Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta informatiky a statistiky

Smart city – koncept chytrého přechodu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ve studijním programu Aplikovaná informatika

Autor: Barbora Mlejnková

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Luc

Praha, duben 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Smart city – koncept chytrého přechodu vypracovala samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury.

V Praze dne 26. dubna 2018 . . . . . .

Barbora Mlejnková

Poděkování

Velmi ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Ladislavu Lucovi, za odborné vedení, cenné rady a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování této práce věnoval. Poděkování patří také starostovi obce Zeleneč Ing. Michaelu Husincovi za jeho ochotu a poskytnutí informací, bez kterých by nemohl být naplněn cíl práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá konceptem chytrého města, který je jedním z významných bodů vývoje měst. V teoretické části jsou čtenáři představeny základní myšlenky tohoto konceptu, jeho oblasti a komponenty. Významná část práce je také věnována technologiím, které jsou v chytrých městech využívány.

Hlavním cílem práce je návrh řešení konkrétní situace týkající se frekventovaného přechodu pro chodce v obci Zeleneč. Tento návrh je vytvořen za využití principů a technologií konceptu chytrého města, se kterými byl čtenář seznámen v první části práce. Výsledný návrh bude autorkou této bakalářské práce předložen zastupitelstvu obce Zeleneč k realizaci.

Klíčová slova

chytré město, smart city, udržitelné město, chytrý přechod.

Abstract

This bachelor's thesis presents the concept of a smart city, which is one of the important points of urban development. In the theoretical part, the basic principles of the concept are described, along with the division into its dimensions and components. A significant part of the thesis is also devoted to technologies that are used in smart cities.

The main aim of this thesis is to propose a solution to a specific situation concerning the frequent pedestrian crossing in Zeleneč. This proposal is created using the principles and technologies introduced in the first, theoretical part of this thesis. The final proposal will be then presented to the municipal council of Zeleneč for the implementation.

Keywords

smart city, sustainable city, smart pedestrian crossing.

Obsah

Úvod…….. 6

1 Chytré město 7

1.1 Definice pojmu chytré město 7

1.2 Dimenze chytrého města 8

1.2.1 Chytří lidé 9

1.2.2 Chytrý život 9

1.2.3 Chytré životní prostředí 10

1.2.4 Chytrá mobilita 10

1.2.5 Chytré hospodářství 11

1.2.6 Chytrá správa 11

1.3 Komponenty chytrého města 12

1.3.1 Instituce 12

1.3.2 Technologie 12

1.3.3 Lidský kapitál 13

1.4 Chytré město jako systém 13

1.5 Architektura chytrého města 14

1.5.1 Senzorická vrstva 15

1.5.2 Síťová vrstva 16

1.5.3 Datová vrstva 17

1.5.4 Aplikační vrstva 19

1.5.5 Bezpečnost 19

1.5.6 Řízení 20

2 Chytrý přechod 21

2.1 Současný stav 21

2.1.1 Obec Zeleneč 21

2.1.2 Ulice Kasalova 23

2.1.3 Přechod 24

2.2 Vymezení problému 25

2.3 Návrh řešení 26

2.3.1 Automatický detektor chodců 26

2.3.2 LED návěstidla 28

2.3.3 Nouzové tlačítko 29

2.3.4 Monitorování kvality ovzduší 31

2.3.5 Diagram 34

2.4 Finanční návrh 34

2.5 Další možnosti návrhu 35

Závěr…… 36

Použitá literatura..... 38

Přílohy……. 44

Příloha A: Specifikace řídící jednotky detektoru chodců.....44

Příloha B: Specifikace detekčních jednotek.....45

Příloha C: Specifikace LED návěstidel 46

Příloha D: Specifikace nouzového tlačítka.....47

Příloha E: Specifikace monitorovací stanice.....48

Úvod

V posledních 20 letech se stále častěji objevuje pojem smart city, neboli chytré město či inteligentní město. Abychom plně pochopili tento koncept, je důležité si uvědomit, že města byla vždy centrem dění, ať již mluvíme o kultuře, ekonomii či vzdělání. Je tedy bez pochyb, že mají velký vliv nejen na sociální, ekonomické, ale i environmentální aspekty společnosti (Mori a Christodoulou, 2012). Způsob, kterým utváříme města utváří nás samotné.

Uvědomění si tohoto faktu nebylo nikdy tak důležité jako dnes. V roce 2016 dosahovala míra urbanizace ve světě 54,3 % (The World Bank, 2017). Více než polovina všech obyvatel tedy žila v městských oblastech. V České republice pak toto číslo ve stejném roce dosáhlo až 73 % (Statista, 2018). Ve světě jde o téměř dvojnásobný nárůst městských obyvatel od roku 1950 a veškeré výzkumy předpokládají, že tento vzrůstající trend bude i nadále pokračovat. V roce 2050 bude podle těchto předpovědí 7 z 10 lidí bydlet v městských aglomeracích. Znamená to tedy, že celosvětová městská populace vzroste do roku 2050 téměř o 2,5 miliardy městských obyvatel (UN, 2015).

Takto velký přírůstek městské populace způsobuje mnohem vyšší spotřebu energií a vody, vyšší využití dopravní infrastruktury, ale i veřejných prostor a větší zátěž pro životní prostředí. Je však třeba brát v potaz, že i opačný jev – tedy nižší městská hustota – způsobuje naopak neefektivní využití spotřeby zdrojů. Města tak potřebují najít taková řešení těchto problémů a využití příležitostí, která budou tzv. chytrá – tedy dlouhodobě efektivní a zároveň hospodářsky a sociálně perspektivní.

Jedním takovým problémem je situace týkající se frekventovaného přechodu pro chodce v obci Zeleneč. Cílem práce je navrhnout řešení této situace za využití principů chytrého rozvoje – tedy takové řešení, které bude efektivní a udržitelné.

1 Chytré město

I přes stále častější výskyt pojmu chytré město, někdy označován anglickým výrazem smart city, neexistuje žádná společná definice, či myšlenka, která by tento koncept přesně vymezovala. Představy o chytrém městě bývají často u mnoha lidí inspirovány futuristickými filmy a tím pádem bývají většinou zaměřeny pouze na moderní technologie. I když vývoj našich měst nepochybně míří právě tímto směrem, koncept chytrého města neklade až tak velký důraz pouze na tyto technologie. Město, které je v dnešní době chytré se totiž vůbec nemusí od běžného města nijak zjevně lišit.

V následujících kapitolách se tedy pro hlubší pochopení tohoto konceptu pokusím nastínit jeho hlavní myšlenky, oblasti a komponenty.

1.1 Definice pojmu chytré město

Pokud bychom chtěli definovat tento pojem po částech, zjistíme, že existuje mnoho vysvětlení. Ke slovu "chytrý" existuje několik synonym – "bystrý", "inteligentní", "znalý". V dnešní době bychom mezi ně mohli zařadit i "účinný" a "efektivní", a to hlavně ve spojení s nejrůznějšími zařízeními. Stejně tak definice pojmu "město" se v každé oblasti liší. Je tedy zřejmé, že definování celého pojmu "chytré město" je velice obtížné.

Určitou představu o významu tohoto pojmu nám však může poskytnout i jeho samotný vývoj. První zmínky o tomto konceptu pochází již z 90. let minulého století. Šlo však o pojmy "digitální město " a "virtuální město", které měly zdůrazňovat iniciativu v oblasti informačních a komunikačních technologií. Pojem se dále vyvíjel přes "informační město", kde jsou ICT klíčovým pro fungování města až po "všudypřítomné město", ve kterém jsou veškerá data neustále a odkudkoliv dostupná skrze zabudovanou infrastrukturu. Stejně jako se uvedené koncepty začali postupně vyvíjet do složitějších systémů, rozšiřovaly se i jejich definice. V poslední době se nejčastěji setkáme s pojmy "chytré město" a "inteligentní město" (Anthopoulos, 2017). Jejich definice pak zahrnují prvky ICT ve spojitosti se zajišťováním účinných služeb obyvatelům. Pro příklad uvedu definici podle Harrisona a dalších (2010):

„Smart Cities initiatives try to improve urban performance by using data, information and information technologies (IT) to provide more efficient services to citizens, to monitor and optimize existing infrastructure, to increase collaboration among different economic actors, and to encourage innovative business models in both the private and public sectors."

Vzhledem k různorodosti pohledů se také můžeme setkat s definicemi, které popisují koncept prostřednictvím výsledků, kterých je používáním principů chytrého města dosahováno. Jedním z takovýchto příkladů je definice, kterou publikovali Marsal a další (2014):

„A smart city, according to ICLEI, is a city that is prepared to provide conditions for a healthy and happy community under the challenging conditions that global, environmental, economic and social trends may bring."

Jako jednu z nejvýstižnějších definic uvedu pro shrnutí definici podle Mezinárodní telekomunikační unie (2014), která zahrnuje všechny výše zmíněné aspekty a zároveň je dostatečně obecnou a aplikovatelnou na většinu dnešních chytrých měst:

"A smart sustainable city (SSC) is an innovative city that uses information and communication technologies (ICTs) and other means to improve quality of life, efficiency of urban operation and services, and competitiveness, while ensuring that it meets the needs of present and future generations with respect to economic, social and environmental aspects"

Definice navíc k pojmu „chytré" doplňuje ještě pojem „udržitelné". Zdůrazňuje tak udržitelnost města, která je při současné a zároveň neustále stoupající míře urbanizace velmi důležitá.

