60
5.2.4	AllStreetsActivity.java.....	61
5.2.5	FavouritesStreetsActivity.java.....	62
5.2.6	SettingsActivity.java .....	63
5.2.7	AboutActivity.java .....	64
5.3	Testování aplikace .....	65
<b>6</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>68</b>
6.1	Vybrané technologie pro implementaci .....	68
6.2	Rozšíření aplikací .....	68
6.2.1	Webová aplikace .....	69
6.2.2	Mobilní aplikace .....	69
6.3	Analýza využití aplikace v osobních automobilech s OS Android.....	70
6.4	Zobecnitelnost řešení pro jiná města v ČR.....	71
6.4.1	Praha .....	71
6.4.2	Ostrava .....	71

Obsah	11
6.4.3 Plzeň.....	72
6.4.4 Olomouc.....	72
<b>7 Závěr</b>	<b>73</b>
<b>Literatura</b>	<b>74</b>
<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>83</b>
<b>Seznam obrázků</b>	<b>85</b>
<b>Přílohy</b>	
<b>A Přiložené CD</b>	<b>88</b>

# 1 Úvod a cíle práce

## 1.1 Úvod

Tématem mé diplomové práce je představení konceptu Smart cities a následné využití jeho principů pro zlepšení informovanosti o blokovém čištění v Brně.

O problematiku Smart cities se zajímám již delší dobu. V rámci mého studijního Erasmus pobytu v estonském Tartu jsem navíc absolvoval kurz *Introduction to intelligent transportation systems* u Dr. Amnira Hadachi, jenž se tomuto tématu zevrubně věnoval. V tu dobu by mě nenapadlo, že mě ve zkoumání tohoto problému tak ovlivní i můj další pobyt v zahraničí v rámci programu Work and Travel, kdy jsem celé léto 2015 strávil v Arlingtonu v těsné blízkosti Washingtonu D. C. a dozvěděl se tak o dalších možnostech využití informačních technologií v USA, které vedou k většímu komfortu obyvatel i firem. V mé diplomové práci se budu věnovat vysvětlení pojmu Smart cities a dále tomu, jak je možné všechny jeho atributy využít v každodenním životě. Čerpám pak z dostupné literatury, internetových zdrojů, ale i z vlastních zkušeností. Studie Organizace Spojených národů (UNITED NATIONS, 2014) o demografickém vývoji poukazuje na neustále se zvyšující počet obyvatel ve městech na úkor venkova (*urban vs. rural areas*). Studie předpokládá, že tento trend bude nadále pokračovat, což je jeden z hlavních důvodů rozšiřování využití informačních technologií pro usnadnění života obyvatel (UNITED NATIONS, 2014). Má práce by měla tento fenomén představit z různých úhlů pohledu a popsat jeho výhody i nevýhody a celkový přínos pro společnost. Ne všechny nápady v této oblasti nesou pouze pozitivní výsledky a je nutné vždy i přemýšlet nad jejich smyslem.

Webová a mobilní aplikace pro blokové čištění v Brně je pak také jedním z příkladů, jak lze použít informační technologie pro větší komfort obyvatel. Po mé nepřilíh dobré zkušenosti s blokovým čištěním v naší ulici jsem se zamyslel nad tím, zda by o tomto nutném procesu nebylo možné obyvatele informovat snadněji a efektivněji, aby se předešlo odtahování aut. Po úvodní analýze tohoto problému jsem zjistil, že v tuto chvíli neexistuje jednotný systém pro zadávání termínů blokového čištění, které by jednotlivé městské části využívaly. Nebylo tedy možné získat data vhodná ke strojovému zpracování. Na základě tohoto zjištění jsem se rozhodl navrhnout aplikaci s webovým rozhraním pro administraci blokového čištění, která by celý proces zveřejnění informací zjednodušila pro pracovníky městských částí a zároveň by tato data byla přístupná ve strojově čitelné podobě. Mobilní aplikace by pak usnadnila přístup k těmto informacím obyvatelům a navíc by je sama upozornila na blížící se blokové čištění v jejich konkrétní ulici.

## 1.2 Cíle práce

Teoretická část práce má za cíl detailně představit koncept Smart cities a konkrétní příklady jeho využití v České republice i v zahraničí. V rámci této části se také věnuje tomu, proč je tento koncept v dnešní době tak důležitý a co vede k jeho rozšiřování v rámci celého světa.

Cílem praktické části práce je analýza, návrh a implementace aplikace pro usnadnění administrace blokového čištění v Brně. Vytvořená aplikace by měla usnadnit vkládání informací o blokovém čištění odpovědným pracovníkům městských částí. Dále by aplikace měla umožňovat zveřejnění informací ve strojově čitelné podobě. Této vlastnosti bude využito při analýze, návrhu a implementaci aplikace pro chytré mobilní telefony s operačním systémem Android, která bude tato data zpracovávat. Tato aplikace bude sloužit pro efektivní upozorňování na blížící se termín blokového čištění ve vybraných ulicích.

## 2 Představení konceptu Smart cities

S postupným rozvojem počítačů proniká výpočetní technika do všech oblastí lidské činnosti. Stejně tak samozřejmě, jako používáme notebook k práci, se začíná využívat ICT<sup>1</sup> v rámci velkých měst obecně s cílem zlepšit život jejich obyvatelům. V této části práce bude diskutován význam pojmu Smart city a dalších pojmů, potřebných pro širší vhlad do této problematiky. Obecná a jediná správná definice pojmu Smart cities však neexistuje. Smart Cities Council<sup>2</sup> však Smart city definuje: „*Chytré město využívá informační a komunikační technologie (ICT) ke zlepšení obyvatelnosti, uplatnitelnosti a udržitelnosti*“ (BERST, 2014) Jak již bylo zmíněno, nejde o jedinou definici tohoto pojmu. Forrester Research<sup>4</sup> definuje pojem Smart city:

*„Město, které využívá informační a komunikační technologie k většímu zabezpečení, k větší interakci a efektivnosti kritické městské infrastruktury – administrativa, vzdělávání, zdravotní péče, veřejná bezpečnost, nemovitosti, doprava a služby.“*<sup>5</sup> (BÉLISSANT, 2010). Určitě je možné najít další definice tohoto pojmu. Ale to není cílem této práce. Podstatné je z dostupných definic najít společné znaky. Jedním z těchto společných znaků je využití informačních a komunikačních technologií ke zlepšení života ve městě. Forrester také diskutuje otázku, co všechno si lze představit pod pojmem „city“, tedy v překladu město. Za město z pohledu konceptu Smart city lze považovat i místa, která nemají tradiční vlastnosti měst, jako jsou název, vlastní samospráva apod. Forrester zmiňuje např. univerzity, místa vytvořená pro zaměstnance, zábavní parky (BÉLISSANT, 2010). Výše uvedené definice pojmu Smart city je možné aplikovat i na takto definovaná místa. Dalším pojmem, kterému se budu věnovat v teoretické části, jsou tzv. open data. Tomuto tématu bude vyhrazena samostatná kapitola. Jednu celou kapitolu budu následně věnovat pojmu Internet of things, který stále častěji proniká do médií jako odvětví budoucnosti (BAUER, n. d.) (GREENOUGH, 2014).

Impulsem pro vznik konceptu Smart cities byl spolu s rozvojem informačních technologií demografický vývoj ve světě ve 20. století. Na základě tohoto vývoje bylo publikováno několik studií, které předpokládají vývoj v této oblasti v následujících letech a desetiletích. Dle výsledků těchto studií (UNITED NATIONS, 2014) lze v následujících letech očekávat velký zájem firem z oblasti ICT o zajištění služeb usnadňující život ve velkých městských aglomeracích (WALRAVENS, 2014). Demografickému vývoji ve světě a ve vybraných lokalitách se věnuje následující kapitola.

<sup>1</sup> Information and Communications technologies

<sup>2</sup> Smart Cities Council <<http://smartcitiescouncil.com/category-vision>>

<sup>3</sup> Původní text: „A smart city uses information and communications technology (ICT) to enhance its livability, workability and sustainability“ (BERST, 2014)

<sup>4</sup> Forrester Research <<https://www.forrester.com>>

<sup>5</sup> Původní text: „A “city” that uses information and communications technologies to make the critical infrastructure components and services of a city — administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation, and utilities — more aware, interactive, and efficient“ (BÉLISSANT, 2010)

## 2.1 Předpoklady pro vznik konceptu

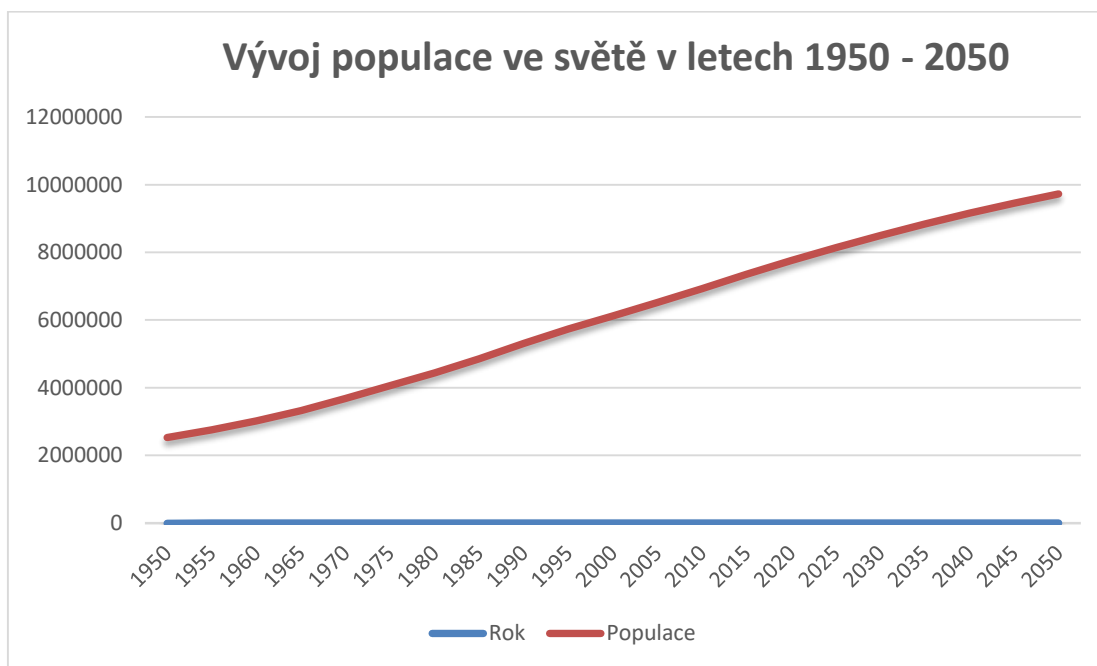
Jak již bylo zmíněno, mezi předpoklady vzniku konceptu Smart cities patří především vývoj ve dvou základních oblastech. První oblastí je demografický vývoj ve světě a druhou oblastí je prudký rozvoj v oblasti ICT v posledních dvou desetiletích (RATHORE, 2016). Obě oblasti budou podrobněji diskutovány v následujících dvou kapitolách.

### 2.1.1 Demografický vývoj

V obecném úvodu této kapitoly byl diskutován demografický vývoj. V této kapitole bude tato diskuze doplněna o konkrétní statistická data. Dále budou diskutovány významné studie budoucího vývoje v oblasti. Monitorování demografického vývoje se věnuje především OSN<sup>6</sup>. V mé práci budou použita pouze data OSN, protože organizace mapuje demografický vývoj všech existujících států. Určitě existují další subjekty, včetně vládních organizací jednotlivých států, které demografické trendy také sledují. Pro pochopení významu iniciativy Smart cities jsou však výsledky výzkumu OSN dostatečné. Demografické ukazatele je nutné rozdělit do dvou rovin. V první rovině je nutné zmínit celkový vývoj počtu obyvatel (Obr. 1). Prudký nárůst populace v některých asijských státech (Čína, Indie) (UNITED NATIONS, 2015) a nárůst populace (UNITED NATIONS, 2015) na Zemi vede k masivní změně rozložení hustoty osídlení ve venkovských částech a městských aglomeracích (UNITED NATIONS, 2015). Tyto aglomerace vznikají masivními přesuny obyvatel (RATHORE, 2016).

---

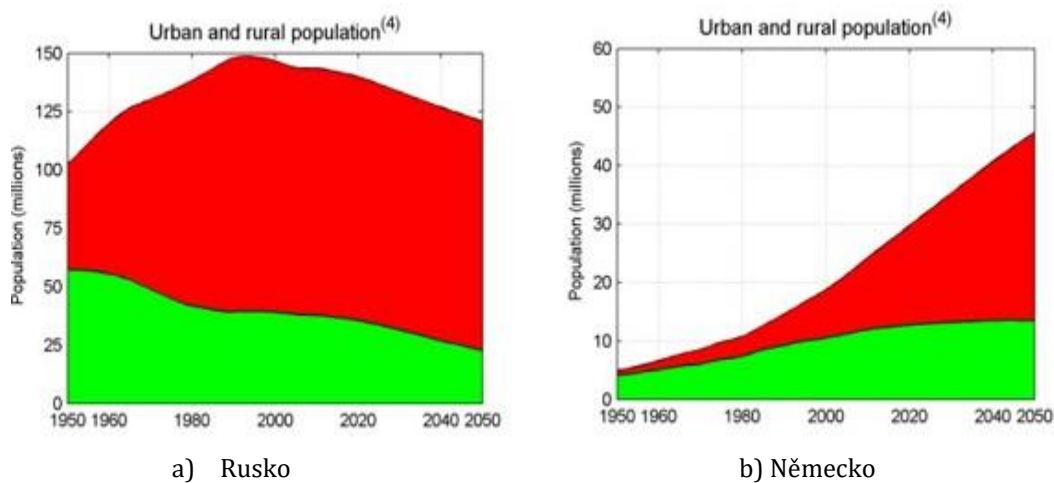
<sup>6</sup> Organizace spojených národů



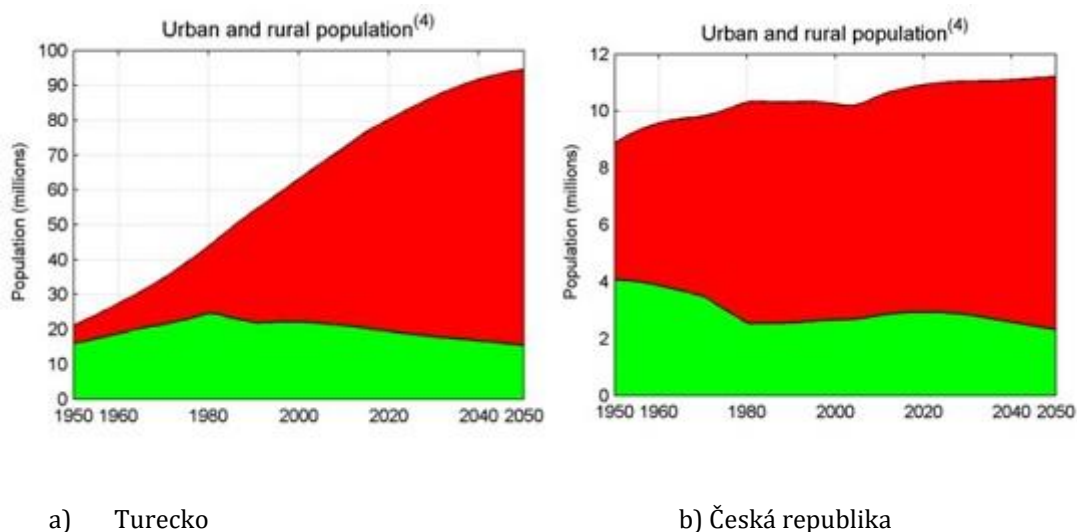
Obr. 1 Vývoj populace ve světě v letech 1950 – 2050 (UNITED NATIONS, 2015)

Následující série grafů představuje demografický vývoj, respektive srovnává počty obyvatel v městských aglomeracích a na venkově. Nejdříve je však nutné specifikovat, co jsou městské aglomerace a co je venkov. Dle OSN jsou městské oblasti a venkov definovány: „Z důvodu rozdílů v národních charakteristikách, které odlišují městské z venkovských oblastí, ještě není dostupná jednotná definice městských aglomerací a venkova. Tradiční rozdělení na městské a venkovské oblasti v rámci jedné země vycházelo z předpokladu, že městské oblasti, bez ohledu na to, jak jsou definovány, poskytují jiný způsob života a obvykle vyšší životní úroveň, než jak je to ve venkovských oblastech.“ (UNITED NATIONS, n. d.). Pro tuto práci je výše uvedená definice dostatečná. Není potřebné rozebírat konkrétní demografickou situaci v každé zemi. Publikovaná data slouží jako přehled pro pochopení významu celého odvětví. Do práce jsem zahrnul celkem 5 geografických celků. Vývoj ve 3 největších evropských státech dle počtu obyvatel (Ec.europa.eu 2015) - Rusku, Německu a Turecku a pro srovnání také v České republice. Tyto evropské státy jsem vybral jako příklady s velmi dobrou vypovídací a srovnávací schopností. Ve všech grafech je vývoj sledován od roku 1950 s výhledem do roku 2050.



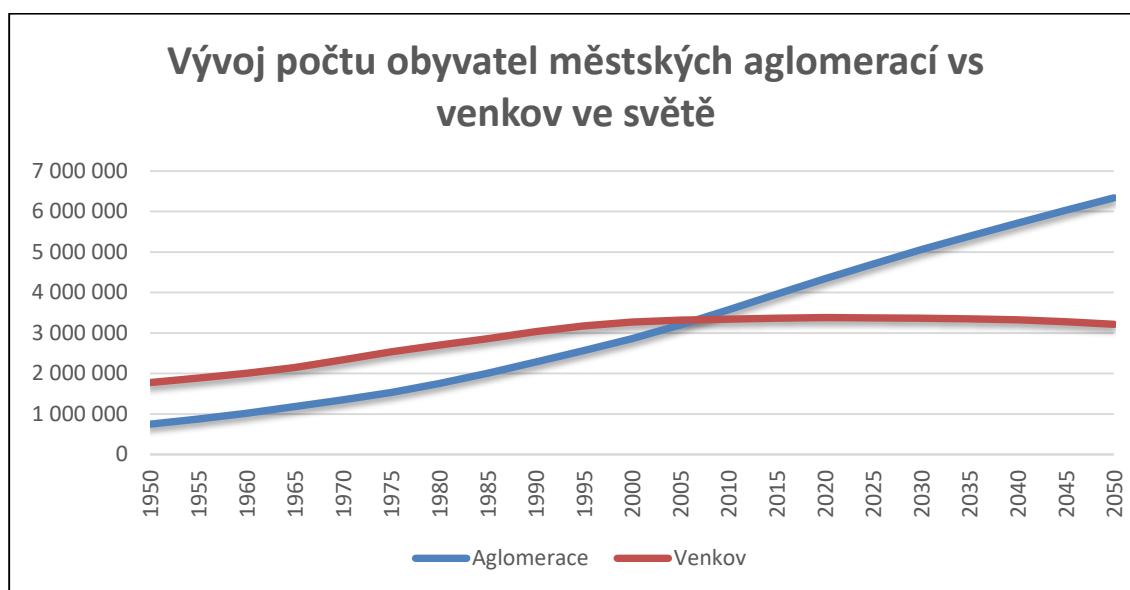


Obr. 2 Vývoj rozložení populace v jednotlivých zemích: a) Rusko; b) Německo. Červená barva představuje městské oblasti, zelená venkovské oblasti. Zdroj: (UNITED NATIONS, 2014)



Obr. 3 Vývoj rozložení populace v jednotlivých zemích: a) Turecko; b) Česká republika. Červená barva představuje městské oblasti, zelená venkovské oblasti. Zdroj: (UNITED NATIONS, 2014)

I přes rozdílný výsledek celkového přírůstku je ze všech grafů jasně patrný nárůst počtu obyvatel ve velkých městských aglomeracích na úkor přírůstku obyvatel na vesnicích. V globálním měřítku (Obr. 4) je situace naprosto totožná.



Obr. 4 Vývoj rozložení populace v rámci celého světa. Počet obyvatel je uveden v tisících. Zdroj: (UNITED NATIONS, 2014)

Všechny uvedené obrázky jasně dokazují, proč je využití technologických řešení ke zlepšení života ve velkých aglomeracích tak důležité. V některých oblastech v Asii je potom tato situace ještě mnohem horší (UNITED NATIONS, 2014). Pokud se potvrdí předpoklady studie OSN, bude pro udržitelnou úroveň života ve velkých městských aglomeracích nezbytné nasazení tzv. chytrých technologií. Bez aktivního využití těchto technologií je i v současné době život v těchto aglomeracích velmi komplikovaný. Je možné nalézt spoustu oblastí, ve kterých je využití ICT nezbytné. Konkrétním oblastem využití ICT se tato práce věnuje v kapitole 2.5.

### 2.1.2 Vývoj ICT

Jako první aspekt pro vznik konceptu Smart cities byl v předchozí kapitole zmíněn demografický vývoj ve světě. Druhým prvkem, který podpořil rozšíření tohoto konceptu, byl rozvoj v oblasti ICT, především počítačů a vzniku globální sítě internet. Historie počítačů a internetu je velmi lehce dohledatelná především na Wikipedii, proto není v práci dále zmíněna. Vývoj ICT je tak v této kapitole uveden především jako katalyzátor rozvoje konceptu Smart cities.

Současné počítače již vůbec nevypadají jako v době svého vzniku. Novodobé počítače jsou nesrovnatelně výkonnější, než byly první zařízení, které mnohdy zabíraly několik pater v průmyslových objektech. Notebooky, tablety a chytré telefony, všechna tato zařízení v době svého uvedení na trh posunula oblast výpočetní techniky výrazně dopředu. Tento vývoj však i nadále pokračuje. Ve světě se stále častěji můžeme setkat s výrazem *Internet of things*. Tomuto tématu se práce podrobněji věnuje v kapitole 2.2. Dá se předpokládat, že postupem času internet ne-

bude vnímán jako počítačová síť, ale půjde o síť, ke které budou připojena další tzv. chytrá zařízení (domy, domácí spotřebiče, apod.), která k ní v minulosti připojena nebyla. Vývoj těchto zařízení již nyní ovlivňuje vývoj světa (RATHORE, 2016).

## 2.2 Internet of things

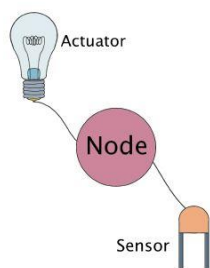
Vývoj ICT spolu s vývojem internetu postupně mění celý svět. Jednu z těchto změn představuje Internet of things (dále jen IoT). IoT je koncept využití internetu, kdy do celosvětové sítě nebudou zapojeny pouze počítače, ale také další objekty z reálného světa, které dříve k této síti připojeny nebyly (VONGSINGTHONG, 2014). Tento koncept částečně vychází z komunikace M2M<sup>7</sup>. Již nyní IoT hraje jednu z důležitých rolí v budování Smart cities. Proto je tomuto tématu vyhrazena tato kapitola. V ní bude představena stručná historie IoT, dále budou diskutovány definice tohoto pojmu dle různých zdrojů. Dále budou představeny důležité aspekty IoT. *Big data*, jako výsledek implementace IoT, jsou cenná data, zaznamenaná senzory daného zařízení. V této podkapitole bude věnován prostor také pro možnosti analýzy těchto dat a využitelnosti těchto dat v praxi. V rámci kapitoly bude rozebrána také oblast, která u odborníků vyvolává největší obavy a tou je bezpečnost a ochrana soukromí. IoT bude ovládat všechny objekty, se kterými přicházíme každý den do styku. Z toho důvodu bude zabezpečení všech částí infrastruktury důležitější než kdy dříve. Poslední dvě podkapitoly rozeberou již konkrétní příklady využití IoT v praxi a také ekonomický význam tohoto odvětví.

### 2.2.1 Definice a schéma funkce

Název Internet of Things dle dostupných zdrojů poprvé zazněl v roce 1999 od Kevinu Ashton (Gabbai, 2015) v rámci jeho prezentace pro Procter & Gamble (ASHTON, 2009). Definice pojmu Internet of Things částečně vyplývá z názvu. Ale i přesto není formální definice jednoznačná a různé organizace definují tento pojem různě. I přes různé definice však můžeme najít společné prvky v každé z nich. Tím společným prvkem je snaha integrovat fyzický svět do virtuálního světa internetu. Na základě této definice se potom na IoT můžeme dívat jako na celosvětovou síťovou infrastrukturu, která spojuje reálné i virtuální objekty, věci a zařízení (ASHTON, 2009). Podstatná je v tomto schématu informace, že za použití senzorů jsme schopni zachytit konkrétní signály v reálném světě. Informace ze senzoru je přenášena do uzlu, který má na starosti příslušnou reakci vůči naměřeným hodnotám. Jako příklad je uvedeno rozsvícení světla, pokud se začne stmívat (Obr. 5) (BRUSE, 2015). Obdobně lze najít mnoho dalších příkladů. Senzory mohou být rozdílného typu dle konkrétního objektu a mohou měřit jakoukoliv fyzikální veličinu. Běžně jsou používány pro měření tepla, světla, rychlosti, tepové frekvence a dalších veličin.