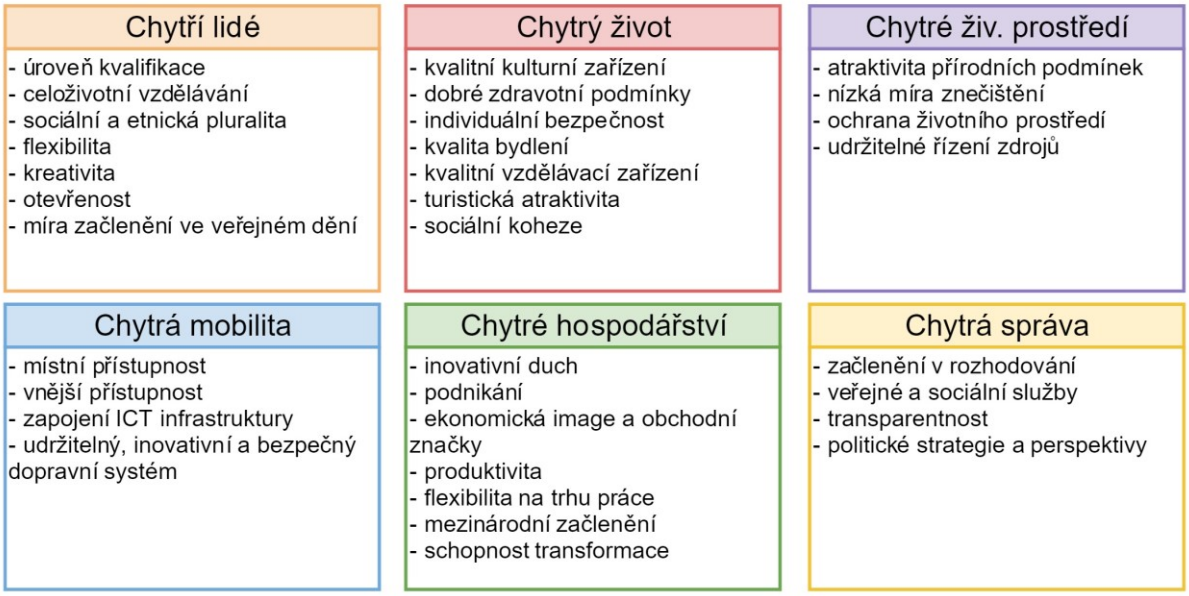
Jak je vidět z uvedených definic, každý definuje chytré město jinak, pro každého znamená něco jiného. Stejně jako nelze přesně určit prostředky tohoto konceptu, nelze ani pevně zasadit jeho užití do konkrétních typů obydlených oblastí. Chytrým městem může být metropole s milionem obyvatel, která maximálně využívá moderních technologií. Stejně tak však můžeme označit jako chytrou i obec s dvěma tisíci obyvatel, ve které její vedení spolupracuje s občany a například podporuje využití obnovitelných zdrojů. Jak již totiž bylo zmíněno ve spojitosti s rostoucí urbanizací, obytné celky se neustále zvětšují a je proto důležité rozvíjet i menší celky tak, aby byly na tuto situaci připraveny.

1.2 Dimenze chytrého města

Podobně jako u definice existuje mnoho pohledů i na jednotlivé dimenze chytrého města. Nejčastěji se však můžeme setkat s rozdělením konceptu chytrého města do 6 dimenzí tak, jak jej rozdělili Giffinger a další (2007) v rámci jejich tvorby vlastního přístupu k hodnocení středně velkých evropských měst. I v této práci budou proto uvažovány tyto dimenze:

1. Chytří lidé (SMART People)
2. Chytrý život (SMART Living)
3. Chytré životní prostředí (SMART Environment)
4. Chytrá mobilita (SMART Mobility)
5. Chytré hospodářství (SMART Economy)
6. Chytrá správa (SMART Governance)

Výše uvedené rozdělení je dostatečně tvárné a lze ho tak přizpůsobit různým městům, která se nacházejí v různých stupních vývoje. Každá z těchto dimenzí je pak tvořena jednotlivými faktory – cíli, jak je vypsáno na obrázku 1. Každý faktor je navíc popsán několika indikátory. Podrobný výčet těchto indikátorů lze nalézt v práci „Smart cities – Ranking of European medium-sized cities" autorů Giffingera a dalších (2007).



Obrázek 1 – Základní dimenze chytrého města (Giffinger a další, 2007), vlastní zpracování

1.2.1 Chytří lidé

Lidé jsou základním prvkem, který tvoří samotné město. V případě chytrého města pak tato oblast znamená vytvoření inkluzivní společnosti, kterou tvoří inteligentní lidé s vysokou kvalifikací a odbornými znalostmi. Město proto musí zajistit efektivní a udržitelný systém pro podporu vzdělávání a dovedností lidí (Kumar a další, 2017). Mělo by také podporovat vzájemné interakce mezi jednotlivými obyvateli, sociálními skupinami a etniky. Právě tito lidé se pomocí své kreativity, inovací a otevřenosti aktivně podílejí na udržitelném rozvoji města a jeho efektivnosti a tím v podstatě tvoří zbylé oblasti konceptu chytrého města. Více o tomto propojení je uvedeno v následující části práce, která se zabývá komponentami konceptu.

Role informačních a komunikačních technologií v oblasti lidského kapitálu není tak znatelná, lze se s nimi však setkat například při využívání inteligentních vzdělávacích systémů, nebo prostřednictvím nejrůznějších aplikací, které zapojují obyvatele města do veřejného dění a poskytují efektivní sdělování důležitých informací. Ve spojitosti s technologiemi je také důležitý důraz na rozvoj vzdělání obyvatel v tomto směru. Pokud chce město využívat informační a komunikační technologie v oblastech, které jeho obyvatelé denně využívají, musí je na tuto skutečnost připravit a naučit je s těmito systémy zacházet (Andersen a Bhandari, 2015)

1.2.2 Chytrý život

Jinými slovy lze tuto oblast popsat jako zajišťování vysoké kvality života občanů. Město by mělo být primárně místem, kde lidé chtějí bydlet, pracovat a trávit volný čas. Zároveň by jim měla být poskytnuta bezpečnost a kvalitní zdravotní podmínky. Důležitá je tedy podpora kulturního dění ve městě, podpora místní historie, nebo zajištění přívětivých a dostupných veřejných prostranství, a to jak venkovních, tak i vnitřních (Kumar a další, 2017).

Z pohledu informačních a komunikačních technologií může město v této oblasti implementovat například projekty automatizovaných chytrých budov a bydlení. Ty umožňují monitorování spotře-

by energií a její úsporu. V moderních domácnostech lze integrovat spotřebiče do společné infrastruktury a vytvořit tak uživatelsky přívětivý systém jejich ovládání. Dalším příkladem mohou být elektronické zdravotnické systémy, monitorovací a bezpečnostní systémy (Colldahl a další, 2013).

Stejně jako u ostatních oblastí konceptu chytrého města nejde pouze o stálé obyvatele města. Do této oblasti můžeme zařadit také podporu turistické atraktivity. Prostřednictvím přehledných a dostupných informací, nebo nejrůznějších mobilních aplikací lze z města vytvořit místo, které je přívětivé jak pro své stálé obyvatele, tak i pro jeho návštěvníky a potenciální budoucí obyvatele.

1.2.3 Chytré životní prostředí

Jedny z největších problémů dnešního světa jsou ty, které se týkají životního prostředí. S narůstající urbanizací je ze strany člověka vytvářen velký tlak na tuto soustavu přírodních prvků. Cílem chytrého životního prostředí je tedy takové plánování a provoz města, které zodpovědně a efektivně využívá a spotřebovává přírodní zdroje (Colldahl a další, 2013) Součástí je také spojování obyvatel města s přírodním dědictvím, kterými město disponuje. Živé čtvrti, dostatek veřejného prostranství a rekreační příležitosti spojené s přírodními prvky zasazenými v urbánním prostředí jsou prostředkem pro utvoření atraktivního města, které zachovává a chrání ekologický systém v městském regionu (Kumar a další, 2017).

Jedním z využívaných systémů pro dosažení chytrého prostředí je tzv. waste management. Můžeme sem zařadit například systémy správy pro nakládání s odpadem, systémy pro plánování jeho efektivního svozu pomocí chytrých odpadkových košů a opětovné využívání odpadů. (Deloitte, 2016).

Dalším systémem řízení je tzv. energy management, který poskytuje realizaci optimálního řízení spotřeby elektrické energie, vody, plynu a tepla. Konkrétním příkladem může být například využití obnovitelné energie či integrovaný systém vodních zdrojů, vodovodů a odpadních vod (Manville, 2014).

Stavebním kamenem pro tuto oblast jsou pak zejména sensory, které umožňují monitorování jednotlivých ukazatelů stavu životního prostředí. Tyto senzory mohou poskytovat data pro tvoření nejrůznějších statistik, jako například měření a monitorování hladiny CO_2 v ovzduší. Využívány jsou také detektory. Jejich využití můžeme nalézt například u chytrých lamp, které dokáží detekovat a vyhodnocovat úroveň toku lidí a následně pak upravovat intenzitu osvitu vedoucí k úsporám na energiích (Deloitte, 2016).

1.2.4 Chytrá mobilita

Další oblastí, která definuje chytré město je dopravní systém. Města představují centrum hospodářských, sociálních a dalších aktivit. Je tedy velmi důležité vytvořit kvalitní dopravní systém pro obyvatele města i pro jeho návštěvníky. Stejně tak by měla být věnována pozornost i dopravě směrem ven z města a zpět. Je však důležité zmínit, že se nejedná pouze o dopravní systém osob, ale i zboží a ostatních vozidel. Tento komplexní systém by měl být efektivní, bezpečný, pohodlný a trvale udržitelný. Nezbytné je pro tuto oblast propojení s infrastrukturou informačních a komunikačních technologií. Cíl chytré mobility by měl také podporovat cíle intervence v oblasti změny

klimatu. Nejčastějšími tendencemi je v tomto směru podpora hromadných či sdílených dopravních prostředků, elektromobility či cyklistické dopravy (Madakam, 2014).

V chytrých městech se objevují různá inteligentní řešení dopravy. Ve vozidlech se stále více objevují vestavěné počítačové systémy pro podporu řízení. Ty mohou v některých případech poskytovat plně automatické řízení, nebo pouze zabezpečovat jednotlivá rizika (automatická detekce dopravních značek, detekce chodců ve vozovce, asistenční systémy držení jízdního pruhu atd.). Tyto systémy zvyšují nejen pohodlí řidičů, ale i celkovou bezpečnost provozu (Madakam, 2014).

Dalšími systémy, které pomáhají zefektivňovat dopravu ve městě jsou navigační systémy. V dnešní době pomáhají tyto systémy plánovat efektivní trasy pomocí monitorování aktuálního stavu dopravní sítě. V případě detekování kolize jsou pak schopny automaticky trasu upravovat. Cestující tedy tráví méně času v dopravních zácpách a dopravní síť se tak stává mnohem plynulejší. Pomocí silničních sensorů jsou monitorována také volná parkovací místa, což opět zkracuje dobu dojezdu cestujících.

Pomocí lokalizačních počítačových systémů lze vzdáleně monitorovat zboží a vozidla. Obyvatelé tak mohou být informováni o aktuální pozici svých zásilek či dojezdových časech jednotlivých spojů. Ke zvýšenému komfortu cestujících v hromadných dopravních prostředcích přispívají také inteligentní zastávky, které mohou poskytovat kromě zmíněných dojezdových časů také připojení k internetu, možnost dobíjení elektronických zařízení, nejrůznější sensory monitorující okolní prostředí, bezpečnostní kamerový systém nebo nouzové tlačítko (Bárta, 2015).

1.2.5 Chytré hospodářství

Chytré hospodářství se zaměřuje na vysokou schopnost transformace chytrého města s efektivním využitím informačních a komunikačních technologií. Takové město má tedy jasnou dlouhodobou hospodářskou vizi, která je přívětivá pro jeho obyvatele, veřejný a soukromý sektor a další zainteresované strany. Inteligentní hospodářství využívá efektivněji zdroje města, buduje a rozvíjí znalostní ekonomiku, která tvoří přidanou hodnotu zúročením znalostí, a to nejen prostřednictvím manuální výroby, ale také díky vzdělání a podpoře univerzit, které se zaměřují na vědecké výzkumy. Aplikace technologie a inovací v podnikatelských aktivitách a průmyslu je klíčem ke konkurenceschopnosti, která je také jedním z faktorů chytrého hospodářství. Dalším důležitým prvkem je moderní přístup k veškerým ekonomickým aktivitám. Zásadní je také vysoká produktivita a začlenění do místního a mezinárodního trhu (Kumar a další, 2017).

1.2.6 Chytrá správa

Cílem chytrého města v této oblasti je dosažení maximálního výkonu veřejné správy. Klíčem je transparentní řídící systém, který zahrnuje především dostupný, účinný a efektivní městský úřad a kvalitní služby občanům, které odpovídají jejich potřebám (Deloitte, 2017). Pro dosažení takového systému je třeba umožnit občanům a ostatním zainteresovaným stranám podílet se na plánování rozvoje a řízení města. Aby však byli tito lidé schopni se těchto procesů účastnit, je také důležité poskytovat jim otevřený přístup k informacím (Colldahl a další, 2013).

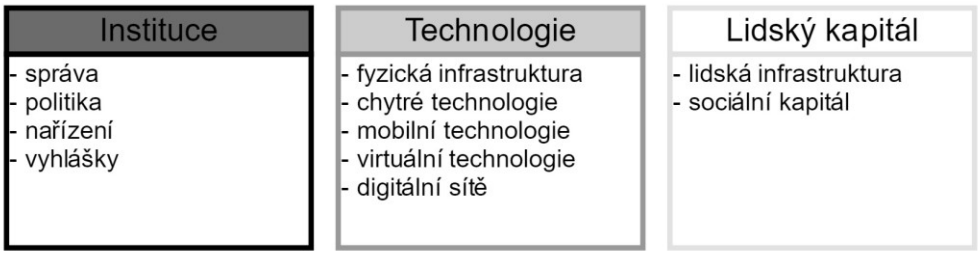
Takto efektivního systému bývá dosaženo z velké části pomocí tzv. eGovernmentu. Jde o správu věcí veřejných, která využívá moderní informační a komunikační technologie (MVČR, 2015).

Pomocí těchto technologií lze zjednodušit administrativní úkony, například prostřednictvím aplikace pro elektronické podání, či software, který umožní občanům města účastnit se diskuzí a rozhodování o určitých situacích. Součástí tohoto elektronického systému je také pravidelný sběr informací a městských dat a jejich následné vyhodnocování. Vzniká tak například systém registrů, ve kterých jsou ukládána aktuální data. Úřadu tak odpadá nutnost opakovaného dotazování se občanů na tyto informace (MVČR, 2015).

1.3 Komponenty chytrého města

Občas bývá velmi obtížné komponenty identifikovat. Některé publikace je vůbec nezmiňují, jiné na ně mají různý pohled. Například Cohen (2012) považuje komponenty chytrého města za klíčové hnací síly jednotlivých dimenzí, založené na specifických výzvách a potřebách, kterým město v rámci dané dimenze čelí. Manville a další (2014) oproti tomu označují komponenty za stavební kameny celého konceptu, které tvoří škála činností, zdrojů a metod. Dále také ve vztahu s dimenzemi rozděluje tyto vazby na přímé a nepřímé. V případě přímé vazby jsou komponenta a cíl spojeny napřímo. Cíl je podporován konkrétní komponentou a společně naplňují danou dimenzi chytrého města. V opačném případě podporuje komponenta více cílů v rámci jedné nebo více dimenzí.

Nam a Pardo (2011) vytvořili v rámci svého výzkumu různých přístupů ke konceptu chytrého města soubor společných komponent pro tyto koncepce. Tyto komponenty pak rozděluje do tří skupin jak je znázorněno na následujícím obrázku :



Obrázek 2 – Komponenty chytrého města (Nam a Pardo, 2011)

1.3.1 Instituce

Instituce představují především roli vlády a vztahy mezi vláními úřady a nevládními organizacemi. Hlavním cílem vlády v chytrém městě je vytvoření integrovaného a transparentního systému správy, zapojení do strategických a propagačních aktivit a tvorba partnerských vztahu s různými zainteresovanými stranami města. Celková strategie pak stojí na spolupráci mezi správou města, jeho obyvateli a všemi ostatními zainteresovanými stranami (Nam a Pardo, 2011). Transparentnost systému je pak zejména důležitá v oblasti vize týkající se samotného konceptu chytrého města.

1.3.2 Technologie

Technologie nastiňují nutnost existence dobře fungujících a propojených infrastruktur uvnitř města. Sítě informačních a komunikačních technologií umožňují městům shromažďovat, zpracovávat a

analyzovat data s cílem získat předpovědní poznatky, které umožňují plánovat a přijímat strategická rozhodnutí a opatření (Arup, 2010). Díky rostoucí integraci technologií do našich životů je v dnešní době také kladen velký důraz na virtuální a všudypřítomné technologie. K úspěšnému rozvoji města je tak zapotřebí začleňovat do města tyto inovativní technologie a, jak uvedli Nam a Pardo (2011), vytvořit tak strategii, která integruje technologie, systémy, infrastruktury a služby do jedné organické sítě, která je dostatečně komplexní na to, aby se v ní mohli vyvíjet nově vznikající vlastnosti konceptu chytrého města.

1.3.3 Lidský kapitál

Lidský kapitál úzce souvisí s dimenzí chytrých lidí, která byla uvedena v předchozí části. Jedná se o celou lidskou infrastrukturu, sociální kapitál a vzdělávání ve městech. Velký důraz je kladen na kreativitu lidí, vzdělanost a otevřenou komunikaci. To lze zajistit pomocí transparentního a inkluzivního systému, který umožňuje plynulý tok informací mezi lidmi (Nam a Pardo, 2011). Huber a Mayer (2011) vidí obyvatele jako prostředky kreativních změn, které společně pohánějí městskou transformaci. Proto je nezbytné zaujmout strategický postoj, který nabídne všem občanům stále dostupnější služby a zároveň odstraní překážky související s jazykem, kulturou, vzděláváním či různými omezeními.

1.4 Chytré město jako systém

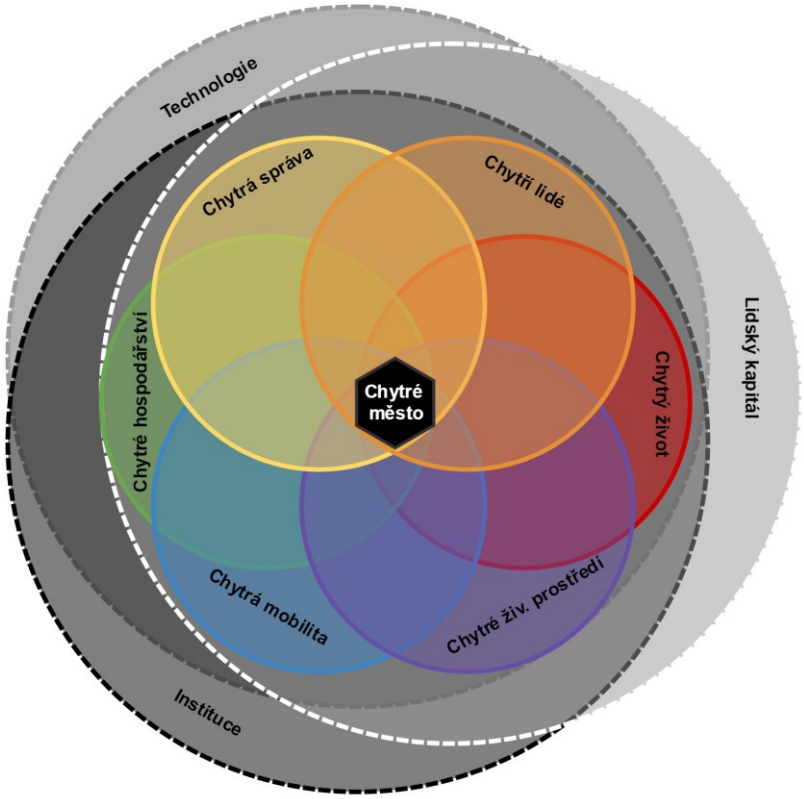
Důvodem, proč existuje tolik rozdílných rozdělení infrastruktury města do jednotlivých dimenzí a komponent je zřejmý. I v předešlém modelu dimenzí totiž existuje mnoho dílčích cílů, které nezapadají pouze do jedné dimenze města, ale nachází se na pomezí dvou či více dalších oblastí. Tento případ lze velmi dobře ilustrovat příkladem, který uvádí ve své diplomové práci s názvem „Potenciál IoT ve Smart City“ Tomáš Pavlíček (2016, str. 30):

„Výhod služeb chytrého parkování je hned několik, a sice rychleji nalezené parkovací místo znamená méně najetých kilometrů, s čímž je spojeno také méně CO emisí vypouštěných do ovzduší (což má následně pozitivní vliv na zdraví občanů), dále dochází k omezení dopravních zácp a v neposlední řadě přináší vyšší míru spokojenosti a klidu řidičům, kteří jinak mohou „v zápalu boje“ při hledání parkovacích stání způsobovat dopravní nehody (…) Mezi dalšími výhodami, které chytré parkování přináší, je optimalizace obrátkovosti, což znamená obecně efektivnější využívání existujících parkovacích míst. V širším kontextu pak zavedení systému chytrého parkování bude poskytovat velmi cenná data, která budou využitelná zejména pro dopravní plánování, stavební řízení atp.“

Samotná aplikace pro chytré parkování tedy bezesporu naplňuje cíle chytré mobility tak, jak bylo popsáno v předchozí kapitole. Zároveň však zkracování doby jízdy přispívá k nižší spotřebě pohonných hmot, a především snižování emisí CO_2. To už jsou však cíle jiné dimenze, a to chytrého životního prostředí. Zároveň také snižování emisí CO_2 znamená zkvalitňování zdravotních podmínek pro obyvatele města. Společně s dopadem aplikace na spokojenost řidičů, kteří jsou ve většině případů také obyvateli města a zvyšováním bezpečnosti v rámci dopravního systému tedy aplikace pro chytré parkování ovlivňuje i dimenzi týkající se chytrého života ve městě. (Pavlíček, 2016) Celkem tedy v tomto případě jedna aplikace, která podle uvedeného rozdělení spadá pouze do jedné dimenze, ve skutečnosti spadá až do tří dimenzí. Podobnou situaci lze nalézt i z pohledu komponent, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole o nepřímých komponentách chytrého města.