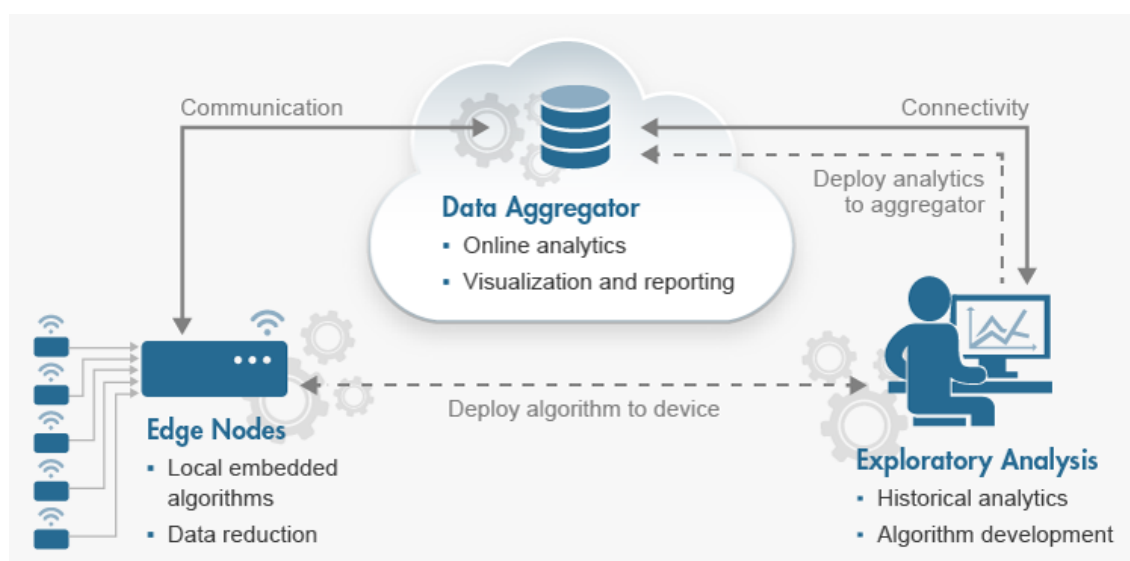
---

<sup>7</sup> Machine to machine



Obr. 5 Obecné schéma uzlu, senzoru a reakce (BRUSE, 2015)

Na Obr. 5 je znázorněno schéma jednoho uzlu s jedním senzorem. Systémy IoT jsou ale komplexnější. Z obecného uzlu mohou být naměřená data následně ukládána do datového skladu. Datovým skladem se v této práci rozumí jakýkoliv server umožňující ukládání a následné zpracování naměřených dat (databáze, servery). Nad datovým skladem může být prováděna analytika v reálném čase, kdy jsou aktuálně naměřená data zobrazována např. do grafu přístupného z webového prohlížeče. Z datového skladu jsou data následně k dispozici pro další výzkum, který již probíhá nad historickými daty. Schéma celého systému (Obr. 6) (The MathWorks, Inc., n. d.).



Obr. 6 Internet of Things schéma (The MathWorks, Inc., n. d.)

Každý uzel, na schématu označený jako Edge Nodes, připojený do sítě má v tomto případě několik senzorů, které monitorují a ukládají data naměřená z reálného světa. Naměřená data z těchto senzorů se dále ukládají prostřednictvím internetu do datového skladu. Každý uzel může mít i několik desítek senzorů.

Množství generovaných dat těmito senzory je proto enormní a čím více zařízení bude připojeno k internetu, tím budou tyto objemy dat i nadále stoupat (ASHTON, 2009). Uložení dat vhodné pro další zpracování je proto důležitou úlohou. Nad daty v těchto skladech je poté možné provádět další výzkum. Tyto analýzy již nejsou prováděny v reálném čase, ale nad historickými daty. Analýza velkých objemů dat se nazývá dolování z dat. Dolování z dat patří do *Business Intelligence*. Není cílem této práce oba pojmy podrobně definovat, postačí nám definice obou pojmů s odkazem na příslušnou literaturu. „*Dolování z dat je zaměřeno na odkrytí znalostí v datech. Dolování z dat využívá veškeré vhodné technologie, zejména strojové učení, umělou inteligenci, logiku a matematiku. Business Intelligence je aplikace výpočetních statistických technik na zpracování a analýzu ekonomických dat.*“ (BRUSE, 2015). Data, generovaná senzory objektů připojených k internetu, se také označují jako Big Data (ŽIŽKA, 2015). Pojmu Big data se věnuje další kapitola.

### 2.2.2 Big data

Cílem této kapitoly je představit Big data v souvislosti s pojmy Internet of Things, resp. Smart cities. Opět jako v případě výrazů Smart cities a Internet of Things není definice pojmu Big data jednoznačná. Ve studované literatuře se vyskytuje několik možných definic. Existuje ovšem několik společných prvků, které budou diskutovány. První společnou vlastností, která se v literatuře objevuje, je objem dat a především rychlost, jakou tento objem roste (DE MAURO, 2015) (CHANG, 2015). Tento nárůst je způsoben především rozvojem ICT. V roce 2013 platilo, že 90 % celkového objemu dat vzniklo za poslední dva roky, tedy v letech 2010 – 2012 (HASHIM, 2015). I přesto, že údaj již není aktuální, očekává se, že tento trend bude i nadále pokračovat (SINTEF, 2013). K takto rychlému nárůstu objemu dat přispívají na jedné straně technologické společnosti jako jsou Google, Facebook, Amazon a další. Webové stránky těchto firem navštěvují každý den miliardy návštěvníků a celkový počet uživatelů se neustále zvyšuje (Csc.com 2012) (Statista.com 2016) (Facebook, 2016). Na základě interakcí těchto návštěvníků následně generují a také ukládají obrovské množství dat převážně uživatelského chování na daných webových stránkách. Druhou hybnou silou v oblasti Big data je právě fenomén Internet of things. Každé nově připojené zařízení v domácnosti, každé nově připojené průmyslové zařízení, každé chytré auto generuje nepřetržitě obrovské množství dat o svém chování. S rostoucím počtem těchto zařízení roste přirozeně také objem nově generovaných dat.

Další definice dále berou v úvahu nejen vznik, ale také ukládání a následnou analýzu dat. Statista.com definuje Big data následovně: „*Množství dat, těsně mimo schopnosti technologií ukládat, spravovat a zpracovávat tato data efektivně*“ (Statista.com, 2015). Další definice výrazu Big data je charakterizována pojmem 3V - objem (*volume*), různorodost (*variety*) a rychlost (*velocity*) (Gartner.com 2001) (BERMAN, 2013). V praxi se ke stávajícím prvkům přidal ještě čtvrtý a tím je věčnost (*verocity*). Na základě konceptu, který v roce 2001 představil Gartner (Gartner.com 2001), tak vznikl koncept 4V, který je využíván mimo jiné také spo-

lečností IBM v rámci její divize Internet of things (IBM, 2015). Bližší vysvětlení jednotlivých pojmů je uvedeno níže:

- **objem** (*volume*) – objem generovaných dat v různých měřících
- **rychlost** (*velocity*) – rychlost, s jakou jsou nová data generována
- **různorodost** (*variety*) – různorodá data generovaná senzory v rámci automobilu, data generována strukturovaná nebo nestrukturovaná
- **věcnost** (*verocity*) – věcnost nebo také důvěryhodnost dat bere v úvahu, do jaké míry je možné datům důvěřovat

Big data jsou v dnešní době oborem, který má v rámci IT obrovský potenciál (IBM, 2015). Samotné části tohoto oboru jako je generování dat, ukládání a správa dat, cloud computing, analýza dat a na ní navazující výzkum jsou tak velkými oblastmi, že je mimo rozsah této práce se jim věnovat. Ani to není cílem, proto se tato práce jimi dále nebude zabývat.

### 2.2.3 Využití IoT v praxi

Tato kapitola přináší jeden příklad využití IoT v praxi. Případů využití IoT v praktickém životě můžeme najít statisíce (WEINBERG, 2015) a tento počet bude nadále stoupat. Uvedený příklad slouží především jako teoretický podklad pro kapitolu 2.2.4, ve které bude diskutováno zabezpečení a ochrana soukromí. Pro představu je nezbytné uvést minimálně jeden příklad, na kterém budou následně představeny hrozby plynoucí z nedostatečného zabezpečení a také z nedostatečné úrovně ochrany soukromí.

Případ využití IoT je z leteckého průmyslu, ve kterém jsou každý den na celém světě přepraveny miliony cestujících. Diskutovaný příklad se týká dodávky dopravního letadla Boeing 787 společnosti Virgin Airlines. Tato nová letadla se liší od předchozích tím, že bylo poprvé ve vyšší míře využito konceptu IoT a letadlo, respektive většina jeho komponent, je připojeno k internetu. Senzory monitorují všechny klíčové součásti letadla a tyto informace odesílá prostřednictvím internetu ke zpracování. Během jednoho letu dojde odhadem k vygenerování 500 GB dat (FINNEGAN, 2013). Na jedné straně dojde k výraznému nárůstu objemu dat generovaných během letu. Tato data je následně nutné dále zpracovat. Na druhé straně je možné analyzovat stav a chování jednotlivých komponent během letu, předvídat poruchy, reagovat na problémy v reálném čase nebo plánovat dodávky náhradních dílů v případě poruchy. Všechny úkony jsou extrémně důležité a směřují k vyšší bezpečnosti cestujících. Na druhé straně vše, co je v dnešní době připojené k internetu, je napadnutelné. I přes všechna provedená bezpečnostní opatření bohužel riziko útoku existuje vždy. V tomto případě jde např. o získání informací o letu, získání osobních údajů cestujících a z toho plynoucí narušení ochrany soukromí. Tato rizika je nezbytně nutné eliminovat. Podrobněji se bezpečnosti a ochraně soukromí věnuje kapitola 2.2.4.

## 2.2.4 Bezpečnost a ochrana soukromí

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, IoT zasahuje nebo v nejbližší době bude zasahovat prakticky do každé činnosti člověka. Na Obr. 7 je znázorněno stručné rozdělení zařízení v rámci IoT dle využití. Vybrané příklady jsou diskutovány v této kapitole.

**Table 1. Classifying Internet of Things devices by application**

<b>Wearables</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entertainment</li> <li>- Fitness</li> <li>- Smart watch</li> <li>- Location and tracking</li> </ul>	<b>Health Care</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remote monitoring</li> <li>- Ambulance telemetry</li> <li>- Drug tracking</li> <li>- Hospital asset tracking</li> <li>- Access control</li> <li>- Predictive maintenance</li> </ul>
<b>Building and Home Automation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Access control</li> <li>- Light and temperature control</li> <li>- Energy optimization</li> <li>- Predictive maintenance</li> <li>- Connected appliances</li> </ul>	<b>Smart Manufacturing</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flow optimization</li> <li>- Real-time inventory</li> <li>- Asset tracking</li> <li>- Employee safety</li> <li>- Predictive maintenance</li> <li>- Firmware updates</li> </ul>
<b>Smart Cities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Residential e-meters</li> <li>- Smart street lights</li> <li>- Pipeline leak detection</li> <li>- Traffic control</li> <li>- Surveillance cameras</li> <li>- Centralized and integrated system control</li> </ul>	<b>Automotive</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infotainment</li> <li>- Wire replacement</li> <li>- Telemetry</li> <li>- Predictive maintenance</li> <li>- Car to car, and car to infrastructure</li> </ul>

Obr. 7 Klasifikace IoT dle využití (SMITH, 2015)

Již nyní je zřejmé, že IoT přinese prakticky nepřetržitou kontrolu nad naším životem. Jak je uvedeno na Obr. 5, v rámci IoT budou generována osobní data, z nichž některá mohou být velmi citlivá. Data ze zařízení monitorující zdraví, informace o veškerém pohybu automobilu a další. Tyto informace, zpřístupněné oprávněným osobám, jsou pro nás prospěšná. Data z fitness monitoru pomáhající lékaři udělat si obrázek o celkovém životním stylu a zdravotním stavu pacienta, eliminují snahy neříkat pravdu apod. Ve výsledku mohou pomoci stanovit správnou diagnózu, nasadit přesnější léčbu, správně a včas rozpoznat příznaky nebo ušetřit čas. Lednička připojená k internetu rozpozná chybějící potraviny a sama je objedná z nevhodnějšího obchodu. Takových příkladů, které se na první pohled jeví užitečně a ve své podstatě užitečné jsou, můžeme najít v reálném životě spoustu.

Měla by nás však zajímat druhá strana této mince, tedy co se stane, pokud se tyto informace dostanou do nesprávných rukou. Je proto na místě otázka, zdali budou tato data dostatečně chráněna před zneužitím nebo neoprávněným přístupem. Údaje o zdravotním stavu osob mohou být zneužita k marketingovým účelům. Např. pro farmaceutický průmysl by tyto informace znamenaly možnost naprosto

přesného cílení reklamy vzhledem k případným potížím člověka. Studovaná literatura takových příkladů nabízí mnohem více (WEBER, 2015) (BAUER, 2013). Soukromí a jeho ochrana se i vzhledem k rostoucímu počtu zařízení připojených k internetu stává diskutovaným elementem. Právo na ochranu soukromí je konfrontováno s technologickým pokrokem. V rámci bezpečnosti a ochrany soukromí je potřeba zajistit vysokou míru spolehlivosti. Tohoto cíle pomáhají dosáhnout tyto požadavky na zajištění bezpečnosti (BAUER, 2013):

- **Odolnost vůči útoku** – systém musí být odolný vůči útoku
- **Autentizace dat** – načtená adresa a informace o objektu musí být ověřeny
- **Kontrola přístupu** – poskytovatelé služeb musí zajistit kontrolu přístupu
- **Soukromí uživatele** – pouze poskytovatel služeb je schopen ze získaných informací odvodit konkrétního zákazníka

V případě využití IoT soukromými firmami bude na těchto společnostech, aby minimálně výše uvedené body zahrnuly do bezpečnostních mechanismů (BAUER, 2013). Pro zvýšení zabezpečení soukromí uživatelů a také zabezpečení dat je možné využít následujících bezpečnostních opatření. Mezi takové metody patří např. VPN, TLS, DNSSEC, *onion routing* a *private information retrieval*.

Kromě výše uvedených technologií, které brání v přístupu k datům neoprávněným uživatelům, existují další mechanismy, jak tyto informace chránit. Princip spočívá v zajištění důvěryhodnosti a anonymity (BAUER, 2013). Důvěryhodnost v tomto případě znamená i současné zajištění anonymity. Tedy pokud se tato data dostanou na veřejnost, bez ohledu na způsob, je díky anonymitě těchto údajů zajištěna také ochrana soukromí. Zajištění anonymity je založeno na šifrování. Díky šifrování dosahujeme těchto požadovaných vlastností (BAUER, 2013):

- **Nespojitelnost** – dvě informace nebo akce provedené jedním uživatelem nejsou spojeny a z jedné není možné zjistit druhou (a obráceně)
- **Nezjistitelnost** – útočník nemá možnost ověřit, zdali informace / akce existuje
- **Nepozorovatelnost** – není možné zjistit, zdali se oprávněný uživatel přihlásil k systému
- **Důvěrnost obsahu komunikace** – přenášené informace jsou důvěrné

Šifrování je důležité především u informací, které mohou identifikovat konkrétního uživatele. Je nutné implementovat automatický mechanismus, který zajistí ochranu soukromí za využití šifrování a anonymizace dat.

Všechny výše uvedené mechanismy zabezpečení jsou také zmíněné v referenčním modelu IoT (Open Knowledge n. d.). V dokumentu jsou pravidla ochrany soukromí rozepsána jako body pro reálné využití IoT v praxi. Mezi diskutované body ochrany soukromí v tomto dokumentu patří:



- objekt<sup>8</sup> si může vybrat, zdali chce nebo nechce informace sdílet
- objekt musí mít plnou kontrolu nad možnostmi nastavení soukromí
- objekt by měl mít možnost rozhodnout, k jakým účelům budou data využita
- objekt by měl vědět, kým a kdy je sdílená informace využita
- měly by být sdíleny pouze nezbytně nutné informace využívané daným zařízením, žádné „vedlejší“ informace by neměly být sdíleny
- nemělo by být možné ze sdílených dat zjistit identitu objektu
- informace sebrané ke konkrétnímu účelu by měly být využity pouze k tomuto účelu (WEBER, 2015)

V tuto chvíli otevřenou otázkou zůstává, jak se výše uvedené informace podaří implementovat v rámci právních a legislativních změn. Bude nezbytně nutné zahrnout možnost vymazání uživatelských dat z databáze na základě požadavku uživatele, případně nastavit automatické vymazání informací po určitém časovém intervalu (SMITH, 2015). IoT se stejně jako celé ICT vyvíjí rychlým tempem. Legislativní změny zabývající se ochranou soukromí zřejmě nebudou tomuto tempu stačit a budou tak zaváděny se zpožděním. A to bez ohledu, zdali bereme v úvahu národní nebo evropský legislativní proces (SMITH, 2015). Co tento vývoj bude znamenat pro ochranu soukromí, můžeme pouze odhadovat.

V ochraně soukromí se autorům pohled ztotožňuje s autory literatury, ze které bylo čerpáno při zpracování této kapitoly. Zajištění bezpečnosti a soukromí uživatelů bude pro další rozšíření IoT zásadním úkolem. Již nyní o nás chytré telefony prozrazují informace o naší poloze, fyzické aktivitě, o našich kontaktech a činnostech. S nástupem IoT bude objem těchto informací řádově vyšší, a proto je nezbytně nutné připravit mechanismy ochrany uživatelů, ať již na úrovni samotného používání chytrých zařízení, kde musí převzít tuto zodpovědnost výrobci, tak i na úrovni legislativy a právní ochrany, kde bude odpovědnost plně v rukou jednotlivých států.

### 2.2.5 Závěr

Internet of Things je fenomén posledních let. Předpokládá se, že využití technologií v rámci tohoto konceptu výrazně ovlivní život člověka ve všech jeho činnostech. Dále tento koncept stojí za masivním rozvojem dalších oborů, jako jsou zmíněná Big data nebo samotný koncept Smart cities. I přes nesporné výhody však existuje nebezpečí v podobě ochrany soukromí a bezpečnosti. Pokud se v rozumné míře podaří tyto hrozby vyřešit, nebude těmto změnám nic bránit.

## 2.3 Open data

Další oblast, která spadá do konceptu Smart cities, jsou tzv. Open data<sup>9</sup>. V této kapitole bude představena definice tohoto pojmu a také budou představeny způso-

---

<sup>8</sup> Objekt v tomto případě znamená člověka jako uživatele IoT

by, jak může jejich správné využití pomoci ke zlepšení života v městských aglomeracích. Tato kapitola je rozdělena do několika částí. V první části bude diskutována definice pojmu Open data, kde bude vycházeno z dostupné literatury. Dále bude představeno využití, tedy proč jsou Open data důležité a jakým způsobem mohou zlepšit život lidí. V poslední části budou představeny dva případy, kde zpřístupnění a následné využití Open dat pomohl zlepšit život obyvatel.

### 2.3.1 Definice

Pojem Open data vznikl jako výsledek práce celosvětové neziskové organizace Open Knowledge (Open Knowledge n. d.). Cílem organizace je „zpřístupnění“ nebo také „odemčení“ znalostí veřejnosti za využití práva, technologie a tréninku. Lidé budou schopni tyto vědomosti využívat v každodenním životě (Open Knowledge n. d.). Znalost těchto dat dále umožní lidem dělat lepší rozhodnutí ve více oblastech života. Příklady budou uvedeny v následující kapitole. Než bude možné představit definici pojmu Open data, bude diskutována definice pojmu Open tak, jak ji definuje organizace Open knowledge: *„Znalost je otevřená (open), jestliže má každý možnost k ní přistupovat, používat ji, modifikovat ji a sdílet ji – za předpokladu, že zůstane zachován původ a otevřenost.“* (Open Knowledge n. d.). Tzv. otevřené dílo musí následně splňovat další vlastnosti, které jsou uvedeny ve zdroji.

Na základě této definice můžeme již představit definici pojmu Open data. Dále bude také představeno, jak a čím mohou Open data přispět ke zlepšení kvality života. Opět budeme vycházet z definice organizace Open knowledge, která Open data definuje: *„Otevřená data jsou data, která mohou být zdarma užívána, znovupoužita a dále distribuována kýmkoliv - pouze s výhradou, požadavkem na přispění a uvedení autora změn.“* (Open Knowledge n. d.)

Toto je základní definice. Open knowledge definuje Open data také podrobněji. Nejdůležitějšími atributy jsou:

- **Dostupnost a přístup** – data musí být přístupná jako celek a nesmí být za tento přístup účtovány jiné, než odůvodněné náklady, data musí být přístupná v přívětivé a modifikovatelné podobě
- **Znovupoužitelnost a redistribuce** – licence musí umožňovat redistribuci a znovupoužitelnost ve všech situacích
- **Univerzální přístupnost** – každému musí být umožněno použití, znovupoužití a následná další distribuce, žádná skupina osob nesmí být v přístupu k těmto datům diskriminována

---

<sup>9</sup> V České republice se využívá také doslovného překladu Otevřená data. Tato práce vychází především z anglicky psaných zdrojů, proto také pojem Open data není dále překládán

Na tuto definici následně navazují národní organizace, zabývající se rozvojem Open data v příslušných zemích. V České republice je to portál otevrenadata.cz, který spravuje Fond Otakara Motejla (otevrenadata.cz 2016). Tento portál definuje Open data takto: *“Otevřená data (Open data) jsou informace a čísla bezplatně a volně dostupná na internetu ve strukturované a strojově čitelné podobě a jsou zpřístupněna způsobem, který jejich využití neklade zbytečné technické či jiné překážky”* (otevrenadata.cz 2016).

### 2.3.2 Využití

V předchozí kapitole byl pojem Open data definován. Zpřístupnění dat vládními organizacemi, ať již na národní (parlament, vláda) nebo lokální (městské samosprávy) je první krok v celém procesu. Tento krok je zásadní pro další rozvoj využití Open dat. Druhým prvkem jsou poté vývojáři z řad komunit, kteří jsou schopni tato data využít. Velmi častým způsobem, jak podpořit rozvoj v této oblasti jsou soutěže a hackathony. Tyto události jsou většinou vyhlašovány vedením samosprávného celku, který také poskytuje finanční podporu soutěže.

Celý proces od zveřejnění dat po jejich využití zobrazuje následující schéma (Obr. 8). Toto schéma představuje proces od zveřejnění po využití Open dat pro region Helsinky. Toto území zahrnuje města Helsinky, Espoo, Vantaa a Kauniainen, které od roku 2010 spolupracují v oblasti Open dat a vystupují jako *Helsinki Metropolitan Area* (JAAKOLAA, 2015). Uvedené schéma je však možné zobecnit pro využití kdekoliv na světě. Schéma zobrazuje vztah a procesy mezi poskytovateli dat a koncovými uživateli.



Obr. 8 Model zpracování a distribuce dat v regionu Helsinky (JAAKOLAA, 2015)

Tato kapitola dále představí důvody pro zavedení a podporu tohoto konceptu především ve veřejné správě. Tedy to, čím mohou Open data pomoci. Open data pomáhají a zlepšují život v mnoha městech po celém světě v mnoha oblastech lidské činnosti. Zmíněné Helsinky nebo Barcelona, Berlín, New York, Philadelphia a další velká města zpřístupňují data vývojářům s cílem využít co nejvíce jejich potenciál (LEE, 2016). Data jsou zpřístupňována ve všech oblastech lidské činnosti.

Na příkladu Helsinek je možné ukázat, jak moc dokáží Open data ovlivnit život ve městě. K 24. 4. 2016 bylo na webu <http://www.hri.fi/en/> zveřejněno 526 různých zdrojů dat (tzv. data setů) členěných do 20 celků dle zaměření (Helsinki Region Infoshare 2016). Dle informací dostupných na webu bylo jenom za první 4 měsíce roku 2016 přidáno více než 10 nových zdrojů (Helsinki Region Infoshare 2016). Z toho je patrné, že rozvoj Open dat i nadále pokračuje a místní samospráva dostupná data i nadále zveřejňuje. Helsinky, jako příklad dynamického rozvoje iniciativy Open data, ukazují největší přínos tohoto rozvoje. V rámci projektu zavedení konceptu Open data v oblasti Helsinek můžeme hovořit o výhodách jako je podpora nových obchodních příležitostí a inovací na základě těchto dat. Zjednodušení administrativy a spolupráce mezi organizacemi. Dalším diskutovaným benefitem je zvýšení občanské angažovanosti a demokracie spolu se zvýšením transparentnosti jednání samosprávy (Helsinki Region Infoshare 2016). Samotnou transparentnost nejvíc ovlivnilo úplné zveřejnění finančních výkazů v prosinci 2011 městem Vantaa. V tuto chvíli tyto údaje ve strojově čitelné podobě zveřejňuje celá Metropolitní oblast Helsinky.