Tento poznatek o komplexním systému uvádí i Anderson a Bhandari (2015), kteří upozorňují na fakt, že město je ekosystémem, který je tvořen dalšími menšími ekosystémy. Při navrhování a rozvoji chytrého města je tak nutné nepovažovat jednotlivé oblasti konceptu za uzavřené a nevlivné na okolní oblasti, ale vzájemně je propojovat mezi sebou. Celý systém totiž může být jedním opatřením ovlivněn nejen pozitivně, ale může jít i o negativní zásah šířící se prostřednictvím jeho vazeb. (Newman a Jennings, 2008)

Celý systém znázorňuje obrázek 3. Základem pro toto schéma bylo propojení komponent a dimenzí podle Manville a dalších (2014). Vzhledem k poznatkům v této kapitole bylo však toto schéma doplněno o větší důraz na propojení mezi jednotlivými dimenzemi.

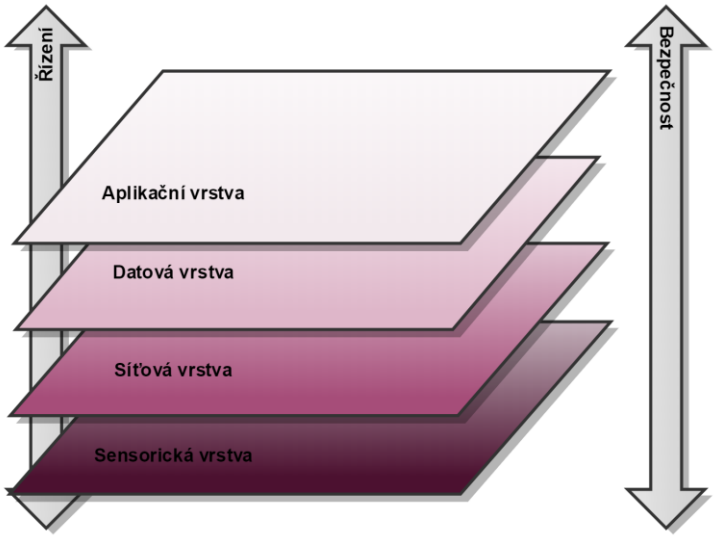


Obrázek 3 – Chytré město jako systém (Manville a další, 2014), vlastní zpracování

1.5 Architektura chytrého města

Pro lepší přehlednost celé architektury chytrého města z hlediska informačních a komunikačních technologií jsem se rozhodla rozdělit ji do několika vrstev, jak je znázorněno na obrázku 4. Toto rozdělení vzniklo na základě několika publikovaných architektur chytrého města. Základní prvky pro toto rozdělení byly přebrány z práce „Construction Patterns of Smart City“ autora Xu (2012), který rozdělil architekturu chytrého města do čtyř vrstev: senzorické, síťové, platformové a aplikační. Ta byla následně rozšířena o pohled Haidineho a dalších (2016), kteří se zabývají bezpečností architektury a jejím řízením.

Opět však musím zdůraznit, že architektura tak, jak je zobrazena na uvedeném obrázku není závazným předpisem pro každou aplikaci v rámci konceptu chytrého města. Některé aplikace například nemusí zahrnovat využití sensorů nebo nemusí podrobovat data žádným analýzám.



Obrázek 4 – Vrstvená architektura chytrého města (Xu, 2012; Haidine a další, 2016), vlastní zpracování

1.5.1 Senzorická vrstva

Pokud se podíváme na architekturu od nejnižší vrstvy, nalezneme senzorickou vrstvu. Ta slouží jako prostředník mezi fyzickým a digitálním světem. Využívá k tomu různých koncových zařízení, která sbírají potřebná data o fyzickém světě. Můžeme sem zařadit například standardní, ale i infračervené, více objektivové či otočné *kamery*. Díky napojení na chytrou infrastrukturu pak dokáže kamerový systém analyzovat záznam v reálném čase a identifikovat tak osoby, vozidla, pohyb nebo jakékoliv bezpečnostní narušení prostoru.

Dalšími koncovými zařízeními jsou *sensory*, které dokáží měřit různé fyzikální či technické veličiny. V obydlených oblastech můžeme pomocí nich měřit například úroveň hluku, monitorovat množství CO_2 v ovzduší nebo monitorovat pomocí ultrazvuku množství odpadu v odpadkových koších. Podobně fungují i *detektory*, které zjišťují přítomnost určitého jevu, jako například detektory zjišťující přítomnost automobilů na parkovacích místech. Dalším využitím jsou detektory, které dokáží rozpoznat pohyb a na základě této detekce řídit chod napojeného zařízení, které pak díky tomu šetří spotřebu energie.

Důležitou technologií senzorické vrstvy je také *RFID technologie* – Radio Frequency IDentification. Jedná se o radiofrekvenční systém, který umožnuje identifikovat objekty a sbírat data prostřednictvím radiofrekvenčních vln. Tato technologie je považována za nástupce čárových kódů. Koncovými zařízeními jsou v případě RFID v tomto případě RFID štítky, do kterých jsou ukládána data v elektronické podobě. Existují dva typy těchto štítků: aktivní a pasivní. Aktivní štítky vyžadují, na rozdíl od pasivních štítků, zdroj energie – buď jsou tedy připojeny k napájené infrastruktuře nebo využívají energii uloženou v integrované baterii. Díky tomu dokáží samy vysílat svou identifikaci. V případě pasivního štítku vysílá čtečka elektromagnetické pulsy a v případě, že zachytí pasivní RFID čip, využije tento čip přijatou energii k odeslání informací (Want, 2006).

Tato technologie bývá velmi často využívána například v oblasti zdravotní péče. RFID čipy zde umožňují lokalizovat a identifikovat zdravotnické vybavení pro jeho snadné a rychlé vyhledávání nebo identifikaci samotných pacientů či jejich zdravotních karet za účelem snížení výskytu lidské chyby (Atkins a Lizong, 2012).

V řešení chytrých měst hraje klíčovou roli také *Internet věcí* (též IoT z anligckého Internet of Things). Jde o propojení běžných objektů vybavených unikátním identifikátorem. Koncovými zařízeními jsou tedy právě tyto objekty. Ty pak dokáží vzájemně komunikovat prostřednictvím internetu. (Pohanka, 2017). Tato technologie se tedy váže i na všechny dále zmiňované vrstvy.

1.5.2 Síťová vrstva

Další vrstvou je síťová vrstva, která umožňuje chytrým městům přenášet data nashromážděná koncovými zařízeními senzorické vrstvy do vrstvy datové, kde jsou tato data přetvářena na informace. Jde tedy v podstatě o „nervovou soustavu“ celého města.

Jednotlivé sítě můžeme rozdělit podle několika hledisek. Co se týče technologie, najdeme v konceptu chytrého města uplatnění jak pro bezdrátové sítě, tak i pro drátové. Z drátových sítí stojí za zmínku *optická síť*, která využívá světelné impulsy pro přenos informací z jednoho místa do druhého prostřednictvím optického vlákna. Oproti kovovým vodičům dochází k menším přenosovým ztrátám a nedochází k elektromagnetickému rušení (Idachaba a další, 2014). Další nespornou výhodou je velmi vysoká rychlost přenosu dat, která může dosáhnout až 111 Gbit/s (jedná se o hodnotu naměřenou v laboratorních podmínkách, sítě v běžném prostředí disponují přenosovou rychlostí zhruba 40 Gbit/s) (Alfiad a další, 2009).

Větší zastoupení však mají sítě bezdrátové. Ty rozšiřují díky absenci vodičů a kabelů možnost připojení i do míst, kde by vedení těchto komponent bylo příliš nákladně, nebo nebylo vůbec možné. Další výhodou je samozřejmě mobilita připojených zařízení. Najdeme zde z hlediska rozlehlosti jak osobní WPAN (Wireless Personal Area Network) a lokální WLAN (Wireless Local Area Network) sítě, tak sítě rozlehlé, tedy WWAN (Wireless Wide Area Network). Nejzajímavějšími zástupci komunikačních technologií s menším dosahem jsou WiFi, Bluetooth LE nebo ZigBee.

WiFi označuje několik verzí standardu IEEE 802.11 pro bezdrátovou komunikaci v lokálních sítích. Jednotlivá specifika standardu se pak liší právě podle těchto verzí. Například verze 802.11b dosahuje rychlosti přenosu 11 Mbit/s, zatímco verze 802.11g až 54Mbit/s. Oproti tomu standard 802.11ac z roku 2014, který pracuje na frekvenci 5GHz, poskytuje teoretickou datovou propustnost dat až 1Gbit/s (Wei a další, 2013).

Bluetooth LE (Bluetooth Low Energy) je komunikační technologie, která je odlehčenou verzí klasického Bluetooth. Oproti původní verzi nabízí větší rozsah, a to až do 100 m, řadí se ale na rozdíl od předchozí technologie WiFi do sítí osobních. Dalším rozdílem oproti starší verzi Bluetooth je snížení přenosové rychlosti, která se v tomto případě pohybuje okolo 1 Mbit/s. Výhodou tohoto standardu je však nízká spotřeba energie a s tím související nižší náklady na provoz. Bluetooth LE nachází využití například v oblasti nositelné elektroniky, jejíž využití může být pro koncept chytrého města přínosem například v oblasti zdravotní péče pro jeho obyvatele (Li a Luo, 2014).

Další zmiňovanou bezdrátovou technologií s menším rozsahem je *ZigBee*. Jedná se o komunikační síť, jejíž rozsah nepřekračuje 75 m, jedná se tedy také o osobní síť. Přenosová rychlost dosahuje

250 kbit/s. Největší výhodou tohoto standardu je výše maximálního počtu připojených zařízení. Oproti standardu Bluetooth LE, který dokáže připojit zhruba 7 zařízení, ZigBee dokáže k síti připojit několik desítek tisíc zařízení (Tomar, 2011). Právě díky této schopnosti bývá technologie ZigBee často využívána pro propojení skupiny sensorů, kdy vzniká tzv. *WSN* (Wireless Sensor Network).