Dalším příkladem je španělská metropole Barcelona. Samotná Barcelona měla dle Wikipedie k roku 2015 1 600 000 obyvatel, celá metropolitní oblast potom více než 4 500 000 obyvatel (In: Wikipedia: the free encyclopedia 2001 -). V rámci Barcelony jsou informace k Otevřeným datům dostupné na webu <http://opendata.bcn.cat/opendata/en/> (Barcelona 2016). Pro srovnání s Helsinkami, k 24. 4. 2016 bylo na těchto webových stránkách zveřejněno v různých formátech celkem 336 data setů. Metropolitní oblast Helsinky s populací jednoho milionu (Wikipedia: the free encyclopedia 2001-) obyvatel tak lze právem považovat za průkopníka ve zveřejňování dat. Konkrétní případy zveřejněných informací je možné najít na uvedených webových stránkách, a proto nejsou již dále v této práci rozebírány.

Podobné webové portály, na kterých jsou zveřejněny data sety v rámci Otevřených dat, mají města a městské oblasti po celém světě. Výhodami zveřejnění dat jsou snížení výdajů, zvýšení interakce mezi vládami a obyvateli, zlepšení kvality života a mnoho dalších. Tyto výhody povedou dle mého názoru k dalšímu masivnímu rozvoji Otevřených dat. Tento rozvoj bude znamenat, že nová města se budou zapojovat do tohoto konceptu. Dále se bude zvyšovat počet takto zveřejněných dat v rámci jedné oblasti (JAAKOLAA, 2015).

### 2.3.3 Open data v České republice

Vzhledem k diskutovanému přínosu Otevřených dat byla provedena analýza současné situace této problematiky v České republice. Téma je rozděleno na tři části,

kdy v první části je věnován prostor situaci v rámci celé České republiky. Další dvě části se věnují situaci ve dvou největších městech, tedy v Praze a v Brně.

Problematika Otevřených dat spadá v České republice pod Ministerstvo vnitra, které pro podporu rozšíření ustanovilo Národního koordinátora otevřených dat (Ministerstvo vnitra České republiky n. d.). Na příslušné webové stránce jsou podrobně popsány základní informace k tomuto tématu. Dále je na webu uveden odkaz na NKOD<sup>10</sup>. NKOD slouží jako platforma pro zveřejnění jednotlivých datových sad v rámci České republiky. Toto řešení bylo realizováno s cílem zveřejnit otevřená data na jednom centrálním místě a ušetřit náklady na technické řešení jednotlivým samosprávám a úřadům, které mají o zveřejnění dat zájem (Ministerstvo vnitra České republiky n. d.). Přidání nové datové sady je možné odesláním registračního formuláře na webu <https://portal.gov.cz>. Na tomto webu je možné konkrétní datovou sadu vyhledat. Technická specifikace zdrojových dat je poté také umístěna na tomto webu.

### 2.3.3.1 Praha

Všechny informace o situaci Otevřených dat v Praze jsou k dispozici na webové adrese <http://opendata.praha.eu/>. Ke dni 26. 4. 2016 bylo na webu umístěno celkem 155 datových sad od různých pražských organizací, jako jsou např. Institut plánování a rozvoje, Dopravní podnik hlavního města Prahy a další (Opendata Hlavního města Prahy 2016). Data jsou dle dostupných informací o změnách a zveřejnění pravidelně přidávána a aktualizována.

### 2.3.3.2 Brno

Informace o aktuálním počtu zveřejněných otevřených datových sad v rámci Brna jsou k dispozici na adrese <https://datahub.io/organization/statutarni-mesto-brno>. Ke dni 26. 4. 2016 se na webu nacházelo celkem 48 datových sad. Na webu <https://www.brno.cz/aktivni-obcan/> se následně nacházejí již realizované nápady a aplikace, které Otevřená data využívají (Statutární město Brno, 2016). Z přednášky Jiřího Ulipa, koordinátora otevřených dat v Brně, vyplývá, že většina z aktivit v této oblasti byla do roku 2015 bez jednotného přístupu. V této přednášce jsou zmíněny tyto problémy: „*Nikdo neodpovídá za kvalitu dat, proaktivně se nehledají další datasey, personální deficit, úředník je bez metodiky / předpisu zmaten až pasivně rezistentní*“ (ULIP, 2015). Z těchto informací vyplývá, že se Brno snaží v této době dát zveřejňování dat systém a přesná pravidla.

Ze zveřejněných informací je patrné, že Česká republika ve srovnání se zahraničím zaostává. Oproti srovnávaným oblastem se tyto možnosti Otevřených dat začaly v České republice diskutovat později. V Praze i v Brně tato diskuze a první kroky v této oblasti začaly až v posledních dvou letech. V rámci obou měst jsou zpracovány plány dlouhodobého rozvoje, který počítá také s podporou Otevřených dat (Opendata Hlavního města Prahy 2016) (Statutární město Brno, 2016).

---

<sup>10</sup> Národní katalog otevřených dat

## 2.4 Vybrané příklady konceptu Smart cities

V této kapitole budou představeny příklady technologií vycházející z konceptu Smart cities, které v poslední době ovlivnily život obyvatel v různých částech světa. V následujících podkapitolách jsou představeny konkrétní Smart city technologie z následujících oblastí: vláda a e-government, dopravní infrastruktura a bezpečnost obyvatel. V kapitole 2.4.4. je zmíněna situace v České republice v oblasti rozvoje konceptu Smart city. Na závěr je provedena diskuze a porovnání vybraných příkladů se situací v České republice.

### 2.4.1 Vláda a e-government

Jako příklad byl pro první kapitolu vybrán projekt digitalizace veřejné správy a zavedení e-governmentu v Estonsku. E-government je oblastí, která v posledních letech diskutována na politické úrovni v každé evropské zemi. V této kapitole bude představen koncept elektronizace státní správy, který byl implementován v Estonsku a jehož rozvoj i nadále pokračuje. Tento projekt se v indexu DESI<sup>11</sup> v roce 2015 umístil na 1. místě mezi všemi státy Evropské unie. Dle výsledku DESI mají v rámci Evropské Unie hodnocení nad průměrem a zároveň v roce 2015 rostly rychleji, než je průměr EU, kromě Estonska také tyto státy Rakousko, Německo, Malta, Nizozemí a Portugalsko (European Commission 2015). Index je sestavován na základě porovnání těchto parametrů.

- **konektivita** – míra zavedení širokopásmového připojení a jeho kvalita
- **lidský kapitál** – dovednosti potřebné k využití možností, které nabízí digitální společnost
- **využití internetu** – míra zapojení občanů v rámci on-line služeb
- **integrace digitálních technologií** – míra digitalizace podniků a využití internetu jako prodejního kanálu
- **digitální veřejné služby** – digitalizace veřejných služeb se zaměřením na e-government

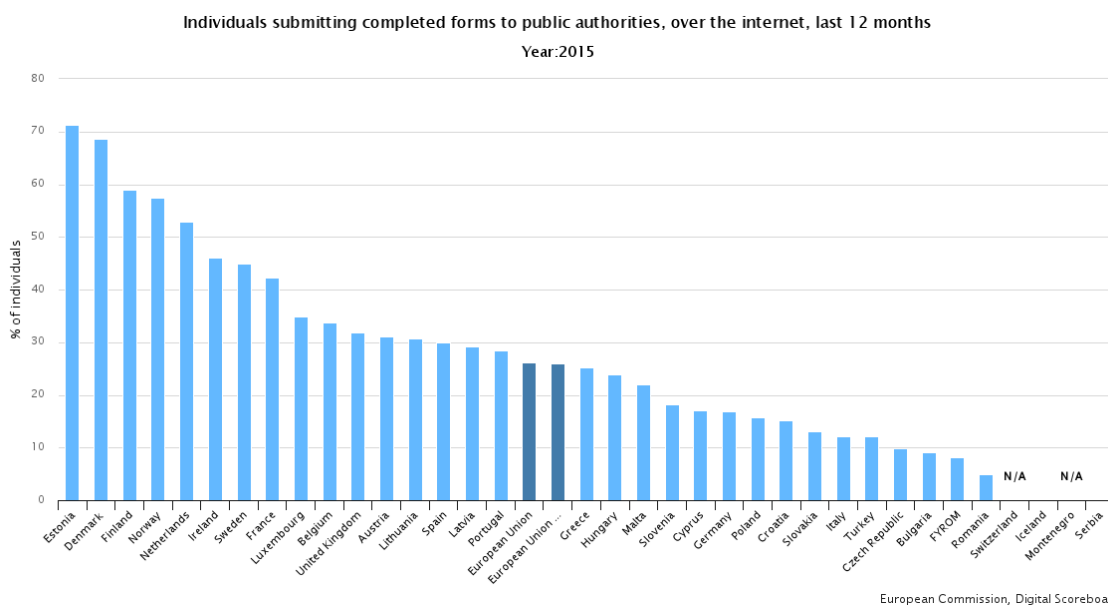
V této kapitole je rozebráno Estonsko a jeho program elektronizace veřejných služeb a státní správy. Estonsko jako postsovětská země udělala v této oblasti v posledních 10 letech výrazný pokrok a je tak dáváno v celém světě za vzor v oblasti elektronizace státní správy (LEETARU, 2015) (The New York Times 2014) (The guardian 2016). Dle výsledků DESI v roce 2015 více než 70 % všech<sup>12</sup> obyvatel Estonska využilo některou z elektronických funkcí státní správy, což je nejvíce z celé evropské unie. V rámci DESI je využití funkce státní správy definováno jako odeslání minimálně jednoho oficiálního formuláře státní správě. V České republice to bylo ve stejném roce 10 procent obyvatel. Pro srovnání je uvedena situace

---

<sup>11</sup> The Digital Economy & Society Index

<sup>12</sup> Věkové spektrum 16 – 74 let

v jednotlivých státech Evropské unie. V grafu je zanesen také průměrný výsledek Evropské unie jako celku.



Obr. 9 Využívání elektronických služeb státní správy v zemích Evropské Unie. Zdroj: (DIGITAL SINGLE MARKET: Digital Economy & Society 2015)

V první části kapitoly byly zmíněny pojmy elektronizace státní správy a e-government. Definice pojmu e-government byla poprvé publikována v roce 2001: "*E-government znamená obousměrné vztahy mezi vládou na jedné straně a občany, podniky a organizacemi občanské společnosti na straně druhé*" (FOUNTAIN, 2001) (GIL-GARCÍA, 2005). Cílem e-governmentu je snaha o maximální zjednodušení komunikace s úřady za využití ICT. Následující text představí zásadní body při zavedení e-governmentu v Estonsku spolu s plánem vývoje v této oblasti v budoucnu.

Aby vůbec bylo možné e-government používat jako funkční řešení, bylo nutné naplnit dva základní předpoklady. Muselo být zajištěno dostupné připojení k internetu v ideálním případě pro všechny obyvatele. V roce 2011 bylo širokopásmovým připojením k internetu pokryto více než 90 % území Estonska. Vývoj v této oblasti pokračuje investicemi do zkvalitňování stávající síťové infrastruktury (e-estonia.com 2014). Druhým předpokladem bylo využití všech možností ICT samotnými obyvateli a úředníky státní správy. Z toho důvodu byly podpořeny kampaně a kurzy, jejichž cílem bylo zlepšení obecných IT dovedností. Estonská vláda si také uvědomovala problémy spojené s nedostatkem odborníků v IT. V roce 2012 proto došlo k založení Estonské IT Akademie, na legislativní úrovni bylo zjednodušeno zaměstnávání kvalifikovaných IT odborníků ze zahraničí (e-estonia.com 2014). Vše dohromady mělo, dle mého názoru kromě významu pro další rozvoj e-governmentu v Estonsku, také sekundární dopad. Estonsko začalo být v souvislosti s implementací e-governmentu zmiňováno ve světových médiích, která jeho řešení

dávala za příkladné a funkční řešení (LEETARU, 2015) (The New York Times 2014) (The guardian 2016). Na základě tohoto ohlasu projevily zájem o spolupráci v této oblasti další státy a soukromé společnosti. Zájem o spolupráci v oblasti digitalizace státní správy a kybernetické bezpečnosti projevilo např. i Japonsko (E-estonia.com 2016).

Velmi důležitým se jeví fakt, že dosavadní dosažené úspěchy v oblasti e-governmentu, nejsou poslední. Estonsko velmi podrobně zpracovalo plán rozvoje ICT až do roku 2020, ve kterém zmiňuje úspěchy, neúspěchy a především směr, kudy se chce v této oblasti dále rozvíjet. (e-estonia.com 2014)

#### 2.4.2 Doprava a provoz na pozemních komunikacích

Dopravní infrastruktura jako zásadní část pro rozvoj světové ekonomiky se stala kvůli rostoucímu počtu automobilů na silnicích (Scotiabank 2016) (Voelcker, 2011) nejdůležitější oblastí aplikace chytrých technologií. Snaha o zvýšení plynulosti provozu s cílem snížit čas obyvatel strávený na cestě. Predikce dopravní situace na základě naměřených dat, optimalizace tras záchranných složek, upozornění na silný provoz, nehodu nebo problém na silnici, inteligentní řízení semaforů patří mezi technologie aktuálně využívané v dopravě především pro zlepšení prostupnosti dopravní sítě. V této části práce budou představeny pojmy inteligentní transportní systém (dále jen ITS<sup>13</sup>), C-ITS<sup>14</sup>, V2V interaction<sup>15</sup> a V2I interaction<sup>16</sup>, které se dle názoru autora v tuto chvíli jeví jako důležité v oblasti automobilové dopravy. Dále budou zmíněny významné projekty z oblasti ITS a C-ITS<sup>17</sup>.

V rámci chytrých dopravních řešení jsou nejčastěji zmiňovány pojmy ITS a C-ITS. Odbor ITS, kosmických aktivit a VaVal při Ministerstvu dopravy České republiky definuje ITS takto:

*„ITS, někdy také označované jako Dopravní telematika, integrují informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím za podpory ostatních souvisejících oborů (ekonomika, teorie dopravy, systémové inženýrství, atd.) tak, aby pro stávající infrastrukturu zajistily systémy řízení dopravních a přepravních procesů. ITS jsou pokročilé systémy, které využívají informačních a komunikačních technologií pro lepší a bezpečnější řízení dopravního provozu a pro efektivnější podporu procesu přepravy osob nebo věcí.“* (Czechspaceportal.cz 2016)

Podobné definice můžeme najít také na webových stránkách odpovědných úřadů v dalších zemích (Australien Government 2015) (itscanada.ca/it 2012) (The Northwestern Indiana Regional Planning Commission n. d.). Struktura ITS vychází z předchozí definice (Obr. 10) (HADACHI, 2014). Pojem C-ITS potom znamená Co-operative ITS (etsi.org 2016) (některé zdroje uvádějí Connected ITS (European

<sup>13</sup> Intelligent transportation system – inteligentní dopravní systém

<sup>14</sup> Co-operative ITS – spolupracující inteligentní dopravní systém

<sup>15</sup> Vehicle to vehicle interaction – komunikace mezi vozidly

<sup>16</sup> Vehicle to infrastructure interaction – komunikace mezi vozidlem a dopravní infrastrukturou

<sup>17</sup> Cooperative intelligent transportation systems – spolupracující inteligentní dopravní systém



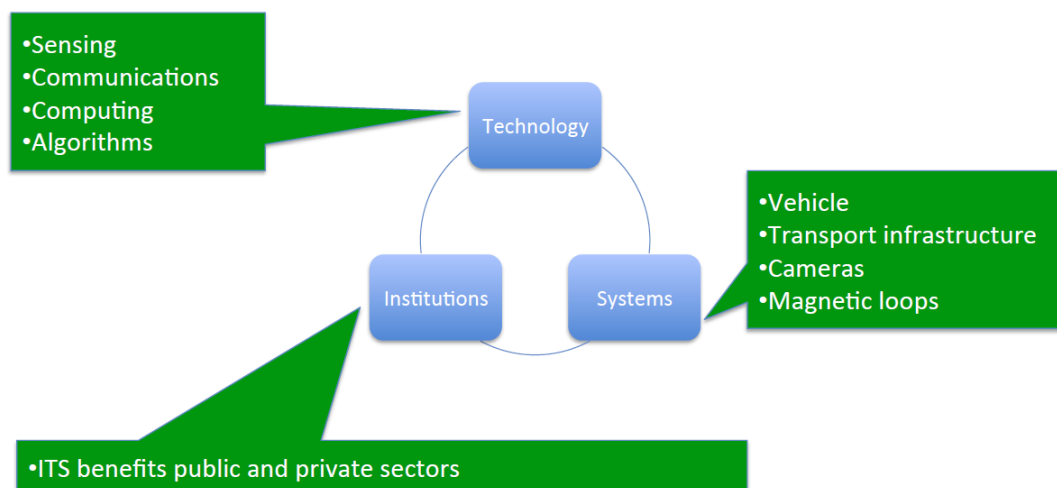
Commision 2016) (Office of the Assistant Secretary for Research and Technology (OST-R) 2016)), v rámci práce ale bude brán v potaz úvodní význam. Pod C-ITS spadají rozvíjející se technologické oblasti V2V a V2I (etsi.org 2016).

Příkladem projektu C-ITS je v Evropské unii projekt Cooperative ITS Corridor. Jde o společný projekt vlád Německa, Nizozemska a Rakouska, jehož hlavním cílem je vybudování koridoru, ve kterém bude použita jednotná ITS technologie (Cooperative ITS Corridor n. d.). Mezi hlavní cíle projektu potom patří:

- vývoj evropského standardu pro V2V a V2I
- založení systému, který může být v budoucnu rozšířen o další služby
- poskytnutí rozsahu frekvencí pro přes hraniční využití V2V a V2I
- zpřístupnění získaných poznatků potenciálním partnerům a zveřejňování základních specifikací a výsledků
- globální ustálení V2V a V2I standardů (Cooperative ITS Corridor n. d.)

Koridor povede z Rotterdamu přes Frankfurt nad Mohanem až do Vídně. Dokončení koridoru je plánováno na závěr roku 2016 (czechspaceportal.cz 2016). V tomto koridoru je v plánu provoz nejméně dvou ITS služeb a to varování o práci na dálnici a také informace o pohybu vozidel vybraných ITS jednotkami (vozidla údržby, apod.) (czechspaceportal.cz 2016).

## ITS Structure



Obr. 10 Struktura ITS (HADACHI, 2014)

Intelligentní dopravní systémy zahrnují různé technologie využívající ICT pro zlepšení dopravní situace. Ať se již jedná o inteligentní řízení dopravy, kamerové

systemy, predikci dopravní situace, autonomní systém řízení vozidel nebo moderní bezpečnostní prvky v automobilech. Společným cílem těchto technologií je minimalizovat ztráty, ať již časové, finanční nebo jiné, které vznikají provozem na komunikacích a zároveň zvyšovat bezpečnost vše účastníků. Využití ITS není omezeno pouze na automobilovou dopravu, ale najde uplatnění také v železniční, námořní a letecké dopravě (etsi.org 2016). V rámci oblasti ITS patří k nejperspektivnějším (Laursen, 2014) oblastem užití již zmíněné V2V a V2I interactions.

V2V, komunikace mezi dvěma vozidly, najde uplatnění v mnoha případech. Příkladem využití V2V může být např. situace při změně jízdního pruhu automobilu a eliminace mrtvého úhlu. Velmi často nastává situace, kdy odbočující řidiči blízcí se vozidlo nemůže vidět. V takovém případě V2V upozorní řidiče varováním před blížícím se vozidlem (Laursen, 2014).

V2I, komunikace mezi vozidlem a infrastrukturou, je technologie na podobném principu jako V2V, ale v tomto případě komunikuje vozidlo s dopravní infrastrukturou. Dopravní infrastruktura musí být pro potřeby V2I vybavena technologií umožňující bezdrátovou komunikaci. Příkladem V2I jsou mýtné brány, které automaticky zaznamenávají pohyb vozidel pohybujících se v jejich bezprostřední blízkosti.

Prozatím největší překážkou, která brání rozvoji a následnému užití V2V a V2I technologií ve větší míře je jednotný standard, který by platil v rámci Evropské unie pro všechny státy. Standardizace technologií je v této oblasti esenciálním prvkem budoucího rychlého vývoje. Standardizací se v rámci Evropské unie zabývá ETSI<sup>18</sup>. Informace o fungování ETSI jsou dostupné na webových stránkách [etsi.org](http://etsi.org).

Technologií, patřící do segmentu ITS (C-ITS) je možné nalézt mnohem více. V tomto bodě autor odkazuje čtenáře na dostupnou literaturu, především na tyto webové stránky:

[www.etsi.org](http://www.etsi.org)

[www.its.dot.gov/communications/media/15cv\\_future.htm](http://www.its.dot.gov/communications/media/15cv_future.htm)

[sites.ieee.org/itss/](http://sites.ieee.org/itss/)

### 2.4.3 Bezpečnost obyvatel

V této kapitole bude diskutováno téma bezpečnosti a bezpečí obyvatel. Bezpečností je v této části práce myšlena fyzická bezpečnost obyvatel a to, jakým způsobem je v rámci konceptu Smart cities zajišťována. Kybernetická bezpečnost a ochrana osobních dat bude zmíněna v diskuzi v závěru kapitoly 2.4.

Cílem chytrých měst je zlepšování kvality života obyvatel ve městě a její udržitelný rozvoj. Dostupné statistiky ukazují, že počet trestných činů byl v minulosti výrazně vyšší ve městech a hustě osídlených oblastech, než v menších městech a vesnicích (Glaeser, 1999). Jedním z cílů, které by chytré technologie měly v hustě osídlených městech zajistit, je prevence kriminality. Statistiky naznačují, že v případě zavedení kamerového dohledového systému došlo ve vybraných oblas-

---

<sup>18</sup> European Telecommunications Standards Institute

tech v USA k poklesu kriminality (McCaney, 2011) (Welsh, 2009) (News Wire Publications, LLC, 2011). Z poklesu kriminality následně vyplývají úspory veřejných rozpočtů, jako jsou soudní náklady, náklady na bezpečnostní složky. Dále je nutné také brát v úvahu sociální efekt, kdy méně kriminality znamená spokojenější a v určitých aspektech života aktivnější obyvatele.

V souvislosti s kamerovými dohledovými systémy je možné vidět potenciál v automatických kamerových systémech, které jsou vybaveny softwarem pro rozpoznávání. Díky využití tohoto programu je možné rozpoznávat obličeje, objekty a situace. Software je již úspěšně využíván na silnici, především pro rozpoznávání registračních značek automobilů nebo rozpoznávání automobilů v protisměru. V poslední době se objevují také snahy o rozpoznání konkrétních vzorců chování (Calavia, 2012), což v době častých teroristických útoků v Evropě nabývá na důležitosti. Již v roce 2012 byl ve španělském Valladolidu publikován projekt, jehož výsledkem bylo automatické rozeznání situací na základě analýzy pohybu objektů. Detekce výjimečných situací je prováděna na základě parametrů pohybujících se objektů a jejich drah, využito je sémantické logiky a ontologie. Rozpoznávanými situacemi byly mj. automobil v protisměru nebo člověk v kolejišti metra (Calavia, 2012). Systém byl na vzorku dat schopný tyto situace rozpoznat a příslušně reagovat (Calavia, 2012).

Automatické dohledové systémy mohou pomoci v situacích, kdy dohled operátora již není možný, nebo výrazně prodražuje provoz kamerového systému. Typické využití automatických dohledových systémů je při souběžné kontrole několika desítek nebo stovek kamer v hustě obydlených oblastech. Automatické systémy se setkávají také s řadou překážek. Největší výzvou se jeví ochrana soukromí rozeznávaných osob (Elmaghraby, 2014). Technické řešení této výzvy, jakým způsobem a v jaké podobě data uchovávat, bude nezbytné pro rozvoj těchto systémů.

Pro větší bezpečí obyvatel je velmi důležitá rychlá a dostupná zdravotní péče. V tomto ohledu se toto téma částečně prolíná s dopravou. Využití technologií ITS jako jsou V2V nebo V2I může výrazným způsobem usnadnit cestu složek IZS<sup>19</sup> na místo zásahu. Jde o aplikace pro optimalizaci trasy k výjezdu, které na základě dat z GPS<sup>20</sup> a aktuálních dat z provozu, vyberou nejrychlejší možnou cestu k cíli výjezdu (Lee C-L, 2014).

Na druhou stranu může technologie GPS a využití možností současných chytrých telefonů výrazně přispět k rychlejší lokaci zraněného. Příkladem je česká aplikace Záchranka, vyvinutá pro mobilní platformy Android a iOS. Prostřednictvím stisku tlačítka v aplikaci dojde k automatickému odeslání polohy volaného a současně je vytáčeno číslo 155 pro spojení s operátorem záchranné služby. Aplikace má také další funkce, jako je seznam nejbližších zdravotnických zařízení v okolí nebo náповěda jak účinně poskytovat první pomoc (Zachrankaapp.cz 2015).

---

<sup>19</sup> Integrovaný záchranný systém

<sup>20</sup> Global Positioning System

Opět jako v případě ITS je možné nalézt mnohé další příklady užití chytrých technologií v rámci zajištění bezpečnosti obyvatel. V této práci jsou zmíněné vybrané příklady, které demonstrují potenciál, který chytré technologie do této oblasti přinášejí.