Co se týká bezdrátových komunikačních technologií s velkým rozsahem, velmi populární jsou tzv. *LPWAN* (Low Power Wide Area Network), tedy rozsáhlé sítě s nízkou spotřebou. Jedná se o technologii využívanou tam, kde rozsah předchozích zmiňovaných komunikačních technologií není dostačující. Hodí se tedy zejména pro připojení takových zařízení, která potřebují odeslat malé množství dat přes dlouhý úsek a zároveň si udržet dlouhou výdrž baterie (LinkLabs, 2016). Jedním z příkladů je *SigFox*. Pro přenos dat je využíván tzv. UNB (Ultra Narrow Band). Jedná se o pásmo určené pouze pro vysílání krátkého pulsu dat. Každý tento přenos má rychlost dosahující 600 bit/s. SigFox je tedy vhodný pro aplikace, které potřebují v krátkých časových intervalech odesílat malá množství dat, jako jsou například poplašné systémy nebo aplikace pro monitorování polohy (SigFox, 2017).

Posledním výše zmiňovaným typem komunikačních technologií jsou celulární, resp. mobilní sítě. V případě těchto sítí nejsou data přenášena do centrálního rozbočovače v rámci malé sítě zařízení (jako v případě WiFi), ani neprobíhá přímá komunikace zařízení se zařízením (případ přenosu pomocí Bluetooth), ale veškerý přenos dat je uskutečněn pomocí globální sítě vysílačů a přijímačů. Využití této technologie bylo zesíleno v době, kdy se objevil první standard LTE – tzv. dlouhodobého vývoje. Jedná se o mobilní síť 4. generace (4G). Od této doby se rychlost přenosu mobilní komunikace nepřestala vyvíjet. V současné době sítě 4G dosahují ve městech až 600 Mbit/s. U současně vyvíjené 5. generace, jejíž nasazení se očekává v roce 2020, se mluví o rychlosti přenosu začínající na 1 Gbit/s. Přesto je využití komerčních mobilních služeb v některých aplikacích chytrého města stále v mnoha bodech výzvou. V první řadě jde o velké množství energie, které tyto mobilní sítě spotřebovávají. Dalším problémem pak může být i pokrytí vnitřních prostorů. Některé inteligentní měřící systémy mohou být umístěny v podzemních částech budov, které jsou zřídka kdy pokryty signálem. Tento problém se může projevit například v aplikacích chytrého parkování v lokacích, kdy se parkoviště nachází v podzemních prostorech. (Haidine a další, 2016).

1.5.3 Datová vrstva

Zpracování této vrstvy bylo inspirováno diplomovou prací Lukáše Zduby (2017). Ten definuje v rámci práce s daty několik oblastí, jimiž jsou datový management, zpracování dat a analýza dat. Funkce datové vrstvy tedy začíná příjmem dat. Uvedený sběr dat probíhá pomocí různých technologií rozmístěných po celém městě a je tedy logické, že i produkovaná data přichází v různých formátech a strukturách. Právě proto je třeba veškerá data předběžně zpracovat. Data jsou nejprve tzv. „očištěna“. Díky tomuto procesu tak můžeme zabránit například redundanci dat, či zahlazovat chybějící data. Před samotným uložením jsou také data transformována a integrována do jednotného schématu.

Tento postup „předzpracování“ dat je prvotní fází tzv. *Data Miningu*. Jedná se o analytickou metodologii získávání užitečných informací a znalostí ze surových dat (Berka, 2003). Data v takovéto „surové“ podobě však pro město nejsou přínosem. Cílem k efektivnímu využití takto nasbíraných

údajů je pochopení jejich významu a získání informací z těchto dat (Mamgain, 2015). Dalším krokem data miningu je proto samotný proces dolování dat.

Existují celkem tři modely dolování dat. Prvním z nich je *deskriptivní model*. Pomocí něj jsou data analyzována pro získávání vzorů, vlastností dat a jejich vztahů. Metodou tohoto modelu je například *shluková analýza*. Tato metoda spočívá v rozdělení sady datových objektů do podmnožin (shluků), ve kterých mají tyto objekty podobné vlastnosti a zároveň nejsou podobné objektům v ostatních podmnožinách. Konkrétně v konceptu chytrého města lze tuto metodu využít pro shromažďování trajektorií vozidel získaných pomocí GPS. Výsledky pak mohou pomoci porozumět podmínkám silničního provozu (Kumar, 2016).

Druhý, *prediktivní model*, je využíván pro tvorbu předpovědí budoucích stavů založených na dostupných vstupních a výstupních hodnotách. Z těchto odpovídajících hodnot jsou vytvořeny vzory, podle kterých jsou pak tvořeny nejpravděpodobnější výstupní hodnoty nových dat. *Metoda rozhodovacích stromů* je právě metodou prediktivního modelu. Na základě dostupných dat jsou vytvořeny stromové rozhodovací struktury. Tyto stromy jsou tvořeny uzly, které charakterizují rozhodování na základě vybrané vlastnosti zkoumaného objektu. Nově pořízená data jsou pak navedena do takto vytvořeného rozhodovacího stromu a prostřednictvím jednotlivých rozhodnutí (uzlů) jsou dovedena do koncového stavu (Stehno, 2013). Pokud zůstaneme u příkladů týkajících se veřejné dopravy, lze tuto metodu implementovat například pro předpověď výběru způsobu dopravy občanů na základě nejrůznějších podmínek (počáteční pozice, cílová destinace, den v týdnu, aktuální počasí atd.) (Semanjski a Gautama, 2015).

Posledním modelem je *indikace*. Jde o model, který na základě dostupných dat odhaluje odchylky nových dat od standardního chování. Model tedy dokáže včas indikovat poruchy a zabránit tak nehodám (Stehno, 2013).

Jednotlivé sensory a zařízení nesnímají pouze samotnou městskou infrastrukturu, jako jsou silnice nebo kanalizace, ale umožňují pomocí již zmíněných všudypřítomných technologií snímat data například z mobilních zařízení, kterými v dnešních dnech disponuje většina obyvatel. Dalším příkladem mohou být výrobci automobilů, kteří stále častěji zaznamenávají údaje nejen o samotném vozidle, ale i o jeho okolí. Chytrá města tak vytvářejí v rámci svého každodenního fungování obrovské množství dat. Další pojem, který bych tedy v této práci ráda uvedla, je pojem Big Data.

Big Data jsou velké soubory komplexních dat, a to jak strukturovaných, tak nestrukturovaných, na které nelze kvůli jejich velikosti aplikovat tradiční nástroje pro jejich zpracování. Abychom tedy mohli data považovat za tzv. *veledata*, musí splňovat tyto následující čtyři charakteristiky, tzv. 4V:

- *Volume* (objem) – veledata v nynější době dosahují velikosti petabytů a v několika příštích letech se předpokládá jejich nárůst do řádu zettabytů,
- *Velocity* (rychlost) – jedná se o rychlost zachycování dat a datového toku,
- *Variety* (různorodost) – jak již bylo zmíněno, data mohou pocházet z různých zdrojů a přicházet tak v různých formátech,
- *Veracity* (věrohodnost) – nejednoznačnost dat, způsobená zejména jejich neúplností, šumu a abnormalitám; (Pan, 2016)

Tato data pak mohou být zpracovávána pomocí pokročilých technik modelování a analýz. Zpracování však není jedinou problémovou oblastí, která musí být při takto vysoké produkci dat řešena. Aby bylo město schopné vypořádat se s každodenními požadavky na sběr a přístup k datům, musí být obrovské množství dat uloženo tak, aby bylo toto řešení cenově dostupné, lokální a poskytovalo rychlý přístup (Power, 2016). Budování vlastního lokálního úložiště dat je nicméně pro město finančně i prostorově velmi nákladné.

Jako řešení tohoto problému se tedy v dnešní době nabízí *Cloud computing*. Ten spočívá v poskytování prostředků, jako jsou například servery a úložiště, operační systémy nebo databázové servery, formou služby. Tato služba je pak poskytovatelem Cloud computingu poskytována prostřednictvím internetu (Bezpalec, nedatováno). Výhodami tohoto řešení je především nižší cena (v porovnání s pořízením fyzických úložišť), vysoký výkon a rychlost. Vzhledem k obavám týkající se bezpečnosti se však města ve většině případů zdráhají využívat veřejnou formu cloudových služeb, a to zejména pro klíčové služby města. Mnozí proto využívají možnosti kombinace veřejného cloudu s vlastními úložišti – tzv. *hybridní cloud* (Lea, 2017).

Otázka přístupu k nasbíraným datům je dalším zajímavým aspektem datové vrstvy. Omezení počtu osob, které mohou k datům přistupovat omezuje počet městských problémů, které mohou tato data řešit. Řešením této situace je zpřístupnění dat veřejnosti (Smith, 2017). Dalším významným trendem v chytrých městech je tedy přijetí a využívání tzv. *otevřených dat*. Ministerstvo vnitra České republiky definuje otevřená data následovně:

*„Otevřená data jsou informace a data zveřejněná na internetu, která jsou úplná, snadno dostupná, strojově čitelná, používající standardy s volně dostupnou specifikací, zpřístupněná za jasně definovaných podmínek užití dat s minimem omezení a dostupná uživatelům při vynaložení minima možných nákladů. Konkrétně jde o různé statistiky, rozpočty, přehledy, databáze apod.“ (*MVČR, 2016).

Využití tohoto principu tak může městům poskytnout větší transparentnost a integritu veřejného sektoru.

1.5.4 Aplikační vrstva

Veškerý výše popsaný sběr dat a jejich analýza jsou důležité procesy pro provoz různých užitečných aplikací a služeb. Tyto aplikace pak mohou využívány ve všech dimenzích chytrého města, jejich spektrum je tedy velmi široké. Částečně tuto vrstvu ovlivňují také otevřená data. Přístup k vhodným datům je pro vývojáře příležitostí k vytváření aplikací. Stejně tak i služby a aplikace poskytované chytrými městy by měly být dostupné, snadno použitelné a efektivní. Obecným cílem této vrstvy je tedy zajištění bezpečného, pohodlného a efektivního poskytování služeb a zároveň úspora času a nákladů na jejich poskytování (Novotný a další, 2014).

1.5.5 Bezpečnost

Využívání informačních a komunikačních technologií napomáhá k zajištění bezpečnosti obyvatel města a usnadňuje řízení rizik, kterým město čelí. Rizika však hrozí právě i ze strany jejich využívání. Tato rizika zahrnují například počítačové útoky, krádeže informací, ale i fyzické narušení provozu. Cílem této vrstvy je tedy minimalizovat zranitelnost celé ICT architektury. Prostředky pro

docílení tohoto efektu jsou nejrůznější antivirové technologie, firewally a záložní databáze. Chytrá bezpečnostní infrastruktura měst obsahuje také centrum pro monitorování nouzových stavů a odolnost proti katastrofám. Více o tomto centru je uvedeno v následující kapitole (Mezinárodní telekomunikační unie, 2015).

1.5.6 Řízení

K zajištění dlouhodobě úspěšného rozvoje města by měly být od počátku koordinovány snahy mezi různými sektory. Veškeré projekty chytrého města by také měly korespondovat s celkovým plánem transformace. Zároveň musí být zaručena udržitelnost městské infrastruktury prostřednictvím jejího neustálého monitorování a údržby (Maritz, 2017).

Řídící středisko, tzv. CCC (Control and Command Center) je místem, které slučuje oddělení a sektory chytrého města prostřednictvím informačních a komunikačních technologií. Jde v podstatě o páteř celého konceptu. Shromažďují a analyzují se zde informace z různých oddělení a aplikací, které následně slouží pro lepší plánování města. Základem tohoto střediska je využití principů BI. Pomocí nich jsou pak informace zpracovávány a vytváří se z nich různé vhledy. Veškeré tyto poznatky poté pomáhají v rozhodovacím procesu plánování vývoje města. Důležitou působností řídícího střediska je také tzv. risk management (Bioenable, nedatováno).

2 Chytrý přechod

Nacházíme se v době, kdy množství automobilů neustále roste. Počet osobních automobilů na silnicích v České republice již přesáhl 5,5 milionu (SDA, 2017). Toto číslo je ještě mnohem vyšší, pokud započítáme i ostatní kategorie vozidel. Silnice ve městech jsou tedy čím dál vytíženější. Společně s tím roste i nebezpečí pro chodce, kteří tyto stále rušnější silnice přecházejí. Příčin nehody může být v tomto případě několik. Ke srážce chodce může dojít při nepozornosti řidiče přijíždějícího vozidla, náhlý a nečekaný vstup chodce na přechod, či zhoršené podmínky viditelnosti v kombinaci s tmavým oblečením chodce. Dalším ohrožením jsou také překážky nacházející se v blízkosti přechodu – špatně zaparkovaná auta bránící řidiči i chodci v rozhledu nebo nedostatečně zastřižená městská zeleň v okolí vozovky. Jak je tedy vidět z tohoto výčtu, který těmito situacemi nekončí, nebezpečí na sebe nenechává dlouho čekat. Tento problém se ještě stupňuje v místech, kde se přechod nachází v blízkosti školy, školky, úřadu, či jiné instituce. V těchto místech je koncentrován výskyt obyvatel města a přechod je tak mnohem více vytížen. V případě škol pak musíme brát v potaz i určitou dětskou nerozvážnost, která se může v těchto situacích, jako je přecházení silnice, projevit.

Jedním z takto umístěných přechodů pro chodce je přechod v obci Zeleneč. V reakci na výše uvedené důvody jsem se proto rozhodla vytvořit návrh Chytrého přechodu pro tuto lokalitu. Jedná se o přechod nové generace, který pomůže zvýšit reálnou úroveň bezpečnosti chodců využívajících tento přechod za pomoci kvalitního osvětlení, výstražných prvků a bezpečnostního tlačítka. Dále bude prostřednictvím monitorování ovzduší sloužit jako zdroj dat o prostředí obce, která budou dále dostupná pro další analýzy a přístupná ve formě otevřených dat. Dalším prvkem je pak poskytnutí přístupu k internetu. Celkově tedy Chytrý přechod splňuje charakteristiky aplikace konceptu chytrého města uvedené v první části práce.

2.1 Současný stav

2.1.1 Obec Zeleneč

Obec Zeleneč se nachází zhruba 3 km severovýchodně od hranic hlavního města Prahy, v okrese Praha-východ, Středočeský kraj. Pod její správu se řadí také přilehlá vesnice Mstětice. Starostou obce je Ing. Michael Husinec. Poprvé je obec písemně zmíněna v roce 1316, na území obce však bylo nalezeno několik archeologických vykopávek, které nasvědčují tomu, že tato lokalita byla osídlena již daleko dříve (Špaček, 2011). Nyní má obec 3200 trvale hlášených obyvatel. (stav k 1.1.2017). Podle statistických dat z posledních let jde o velmi rychle rostoucí obec – v roce 2006 žilo v obci zhruba 1900 obyvatel, tento počet se tedy navýšil téměř o 70 % (ČSÚ, 2017).

Obec disponuje vysokou občanskou vybaveností, od obchodů a pohostinských zařízení přes sportovní areály až po školy a zdravotnická střediska. Zeleneč má také velice dobré dopravní spojení. Je tudy vedena železniční trať 231 Praha-Lysá nad Labem-Kolín, kterou projíždí linky S2, S20 a S9. Dále je obec spojena s hlavním městem pravidelnou autobusovou linkou 353. Dalším významným dopravním prvkem je rychlostní silnice D10 (evropská silnice E65) a dálnice D11 (evropská

silnice E67), které se nacházejí v bezprostřední blízkosti obce. Obcí Zeleneč také prochází cyklostezka vedoucí mezi Horními Počernicemi a Lázněmi Toušeň.

V obci byla v roce 1990 započata výstavba technické infrastruktury. Během následujících let pak byl vybudován vodovod, který je napojený na vodní zdroj Káraný. Dále byla vybudována splaškoká kanalizace s přečerpávací stanicí a čistírna odpadních vod. V roce 1997 byla provedena plošná plynofikace. Ve stejném roce byla realizována také telefonizace obce kabelovým vedením. V celé obci také proběhla kabelizace rozvodů nízkého napětí, která zahrnovala výstavbu dvou nových trafostanic s výkonem 3x 630 kVA. Zrekonstruováno bylo také veřejné osvětlení v celé obci. Po dokončení výstavby těchto sítí byla provedena také oprava komunikací v obci (Oficiální stránky obce Zeleneč, 2012).

Internetové pokrytí

Připojení k internetu je v obci realizováno převážně bezdrátově. Optická linka do internetu s přenosovými rychlostmi 500 Mbit/s je vedena ke konstrukci místního vodojemu. Na něm se nachází několik přístupových bodů. Na obrázku 5 je znázorněna stávající infrastruktura internetového pokrytí obce. V obci se pak nachází několik dalších podružných přístupových bodů, prostřednictvím nichž jsou připojeny domácnosti, které se nemohou připojit k přístupovému bodu na vodojemu. Do budoucna obec plánuje v rámci projektu „Optika v Zelenči“ výstavbu nové optické infrastruktury (Zelená Obora, 2017).



Obrázek 5 – Znázornění stávající infrastruktury internetového pokrytí obce (Zelená Obora, 2017)

Veřejné osvětlení

Světelným zdrojem pro veřejné osvětlení v obci je vysokotlaká sodíková výbojka. V obytných zónách se jedná o výbojky s příkonem 70 W a osvětlení vedlejších komunikací je osazeno výbojkami s příkonem 100 W. Nejvíce jsou ale osvětleny hlavní silnice Čsl. Armády a Bezručova. Tyto komunikace jsou osvětleny sodíkovými výbojkami s příkonem 150 W na stožárech s výškou 12 m. V rámci úspory energie obec v nejbližší době plánuje výměnu 23 stávajících lamp za lampy s LED technologií.

Kamerový systém

Obec před rokem 2012 bojovala se zvýšenou kriminalitou. Jako reakci na tuto skutečnost vybudovala v roce 2012 kamerový systém. Tento systém se skládá celkem z 16 kamer. Na okrajích obce jsou na každém dopravním spoji instalovány dvě kamery – vjezdová a výjezdová. Tyto kamery umožňují rozpoznávat registrační značky vozidel, která vjíždějí do obce, nebo z ní vyjíždí. Díky IR přísvitu dokáží monitorovat tyto značky i v noci. V obci se pak nachází dalších 8 panoramatických kamer, které se pravidelně otáčí na předem definovaná místa. Cílem těchto kamer je především ochrana občanů, majetku a prevence trestné činnosti v obci.

Všechny kamery jsou propojeny do jednoho systému, a to pomocí kombinace optických převěsů, které jsou zakončeny bezdrátovým pojítkem. Veškerá data z kamer jsou pak ukládána v tzv. technologickém domečku, který se nachází v areálu fotbalového hřiště Zeleneč. (Husinec, 2018)

2.1.2 Ulice Kasalova

Jak již bylo zmíněno, obec disponuje vysokou občanskou vybaveností. Ulicí s největší koncentrací těchto zařízení je ulice Kasalova (viz obrázek 6).



Obrázek 6 – Mapa obce Zeleneč s vyznačenou ulicí Kasalova (vlastní práce)

Jedním z těchto zařízení je Základní škola Zeleneč. V současné době školu navštěvuje celkem 598 žáků. Celý školní komplex se skládá ze čtyř budov, které využívají také Základní umělecká škola Čelákovice, zájmové kluby a další školní kroužky. V budovách školy mimo jiné probíhají i různé jednorázové akce, jako jsou příměstské tábory či jiné workshopy pro děti i dospělé, které probíhají celoročně, a to i o víkendech. V odpoledních hodinách navíc škola provozuje celkem 8 oddělení školní družiny (Základní škola Zeleneč, 2018).

Dále se v ulici nachází (viz. obrázek 7) budova zdravotnického střediska, kde občané navštěvují praktického a dětského lékaře, stomatologii či fyzioterapeutickou ordinaci. Přímo s budovou zdravotnického střediska sousedí Obecní úřad Zeleneč. Naproti těmto budovám je provozována cukrárna.



Obrázek 7 – Ulice Kasalova (vlastní práce)

2.1.3 Přechod

Přechod pro chodce se nachází na hlavní silnici Čsl. armády. Skládá se z vodorovného i svislého dopravního značení. Vodorovným dopravním značením jsou bílé pruhy V7, tzv. ZEBRA. Ze svislého dopravního značení pak přechod označují zvýrazněné značky IP6. Přechod není nijak přisvětlen, osvětlení je realizováno pomocí lampy veřejného osvětlení se stožárem o velikosti 12 m. Jako světelný zdroj je zde tedy použita sodíková výbojka s příkonem 150 W a světelným tokem 17500 lm.