#### 2.4.4 Smart cities v České republice

Vývoj v oblasti Smart cities je v České republice oproti zemím, zmíněným v předchozích částech práce, ve svém počátku. Státní správa, stejně jako privátní firmy si začínají uvědomovat budoucí potenciál v této oblasti. V době psaní této práce neexistoval v České republice žádný koncepční přístup k problematice Smart cities na nejvyšší legislativní úrovni. V rámci České republiky je tak nejvýznamnějším subjektem Czech Smart City Cluster, z.s. Cílem tohoto spolku je rozvoj spolupráce mezi soukromými firmami, státní správou a samosprávou, univerzitami a obyvateli měst. (Czech smart city cluster, z.s., 2016) Členy spolku jsou významné IT firmy působící v České republice, významné univerzity a další subjekty. Činnost spolku z pohledu ředitele společnosti Schneider Electric, jednoho ze zakládajících členů spolku, Jaroslava Žlábka:

*„Naším cílem je být hlavní a sjednocující skupinou pro oblast inteligentních měst v Česku. Chceme být zároveň partnerem státní správy i municipalit při hledání optimálních řešení pro rozvoj měst a obcí. Dále budeme spolupracovat s vysokými školami a podporovat výzkum a vývoj inovací. Do budoucna plánujeme vytvořit databázi technologických řešení a současně navrhujeme i možnosti jejich finančního krytí. Nejsem uzavřenou skupinou a hledáme další zájemce, kteří přispějí k rozvoji našeho spolku i samotného konceptu inteligentních měst. Veškeré naše aktivity budeme provozovat jako neziskové“* (chytremesto.cz, 2016)

Spolek Czech smart city cluster prozatím spolupracuje na těchto Smart city projektech: Praha 3 na cestě ke Smart city, Smart Prague, Smart city Pardubice, Smart city Brno, Smart Region Jižní Čechy a Smart city Písek. V každém z těchto regionů je projekt v jiné fázi. Ve většině případů jde v tuto chvíli o mapování situace tak, jako je tomu např. v projektu Smart Prague (Smartprague.eu, 2016) (iprpraha.cz, 2016). V Brně, druhém největším městě České republiky, je situace obdobná. V roce 2015 byla ustanovena komise rady města, která se zabývá rozvojem konceptu Smart city v tomto městě (czechsmartcitycluster.cz, 2016). Cílem komise je vytvoření strategického dokumentu Smart city Brno 2050. Obsahem tohoto dokumentu budou konkrétní cíle, termíny a odpovědnosti v oblasti Smart city. Dokument má být dokončen v roce 2017. Rada města avizuje, že při přípravě tohoto dokumentu je připravena na diskuzi s veřejností a teprve na základě této diskuze dojde k procesu schvalování (brno.cz, 2016).

Smart city Písek je v rámci České republiky průkopníkem v této oblasti. Iniciativa Smart city Písek, resp. spolupráce na jejím naplnění následně vedla zúčastněné subjekty k založení Czech smart city clusteru, z.s. (Czech smart city cluster, z.s., 2016). I přes relativně nízký počet stálých obyvatel, k 31.12.2015 necelých 30 000 (Český statistický úřad, 2015), patří Písek k městům, ve kterých je problematika

Smart city rozpracována nejpodrobněji (Svítek, 2015). Právě menší velikost může být výhodou v urychlení některých legislativních procesů a implementace chytrých řešení v rámci města.

Ve všech dalších projektech je situace obdobná. Probíhají přípravné a analytické práce s cílem připravit návrh reálných projektů (Czech smart city cluster, z.s., 2016).

Kromě zmíněného spolku Czech smart city cluster, z.s. a jeho webových stránek <http://czechsmartcitycluster.cz/> je možné získat přehled aktuálně řešených projektů také na stránce evropské iniciativy EIP-SCC<sup>21</sup> <https://eu-smartcities.eu>. Na webu je možné najít aktuální informace o problematice Smart cities v evropském měřítku. Zajímavá je především mapa Smart city projektů. V době psaní práce obsahovala mapa České republiky čtyři aktuálně řešené projekty, zmíněný Smart city Písek a následně tři další projekty v rámci Smart Prague (SMART CITIES | An initiative of the European Commission, 2016).

Práce se v této části nezabývá jednotlivými technologiemi, které byly zmíněny v kapitolách 2.4.1 až 2.4.3, ale zkoumá a zmiňuje pouze systematický přístup k řešení problematiky Smart cities v rámci větších geografických celků na území České republiky.

#### 2.4.5 Zhodnocení

Výše diskutované příklady z konceptu Smart cities odhalily, jaký potenciál se v této oblasti do budoucna skrývá. Aby byl tento potenciál plně využit, bude nutné k tomuto konceptu přistupovat systematicky na úrovni krajských a městských samospráv. Nadále bude docházet k provázání znalostí z více vědních oborů. Důležitou roli budou hrát informační technologie spolu s dopravním a stavebním inženýrstvím. Dále bude kladen větší důraz na výměnu a sdílení informací o realizovaných projektech v rámci Evropské unie. Zde již úspěšně funguje portál <https://eu-smartcities.eu/>, který nabízí přehled realizovaných Smart city projektů v rámci celé EU.

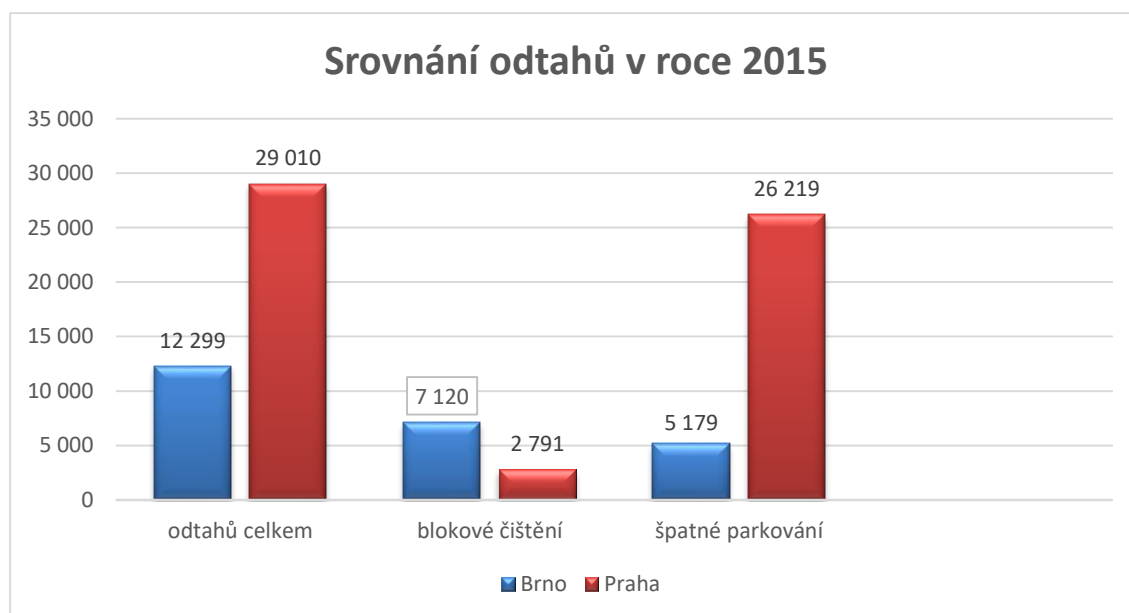
Vzhledem k tomu, že většina projektů je v době psaní této práce v úvodní fázi, bude nezbytně nutná výměna informací o konkrétních výsledcích jednotlivých projektů. V tuto chvíli dochází, především v České republice, ke zpracování strategických dokumentů k tomuto konceptu. Teprve implementace navržených řešení a následná analýza výsledků z reálného provozu ukáží, jak budou řešení z tohoto konceptu efektivní a jaký konkrétní přínos to bude mít pro obyvatele dotčených oblastí. Potenciál je obrovský, ale reálné projekty ukáží, do jaké míry se podaří jej naplnit.

---

<sup>21</sup> European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities

### 3 Blokové čištění v Brně

Tato práce je zpracovávána s cílem zjednodušit přenos informací o blokovém čištění mezi jednotlivými městskými částmi a obyvateli Brna. Očekávaným výsledkem je následné snížení počtu odtahů automobilů při blokovém čištění, z toho plynoucí úspora finančních prostředků občanů a dále také snížení ekologické zátěže odtahovými vozy ve městě. Aby bylo možné tyto přínosy identifikovat, je na místě zmínit statistiky odtahů v Brně a srovnat je v rámci České republiky s dalšími městy, která tato data evidují. V případě některých měst není možné data o odtazích přímo při blokovém čištění získat, protože se skrývají ve statistikách odtahů všech případů stání na místech, ve kterých to zakazuje příslušná značka zákaz stání nebo zákaz zastavení (Boček, 2014) (Cibulka, 2014) (Boček, 2016). Data srovnávající odtahy aut mezi Brnem a Prahou v roce 2015 se podařilo získat serveru idnes.cz (Živný, 2016).



Obr. 11 Srovnání odtahů automobilů mezi Brnem a Prahou v roce 2015 (Živný, 2016)

Jak statistika napovídá, celkový počet odtahů odpovídá velikosti obou měst. U odtahů při blokovém čištění však statistika ukazuje zcela jiné hodnoty. Vzhledem k velikosti obou měst může být nedostatečná informovanost obyvatel o blížícím se termínu jednou z příčin rozdílu v počtu odtahů. A to i v případě, kdy vezmeme v úvahu, že v Praze je čištění prováděno pouze 2x ročně, oproti průměrným 4 termínům v Brně (Živný, 2016).

V době zadání této práce byli obyvatelé Brna informováni o blokovém čištění několika způsoby. Jednotlivé městské části zveřejňovaly informace o blokovém

čištění na svém webu, vždy na celý rok dopředu. Tyto informace jsou uloženy buď přímo v html kódu stránky, nebo uloženy ve formátu pdf<sup>22</sup>. V ani jednom případě nebylo možné tato data strojově zpracovat pro další využití. Obyvatelé Brna také nebyli aktivně informováni o případných změnách v termínech čištění. Dalším informačním kanálem je umístění zákazových značek v ulicích, kterých se blokové čištění týká přibližně jeden týden před termínem čištění. Z výše uvedených statistik je zřejmé, že tyto formy komunikace termínů blokového čištění nejsou dostatečné. Mimo tyto kanály je možné využít služeb soukromé služby, která na portálu [cisteniuilic.cz](http://cisteniuilic.cz) nabízí za poplatek zaslání informace o blokovém čištění na email nebo prostřednictvím SMS zprávy. Tato možnost se však vzhledem k účtovanému poplatku nejeví jako ideální. Tyto informace by měly být dle názoru autora k dispozici zdarma.

V průběhu roku 2016 vznikl webový portál <https://cisteni.bkom.cz/ui/#!map> a mobilní aplikace pro operační systémy IOS a Android Brněnské komunikace, které provozuje firma Brněnské komunikace a.s. (Živný, 2016) Cíl těchto projektů je shodný s cílem této práce a tím je zlepšení informovanosti o blokovém čištění v Brně. Zadání těchto projektů ze strany Brněnských komunikací nebylo možné ze strany autora této práce jakkoliv předvídat na počátku zpracování.

---

<sup>22</sup> *Portable Document Format*

## 4 Webová aplikace

Tato kapitola popisuje vývoj webové aplikace. Některé části aplikace, především návrh komunikačního API<sup>23</sup>, které jsou společné pro webovou i mobilní aplikaci budou zmíněny v této části práce. V kapitole mobilní aplikace bude následně na tyto pasáže odkazováno. Další nástroj, který je pro obě aplikace společný, je Git<sup>24</sup>. I když je Git určený především pro práci v týmu vývojářů, využil jsem ho při programování webové i mobilní aplikace. Git jsem využil společně s webovým portálem [bitbucket.org](https://bitbucket.org). Více informací o uvedených nástrojích je možné nalézt na webových stránkách <https://git-scm.com/>, resp. <https://bitbucket.org/>.

### 4.1 Analýza požadavků

Ve 3. kapitole byl zmíněn problém odtahů automobilů při blokovém čištění ulic v Brně. Navrhované aplikace mají pomoci tento problém řešit. Webovou aplikaci je nutné rozdělit na webovou administraci pro správu termínů v jednotlivých městských částech a na uživatelskou část.

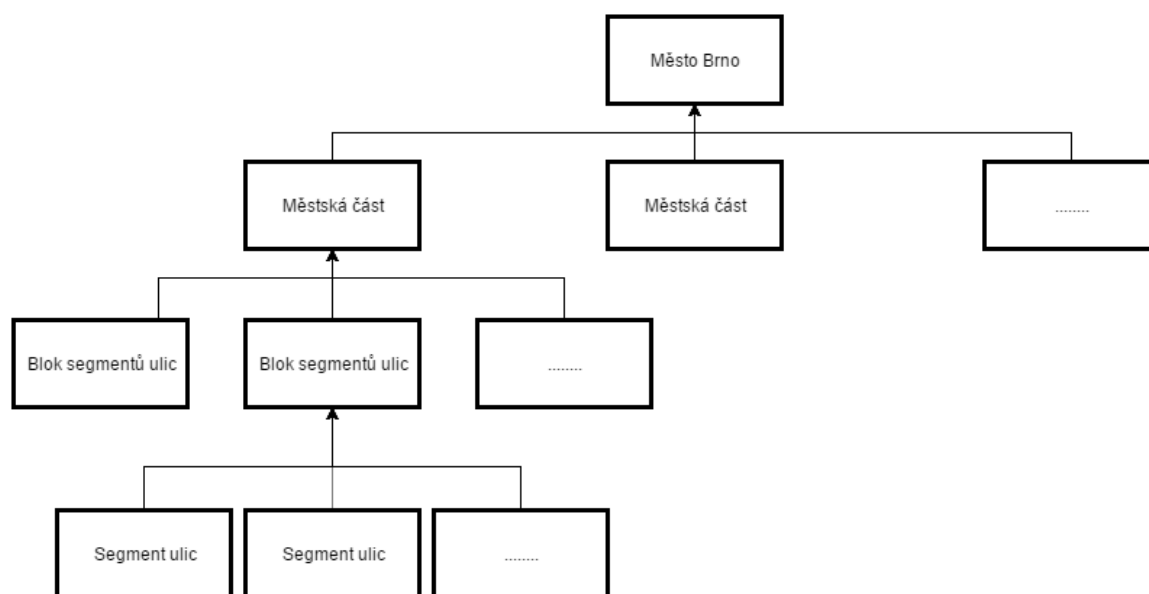
V rámci webové administrace tak bylo potřeba vytvořit jednotnou administraci, do které by měly přístup odpovědné osoby starající se o zadávání a aktualizaci informací o blokovém čištění. V první fázi práce bylo nezbytné zjistit, jaká je hierarchie pro zadávání termínu konkrétním ulicím v rámci města Brna. Tato hierarchie je zobrazena na Obr. 12. Pro ilustraci je v grafu zobrazeno vždy několik prvků z dané úrovně.

---

<sup>23</sup> Application programming interface

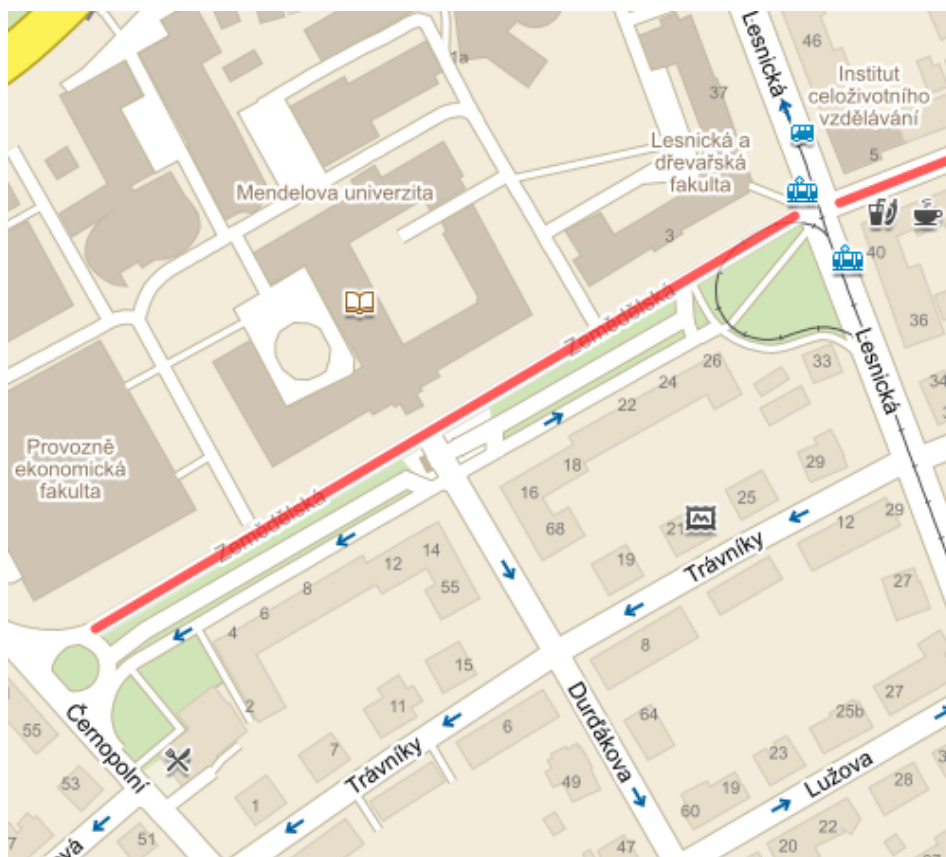
<sup>24</sup> Distribuovaný open-source systém pro správu verzí





Obr. 12 Hierarchie zadávání blokového čištění v Brně

Správná identifikace této hierarchie je zásadním bodem pro návrh celé aplikace. Dalším důležitým prvkem je systém segmentů ulic. Jednotlivé městské části se skupují segmenty ulic do bloků. Segmenty ulic v rámci tohoto bloku mají poté stejné termíny blokového čištění. V tomto případě je důležité specifikovat rozdíl mezi ulicí a segmentem ulice. V některých případech jde o hraniční ulici. Proto je místo pojmu ulice používán termín segment ulice. Pro jednoznačnou identifikaci segmentu ulice jsou používány hraniční ulice, případně další upřesňující informace. Příklad segmentu ulice Zemědělská (Černopolní – Jugoslávská) v Brně je možné vidět na Obr. 13.

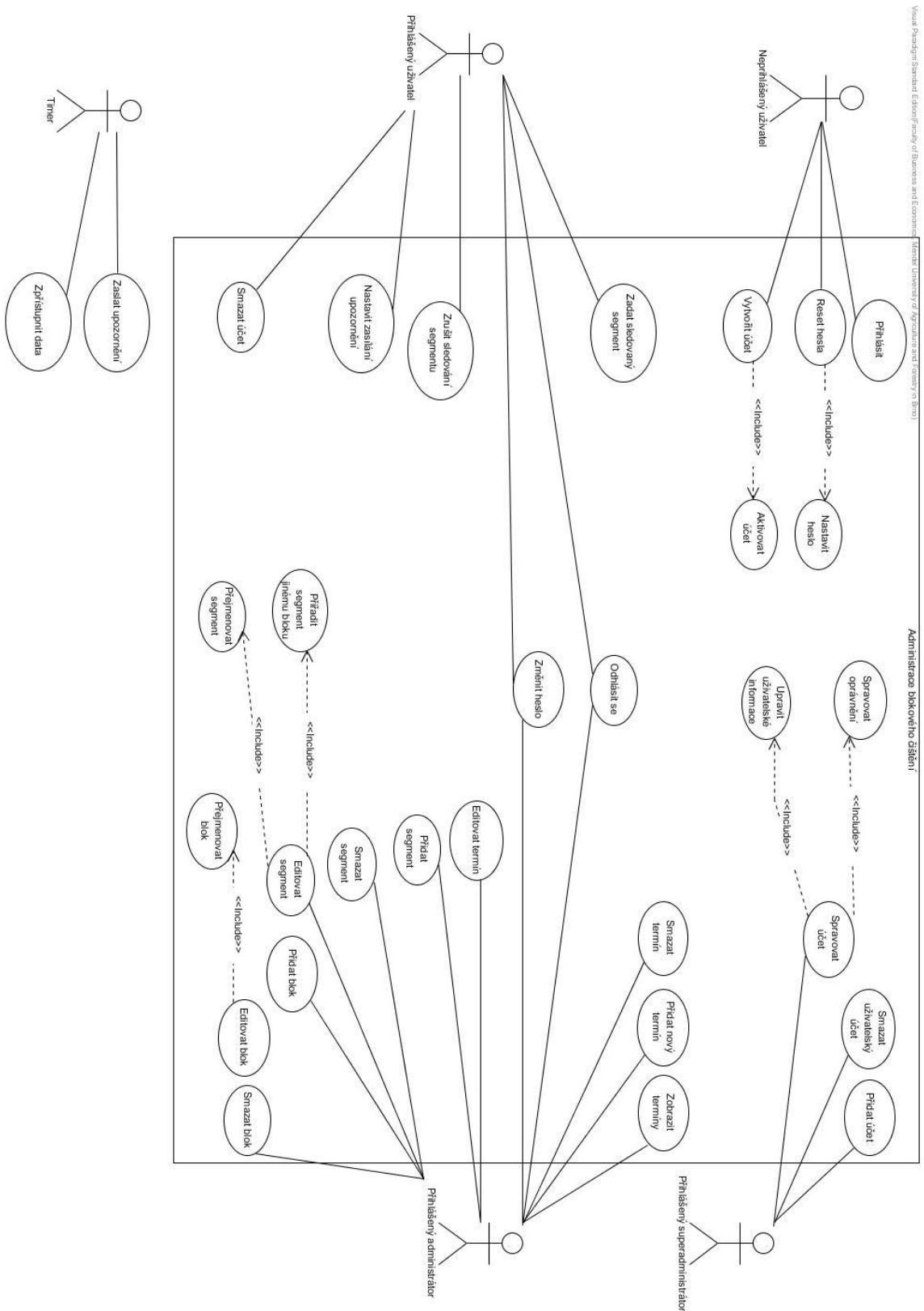


Obr. 13 Příklad segmentu ulice Zemědělská (Černopolní - Jugoslávská) (Seznam.cz, a.s., 2016)

Součástí řešení této práce je také mobilní aplikace, která pracuje s daty z webové aplikace. Je proto nutné prozkoumat možnosti komunikace mezi mobilní aplikací a webovým serverem. Toto rozhraní je následně nutné správně navrhnout a implementovat. V rámci analýzy požadavků je jisté, že půjde o komunikaci jedním směrem. Mobilní aplikace bude data číst a následně dále zpracovávat, ale nebude mít možnost data na webovém serveru ovlivnit. V klientské části webové aplikace je zásadním požadavkem možnost nastavit upozornění na blokové čištění. Uživatel má možnost vybrat si segmenty ulic, o jejichž čištění chce být informován a také čas, kdy chce být na čištění upozorněn.

Požadavky na systém a konkrétní funkce jsou zachyceny v následujícím USE CASE<sup>25</sup> diagramu (Obr. 14). Tento model obsahuje veškerou očekávanou funkčnost systému.

<sup>25</sup> Diagram případů užití



Obr. 14 USE CASE diagram webové aplikace

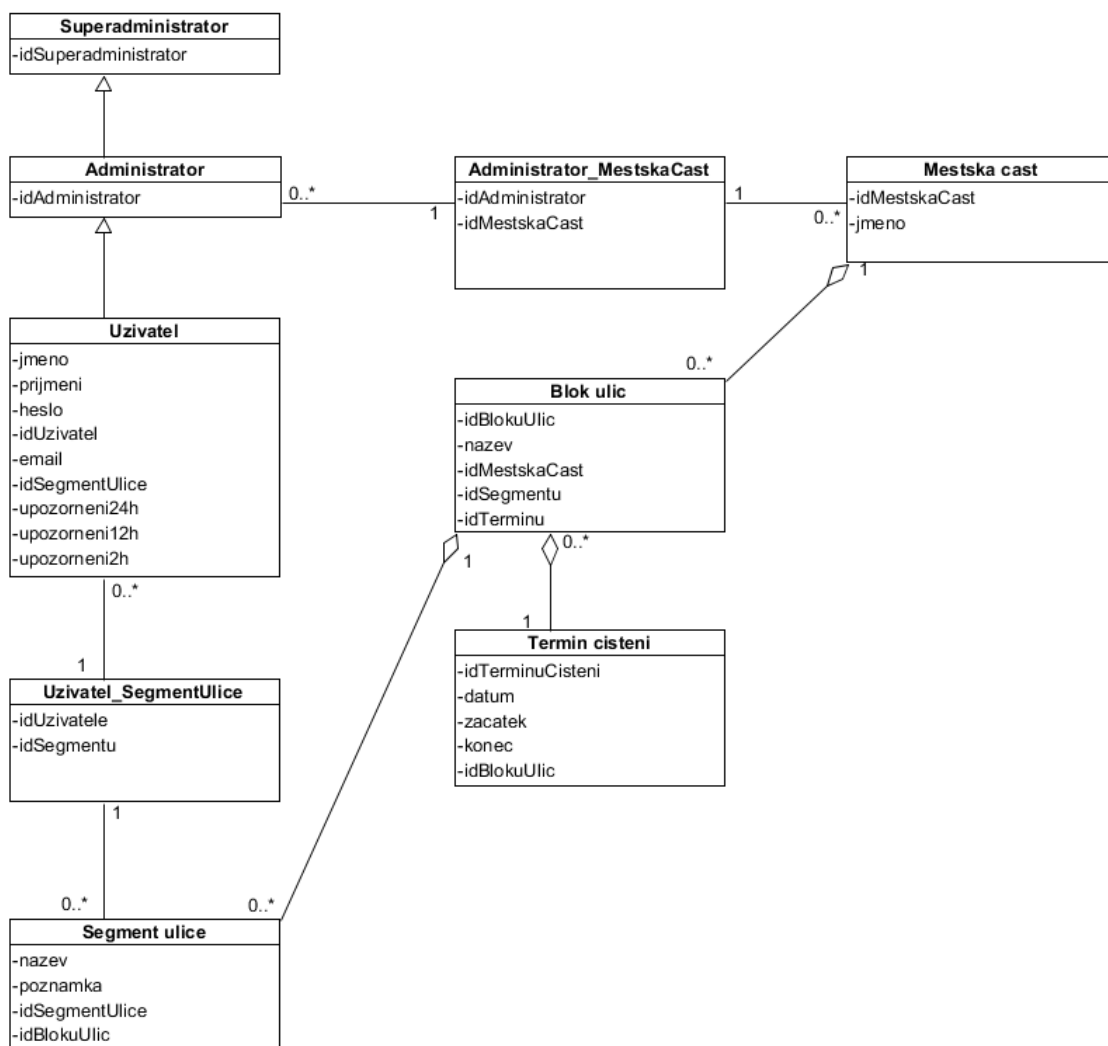
## 4.2 Návrh aplikace

Na základě analýzy požadavků byl proveden návrh aplikace. Návrh aplikace jednoznačně prezentuje doménový model. Doménový model patří mezi UML<sup>26</sup> diagramy a jde o formu diagramu tříd. Oproti diagramu tříd neobsahuje doménový model konkrétní metody, kterými daná třída disponuje. Spolu s názvy tříd se tak v doménovém modelu nachází pouze atributy a vztahy mezi třídami (T. Marchese, 2015). Vzhledem k implementačním specifikům frameworku Nette, ve kterém byla aplikace naprogramována a rozsahu aplikace se autorovi jeví toto návrhové řešení jako dostatečně vypovídající. Doménový model je zobrazen na obr. 13. Návrh obsahuje třídy reprezentující jak uživatele systému, tedy uživatele, administrátora a superadministrátora. Základní třídou je třída *Uzivatel*. Třída *Uzivatel* specifikuje vlastnosti, které má reálný uživatel systému. Mezi základní atributy jako jsou jméno, příjmení apod. patří také nastavení času, kdy chce být uživatel o blokovém čištění informován. Ze třídy *Uzivatel* následně dědí třída *Administrator* a z té poté třída *Superadministrator*. Superadministrátor je tak zároveň administrátorem, oproti ostatním uživatelům systému má navíc oprávnění pro správu uživatelských účtů. Třídy *Mestska cast*, *Blok ulic*, *Termin cistení* a *Segment ulice* následně tvoří strukturu prvků blokového čištění tak, jak byla definována na Obr.14. Mezi třídami *Uzivatel* a *Segment ulice* existuje vazba M..N, protože systém umožňuje uživateli sledovat více segmentů ulic. Segment ulice může být sledovaný více uživateli. Sledovaným segmentem je myšlen takový segment, o jehož termínech čištění si chce uživatel nechávat zasílat upozornění. Tato vazba je realizovaná propojovací třídou *Uzivatel\_SegmentUlice*, která uchovává požadované informace. Stejná vazba je potom mezi třídami *Administrator* a *Mestska cast*. Stejně jako v případě uživatele systém umožňuje jednomu správci kontrolu nad více městskými částmi. Městská část může mít více administrátorů. Vazba je v tomto případě realizována za využití propojovací třídy *Administrator\_MestskaCast*.

V tomto diagramu chybí další dvě důležité funkce. Jde o odesílání emailových upozornění na základě blížícího se termínu a také vytvoření API rozhraní. Obě důležité funkce systému jsou podrobně rozebrány v kapitole 4.3. V návrhu je ale s nimi počítáno na základě analyzované funkčnosti v USE CASE diagramu (Obr. 14). V rámci návrhu byly diskutovány další faktory, které by systém mohl obsahovat. Konkrétně šlo o faktory spojené se SEO, tedy zda a jakým způsobem se bude stránka zobrazovat ve vyhledávačích. Druhým faktorem byla responzivní varianta designu. Vzhledem k tomu, že veškerá funkčnost systému je zpřístupněna pouze přihlášeným uživatelům, nebyla problematika SEO dále řešena. Nastavení úvodní stránky bude dle SEO doporučení vyhledávače Google.

Responzivní design se přizpůsobuje zařízení, na kterém si uživatel webové stránky prohlíží (w3schools.com, 2016). Vzhledem k tomu, že primární funkce systému jsou určeny administrátorům a pracovníkům městských samospráv, není tato technologie u tohoto systému implementována. Responzivní design je dále diskutován v kapitole 6.2.1.

<sup>26</sup> The Unified Modeling Language



Obr. 15 Doménový model webové administrace pro blokové čištění

### 4.3 Implementace

Webová aplikace byla implementována v jazyce PHP za využití frameworku Nette. Autor byl již od počátku práce rozhodnut vyvíjet aplikaci za využití této technologie. Proto není v návrhu uváděna diskuze k výběru technologie. Nette je moderní MVP<sup>27</sup> framework, který nabízí vše, co bylo nezbytně nutné pro úspěšnou implementaci projektu. Framework je pravidelně aktualizovaný, v České republice má rozsáhlou komunitu a k dispozici je tak poměrně velké množství informací a návodů. Vyčerpávající informace k frameworku jsou k dispozici na adrese <https://nette.org>, nebude již v samotné práci dále zmiňován s výjimkou konkrét-

<sup>27</sup> Model-view-presenter

ních příkladů implementace projektu. Výběru technologií pro implementaci webové i mobilní aplikace se autor věnuje v kapitole 6.1.

Implementace je postavena na Sandboxu, který je k dispozici ke stažení z webu <http://nette.org>. Jde o základní kostru aplikace, se kterou je možné dále pracovat. Celá aplikace je postavena především na práci s formuláři. Aplikace byla vyvíjena především na localhostu. Jako vývojový server byl využit Wampserver (verze WampServer Version 3.0.0 64bit). Pro vývoj byl využit PHP server Apache (verze 2.4.7) s verzí PHP 5.6.16. Jako báze dat byla využita databáze MYSQL. Pro správu databáze byl využit nástroj PHPMyAdmin, který je v aplikaci Wampserver k dispozici.

Jako produkční server posloužil vlastní webhosting a doména u společnosti Wedos Internet a.s. Aplikace se v době psaní práce nacházela na adrese <http://www.vaclavmalek.cz>.

Dle návrhového vzoru MVP lze aplikaci rozdělit na tři různé vrstvy. Model, který zajišťuje pouze obsluhu databáze a obsahuje tak všechny dotazy, které aplikace databázi pokládá. Vrstva *view* se stará o vykreslení požadovaných informací za využití šablonovacího systému Latte. A konečně vrstva *presenter*, která implementuje veškerou programovou logiku aplikace. *Presenter* tak dodává data z modelu do vrstvy *View*, která se stará o jejich zobrazení. Mimo tyto vrstvy jsou potom v aplikaci umístěny jednotlivé formuláře. Ty jsou umístěny ve šložce *Forms*. Jednotlivé php soubory obsahují všechny formuláře, se kterými aplikace pracuje.

#### 4.3.1 Registrace a přihlášení do systému

Aplikace obsahuje celkem osm presenterů, z nichž každý zajišťuje jinou funkcionalitu. Presentery *SignPresenter.php* a *RegistrationPresenter.php* obsahují funkce pro přihlášení uživatele, resp. jeho registraci. Při registraci uživatel vyplní registrační údaje včetně hesla a odešle formulář. Následně ještě zbývá ověřit emailovou adresu zadanou při registraci. Při odeslání registračního formuláře je vytvořen náhodný token, který je uložen spolu s registračními údaji do databáze. Současně je na zadanou adresu odeslán email, který obsahuje odkaz na aktivaci účtu. Po kliknutí na odkaz v emailu dojde provedení akce *actionVerify* v presenteru *Sign*. Tato akce ověří existenci tokenu. V případě, že je token v databázi nalezen, dojde k nastavení hodnoty TRUE v řádku *isActive* daného uživatele. Příslušný účet je aktivován a uživatel se může přihlásit.

```
// generovani tokenu
$token = Utils\Random::generate($tokenLength);
// nacteni sablony pro email
$template = $this->createTemplate()->setFile(__DIR__
.'../templates/Registrace/emailConfirmation.latte');
// vygenerovani aktivacniho emailu, který je odeslan do sablony
$template->verificationLink = $this->presenter->link('//Sign:verify', array(
'token_account_activation' => $token));
```

Po úspěšné aktivaci účtu se může uživatel přihlásit. Systém uživateli nabízí možnost obnovy hesla v případě, že si uživatel své heslo nepamatuje. Tato funkce je implementována stejným způsobem, jako aktivace účtu. Uživateli je zaslán email s postupem, jak heslo obnovit. Pro práci s emaily v Nette je možné využít statickou třídu *Nette\Mail\Message*, pro odesílání emailů potom třídu *Nette\Mail\Mailer* (nette.org, 2016). Využití těchto tříd ilustruje následující fragment zdrojového kódu:

```
// nový email
$mail = new Message;
// nastavení parametrů zprávy – odesílatel, předmět, adresát, nastavení šablony
$mail->setFrom('Administrátor <xmalek2@pef.mendelu.cz>')
->addReplyTo(' xmalek2@pef.mendelu.cz ')
->addTo($values->username)
->setSubject('Aktivace účtu')
->setHtmlBody($template);
//odeslání emailu
$mailer = new SendmailMailer;
$mailer->send($mail);
```

Součástí emailu je url adresa, na které uživatel může zadat nové heslo. Oproti aktivaci je zde ale nastaven interval platnosti tokenu, aby došlo k minimalizaci nebezpečí v případě, že se útočník nabourá uživateli do emailu. Platnost tokenu je nastavena na 2 hodiny, po této době musí uživatel zažádat o změnu hesla znovu. Po přihlášení již může uživatel pracovat se systémem. Implementováno je také automatické odhlášení. K automatickému odhlášení dojde po 15 minutách neaktivity.

U práce s účty je vždy důležité zabezpečení ukládaných dat. V Nette slouží pro práci s hesly statická třída *Nette/Security/Passwords*. V aplikaci je vždy před zápisem do databáze vytvořen otisk (tzv. hash) hesla algoritmem *bcrypt*. Do databáze se tak ukládá pouze tento otisk hesla. Samotné heslo není možné z vytvořeného otisku odvodit. Při porovnání hesla se použije metoda *verify*. Metoda *verify* ověří, zdali heslo odpovídá uloženému otisku. Vytvoření otisku a ověření správnosti hesla ilustrují níže uvedené fragmenty zdrojového kódu:

```
// funkce vrací otisk hesla uloženého v proměnné $password
Passwords::hash($password);
// funkce vrátí true, pokud se heslo $password shoduje s uloženým otiskem $hash,
false pokud se neshoduje
Passwords::verify($password, $hash)
```

Databázové dotazy této části systému jsou prováděny v souborech *UserManager.php* a *Authenticator.php* ve složce *Model*. Dotazy se provádí na základě volání z výše zmíněných presenterů. Šablony této části práce jsou k dispozici ve složkách *Templates/Sign* a *Templates/Registration*. Tyto složky obsahují také šablony emailů.

lů, které jsou zasílány systémem v případě obnovy hesla, resp. aktivace uživatelského účtu.

### 4.3.2 Přehled blokového čištění

Součástí webové administrace je část funkcí připravena pro veřejnost. Po zaregistrování do systému a aktivaci účtu mohou uživatelé se systémem dále upozorňovat. Mají možnost vyhledat ulici, o jejímž termínu chtějí být informováni a tuto ulici uložit mezi sledované ulice. Funkce uživatelské části se nacházejí v souboru *DashboardPresenter.php*. Presenter obsahuje metody, které vytvářejí formulářové komponenty. Vytvoření a obsluha formuláře je zajišťována vždy dvěma metodami. Implementace je v následující části zdrojového kódu, který vytvoří formulář pro aktualizaci uživatelských údajů. Samotný formulář je kvůli znovupoužitelnosti kódu umístěn zvlášť v souboru *UpdatePasswordFormFactory.php* a vytvoří se zavoláním metody *create()* nad instancí této třídy. Metoda *updatePasswordFormSucceeded* obsahuje programovou logiku a zpracování formulářem odeslaných dat. Stejný princip je využit u vytvoření všech formulářů, pouze se liší konkrétní formulářové prvky dle aktuální potřeby.

```
protected function createComponentUpdatePasswordForm()
{
    // creating of new UpdatePasswordForm
    $form = (new UpdatePasswordFormFactory()->create());
    // sendig the form
    $form->onSuccess[] = $this->updatePasswordFormSucceeded;
    return $form;
}
public function updatePasswordFormSucceeded($form)
{ ... programova obsluha a další zpracovani odeslanych dat... }
```

Mezi formuláři je jeden speciální pro přidání sledování daného segmentu. Tento formulář byl implementován jako klasický prvek input, ale byl k němu přidán našeptávač dostupných segmentů ulic. Tento prvek se jevil uživatelsky velmi přívětivě v situaci, kdy jedna ulice obsahuje více segmentů (např. ulice Zemědělská, Obr. 13). Uživatel má tak hned k dispozici všechny segmenty, které vyhovují jeho hledání, a může si vybrat segment, který hledá. Našeptávač byl upraven pro aktuální potřeby diplomové práce, kdy jako vzor sloužila již vytvořená Nette komponenta (Týnovský, 2016).

Spolu s obsluhou formuláři se v presenteru nachází také render metody, které zajišťují odeslání potřebných dat do šablony, případně zobrazení příslušného formuláře.

Dále se v presenteru nacházejí tzv. handle metody. Tyto metody implementují funkce, pro které není třeba vykreslit žádný view. Implementují například situaci, kdy uživatel již nechce sledovat danou ulici. Handler se volá po kliknutí na přísluš-



ný odkaz v šabloně. V těle handleru se poté provede příslušná operace. Příklad implementace handleru, včetně volání v šabloně prezentuje zdrojový kód níže.

```
public function handleDeleteSegment($userID, $segmentID)
    if ($this->users->deleteSegment($userID, $segmentID) == 1) {
        $this->flashMessage('Sledování ulice bylo smazáno z databáze');
    } else {
        $this->flashMessage('Došlo k chybě při mazání záznamu');
    }
    $this->redirect('this');
}
```

Odkaz v šabloně obsahuje ještě javascriptovou funkci, která pouze zobrazí potvrzovací formuláře dané operace s možností potvrzení a zrušení operace.

```
<a href="{link DeleteSegment! $userID, $segm->street_segment_id}" onclick="return deleteUserSegmentConfirmation();"></a>
```

Nejdůležitější částí tohoto presenteru je metoda obsluhující nastavení upozornění. Celkem uživatel může nastavit emailové upozornění ve třech různých termínech. V případě nastavení přijde uživateli email 24 hodin, 12 hodin nebo 2 hodiny před plánovaným začátkem čištění. Tato volba je plně v kompetenci uživatele. U každého uživatele se v databázi v tabulce *users* nacházejí sloupce *alert24h*, *alert12h* a *alert2h*. Tyto sloupce jsou implementovány jako příznaky jednotlivých upozornění. Pokud uživatel chce být ve vybraném termínu informován, příznak je nastaven na logickou hodnotu 1. V opačném případě se v databázi uloží hodnota 0. Tuto funkcionalitu si může uživatel nastavit prostřednictvím formuláře, který je vytvořen po volání metody *createComponentSetAlertForm*. Metoda *setAlertFormSubmitted* opět zpracovává data z formuláře a nastavuje v databázi k příslušnému uživateli specifikované nastavení.

Práci s databází u tohoto presenteru zajišťuje výhradně třída *UserManager.php* nacházející se ve složce Model. Tato třída obsahuje všechny potřebné metody pro práci s databází, které jsou volány v presenteru *DashboardPresenter*.

### 4.3.3 Administrace blokového čištění

Účet administrátora obsahuje stejné funkce jako uživatelská část (Obr. 15). Navíc administrace obsahuje rozhraní pro správu termínů příslušných městských částí. Toto rozhraní je opět implementováno v souboru *AdminPresenter.php*. Metody pro práci s databází jsou obsaženy v souboru *AdminRepository.php* a třídě *AdminRepository*. Presenter obsahuje veškerou funkcionalitu specifikovanou v USE CASE modelu (Obr. 14). Administrátor tak může u jemu přístupných městských částí přidávat, editovat, mazat bloky ulic, jednotlivé segmenty a také data čištění. Tato funkci-

onalita je implementována za využití formulářů a jednotlivých render metod, které tyto formuláře zobrazují. Obsluhu událostí mají na starosti příslušné handlersy.

Šablony, které zobrazují administrátorskou část se nacházejí ve složce *Templates/Admin*. Pojmenování souborů logicky kopíruje funkci, kterou konkrétní šablona zobrazuje.

#### 4.3.4 Administrace uživatelů

V aplikaci bylo nutné umožnit administrátorům správu uživatelských účtů. K tomu slouží zvláštní administrátorský účet superadministrátor. Superadministrátor je zároveň administrátor i uživatel, opačně to ale samozřejmě neplatí. Funkcionalita superadministrátora je implementována v souboru presenteru *SuperAdminPresenter.php*. Opět zde autor odkazuje na USE CASE diagram (Obr. 14), ve kterém je požadovaná funkčnost prezentována. Stejně jako v případě administrátora je veškerá funkčnost implementována kombinací formulářů, metod obsluhující formuláře, render metod a jednoduchých handlerů pro obsluhu událostí.

Metody obsluhující databázi jsou pro *SuperAdminPresenter.php* umístěny v souboru *SuperAdminRepository.php* a třídě *SuperAdminRepository*.

Šablony jsou umístěny ve složce *Templates/SuperAdmin*.

#### 4.3.5 Automatické rozesílání emailů

Zásadní funkcí systému z pohledu uživatelů je automatické rozesílání emailových upozornění na blížící se čištění ulic v uživatelem sledované ulici. Tato funkčnost je implementována v souboru *CronPresenter.php* a zajišťují ji 3 metody. Každá metoda řeší vždy jeden sub problém. Základní metodou je *actionSendEmails()*, která pro každého uživatele počítá čas do nejbližšího čištění uživatelem sledovaných ulic. Na základě uživatelem zvolené preference zasílání následně odešle email s konkrétními údaji o blokovém čištění.

Metoda *prepareTemplate()* je volána uvnitř metody *actionSendEmails()* a zajišťuje přípravu emailové šablony pro rozeslání. Metoda *sendEmails()* zajišťuje odeslání příslušných emailů. Emaily jsou odeslány na základě vypočítaného času do nejbližšího čištění konkrétní sledované ulice. Metoda k odeslání emailu opět využívá kombinaci statických tříd *Nette\Mail\Message* a *Nette\Mail\Mailer* (podrobněji kapitola 4.3.1.).

Metoda *actionSendEmails()* se provede vždy na základě GET požadavku, nebo-li při znovunačtení dané stránky. URL adresa této stránky je v tomto případě <http://vaclavmalek.cz/www/?presenter=Cron&action=sendEmails>. Aby bylo možné kontrolovat termíny čištění ulic průběžně, je nezbytné tuto metodu spouštět pravidelně. K tomu je využita CRON<sup>28</sup> služba, která spouští danou metodu v předem stanoveném intervalu. Aby využití dávalo smysl, je CRON nastaven na interval jedné hodiny v režimu 24 hodin denně, 7 dní v týdnu (Obr. 16).

---

<sup>28</sup> Softwarová služba, která automaticky spouští v konkrétní čas určitý příkaz nebo skript

**CRON - nový**

Název:

Spouštět 1x za:

Hodiny ve dne: od:  do:

Dny v týdnu:  po  út  st  čt  pá  so  ne

Datum: od:  do:  (RRRR-MM-DD)

URL skriptu

Obr. 16 Nastavení CRON služby v administraci webhostingu wedos.cz

Jako ochrana před automatickým spuštěním skriptu (např. automatickými roboty) by bylo možné přidat parametr, který by obsahoval několikaznakový náhodný řetězec. Tím by se ztížilo objevení URL adresy. Tento parametr však není implementován. Tato funkce je dále diskutována v kapitole 6.2.1.

#### 4.3.6 API

Součástí práce je Android aplikace, která pracuje s daty vloženými do administrace. V rámci vytvoření webové aplikace bylo nutné implementovat rozhraní s aktuálními informacemi o blokovém čištění. Přístup k rozhraní je realizován protokolem HTTP. K tomuto účelu slouží jednoduché REST<sup>29</sup> API. Pro vytvoření API byl vybrán moderní formát uložení dat JSON<sup>30</sup>. JSON byl vybrán ze dvou důvodů. Jedním z nich je implementace, kdy Nette framework tak i Android obsahují metody, které činí práci s JSONem velmi pohodlnou (nette.org, 2016) (android.com, 2016). Druhým důvodem je lepší čitelnost výsledného JSON souboru oproti dříve používanému XML<sup>31</sup> (w3schools.com, 2016).

Rozhraní je implementováno v presenteru *ApiPresenter.php*, konkrétně v metodě *action/json*. Tato metoda při zadání GET požadavku vrátí data ve formátu JSON. Data jsou před odesláním metodou *sendResponse()* připravena do pole, které obsahuje tyto informace:

- jméno segmentu
- datum čištění
- začátek čištění

<sup>29</sup> Representational state transfer

<sup>30</sup> Javascript object notation

<sup>31</sup> Representational state transfer

- konec čištění

Tyto informace následně tvoří jeden JSON objekt. Výsledné rozhraní je v podobě JSON pole, jehož prvky jsou jednotlivé JSON objekty. Příklad výsledného JSON pole ilustruje následující text:

```
[ // JSON pole obsahující jednotlivé JSON objekty
  {"name":"Černopolní (Merhautova - Zemědělská)",
   "date":"31.12.2016",
   "start_at":"08:00",
   "end_at":"12:00"
  }
  {"name":"Černopolní (Merhautova - Zemědělská)",
   "date":"31.12.2016",
   "start_at":"08:00",
   "end_at":"12:00"
  }
  { // další JSON objekty.....}
]
```

V době psaní práce bylo toto API k dispozici na adrese <http://vaclavmalek.cz/www/?presenter=Api&action=json>. Obsluha databáze pro `apiPresenter` nachází v souboru `ApiRepository.php`.

#### 4.3.7 Design aplikace

Design aplikace vychází ze vzorového Nette Sandboxu, který plně vyhovuje požadavkům aplikace. Zdrojový CSS soubor `site.css` se nachází ve složce `www/css`. Vzhledem k situaci, kdy je aplikace řešena jako vzorový projekt v rámci diplomové práce, nebylo také uvažováno o vytvoření responzivní varianty. Toto téma je diskutováno v kapitole 6.2.1.

### 4.4 Testování

V průběhu a po dokončení implementace byla aplikace testována. Testování aplikace probíhalo manuálně ověřením funkčnosti daných funkcí oproti funkčnosti aplikace specifikované v USE CASE diagramu. Funkčnost jednotlivých částí aplikace byla průběžně ověřována také za využití knihovny Tracy, která nabízí vývojáři možnost rychle a přesně najít a opravit chyby v kódu. Chyba v kódu se díky Tracy zobrazí ve vizuálně velmi čitelné podobě a velmi usnadní identifikaci chyby. Tracy z pochopitelných důvodů není k dispozici na produkčním, ale pouze na vývojovém serveru. Užitečným nástrojem při vývoji je metoda `Debugger::dump()`, která na výstup zobrazí obsah proměnné.

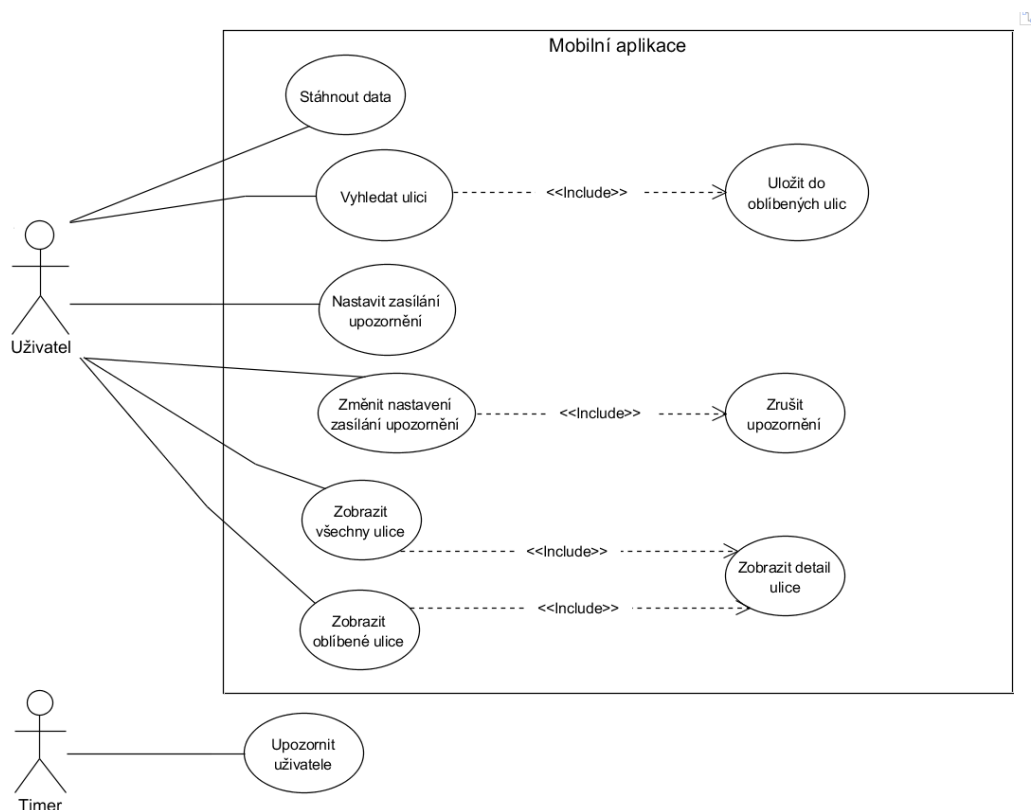
Nette také obsahuje nástroj pro automatické testování zdrojového kódu Tester. V rámci práce byly teoreticky prozkoumány možnosti tohoto nástroje, avšak pro vlastní testování aplikace nebyl Tester využit.