Obrázek 8 – Přechod pro chodce v obci Zeleneč, ulice Čsl. armády (vlastní práce)

2.2 Vymezení problému

Jak je vidět z popisu výše, ulice Kasalova je občansky velmi využívanou oblastí. Jedná se však o ulici odbočující z hlavní silnice Čsl. armády, která propojuje okolní obce a vede právě skrz obec Zeleneč. Drtivá většina žáků ZŠ a návštěvníků ostatních zmiňovaných zařízení tak musí tuto hlavní silnici překonat, aby se dostala do jednotlivých budov.

Zároveň jsou obcí vedeny objížďky při rekonstrukcích silnic vedoucích z okolních obcí do hlavního města. Frekvence vozidel projíždějících ulici Čsl. armády je v těchto situacích silně zvýšená, a to především v ranních a odpoledních hodinách, kdy občané okolních vesnic dojíždějí do hlavního města za prací. V tento čas ale zároveň dochází žáci základní školy do její budovy. Situace na přechodu pro chodce je pak velmi komplikovaná.

Samotné řešení přechodu proto vzhledem k jeho frekventovanosti nepovažuji za dostačující. Přechod se nachází těsně před, resp. za napojením ulic Kasalova a Olbrachtova. Chodci, kteří se k přechodu blíží z této ulice, jsou tak z vozovky viditelní až těsně před samotným vstupem do vozovky. Viditelnost také výrazně snižuje živý plot, který odděluje komunikaci od přilehlého chodníku. Tento efekt je ještě více umocněný v případě žáků Základní školy, jejichž výška nemusí přesahovat výšku plotu. Za zmínku stojí také auta, která často parkují v oblasti přechodu a taktéž zhoršují viditelnost chodců.



Obrázek 9 – Automobil blokující výhled na přechod, obtížně viditelné dopravní značení IP6 a vysoký živý plot v okolí přechodu pro chodce v obci Zeleneč (vlastní práce)

2.3 Návrh řešení

Obec Zeleneč se snaží efektivně a udržitelně rozvíjet, a to včetně využívání informačních a komunikačních technologií. Tento fakt lze spatřit například v plánech obce vyměnit veřejné osvětlení realizované pomocí sodíkových výbojek za technologii LED osvětlení, které šetří spotřebu energie. Dalším příkladem může být také zavedení kamerového systému, který výrazně přispívá k zajištění bezpečnosti obyvatel a prevence kriminality v obci. Stále kvalitnější život občanům je také poskytován prostřednictvím navyšujícího se počtu míst, kde obec poskytuje připojení k internetu pomocí veřejných WiFi hotspotů.

Vzhledem k této skutečnosti jsem se rozhodla tento koncept zachovat. Dále tedy navrhuji takové zabezpečení přechodu, které využívá nejmodernějších technologií a bude trvale udržitelné. Mimo zajištění hlavního cíle, kterým je zvýšení bezpečnosti chodců na přechodu, se také snažím rozšířit řešení o další prvky konceptu chytrého města. Ty umožní obci sbírat více dat o jejím prostředí, zvyšovat bezpečnost jejich obyvatel a celkově zlepšovat kvalitu jejího fungování. Konkrétně jde tedy o řešení skládající se z následujících prvků:

- automatická detekce chodců,
- zemní LED návěstidla,
- nouzové tlačítko,
- stanice pro monitorování kvality ovzduší;

Všechna tato zařízení budou instalována v blízkosti přechodu pro chodce. Ve většině případů jde o instalaci na přilehlou lampu veřejného osvětlení. Z této lampy bude také realizováno napájení veškerých těchto zařízení, a to takovým způsobem, aby mohla být zařízení v nepřetržitém provozu. V následujících částech návrhu popisuji jednotlivé prvky řešení s příklady konkrétních zařízení. U každého zařízení pak uvádím jeho základní specifikaci a způsob instalace.

2.3.1 Automatický detektor chodců

Automatická detekce chodců je jedním z prvků tzv. bezpečného přechodu 3. generace. Jedná se o detekci chodců v předem definované zóně. Aktuální stav na vozovce a chodníku těsně u vozovky je řidičům přibližujících se vozidel okamžitě signalizován. Jednotlivými stavy je zde myšlen chodec vstupující do sledované zóny, jeho pohyb v ní, a nakonec opuštění této zóny. Indikace stavu je prováděna například prostřednictvím LED indikátoru ve tvaru chodce v rámci dopravní značky IP6 nebo pomocí zemních LED návěstidel.

Hlavním přínosem tohoto systému je včasné upozornění řidiče na chodce blížícího se k vozovce. Tento efekt je ještě zesílen v případech, kdy se přechod nachází těsně u křižovatky a chodci jsou tak viditelní až těsně před vstupem do vozovky. Předpokladem pro spolehlivé využití technologie je nepřetržitá detekce ve dne i v noci a eliminace detekčních stavů způsobených rušivými elementy (odrážející se světlo, stíny apod.)

Automatický detektor chodců PDSystems

Celý systém automatické detekce chodců firmy PDSystems se skládá z řídící jednotky a dvou detekčních jednotek. Detekční jednotky sledují tzv. detekční zónu. Jde o předem definovanou oblast

vozovky a přilehlých chodníků, která se nastavuje individuálně podle potřeb daného umístění. Vzhledem k tomu, že samotná detekční jednotka se nachází v dostatečné výšce, lze zónu detekování rozšířit i do oblastí v přilehlých ulicích. Detektor chodců tak dokáže upozornit řidiče i na ty blížící se chodce, kteří ještě z vozovky nejsou viditelní. Samotný systém detekce je pak kombinací dvou technologií – mikrovlnné a stereo-video technologie. První zmiňovaná technologie monitoruje jakýkoliv pohyb v rámci detekční zóny. Stereo-video technologie detekuje chodce, který se nepohybuje ve vozovce, ale stojí například na chodníku. Jako rozšiřující možnost systému firma také nabízí možnost čítání relativní automobilové i chodecké dopravy (PDSystems, 2017a).

Vzhledem ke zmiňovanému umístění přechodu v obci Zeleneč těsně před křižovatkou je vhodné využít vlastnost detekční jednotky sledovat i oblast v přilehlých ulicích. Hlavní část detekční zóny se pak nachází na dopravním značení V7 a přilehlých částech chodníku. Navrhovaná celková geometrie detekční zóny je zobrazena na obrázcích 10.1 a 10.2.



Obrázek 10.1 – Navrhovaná detekční zóna, pohledy do ulic Kasalova a Olbrachtova (vlastní práce)



Obrázek 10.2 – Navrhovaná detekční zóna, pohled na ulici Čsl. armády (vlastní práce)

Aby bylo možné sledovat celou vyznačenou plochu, je nutné umístit detekční jednotku na obou protilehlých stranách. V prvním případě, kdy je monitorována část ulice vedoucí k budově základní školy, lze detekční jednotku instalovat na stožár lampy veřejného osvětlení. Minimální výška instalace je podle technické dokumentace firmy PDSystems (2017a) 3,5 m. Pro umožnění monitorování oblasti v ulici Kasalova, navrhuji výšku umístění vyšší, a to 5 m. Situace na druhé straně vozovky je komplikovanější. Nenachází se zde totiž lampy veřejného osvětlení. Instalace detekční jednotky je však možná na sloupek dopravní značky IP6, která se nachází těsně před přechodem pro chodce. Firma PDSystems nabízí v rámci instalace prodloužení tohoto sloupku na minimální požadovanou výšku pro umístění detekční jednotky. Dosavadní výška tohoto sloupku je 250 cm. Vzhledem k tomu, že se jedná o roh křižovatky, který ústí do méně chodecky frekventované ulice, považuji za dostačující prodloužení sloupku na 3 m a umístění detekční jednotky navrhují ve stejné výšce.

Další částí systému je řídící jednotka. Ta se nachází v malém rozvaděči, který zajišťuje napájení zařízení z obvodu lampy. Co se týče výšky jeho umístění, je z bezpečnostního hlediska naprostou nutností instalovat jej minimálně do výšky 3 m. S ohledem na další zařízení navrhovaná pro instalaci na stožár veřejného osvětlení doporučuji výšku 4 m. Velmi důležité je také napojení tohoto rozvaděče na elektrický obvod lampy. Pro nepřetržitý provoz detektoru (jako i všech dále uvedených zařízení) je nutné zajistit stálé napájení. Je tedy nutné připojit vývod napájení za elektroměrem, ale před napojením spínacích stykačů, aby byla elektrická energie dostupná, i když nejsou tyto stykače sepnuty. Samotná řídící jednotka je napájena střídavým elektrickým proudem o napětí 230 V. Z rozvaděče jsou napájeny také detekční jednotky, které vyžadují stejnosměrné elektrické napětí 24 V.

Celková spotřeba detektoru činí zhruba 472 W, z toho 460 W připadne na řídící jednotku a 4 + 8 W spotřebují detekční jednotky. Detailní specifikace řídící jednotky je uvedena v příloze A. V příloze B se pak nachází specifikace detekčních jednotek.

2.3.2 LED návěstidla

Většina pozornosti pohybujícího se člověka je věnována povrchu před ním. Je tedy logické, že u řidičů vozidel se jedná právě o povrch vozovky. Až poté je pozornost přesunuta do úrovně světelného či svislého dopravního značení. V případě svislého dopravního značení nicméně hrozí zastínění tohoto prostoru prvky konstrukcí vozidla, jako jsou zpětné zrcátko a sloupky. Další komplikaci mohou vytvořit také nečistoty na předním skle vozidla, které se nacházejí mimo prostor stíratelný stěrači (například po stranách předního skla). Dalším aspektem je pak zorné pole vozidla, které se nachází bezprostředně za vozidlem před přechodem. Ten sice chodce na přechodu vidí, ale řidič vozidla za ním má své zorné pole zakryté vozidlem před sebou. V případě, že se tento řidič rozhodne vozidlo před sebou předjet, nemusí si všimnout přechodu pro chodce (například při vozovce pokryté sněhem) a tím pádem ani chodce, který se nachází v zákrytu vozidla před přechodem.