## 5 Mobilní aplikace

V této části práce je dokumentován vývoj mobilní aplikace, která uživatele informuje o blížícím blokovém čištění. Aplikace je od začátku zpracování této práce plánována pro operační systém Android. Toto rozhodnutí je podrobněji diskutováno v kapitole 6.1.

### 5.1 Analýza a návrh aplikace

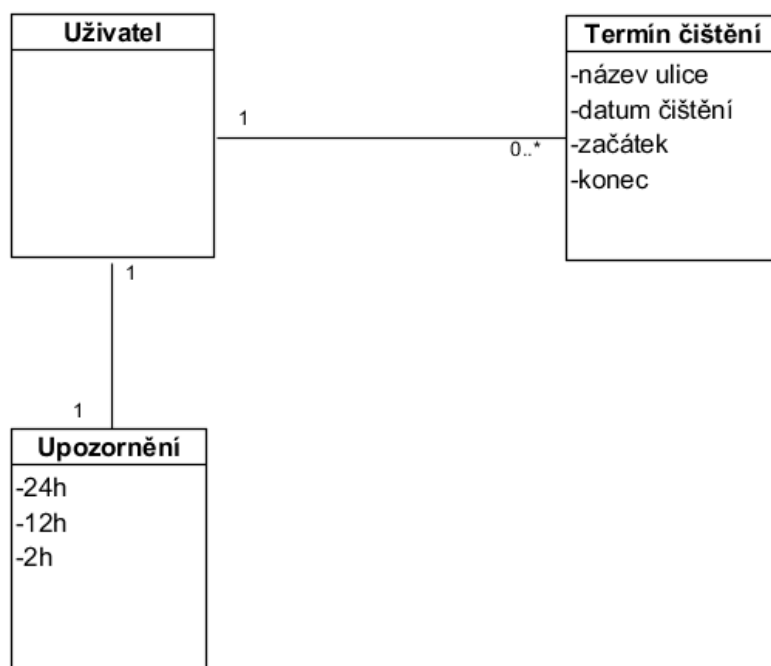
Vzhledem k prolínání analýzy a návrhu u mobilní aplikace byly tyto dvě kapitoly sloučeny do jedné. Sběr požadavků na mobilní aplikaci byl podstatně jednodušší než u webové aplikace. Tento fakt je determinován především tím, že jde pouze o uživatelskou část aplikace bez administračního rozhraní. Požadavky na mobilní aplikaci specifikuje USE CASE diagram (Obr. 17). Tyto požadavky částečně vycházejí z uživatelské části webové aplikace.



Obr. 17 USE CASE diagram mobilní aplikace

Oproti webové aplikaci je zde rozdíl v technologii. Aplikace má uživateli umožnit výběr ulice, na jejichž termíny čištění chce být uživatel upozorněn. Vzhledem k tomu, že systém nebude uchovávat žádnou globální databázi a bude pracovat vždy lokálně na jednom zařízení, bylo nutné upravit doménový model. Tento

jednoduchý model představuje zjednodušeně třídy aplikace (Obr. 18). Vzhledem ke specifikům implementace mobilní aplikace nelze doménový model považovat za plnohodnotný model systému. Tento model ukazuje základní závislosti jednotlivých tříd. Podrobněji jsou všechny třídy diskutovány v kapitole 5.2.



Obr. 18 Doménový model mobilní aplikace

## 5.2 Implementace

Na základě analýzy a návrhu byla aplikace implementována. Jako vývojové IDE<sup>32</sup> byl zvolen nástroj Android Studio ve verzi 2.2.3, který je určený přímo pro vývoj Android aplikací. Při zakládání nového projektu byl vybrán defaultní design stránek nabízený Android studiem a k němu byly postupně programovány navržené funkce.

Všechny programové funkce aplikace jsou umístěny v java souborech v balíčku `com.example.vclavmlek.mobileapp`. Cesta k souborům je potom `\app\src\main\java\com\example\vclavmlek`.

Zdroje, které aplikace využívá jsou potom umístěny ve složce `\app\src\main\res`. V této složce se nacházejí layouty jednotlivých aktivit (`res/layout/`), obrázky, které aplikace využívá (`res/drawable/`) a textové proměnné

<sup>32</sup> Integrated development environment

(*res/values*). Dále jsou v této složce definována také menu, která jsou zobrazena v jednotlivých aktivitách. Všechny zdroje, kromě obrázků, jsou definovány v XML souborech. Kompletní dokumentace ke zdrojům v aplikaci android je možné nalézt na adrese <https://developer.android.com/guide/topics/resources/providing-resources.html>. Jejich podrobný popis není cílem této práce.

Dále je nutné zmínit soubor *manifest.xml*, který se nachází v kořenové složce aplikace. Tento soubor obsahuje nastavení celé aplikace, mezi které patří definice jednotlivých aktivit. Každá aktivita aplikace musí být v tomto souboru definována. Jako příklad je uvedena definice hlavní aktivity této diplomové práce.

```
<activity android:name=".MainActivity" android:label="@string/app_name">
  <intent-filter>
    <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
    <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
  </intent-filter>
</activity>
```

Další důležitou vlastností manifestu je definice oprávnění. Tedy toho, k jakým zdrojům bude mít aplikace v rámci operačního systému Android přístup. Opět je uveden příklad oprávnění této aplikace. Aplikace musí mít přístup k internetu, aby bylo umožněno stažení dat z webového api. Dále je nutné povolit aplikaci přístup k notifikacím, protože pomocí notifikací bude uživatel informován o blížícím se termínu blokového čištění.

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NOTIFICATION_POLICY"/>
```

Aplikace obsahuje 7 aktivit. Aktivita představuje v systému Android třídu, která zajistí vytvoření okna aplikace a může být chápána jako jedna obrazovka aplikace (android.com, 2016). V případě této aplikace je však aktivita *BaseActivity* pouze abstraktní. Obsahuje pouze menu aplikace. Ostatní aktivity, kromě *StreetDetailActivity*, z této aktivity dědí. Toto řešení je výhodné při úpravách menu, kdy stačí úpravu provést pouze v abstraktní aktivitě *BaseActivity*. Obsluha databáze a další nezbytné metody byly implementovány v dalších 11 třídách. V následujících kapitolách se nachází popis implementace jednotlivých aktivit.

Android obsahuje SQLite databázi, kterou je možné při vývoji aplikace využít. V našem případě do databáze ukládáme data z API, se kterými aplikace dále pracuje. Toto zajistí funkčnost aplikace i bez připojení k internetu. Všechny metody pro práci s databází jsou implementovány v třídě *SQLiteDatabase.java*. Při inicializaci této třídy se vytvoří všechny potřebné tabulky, které jsou následně také inicializovány. Databáze obsahuje tyto tři tabulky:



- *cleaning\_street* – obsahuje název ulice, datum, čas začátku, čas konce čištění
- *alert* – obsahuje uživatelské nastavení času upozornění, defaultně nastaveny upozornění 24, 12 i 2 hodiny před termínem
- *alert\_intent* – obsahuje id již vytvořených alarmů, propojených pomocí cizího klíče s tabulkou *cleaning\_street*

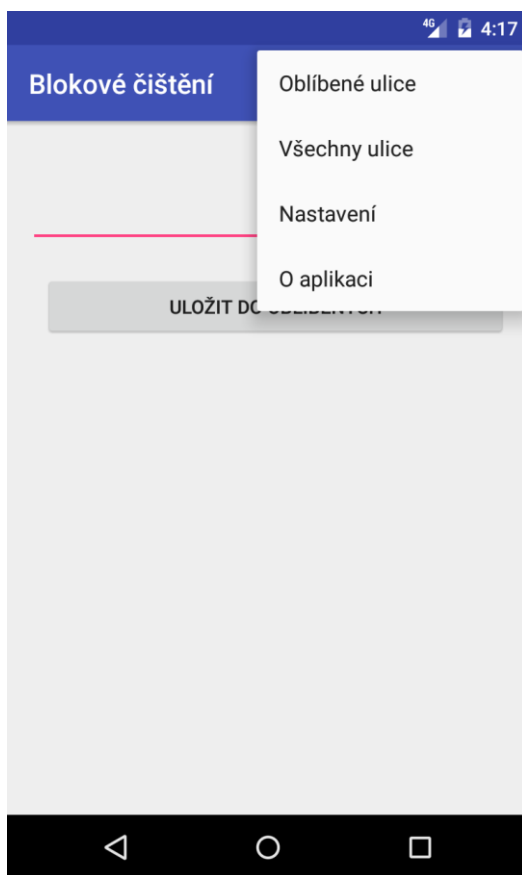
Nadále bude databáze zmíněna vždy u operací, které jsou volány z jednotlivých aktivit.

### 5.2.1 BaseActivity.java

Abstraktní třída, která definuje menu a jednotlivé položky tohoto menu. Třída obsahuje dvě metody. Metoda *onCreateOptionsMenu* se stará o vytvoření menu. Metoda *onOptionsItemSelected* zajišťuje obsluhu událostí při výběru jednotlivých položek menu. Kliknutí na položku, která spustí aktivitu *MainActivity* představuje následující fragment zdrojového kódu:

```
switch (item.getItemId()) {  
    // home activity  
    case R.id.action_Main:  
        Intent mainIntent = new Intent(this,MainActivity.class);  
        this.startActivity(mainIntent);  
    case ...  
}
```

*Intent* v tomto případě představuje abstraktní popis operace, která má být spuštěna. Používá se mimo jiné při spuštění nové aktivity (android.com, 2016). Podobu menu v aplikaci ilustruje Obr. 19.



Obr. 19 Podoba menu v Android aplikaci

### 5.2.2 MainActivity.java

MainActivity je úvodní a základní aktivitou aplikace. Zobrazí se vždy po spuštění aplikace. Každá aktivita je inicializována v metodě *onCreate*. Součástí inicializace této třídy je volání následujících metod. Volání metody *setContentView(R.layout.activity\_main)*, která vytvoří okno pro UI<sup>33</sup>. UI je pro tuto aktivitu definováno v souboru *activity\_main.xml*. Obdobně je tato metoda volána ve všech aktivitách.

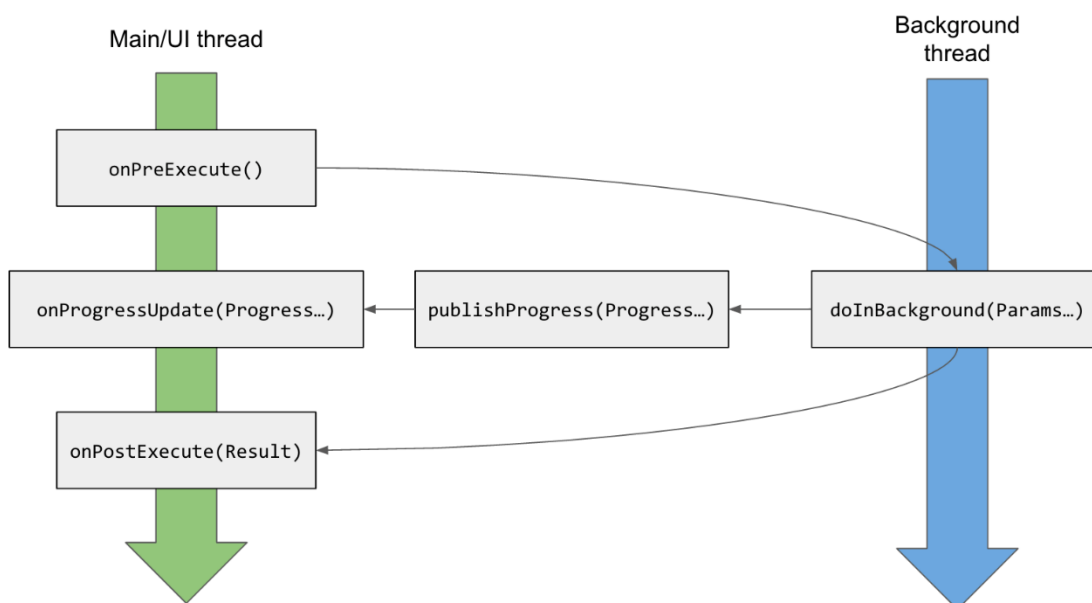
Dále je, pokud je k dispozici připojení k internetu, vytvořena nová instance třídy *RetrieveJSON*, jejímuž konstruktoru předáváme aktuální kontext. Aktuálním kontextem je myšlena aktivita, ve které je tato instance vytvořena.

Pro kontrolu, zdali je zařízení připojeno k internetu slouží metoda *isInternetAvailable* třídy *ConnectionChecker*. Tato metoda vrací *true*, pokud je připojení k dispozici a *false*, pokud není. Pokud není připojení k dispozici, aplikace na tuto skutečnost upozorní uživatele. Metoda je volána vždy předtím, než má dojít k aktualizaci dat z API.

---

<sup>33</sup> User interface

Třída *retrieveJSON* se stará o vytvoření GET požadavku a stažení dat z API, které je vytvořeno webovou aplikací. Tato třída je implementována jako *AsyncTask*. Veškerá činnost související se stažením a zpracováním dat tak běží v novém vlákně na pozadí. Princip běhu třídy *AsyncTask* je zobrazen na Obr. 20. Metoda *onPreExecute* provádí nezbytné operace před sušením dalšího vlákna. V případě této aplikace pouze zobrazí informační výpis o stahování aktuálních dat. Metoda *doInBackground* na pozadí vytvoří instanci třídy *getJSON* a volá metodu této třídy *getJSONFromUrl*. Výsledkem této metody je objekt typu *JSONArray*, který obsahuje aktuální data získaná z webového API. Objektem je myšleno pole JSON objektů, které je specifikováno v kapitole 4.3.6. V metodě *onPostExecute* jsou data zpracována metodou *parseJSON* a dále předána k aktualizaci nastavených upozornění. Tato funkcionality reprezentuje situaci, že v systému je evidována notifikace, ale stažením aktuálních informací dojde ke změně času čištění u sledované ulice. Metoda *updateAlarms* vyhledá původně nastavené alarmy, zruší je a místo nich nastaví nové s aktuálními daty. Toto se děje pouze v případě, kdy dojde ke změně data nebo času u oblíbené ulice. Zároveň je v této metodě proveden zápis všech dat do databáze voláním metody *setCleaning*, jejímž parametrem je objekt *CleaningStreet*. Tento objekt obsahuje údaje k čištění jedné ulice. Tato data jsou ekvivalentní obsahu JSON objektu.



Obr. 20 Princip činnosti třídy *AsyncTask*. Zdroj: [developers.android.com](http://developers.android.com)

Poslední metodou volanou v *onCreate* je metoda *prepareAutocomplete()*. Metoda připraví jednoduchý našeptávač, který uživateli napoví při výběru ulice. Vybraná ulice je následně uložena jako oblíbená, metodou *scheduleAlarm* je vytvořen a nastaven alarm na základě informací o datu a času čištění. Pro tuto funkci je nutné vytvořit instanci třídy *AlarmRepo*. V této třídě jsou umístěny metody počítající čas do nejbližšího čištění ulic, nastavující alarm a další pomocné metody. Třída, která

se v prostředí Android stará o správu alarmů je `AlarmManager`. `AlarmManager` umožňuje identifikaci alarmu prostřednictvím unikátního ID a pracuje s objektem `Alert`. Toto ID aplikace uloží do databáze spolu s id ulice, které se týká. Toto id slouží jako cizí klíč. Tato funkce je nezbytná pro identifikaci alarmu v případě změny času nebo zrušení alarmu.

Poslední třídou, která je nezbytná pro práci s alarmy je `AlarmReceiver`. Tato třída dědí z třídy `BroadcastReceiver`. Tato třída obdrží intent daného alarmu. Tento intent je odeslán na základě nastavení konkrétního alarmu 24, 12 nebo 2 hodiny před termínem čištění. Tento intent je zpracován v metodě `onReceive()`. Na základě dat odeslaných v rámci intentu je vytvořena notifikace. Notifikace je v aplikaci představována třídou `Notification` obsahující všechny její atributy. Následně jsou volány metody `prepareNotification` a `createNotification`, které připraví, resp. vytvoří danou notifikaci. Ta je následně zobrazena v aplikaci Android (Obr. 19). Po rozkliknutí notifikace se spustí aktivita `StreetDetailActivity`, stejně jako po uložení ulice mezi oblíbené.



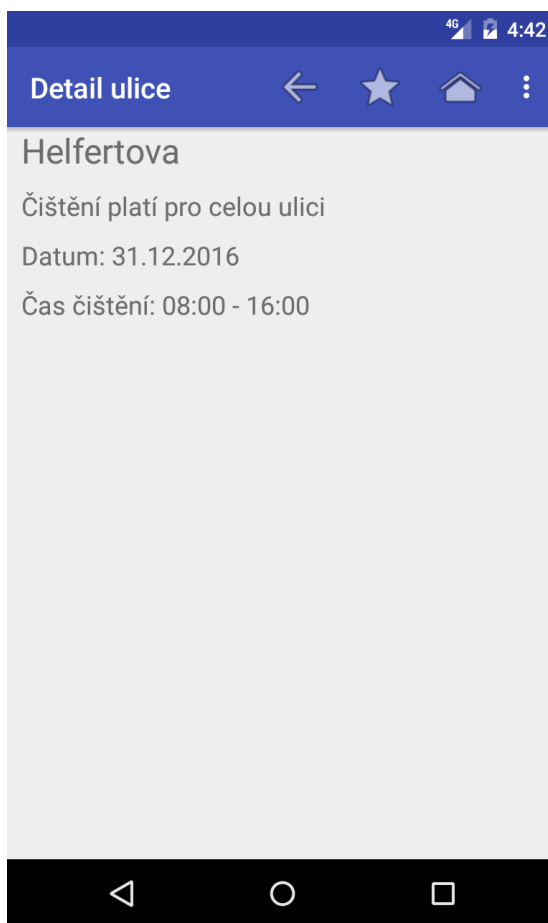
Obr. 21 Detail notifikace upozorňující uživatele na blokové čištění

### 5.2.3 `StreetDetailActivity.java`

Aktivita zobrazující detailní informace o daném segmentu ulice. Tato aktivita se spouští v několika případech:

- uložení ulice do oblíbených v `MainActivity`
- kliknutí na notifikaci
- proklikem jednotlivé ulice z `AllStreetsActivity` nebo `FavouritesActivity`

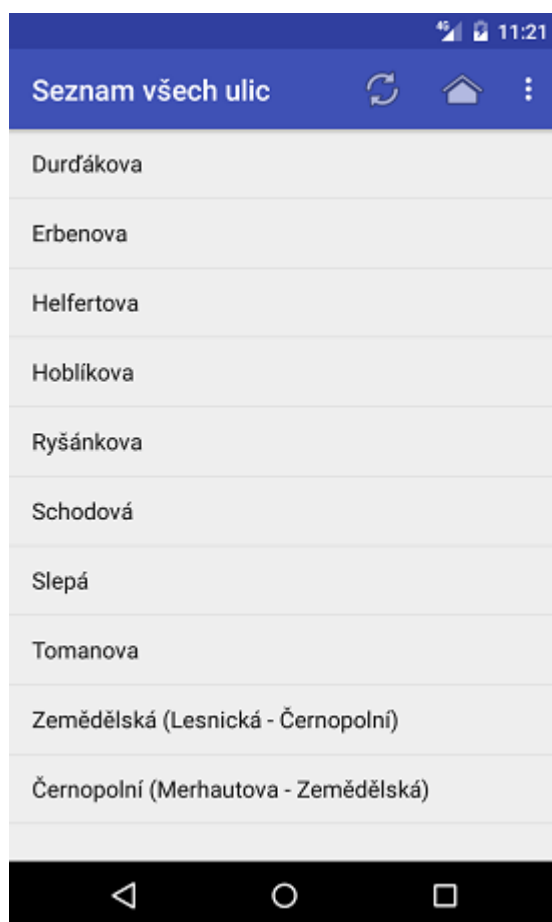
Dále tato aktivita jako jediná obsahuje vlastní menu. Toto menu se liší přítomností navigačního prvku, které ukončí aktuální a spustí předchozí aktivitu (ikona šipky). Dále z logických důvodů chybí ikona aktualizace dat (Obr. 22).



Obr. 22 Detail ulice s informacemi o nejbližším čištění ulic

#### 5.2.4 AllStreetsActivity.java

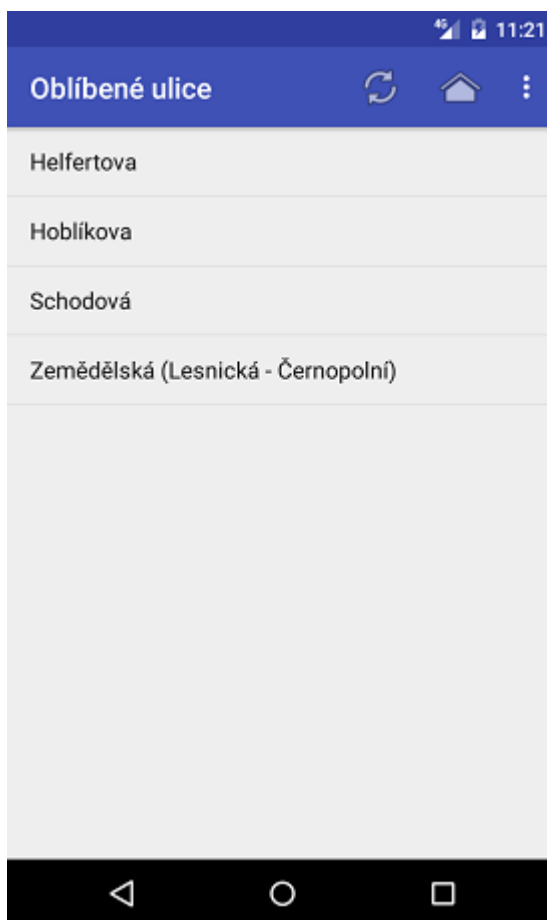
V této aktivitě se nachází seznam všech ulic stažených z webového API. V API jsou zobrazeny pouze ty ulice, u kterých existuje budoucí termín čištění. V seznamu se tedy nemusejí nacházet všechny ulice.



Obr. 23 Seznam všech ulic se zadaným termínem čištění

### 5.2.5 FavouritesStreetsActivity.java

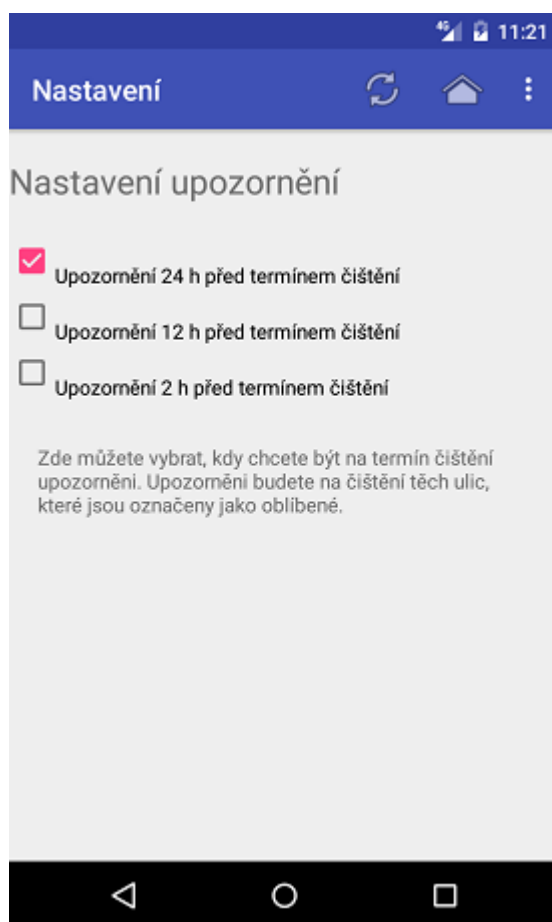
Aktivita zobrazuje všechny ulice, u kterých chce uživatel být informován o blokovém čištění.



Obr. 24 Seznam oblíbených ulic

### 5.2.6 `SettingsActivity.java`

Tato aktivita obsahuje možnost nastavení upozornění. Interval upozornění je stejný pro všechny oblíbené ulice. V případě změny nastavení jsou voláním metody `updateAlarmAtCurrentFavouriteStreets` všechny vytvořené alarmy zrušeny a nastaveny dle aktuálních údajů.



Obr. 25 Nastavení upozornění

### 5.2.7 AboutActivity.java

AboutActivity je pomocná třída, která pouze zobrazuje stručné informace o aplikaci (Obr. 26). Dále zobrazuje také jednoduchou nápovědu, jak aplikaci používat. Nemá dále žádnou další funkcionalitu. Přesto je pro úplnost zmíněna v tomto přehledu.





Obr. 26 Náповěda v aplikaci Android

### 5.3 Testování aplikace

V průběhu vývoje byla aplikace neustále testována. Testování probíhalo manuálně různou kombinací vstupních dat a nastavením upozornění. U vývoje Android aplikací a mobilních aplikací obecně je důležitým aspektem konzistence napříč zařízení. Zařízení se liší velikostí displeje, rozlišením obrazovky a je nutné, aby aplikace fungovala bez ohledu na to, na jakém zařízení je právě spuštěna. Android studio nabízí pro testování aplikací na různých zařízeních vytvoření virtuálních zařízení prostřednictvím emulátoru. Díky emulátoru není nutné všechna testovaná zařízení fyzicky vlastnit. Spouštění a testování zařízení probíhá v prostředí Android studia. Další proměnnou při testování aplikací je verze OS<sup>34</sup> Android, která je na zařízení instalována. Cílem je v tomto směru zajistit zpětnou kompatibilitu aplikace se staršími verzemi OS Android. Aplikace byla prostřednictvím emulátoru testována na různých zařízeních s verzemi 4.4 – 7.0. Toto testování pokrývá přes 80 % všech zařízení na trhu na konci roku 2016 (Obr. 27).

<sup>34</sup> Operační systém

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	0.1%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	1.2%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	1.2%
4.1.x	Jelly Bean	16	4.5%
4.2.x		17	6.4%
4.3		18	1.9%
4.4	KitKat	19	24.0%
5.0	Lollipop	21	10.8%
5.1		22	23.2%
6.0	Marshmallow	23	26.3%
7.0	Nougat	24	0.4%

Obr. 27 Zastoupení verzí OS Android na zařízeních s tímto OS v období 28.11.2016 - 5.12.2016.  
Zdroj: <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>

Dále byla funkčnost aplikace otestována přímo na mobilním telefonu Samsung Galaxy S5 mini (Android 5.1.1) a tabletu Lenovo TAB 2 A7-10 (Android 5.0). Toto testování odhalilo některé chyby, které nebylo možné na virtuálních zařízeních detekovat. Proto je nutné brát virtuální zařízení jako doplňující možnost testování.

Android také nabízí automatické testování jednotlivých částí kódu. Android testy jsou založeny na frameworku JUnit a existují dvě možnosti, jak aplikaci otestovat. První skupinou testů jsou tzv. *local unit testy*. Tyto testy ověřují logickou funkčnost implementovaných metod. Není nutné v případě těchto testů aplikaci spouštět na žádném zařízení. Testy dostanou na vstup konkrétní hodnotu a tu následně porovnávají s očekávaným výsledkem testované metody. Tento test usnadňuje testování opakujících se částí kódu. Local unit testy se nacházejí ve složce `/src/test/java/`. (android.com, 2016).

Druhou možností jsou tzv. *instrumented testy*. Tyto testy se již spouštějí při běhu zařízení, virtuálního nebo fyzického. Tyto testy se nacházejí ve složce `/src/androidTest/java/` a jsou opět založeny na frameworku JUnit. Instrumented testy je také možné automaticky testovat funkčnost uživatelského rozhraní (android.com, 2016).

Obě možnosti testování byly teoreticky nastudovány, ale vzhledem k rozsahu aplikace nebyly testy implementovány. U local unit testů nebylo v rámci aplikace příliš metod k otestování. Veškeré testování tak probíhalo manuálně v průběhu a po skončení vývoje aplikace.

## 6 Diskuze

V této kapitole bych chtěl diskutovat témata, která se mi v průběhu zpracování diplomové práce jevila jako důležitá.

### 6.1 Vybrané technologie pro implementaci

Praktickou část diplomové práce jsem implementoval v php frameworku Nette (webová část) a jako aplikaci pro OS Android (mobilní aplikace). Uvědomuji si, že výběr technologií nevzešel z řádné diskuze před začátkem práce. Tato situace má jednoduché řešení, již od počátku práce jsem byl rozhodnut pro tyto technologie. Chci upozornit, že obě aplikace byly prvními projekty, které jsem za využití těchto technologií implementoval. Z této perspektivy jsem bral implementaci diplomové práce jako příležitost se s těmito platformami prakticky seznámit.

Důvod, proč jsem si vybral framework Nette byla především jeho oblíbenost a rozšířenost mezi vývojáři (Skvorc, 2015). Tato skutečnost umožnila případnou větší flexibilitu při dalším vývoji aplikace, kdy by nebyl problém sehnat vývojáře se znalostí tohoto frameworku. Tuto skutečnost zmiňuji i přesto, že k dalšímu rozvoji aplikace pravděpodobně nedojde a to z důvodů diskutovaných v kapitolách 3. a 7.

Aplikaci pro operační systém Android jsem vybral především kvůli perspektivě tohoto operačního systému. Prodej mobilních zařízení s OS Android se celosvětově pohybuje v řádech vyšších desítek milionů kusů měsíčně a zároveň se podíl zařízení s tímto OS na celosvětovém trhu blíží k 90 % (Forni, 2016). Zmíněné statistiky nezahrnují další platformy, které tento OS pohání. Mezi tato zařízení patří chytré hodinky Android Wear, chytré televize Android TV a aplikace Android Auto.

Toto byly důvody, které mě vedly k výběru těchto technologií. V případě zájmu o více informací k těmto technologiím autor odkazuje na oficiální stránky projektů <http://nette.org> a <https://www.android.com/>.

### 6.2 Rozšíření aplikací

Obě aplikace jsou teoreticky plně použitelné pro nasazení v praxi. V této kapitole jsou diskutovány možnosti jejich rozšíření o další funkce, případně úpravy uživatelské použitelnosti stávajícího řešení. Kapitoly 6.2.1. a 6.2.2. nabízejí teoretický rozbor možností, jak aplikace rozšířit. Níže jsou uvedeny možnosti rozšíření obou aplikací. Ještě bych chtěl zmínit rozšíření, které by bylo pro obě aplikace společné. Toto rozšíření by vyžadovalo napojení na informační systémy Policie ČR, případně Městské policie Brno. Vzhledem k tomu, že neznám implementační detaily těchto systémů je tato uvažovaná funkčnost čistě teoretická. Konkrétní funkce vyhledání odtáženého automobilu dle SPZ. Uživatel by zadal SPZ svého vozu, v internetovém rozhraní nebo v mobilní aplikaci. Aplikace by mu vrátila výsledek, tedy zdali byl vůz odtážen nebo ne. V případě odtahu by bylo možné zobrazit další dodatečné

informace, jako je lokalita, kde se vůz nachází, kontaktní údaje apod. Další potenciální společnou úpravou by byla lokalizace aplikací do anglického jazyka.

### 6.2.1 Webová aplikace

Webová aplikace byla implementována se základním uživatelským rozhraním, které framework Nette nabízí. Design nemá vliv na funkčnost aplikace, ale vidím zde prostor pro další vylepšení a úpravy. Jde především o vytvoření responzivního designu pro mobilní zařízení, které by umožnilo uživatelům správu účtu pohodlně z mobilního telefonu. Na tuto úpravu je navázáno také provázání webové a mobilní aplikace, které bude diskutováno v kapitole 6.6.2.

V rámci uživatelské části by bylo možné rozšířit časové upozornění o další termíny, případně umožnit uživateli nastavit si vlastní časový interval předcházející blokovému čištění, který by si mohl v administraci nastavit. Další funkce, která by měla smysl, je odeslání na více emailů v rámci jednoho uživatelského účtu. Tato situace by byla vhodná např. pro firmu, kdy by bylo možné nastavit emailové upozornění všem zaměstnancům, kteří o to budou mít zájem, a to z jednoho účtu.

Administrativní rozhraní by také bylo možné rozšířit. Rozhraní by mohlo být rozšířeno např. o export aktuálních termínů do souboru pdf a jeho následná publikace ve veřejné části. Oproti současnému řešení by tato funkce centralizovala umístění pdf souborů s termíny čištění na jedno místo. V současné době, pokud chce uživatel najít termíny čištění ulic z více městských částí, musí navštívit jednotlivé webové stránky těchto částí. Vylepšena by mohla být také obsluha formulářů. U přesunu segmentu ulice mezi bloky by mohlo být využito efektu tzv. *drag and drop*, kdy by byla využita některá javascriptová knihovna, např. jQuery. Dále by bylo vhodné uživatele přímo informovat o nedostatku dat v systému, tedy ošetření situace, kdy pro konkrétní ulici nejsou k dispozici data o nejbližším čištění. V tuto chvíli je celá aplikace navržena tak, že v případě nedostatku dat se tyto data nezobrazí v API a následně nejsou tyto segmenty ulic v mobilní aplikaci vůbec dostupné. Dále by bylo možné rozšířit portfolio upozornění např. o rozesílání SMS<sup>35</sup>, kdy by si mohl uživatel vybrat, o jakou formu upozornění má zájem.

### 6.2.2 Mobilní aplikace

Mobilní aplikace byla implementována jako lokální aplikace. Toto by bylo možné změnit přidáním autentizace uživatele, kdy by pro přihlašovací údaje k webové a mobilní aplikaci byly stejné. Toto by zajistilo konzistenci přihlašování, možné přenesení nastavení při pořízení nového zařízení apod. O této funkčnosti jsem při implementaci přemýšlel, ale dle mého názoru je lepší zachovat nezávislost. Tedy v případě mobilní aplikace nenutí uživatele k registraci. V úvahu přichází také jistá duplicita, kdy by uživatel byl upozorněn emailem i notifikací na mobilním zařízení. Jako ideální řešení by mohla sloužit dobrovolná registrace, kdy by se k účtu registroval pouze ten uživatel, který by o to měl zájem.

---

<sup>35</sup> Short message service

V úvahu u mobilních zařízení přichází také zapojení geolokace a využití GPS. V tomto případě by bylo možné naprogramovat algoritmy, které by na základě aktuální polohy zobrazovaly informace o čištění nejbližších ulic. Pokud by v této lokalitě bylo plánováno čištění ulic v nejbližších hodinách, upozornila by aplikace na tuto skutečnost uživatele prostřednictvím notifikace. Ve spojení s GPS by bylo výhodné využití mapového podkladu od společnosti Google. Google nabízí pro svou službu Google Mapy API rozhraní pro využití v mobilních zařízeních s OS Android (mj). Toto API nabízí kompletní mapové podklady ze služby Google Mapy. Vývojář si poté může tyto mapy maximálně přizpůsobit svým potřebám. Bylo by tak možné zobrazovat termíny čištění v aplikaci přímo v mapě. Více informací o API pro Google Mapy je k dispozici na adrese <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/>.

V rámci implementace mobilní aplikace byl v aplikaci využit základní design, který nabízelo Android studio. Je tedy jasné, že design aplikace by mohl dostat vylepšení. Aplikace by mohla být stylována např. do barev Města Brna, tedy do bílé a červené. Mohlo by být přidáno logo a další barevné prvky v městských barvách.

### 6.3 Analýza využití aplikace v osobních automobilech s OS Android

Tato kapitola shrnuje možnosti využití aplikace v osobních automobilech s OS Android. Od zadání této diplomové práce došlo ke změně v nasazení OS Android v osobních automobilech. Ačkoliv existuje zmínka o kompletním operačním systému Android pro osobní automobily, existence takového systému prozatím nebyla prokázána (Amadeo, 2016). Jediné řešení od společnosti Google přímo pro automobily je v tuto chvíli aplikace Android Auto (Google Inc., 2016). Aplikace Android Auto funguje přímo na displeji mobilního zařízení nebo je možné ji zobrazit na displeji v automobilu. Tato možnost ale existuje pouze u novějších aut, které jsou s tímto systémem kompatibilní. Aplikace je uzpůsobena situaci v autě. Velký důraz je kladen na přístupnost, kdy aplikace disponuje většími ikonám pro snazší ovládání. Integrovány jsou také aplikace pro poslech hudby jako je Spotify nebo Google Play Music.

Využití mobilní aplikace v osobních automobilech se tak prakticky neliší od využití na mobilních zařízeních. Notifikace je v případě blížícího se čištění zobrazena přímo na displeji automobilu za předpokladu kompatibilního displeje. Z tohoto pohledu je propojení ideální. V případě notifikace tak uživatel může auto okamžitě přeparkovat.

I přes odlišný vývoj v oblasti automobilů s OS Android vidí autor další teoreticky možné využití v oblasti samořiditelných aut. Společnost Google věnovala velké úsilí vývoji svého samořiditelného automobilu. I přesto, že zřejmě dojde ke změně směru vývoje, kdy místo samořiditelného automobilu plánuje společnost Google pouze vývoj systému pro ostatní výrobce automobilů (Hern, 2016). Tato technologie je v posledních letech velmi očekávanou a vkládají se do jejího využití velké naděje. Nabízí se tak teoretický scénář, kdy automobil na základě dat

z informačního systému rozpozná, že parkuje na místě, kde v nejbližší době proběhne blokové čištění. Sám přeparkuje na nejbližší volné parkovací místo, upozorní majitele na svoji polohu a případně se po skončení čištění sám opět přeparkuje na původní místo. I když se zdá, že jde o představu z říše sci-fi, nemusí to být záležitost až tak vzdálené budoucnosti.

## 6.4 Zobecnitelnost řešení pro jiná města v ČR

Tato kapitola se věnuje využití aplikace také pro ostatní města v České republice. Aplikace je implementována přímo pro informování o blokovém čištění v Brně. Situace v jiných městech je však velmi podobná. Obě aplikace jsou tak k dispozici pro využití v jiných městech ČR. Licence díla CC-BY 2.0, pod níž je tato práce vydána a jejíž celé znění je k dispozici na webové stránce <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode>, umožňuje libovolné úpravy obou aplikací pro jiná města v ČR.

Jako příloha této práce je mj. přiložen SQL skript s databázovou strukturou projektu. Po importu skriptu je vytvořena prázdná databáze, ve které jsou připraveny tabulky pro užití v rámci libovolného města v ČR. Návod na zprovoznění aplikací je uveden také v textových souborech, které jsou přiloženy k této práci. Dále je v textovém souboru popsán postup zveřejnění mobilní aplikace v tržišti aplikací Google Play. Licence obou aplikací umožňuje další využití, např. dalšími městy v České republice.

Vše závisí na systému, který tato města používají a v následném přizpůsobení implementace těmito rozdíly. Teoreticky bylo využití aplikace analyzováno v dalších 4 městech, celkem tato práce pokrývá využití aplikace v 5 největších městech České republiky. Analyzovaná města jsou Praha, Ostrava, Plzeň a Olomouc.

### 6.4.1 Praha

V Praze na rozdíl od Brna dochází k pravidelnému blokovému čištění ulic pouze 2x za rok (Technická správa komunikací hlavního města Prahy, a.s., 2016). K tomuto účelu zřídila společnost Technická správa komunikací hlavního města Prahy, a.s. informační portál, který návštěvníky informuje o blížícím se blokovém čištění. Tento portál se nachází na adrese <http://info.tsk-praha.cz/tsk-info/>. Dále jsou informace o blokovém čištění k dispozici ve strojově nečitelné podobě na webových stránkách jednotlivých městských částí. V tomto městě by tak přicházelo v úvahu nasazení mobilní aplikace, která by uživatele o blokovém čištění informovala na základě dat z portálu TSK-INFO.

### 6.4.2 Ostrava

U blokového čištění ulic v Ostravě jsem narazil na poměrně výrazný nedostatek informací, minimálně v porovnání s Brnem a Prahou. Blokové čištění ulic je v tomto městě opět rozděleno do obvodů, kdy každý obvod obsahuje několik ulic.

Jde de facto o stejný systém, jako je v Brně. Jednotlivé termíny se liší dle městského obvodu. Dle dostupných informací tak lze usuzovat, že nasazení obou aplikací v tomto městě by bylo možné a záleželo by především na ochotě úředníků městských obvodů využívat webové administrace a udržovat termíny aktuální. Pro nasazení aplikací by bylo třeba minimálních úprav (Magistrát města Ostravy, 2016).

### **6.4.3 Plzeň**

V Plzni o blokovém čištění poměrně podrobně informují webové stránky jednotlivých městských obvodů. Informace jsou zveřejněny v tabulce, ve které se nacházejí jednotlivé ulice a termíny nejbližšího čištění. Vždy je zobrazeno nejbližší čištění, chybí tak harmonogram čištění na celý rok. I přes tuto odlišnost by nasazení webové aplikace bylo bez problémů a jako v případě Ostravy by záleželo na ochotě úředníků tento systém obsluhovat. Zadání vždy jednoho termínu by přinášelo větší časovou zátěž, než zadání harmonogramu najednou na celý rok. Mobilní aplikace by zůstala prakticky stejná, pouze by se změnila webová adresa webového API, ze kterého by se stahovaly informace o blokovém čištění.

### **6.4.4 Olomouc**

Posledním analyzovaným městem byla Olomouc. Na základě dostupných informací neexistuje jednotný zdroj informací o blížícím se blokovém čištění. Nebyla nalezena ani stránka, kde by se nacházel harmonogram čištění v tomto městě. Na blokové čištění je tak upozorňováno tiskovými zprávami Městské policie Olomouc a to v době, kdy blokové čištění probíhá. V Olomouci je ale oproti ostatním městům zajímavá skutečnost, že strážníci Městské policie nevolají odtahovou službu v případě, že někdo svým vozem blokuje čištění komunikací. Řidič dostane Výzvu pro nepřítomného pachatele dopravního přestupku, případně je na automobil umístěno technické zařízení k zabránění odjezdu vozidla (Čunderle, 2016). Na základě těchto informací nevidím v nasazení aplikací k informování uživatelů o blížícím se blokovém čištění v tomto městě problém. V případě nasazení by bylo nutné provést drobné úpravy v obou aplikacích. Rozsah těchto úprav by se nelišil od úprav pro ostatní analyzovaná města.



## 7 Závěr

Diplomová práce se zabývá tématem Smart cities. Toto téma je v posledních letech velmi aktuální. V první části práce je provedeno představení celého konceptu. Tato část práce analyzuje tento koncept v teoretické rovině. Aby si čtenář mohl udělat ucelený obrázek o celé problematice, jsou u každé části zmíněny významné příklady využití tohoto konceptu v zahraničí i v České republice.

Cílem praktické části bylo vytvoření webové a mobilní aplikace. Webová aplikace primárně slouží pro administraci blokového čištění ulic, mobilní aplikace následně zpracovává data z webové aplikace prostřednictvím API. Uživatel si v mobilní aplikaci může vybrat, kdy chce být o blokovém čištění informován. Původním záměrem práce bylo zapojit do administrace webové aplikace přímo jednotlivé městské části. Bohužel město Brno mezitím přišlo s vlastním řešením tohoto problému. Vzhledem k tomu, že v té době byly obě aplikace prakticky hotové, rozhodl jsem se obě aplikace v rámci této diplomové práce dokončit. Tato situace ovlivnila především mobilní aplikaci, kdy z výše zmíněného důvodu bylo upuštěno od zveřejnění aplikace Google Play, protože se tam nachází aplikace s prakticky totožnými funkcemi. Tento vývoj nebylo možné na začátku práce předvídat. I přesto, že aplikace nebyla zveřejněna, je možné jí dále využít.

Výsledky analýzy situace v jiných městech v ČR ukázaly, že podobný problém je ve všech analyzovaných městech. Zadávání blokového čištění se neliší v žádném městě. Jako příloha této práce je spolu se zdrojovými kódy přiložen popis, jak obě aplikace využít v jiných městech ČR. Aplikace jsou připraveny k okamžitému použití. Drobné změny, které je nutné provést, jsou diskutovány v příloze této práce. Spolu s touto diskuzí je také uveden návod, jak aplikaci zveřejnit v prostředí Google Play.

Obě aplikace jsou z mého pohledu důležité. Ukazují, jakým způsobem je možné přispět do konceptu Smart cities. Dále také tato práce poukazuje na situace, kdy lze existující problémy díky využití IT výrazně zjednodušit.

Analýza využití aplikace v osobních automobilech s OS Androidem ukázala, že svět mobilních zařízení nejsou pouze mobilní telefony a tablety. Předpokládaný vývoj v této oblasti bude rozhodně zajímavý. Závěrečná analýza zobecnitelnosti ukázala, že aplikace jsou s dílčími úpravami použitelné v dalších městech v České republice.

V závěru své práce bych chtěl zmínit dosažení cílů. Všech dílčích cílů, stanovených na začátku práce, bylo dosaženo. Výjimkou je zveřejnění mobilní aplikace ve službě Google Play. Důvody nedosažení tohoto cíle jsou podrobně diskutovány v kapitolách 3. a 6. I přesto považuji zpracování diplomové práce za přínosné. Mimo jiné jsem se seznámil s php frameworkem Nette, vývojem aplikací pro OS Android a naučil se hodně nového. Dále jsem se seznámil s konceptem Smart cities, který se mi do budoucna jeví jako velmi perspektivní obor v oblasti ICT.

## Literatura

- AMADEO, Ron. 2016. *Google shows off its car infotainment operating system, built into Android N* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://arstechnica.com/cars/2016/05/googles-concept-maserati-has-android-built-right-into-the-car/>
- Analyse one indicator and compare countries*. 2015. In: *DIGITAL SINGLE MARKET: Digital Economy & Society* [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://digital-agenda-data.eu/charts/analyse-one-indicator-and-compare-countries>
- Android.com. 2016. *developer.android.com* [online]. [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <https://developer.android.com>
- Application Delivery Strategies: 3D Data Management: Controlling data Volume, Velocity, Variety*. 2001. In: *Gartner.com* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>
- ASHTON, Kevin. 2009. *That 'Internet of Things' Thing*. *RFID JOURNAL* [online]. RFID JOURNAL LLC [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Barcelona* [online]. 2001 -. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Barcelona>
- BAUER, Harald, Mark PATEL A Jan VEIRA. n. d. *The Internet of Things: Sizing up the opportunity*. In: *Mckinsey.com* [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity>
- BAUER, Martin, Mathieu BOUSSARD, Nicola BUI, Francois CARREZ, Christine JARDAK, Jourik DE LOOF, Carsten MAGERKURTH, Stefan MEISSNER, Andreas NETTSTRÄTER, Alexis OLIVEREAU, Matthias THOMA, Joachim W. WALEWSKI, Julinda STEFA A Alexander SALINAS. 2013. *The Internet of Things – Architecture*. [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://iotforum.org/wp-content/uploads/2014/09/D1.5-20130715-VERYFINAL.pdf>
- BÉLISSANT, Jennifer. 2010. *Getting Clever About Smart Cities: New Opportunities Require New Business Models*. In: *Forrester.com* [online]. [cit. 2015-12-21]. Dostupné z: <https://www.forrester.com/Getting+Clever+About+Smart+Cities+New+Opportunities+Require+New+Business+Models/fulltext/-/E-RES56701>
- BERMAN, Jules. 2013. *Principles of big data: preparing, sharing, and analyzing complex information* [online]. 1st. 288 s [cit. 2016-03-23]. 9780124047242. Autor je Ph.D.,M.D..
- BERST, Jesse. 2014. *Smart Cities Readiness Guide*. In: *Smartcitiescouncil.com* [online]. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://smartcitiescouncil.com/resources/smart-cities-readiness-guide>

- BIG DATA UNIVERSE BEGINNING TO EXPLODE: Infographic*. 2012. In: *Csc.com* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: [http://assets1.csc.com/insights/downloads/CSC\\_Infographic\\_Big\\_Data.pdf](http://assets1.csc.com/insights/downloads/CSC_Infographic_Big_Data.pdf)
- BOČEK, Jan, Jan CIBULKA, Petr KOČÍ A Marcel ŠULEK. 2016. *Sami z dat - DATOVÁ ŽURNALISTIKA* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: <https://samizdat.cz/>
- BOČEK, Jan, Marcel ŠULEK A Jan CIBULKA. 2014. *Mapa odtahů v Brně: Objevte nejrizikovější místa*. In: *rozhlas.cz* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: [http://www.rozhlas.cz/zpravy/data/\\_zprava/mapa-odtahu-v-brne-objevte-nejrizikovejsi-mista--1424350](http://www.rozhlas.cz/zpravy/data/_zprava/mapa-odtahu-v-brne-objevte-nejrizikovejsi-mista--1424350)
- Brno.cz. 2016. *brno.cz* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://www.brno.cz/sprava-mesta/volene-organy-mesta/rada-mesta-brna/komise-rady-mesta-brna/smart-city-brno/>
- BRUSE, Emelie. 2015. *Internet of Things: Definition, applications and comparison of wifi-based communication protocols for implementation of an irrigation system* [online]. Stockholm [cit. 2016-04-10].
- CALAVIA, Lorena, Carlos BALADRÓN, Javier AGUIAR, Belén CARRO A Antonio SÁNCHEZ-ESGUEVILLAS. 2012. *A Semantic Autonomous Video Surveillance System for Dense Camera Networks in Smart Cities*. *sensors* [online]. č. 12, s. 10407-10429 [cit. 2016-10-05]. Dostupné z: [www.mdpi.com/1424-8220/12/8/10407/pdf](http://www.mdpi.com/1424-8220/12/8/10407/pdf)
- CIBULKA, Jan, Marcel ŠULEK, Petr KOČÍ, Markéta CHALOUPSKÁ A Simona BARTOŠOVÁ. 2014. *Kde, kdy a proč se v Praze odtahuje nejvíce aut? Najděte si svou ulici*. In: *rozhlas.cz* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: [http://www.rozhlas.cz/zpravy/data/\\_zprava/kde-kdy-a-proc-se-v-praze-odtahuje-nejvice-aut-najdete-si-svou-ulici--1423801](http://www.rozhlas.cz/zpravy/data/_zprava/kde-kdy-a-proc-se-v-praze-odtahuje-nejvice-aut-najdete-si-svou-ulici--1423801)
- Cooperative Traffic Systems – safe and intelligent* [online]. n. d. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://www.c-its-korridor.de/>
- Czech smart city cluster, z.s.. 2016. *Czech smart city cluster* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://czechsmartcitycluster.cz/about-us/>
- Czechsmartcitycluster.cz. 2016. *czechsmartcitycluster.cz* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://czechsmartcitycluster.cz/portfolio-items/smart-city-brno/>
- Český statistický úřad. 2015. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=profil-uzemi&uzemiprofil=31588&u=\\_\\_VUZEMI\\_43\\_549240#w=](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=profil-uzemi&uzemiprofil=31588&u=__VUZEMI_43_549240#w=)
- Český statistický úřad. 2016. *Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2016* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://www.zemepis.eu/nejvetsi-mesta-cr.p25.html>
- ČUNDERLE, Petr. 2016. *POZOR! PROBÍHÁ OBDOBÍ BLOKOVÉHO ČIŠTĚNÍ* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://mp-olomouc.cz/uvod>
- DE MAURO, Andrea, Marco GRECO A Michele GRIMALDI. 2015. *What is big data? A consensual definition and a review of key research topics* [online]. , , 97-104 [cit.

- 2016-03-18]. DOI: 10.1063/1.4907823. Dostupné z: <http://scitation.aip.org/content/aip/procee>. In: [online]. Madrid: AIP Publishing LLC [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://scitation.aip.org/content/aip/proceeding/aipcp/10.1063/1.4907823>
- DIGITAL AGENDA 2020 FOR ESTONIA*. 2014. In: *e-estonia.com* [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: [https://e-estonia.com/wp-content/uploads/2014/04/Digital-Agenda-2020\\_Estonia\\_ENG.pdf](https://e-estonia.com/wp-content/uploads/2014/04/Digital-Agenda-2020_Estonia_ENG.pdf)
- ELMAGHRABY, Adel A Michael LOSAVIO. 2014. *Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy*. *Cyber Security* [online]. Roč. 5, č. 4, s. 491–497 [cit. 2016-10-05]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123214000290>
- Estonia and Japan to Cooperate on Cyber Security*. 2016. In: *E-estonia.com* [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <https://e-estonia.com/estonia-and-japan-to-cooperate-on-cyber-security/>
- E-stonia: the country using tech to rebrand itself as the anti-Russia*. 2016. In: *The guardian* [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.theguardian.com/world/2016/apr/21/e-stonia-country-using-technology-to-rebrand-itself-as-the-anti-russia>
- Estonians Embrace Life in a Digital World*. 2014. In: *The New York Times* [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: [http://www.nytimes.com/2014/10/09/business/international/estonians-embrace-life-in-a-digital-world.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2014/10/09/business/international/estonians-embrace-life-in-a-digital-world.html?_r=0)
- FACEBOOK. 2016. *Facebook Q3 2016 Results* [online]. [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: [https://s21.q4cdn.com/399680738/files/doc\\_presentations/FB-Q316-Earnings-Slides.pdf](https://s21.q4cdn.com/399680738/files/doc_presentations/FB-Q316-Earnings-Slides.pdf)
- FINNEGAN, Matthew. 2013. *Boeing 787s to create half a terabyte of data per flight, says Virgin Atlantic*. In: *Computerworlduk* [online]. [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.computerworlduk.com/news/data/boeing-787s-create-half-terabyte-of-data-per-flight-says-virgin-atlantic-3433595/>
- FORNI, Amy A Rob MEULEN. 2016. *Gartner Says Five of Top 10 Worldwide Mobile Phone Vendors Increased Sales in Second Quarter of 2016* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3415117>
- FOUNTAIN, Jane. 2001. *Building the virtual state: Information technology and institutional change*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press. 0815700784.
- GABBAI, Arik. 2015. *Kevin Ashton Describes "the Internet of Things"* [online]. San Francisco (CA) [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.smithsonianmag.com/innovation/kevin-ashton-describes-the-internet-of-things-180953749/?no-ist>
- GIL-GARCÍA, J. A Theresa PARDO. 2005. *E-government success factors: Mapping practical tools to theoretical foundations*. *Government Information Quarterly* [online]. Roč. 22, č. 2, s. 187-216 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X05000158>

- GLAESER, Edward A Sacerdote BRUCE. 1999. *Why Is There More Crime in Cities?*. *Journal of Political Economy* [online]. Chicago, roč. 107, S6, s. 225-258 [cit. 2016-10-05]. Dostupné z: <http://www.nber.org/papers/w5430>
- GOOGLE INC.. 2016. *Android Auto* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.projection.gearhead&hl=en>
- GREENOUGH, John. 2014. *How the 'Internet of Things' will impact consumers, businesses, and governments in 2016 and beyond*. In: *Businessinsider.com* [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://www.businessinsider.com/how-the-internet-of-things-market-will-grow-2014-10>
- HADACHI, Amnir. 2014. *Lectures of course Introduction to intelligent transportation systems* [online]. Tartu [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <https://courses.cs.ut.ee/2014/ITS/fall/Main/Home>
- HASHEM, Ibrahim, Ibrar YAQOOB, Nor ANUAR, Salimah MOKHTAR, Abdullah GANI A Samee ULLAH KHAN. 2015. *The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues*. *Information Systems* [online]. Roč. 47, s. 98-115 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437914001288>
- Helsinki Region Infoshare* [online]. 2016. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.hri.fi/en/>
- Helsinki* [online]. 2001-. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Helsinki>
- HERN, Alex. 2016. *Google spins off self-driving car division, signalling new direction* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/technology/2016/dec/14/waymo-google-self-driving-car-division>
- CHANG, Hsien-Tsung, Nilamadhab MISHRA, Chung-Chih LIN A Yong DENG. 2015. *IoT Big-Data Centred Knowledge Granule Analytic and Cluster Framework for BI Applications: A Case Base Analysis*. *PLOS ONE* [online]. [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0141980>
- Chytremesto.cz. 2016. *Chytremesto.cz* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://www.chytremesto.cz/novinky/bulletin-leden-2016>
- IBM. 2015. *IBM Big Data & Analytics Hub*. In: *Ibmbigdatahub.com* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- Intelligent transport systems - Connected and automated driving (C-ITS)* [online]. 2016. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: [http://www.its.dot.gov/cv\\_basics/cv\\_basics\\_what.htm](http://www.its.dot.gov/cv_basics/cv_basics_what.htm)

- Intelligent Transport Systems* [online]. 2016. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/intelligent-transport>
- Intelligent Transportation Systems (ITS)* [online]. n. d. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://www.nirpc.org/transportation/intelligent-transportation-system.aspx>
- Intelligent Transportation* [online]. 2012. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <https://www.itscanada.ca/it/>
- Iprpraha.cz. 2016. *iprpraha.cz*. In: *KONCEPT STRATEGICKÉHO RÁMCE SMART PRAGUE* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Koncept%20strategicke%CC%81ho%20ra%CC%81mce%20Smart%20Prague1.1.pdf>
- ITS - (Dopravní telematika)* [online]. 2016. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---dopravni-telematika/>
- JAAKOLAA, Ari, Hami KEKKONENB, Tanja LAHTIB A Asta MANNINENA. 2015. *Open data, open cities: Experiences from the Helsinki Metropolitan Area. Case Helsinki Region Infoshare www.hri.fi. Statistical Journal of the IAOS* [online]. Roč. 31, č. 1, s. 117-122 [cit. 2016-04-24].
- Kooperativní systémy ITS* [online]. 2016. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---dopravni-telematika/kooperativni-systemy-its/>
- LAURSEN, Lucas. 2014. *Vehicle-to-Vehicle Communications Tech Will Be Mandatory, say Feds* [online]. [cit. 2016-10-4]. Dostupné z: <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/transportation/infrastructure/vehicle-to-vehicle-tech-will-be-mandatory-say-feds>
- LEE C-L, Huang. 2014. *Impact of Vehicular Networks on Emergency Medical Services in Urban Areas. International Journal Enviromental Research a Public Health* [online]. Roč. 11, č. 11, s. 11348-11370 [cit. 2016-11-23]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4245616/>
- LEE, Melissa, Esteve ALMIRALL A Jonathan WAREHAM. 2016. *Open data and civic apps: first-generation failures, second-generation improvements. Communications of the ACM* [online]. New York, roč. 59, č. 1, s. 82-89 [cit. 2016-04-12]. 00010782. Dostupné z: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2859829.2756542>
- LEETARU, Kalev. 2015. *Highlights Of Estonian ICT Day At The World Bank And The Future Of E-Government*. In: *Forbes.com* [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.forbes.com/sites/kalevleetaru/2015/10/05/highlights-of-estonian-ict-day-at-the-world-bank-and-the-future-of-e-government/>
- MAGISTRÁT MĚSTA OSTRAVY. 2016. *Magistrát města Ostravy* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <https://www.ostrava.cz/cs>

- MCCANEY, Kevin. 2011. *Do surveillance systems reduce crime?* [online]. [cit. 2016-10-5]. Dostupné z: <https://gcn.com/articles/2011/09/20/surveillance-cameras-effect-on-preventing-crimes.aspx>
- Ministerstvo vnitra České republiky: OTEVŘENÁ DATA [online]. n. d. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/otevrena-data.aspx>
- NETTE.ORG. 2016. *doc.nette.org* [online]. [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://doc.nette.org>
- NEWS WIRE PUBLICATIONS, LLC. 2011. *Study shows surveillance cameras reduce crime, in some cases* [online]. [cit. 2016-10-05]. Dostupné z: <http://www.homelandsecuritynewswire.com/study-shows-surveillance-cameras-reduce-crime-some-cases>
- Number of monthly active Facebook users worldwide as of 4th quarter 2015 (in millions)*. 2016. In: *Statista.com* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/>
- Open Knowledge* [online]. n. d. [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <https://okfn.org/about/>
- Opendata Hlavního města Prahy* [online]. 2016. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://opendata.praha.eu/>
- OpenDataBCN: Barcelona's City Hall Open Data Service* [online]. 2016. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://opendata.bcn.cat/opendata/en/>
- Otevřená data: Společně otevíráme data* [online]. 2016. [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://www.otevrenadata.cz>
- Population on 1 January 2015*. Eurostat: Your key to European statistics. 2015. In: *Ec.europa.eu* [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tps00001&plugin=1>
- RATHORE, M., Anand PAUL, Awais AHMAD A Suengmin RHO. 2016. *Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics.. Computer Networks* [online]. Elsevier, s. 63-80 [cit. 2016-03-13].
- SCOTIABANK. 2016. In: *Scotiabank* [online]. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: [http://www.gbm.scotiabank.com/English/bns\\_econ/bns\\_auto.pdf](http://www.gbm.scotiabank.com/English/bns_econ/bns_auto.pdf)
- SEZNAM.CZ, A.S.. 2016. [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>
- SINTEF. 2013. *Big Data, for better or worse: 90% of world's data generated over last two years*. In: *ScienceDaily* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <https://www.sciencedaily.com/releases/2013/05/130522085217.htm>
- SKVORC, Bruno. 2015. *The Best PHP Framework for 2015: SitePoint Survey Results* [online]. [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <https://www.sitepoint.com/best-php-framework-2015-sitepoint-survey-results/>

- SMART CITIES | AN INITIATIVE OF THE EUROPEAN COMMISSION. 2016. *Market Place of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities*. In: *Market Place of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <https://eu-smartcities.eu/Smartprague.eu>. 2016. *Smartprague.eu* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://smartprague.eu/co-je-smart-prague/>
- SMITH, Michael. 2015. *Protecting Privacy in an IoT-Connected World*. [online]. Roč. 49, č. 6, s. 36-39 [cit. 2016-04-03].
- STATISTA.COM. 2015. *Annual number of worldwide active Amazon customer accounts from 1997 to 2015 (in millions)* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://www.statista.com/statistics/237810/number-of-active-amazon-customer-accounts-worldwide/>
- STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO. 2016. *Statutární město Brno* [online]. Brno [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <https://datahub.io/organization/statutarni-mesto-brno>
- SVÍTEK, Miroslav, Jakub SLAVÍK, Vladimír ZADINA A Radovan POLANSKÝ. 2015. *Modrožlutá kniha Smart Písek*. In: *Mesto-pisek.cz* [online]. [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: [http://www.mesto-pisek.cz/VismoOnline\\_ActionScripts/File.ashx?id\\_org=12075&id\\_dokumenty=12534](http://www.mesto-pisek.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=12075&id_dokumenty=12534)
- T. MARCHESE, Francis. 2015. Pace University, Seidenberg School of Computer Science and Information Systems. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: [http://csis.pace.edu/~marchese/CS389/L8/DomainModel-UML\\_short.pdf](http://csis.pace.edu/~marchese/CS389/L8/DomainModel-UML_short.pdf)
- Technická správa komunikací hlavního města Prahy, a.s.. 2016. *Technická správa komunikací hlavního města Prahy, a.s.* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/wps/portal>
- The Department of Infrastructure and Regional Development* [online]. 2015. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <https://infrastructure.gov.au/transport/its/>
- The Digital Economy & Society Index (DESI)* [online]. 2015. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/desi>
- THE MATHWORKS, INC.. n. d. *The MathWorks, Inc.* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/solutions/internet-of-things/index.html>
- TÝNOVSKÝ. 2016. *github.com* [online]. [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <https://gist.github.com/tynovsky/1207351>
- ULIP, Jiří. 2015. *Open Data v Brně* [online]. Brno [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: [http://www.openalt.cz/2015/data/Ulip\\_Jiri-Open\\_Data\\_v\\_Brne.pdf](http://www.openalt.cz/2015/data/Ulip_Jiri-Open_Data_v_Brne.pdf)
- UNITED NATIONS. n. d. *Population density and urbanization*. In: *Unstats.un.org* [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://unstats.un.org/unsd/demographic/sconcerns/densurb/densurbmethods.htm#B>



- UNITED NATIONS. 2015. *World Population Prospects: The 2015 Revision*. In: *esa.un.org* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/DemographicProfiles/>
- UNITED NATIONS. 2015. *World Population Prospects: The 2015 Revision*. In: *esa.un.org* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <http://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery/>
- UNITED NATIONS. 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>
- UNITED NATIONS. 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. In: *esa.un.org* [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/>
- UNITED NATIONS. 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. In: *esa.un.org* [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://esa.un.org/unpd/wup/Country-Profiles/>
- VOELCKER, John. 2011. *greencarreports.com*. In: *greencarreports.com* [online]. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: [http://www.greencarreports.com/news/1065070\\_its-official-we-now-have-one-billion-vehicles-on-the-planet](http://www.greencarreports.com/news/1065070_its-official-we-now-have-one-billion-vehicles-on-the-planet)
- VONGSINGTHONG, Suwimon A Sucha SMANCHAT. 2014. *INTERNET OF THINGS: A REVIEW OF APPLICATIONS AND TECHNOLOGIES*. *Suranaree Journal of Science and Technology* [online]. Suranaree, roč. 21, č. 4, s. 359-374 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: [http://ird.sut.ac.th/e-journal/document/contents/Journal21\(4\)/part%2011.pdf](http://ird.sut.ac.th/e-journal/document/contents/Journal21(4)/part%2011.pdf)
- W3SCHOOLS.COM. 2016. *HTML Responsive Web Design* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: [http://www.w3schools.com/html/html\\_responsive.asp](http://www.w3schools.com/html/html_responsive.asp)
- W3SCHOOLS.COM. 2016. *w3schools.com* [online]. [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: [http://www.w3schools.com/js/js\\_json\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/js/js_json_intro.asp)
- WALRAVENS, NILS, JONAS BREUER A PIETER BALLON. 2014. *Open Data as a Catalyst for the Smart City as a Local Innovation Platform*. In: *idate.org* [online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: [http://www.idate.org/en/Digiworld/Communications-Strategies/Archives/Archives\\_50\\_.html](http://www.idate.org/en/Digiworld/Communications-Strategies/Archives/Archives_50_.html)
- WEBER, Rolf. 2015. *Internet of things: Privacy issues revisited*. *Computer Law & Security Review* [online]. Roč. 31, č. 5, s. 618-627 [cit. 2016-04-03]. 02673649. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0267364915001156>
- WEINBERG, Bruce, George MILNE, Yana ANDONOVA A Fatima M. HAJJAT. 2015. *Internet of Things: Convenience vs. privacy and secrecy*. *Business Horizons* [online]. 10.1016/j.bushor.2015.06.005, roč. 58, č. 6, s. 615-624 [cit. 2016-03-24]. 00076813. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007681315000865>

- WELSH, Brandon A David FARRINGTON. 2009. *Public Area CCTV and Crime Prevention: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis*. *Justice Quarterly* [online]. Roč. 26, č. 4, s. 716-745 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07418820802506206>
- What Are Connected Vehicles and Why Do We Need Them?* [online]. 2016. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: [http://www.its.dot.gov/cv\\_basics/cv\\_basics\\_what.htm](http://www.its.dot.gov/cv_basics/cv_basics_what.htm)
- Zachrankaapp.cz* [online]. 2015. [cit. 2016-10-05]. Dostupné z: <http://www.zachrankaapp.cz/>
- ŽIVNÝ, Filip A Jan K. DAVID. 2016. *Už žádná odtahová velmoc. Řidiče v Brně upozorní na čištění aplikace* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: [http://brno.idnes.cz/nova-aplikace-upozorni-brnenske-ridice-na-blokovaci-cisten-p3u-/brno-zpravy.aspx?c=A160426\\_2241991\\_brno-zpravy\\_krut](http://brno.idnes.cz/nova-aplikace-upozorni-brnenske-ridice-na-blokovaci-cisten-p3u-/brno-zpravy.aspx?c=A160426_2241991_brno-zpravy_krut)
- ŽIŽKA, J. A N. CHALUPOVÁ. 2015. *Informační systémy pro rozhodování: Informační systémy pro podporu rozhodování 2* [online]. Brno [cit. 2016-03-02].

## Seznam použitých zkratek

- **C-ITS** (*Co-operative intelligent transportation systems*) – spolupracující inteligentní transportní systémy
- **DESI** - *The Digital Economy & Society Index*
- **DNS** (*Domain Name System*) - je hierarchický systém doménových jmen, který je realizován servery DNS a protokolem stejného jména, kterým si vyměňují informace DNSSEC
- **DNSSEC** (*Domain Name System Security Extensions*) - je v informatice sada IETF specifikací, které umožňují zabezpečit informace poskytnuté DNS systémem v IP sítích (tj. na Internetu) proti podvržení (tzv. spoofing) a úmyslné manipulaci
- **EIP – SCC** (European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities)
- **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institute*) – Evropský ústav pro telekomunikační normy
- **GPS** (*Global Positioning System*) - Globální polohovací systém
- **ICT** (*Information and Communication Technologies*) - Informační a komunikační technologie
- **IoT** (*Internet of Things*) - Je v informatice označení pro propojení vestavěných zařízení s Internetem
- **ITS** (*Intelligent transportation systems*) - Inteligentní dopravní systémy (ITS) jsou pokročilé aplikace, které mají za cíl poskytovat inovativní služby týkající se různých druhů dopravy a řízení provozu a umožňují uživatelům lepší informovanost a bezpečnější, koordinovanější a "inteligentnější" používání dopravních sítí
- **IT** (*Information technology*) - Je odvětví techniky, které se zabývá tvorbou, zaváděním a zdokonalováním procesů a metod sběru (shromažďování), kontroly, zpracování, uchování, vyhledávání, řízení, výměny, zobrazování, zpřístupňování a využívání dat a informací, zahrnující automatizaci těchto procesů
- **IZS** – Integrovaný záchranný systém
- **M2M** (*Machine to machine*) – Komunikace mezi dvěma stroji
- **NKOD** - Národní katalog otevřených dat
- **Onion routing** (Cibulové směrování) – Je v informatice názvem softwarového systému zajišťující anonymizaci uživatele při pohybu na Internetu, k čemuž využívá model klient-server

- **OSN** – Organizace Spojených Národů
- **PDF** (*Portable Document Format*) - Souborový formát vyvinutý firmou Adobe pro ukládání dokumentů nezávisle na softwaru i hardwaru, na kterém byly pořízeny
- **RFID** (*Radio frequency identification*) - Další generace identifikátorů navržených (nejen) k identifikaci zboží, navazující na systém čárových kódů
- **UN** (*United Nations*) - Dále viz *OSN*
- **V2V interaction** (*Vehicle to vehicle interaction*) – Interakce mezi dvěma automobily
- **V2I interaction** (*Vehicle to infrastructure interaction*) – Interakce mezi vozidlem a částí infrastruktury
- **VPN** (*Virtual private network*) - Virtuální privátní síť je v informatice prostředek k propojení několika počítačů prostřednictvím (veřejné) nedůvěryhodné počítačové sítě
- **TLS** (*Transport Layer Security*) – Kryptografický protokol poskytující možnost zabezpečené komunikace na internet

## Seznam obrázků

Obr. 1	Vývoj populace ve světě v letech 1950 – 2050 (UNITED NATIONS, 2015)	16
Obr. 2	Vývoj rozložení populace v jednotlivých zemích: a) Rusko; b) Německo. Červená barva představuje městské oblasti, zelená venkovské oblasti. Zdroj: (UNITED NATIONS, 2014)	17
Obr. 3	Vývoj rozložení populace v jednotlivých zemích: a) Turecko; b) Česká republika. Červená barva představuje městské oblasti, zelená venkovské oblasti. Zdroj: (UNITED NATIONS, 2014)	17
Obr. 4	Vývoj rozložení populace v rámci celého světa. Počet obyvatel je uveden v tisících. Zdroj: (UNITED NATIONS, 2014)	18
Obr. 5	Obecné schéma uzlu, senzoru a reakce (BRUSE, 2015)	20
Obr. 6	Internet of Things schéma (The MathWorks, Inc., n. d.)	20
Obr. 7	Klasifikace IoT dle využití (SMITH, 2015)	23
Obr. 8	Model zpracování a distribuce dat v regionu Helsinky (JAAKOLAA & KEKKONENB & LAHTIB, & MANNINENA, 2015)	27
Obr. 9	Využívání elektronických služeb státní správy v zemích Evropské Unie. Zdroj: (DIGITAL SINGLE MARKET: Digital Economy & Society, 2015)	31
Obr. 10	Struktura ITS (HADACHI, 2014)	33
Obr. 11	Srovnání odtahů automobilů mezi Brnem a Prahou v roce 2015 (Živný, & K. David, 2016)	38
Obr. 12	Hierarchie zadávání blokového čištění v Brně	41
Obr. 13	Příklad segmentu ulice Zemědělská (Černopolní - Jugoslávská) (Seznam.cz, a.s., 2016)	42
Obr. 14	USE CASE diagram webové aplikace	43
Obr. 15	Doménový model webové administrace pro blokové čištění	45
Obr. 16	Nastavení CRON služby v administraci webhostingu wedos.cz	51
Obr. 17	USE CASE diagram mobilní aplikace	54

Obr. 18	Doménový model mobilní aplikace	55
Obr. 19	Podoba menu v Android aplikaci	58
Obr. 20	Princip činnosti třídy AsyncTask. Zdroj: developers.android.com	59
Obr. 21	Detail notifikace upozorňující uživatele na blokové čištění	60
Obr. 22	Detail ulice s informacemi o nejbližším čištění ulic	61
Obr. 23	Seznam všech ulic se zadaným termínem čištění	62
Obr. 24	Seznam oblíbených ulic	63
Obr. 25	Nastavení upozornění	64
Obr. 26	Nápověda v aplikaci Android	65
Obr. 27	Zastoupení verzí OS Android na zařízeních s tímto OS v období 28.11.2016 - 5.12.2016. Zdroj: <a href="https://developer.android.com/about/dashboards/index.html">https://developer.android.com/about/dashboards/index.html</a>	66

# **Přílohy**

## A Příložené CD

Příložené CD obsahuje:

- text diplomové práce ve formátu PDF
- zdrojové kódy webové aplikace včetně Nette projektu z Netbeans
- SQL skript s testovacími daty pro webovou aplikaci
- SQL skript pro vytvoření prázdné databáze
- zdrojové kódy mobilní aplikace včetně projektu z Android studia
- instalační soubor mobilní aplikace
- textový návod k publikaci Android aplikace v prostředí Google Play
- textový návod ke spuštění aplikací