Vzhledem k tomuto faktu je velmi účinné umisťovat indikátory změny stavu na vozovce (detekované pomocí výše zmíněných detektorů chodců) přímo do prostoru této vozovky a v celé jeho šířce. K tomuto účelu slouží zapuštěná LED návěstidla, která se instalují do prostřední části bílých pruhů vodorovného dopravního značení V7. Tato návěstidla mají několik vlastností a funkcí. Dokáží obousměrně vyzařovat několik různých barev, a to jak spojitě, tak i přerušovaně. Díky vysokému světelnému výkonu jsou účinná nejenom při sníženém osvitu (například v noci), ale i ve dne.

Zemní LED návěstidlo PDS-400

Jedná se o zemní LED návěstidlo zmiňované firmy PDSystems. Toto návěstidlo dokáže v kombinaci s automatickou detekcí chodců indikovat stav na vozovce v obou směrech za pomocí až čtyř barev podle požadavku. Samotná indikace je viditelná ve vzdálenosti překračující 100 m. Zároveň jsou však úhly osvitu nastaveny tak, aby nedocházelo k oslňování řidičů. Na obrázku 11 je uvedena ukázka barevných provedení návěstidel. Základní specifikace návěstidel je uvedena v příloze C.



Obrázek 11 – Ukázka čtyřbarevného LED návěstidla PDS-400 (PDSystems, 2016)

Přechod v obci Zeleneč se skládá z osmi bílých pruhů, je tedy zapotřebí osmi LED návěstidel. Vzhledem k napojení návěstidel na detektor chodců považuji za dostačující aktivitu LED návěstidel pouze v případě výskytu chodce v detekční zóně, a to formou přerušovaného červeného světla vyzařujícího do obou směrů vozovky. V případě potřeby lze návěstidla dodatečně nastavit i pro nepřetržitý osvit pruhů přechodu bílým spojitým světlem v obou směrech. Řidiči přijíždějících vozidel tak budou včas upozorněni na vyskytující se přechod pro chodce i v situacích, kdy se v detekční zóně nevyskytuje žádný chodec a mohou tak včas přizpůsobit rychlost jízdy. Zároveň jsou obě situace (chodec přítomen, chodec nepřítomen) odlišeny s větším kontrastem.

Napájení stejnosměrným proudem o napětí 12 V je prováděno z výše zmiňovaného rozvaděče detektoru chodců. I zde je tím pádem zajištěno nepřetržité napájení, které je potřebné pro funkci návěstidel v noci i ve dne. Instalace návěstidel se provádí příčným řezem do vozovky a veškerá kabeláž mezi návěstidly je vedena tímto řezem, zhruba 10 cm pod povrchem vozovky. Samotná návěstidla pak mají velmi nízký profil do 4 mm, což umožňuje bezproblémový provoz vozidel přes tato zařízení, i například pluhovatelnost přechodu. Co se týče spotřeby návěstidel, liší se podle zvoleného režimu. Maximální možná spotřeba při svitu všech osmi LED návěstidel však činí 8,4 A, tzn. zhruba 100 W. Při výše zvoleném režimu návěstidel lze ale očekávat spotřebu výrazně nižší.

2.3.3 Nouzové tlačítko

I přes výše navrhované formy zabezpečení není definitivně vyloučena možnost vzniku nehody. Například člověk běžící vysokou rychlostí k přechodu může vběhnout do vozovky dříve, než stihne řidič zareagovat na svítící LED návěstidla. Přechod by tedy měl být vybaven i pro takovéto situace.

Pokud nastane nehoda, vytáčení linky záchranné služby může zabrat několik desítek vteřin. U závažných dopravních nehod však právě těchto několik vteřin dokáže zachránit život. S pomocí informačních a komunikačních technologií lze zkvalitňovat i tyto služby. Tzv. nouzová tlačítka. Tato zařízení se skládají převážně z hlavního tlačítka, které slouží k okamžitému vytočení předem nastaveného telefonního čísla, mikrofonu a reproduktoru. Po stisknutí tlačítka probíhá komunikace, a to za pomocí VoIP technologie (Voice over Internet Protocol), která převádí hlas do digitalizované podoby a přenáší ho prostřednictvím internetu. Vzhledem k jednoduchosti designu těchto zařízení a

přednastavenému číslu nouzové linky tak odpadá nutnost vytáčet číslo manuálně a zkracuje se doba mezi vznikem nehody a příjezdem záchranné služby.

Využití nouzového tlačítka se neomezuje pouze na dopravní nehody, které se mohou stát během přecházení chodců přes vozovku, ale i ve všech ostatních nouzových případech. Chytrý přechod se nachází v centru obce, která tvoří již od začátku její základ. Je tedy tvořena starší zástavbou a stejně tak složení obyvatelstva je tvořeno převážně staršími lidmi. Další přínos nouzového tlačítka tedy vidím i v poskytnutí pomoci občanům, kteří přechod nevyužívají, ale dostanou se do nouzové situace v jeho blízkosti.

RED ALERT® Hands-free WiFi VoIP Telephone 393-800 A

Model nouzového tlačítka 393-800 A od firmy GAI-Tronics je nouzové tlačítko uzpůsobené pro připojení k bezdrátové lokální síti WLAN. Jedná se o model určený pro externí použití, je tedy voděodolný a přední panel je vyroben z nerezové oceli. Na předním panelu se nachází tlačítko HELP, které slouží k inicializaci vytáčení předvoleného čísla, LED kontrolka indikující stav provozu, mikrofon a reproduktor. (GAI-Tronics, 2015). Model 393-800 A je zobrazen na obrázku 12. Základní specifikaci výrobku uvádím v příloze D.



Obrázek 12 – Nouzové tlačítko 393-800A (GAI-Tronics, 2015)

Doporučená výška instalace spínačů je od 105 cm do 110 cm. Vzhledem k vysokému výskytu dětí v dané oblasti navrhuji nejnižší hranici, tedy 105 cm nad zemí.

Pro napájení zařízení je vyžadován zdroj střídavého proudu o napětí 24–48 V. Součástí produktu je však i měnič napětí 120/240 V AC – 24 V DC. Prostřednictvím něj pak lze nouzové tlačítko napájet přímo z obvodu lampy veřejného osvětlení. Stejně jako u rozvaděče detektoru chodců je i zde zapotřebí umístit vývod napájení před spínačem lampy, aby byl zaručen neustálý provoz tlačítka. Spotřeba zařízení se pak drží na naprostém minimu, maximální spotřeba při aktivním využití tlačítka dosahuje 6 W.

Co se týče komunikace, připojení k bezdrátové lokální síti se provádí přes integrovaný WiFi vysílač a přijímač. Během prvotní tovární konfigurace slouží zařízení jako přístupový bod k vlastní síti s názvem HF-A11_AP. Zadáním IP adresy 10.10.100.254 do prohlížeče dojde k přesměrování na konfigurační webové rozhraní. Odtud lze vybrat požadovanou lokální WiFi síť, na které má nouzové tlačítko operovat nebo nastavit zvolené číslo nouzové linky (GAI-Tronics, 2015). V tomto

případě bude zařízení připojeno na přístupový bod umístěný na vodojemu a odtud pak získá přístup k internetu. Vzhledem ke zdržení při volání čísla 112 v tomto návrhu uvažuji nastavení přímo čísla záchranné služby, tedy 155.

2.3.4 Monitorování kvality ovzduší

Znečištění ovzduší představuje vážnou hrozbu pro zdraví lidí i klima. Mezi hlavní zdroje znečištění patří mimo jiné i vozidla a zmiňovaný nárůst jejich počtu tak přispívá i ke zhoršování kvality ovzduší. Hospodářský a populační růst vede k velkému nárůstu průmyslových aktivit a značně vyšší spotřebě energie. Se zhoršenou kvalitou ovzduší se setkáváme nejčastěji ve městech a obec Zeleneč se nachází v bezprostřední blízkosti hlavního města Prahy. Jeho vliv na okolní ovzduší tedy zasahuje i do Zelenče. Při dalším územním rozšiřování hlavního města pak lze uvažovat i o připojení samotného Zelenče a s tím spojené zintenzivňování dopravy a dalších činností ovlivňující kvalitu ovzduší.

Aby mohlo vedení obce zlepšovat podmínky kvality ovzduší, je naprosto nezbytné měření, sledování a řízení znečišťujících látek. K tomu slouží sensory kvality ovzduší. Tyto sensory dokáží měřit nejrůznější veličiny, od relativní vlhkosti, teploty a atmosférického tlaku, přes koncentraci oxidu uhličitého (CO_2), oxidu siřičitého (SO_2) nebo polétavého prachu (PM_{10}, $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$) až po rychlost větru a jeho směr.

Compact Air Quality Monitoring Station AQY 1

AQY 1 je prostředek pro monitorování kvality ovzduší v obydlených prostorech. Jedná se o nejmenší variantu monitorovací stanice firmy Aeroqual. Vzhledem k menší rozloze obce považuji za dostačující měření a sledování základních faktorů znečišťujících ovzduší. Nicméně jde o modulární zařízení, v případě nutnosti tak lze tuto monitorovací stanici rozšiřovat o další měřící moduly (Aeroqual, 2015). Na následujícím obrázku lze vidět nákres monitorovací stanice. Její základní specifikace se pak nachází v příloze E.



Obrázek 13 – Monitorovací stanice AQY 1 (Aeroqual, 2015)

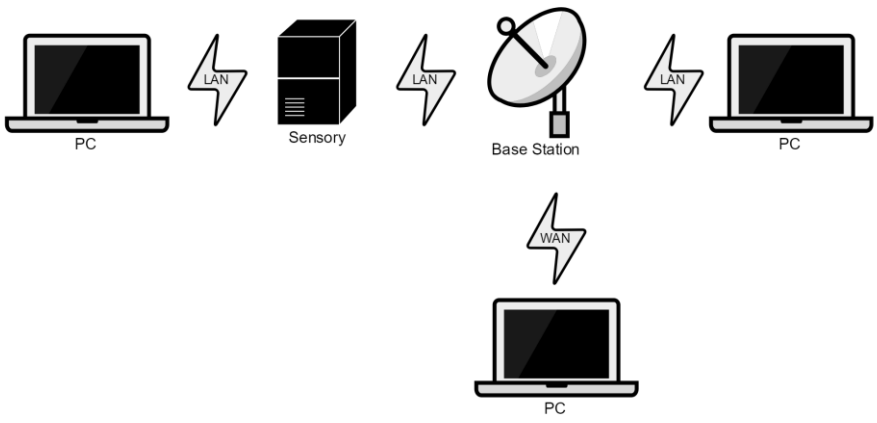
V základní sestavě měří monitorovací stanice AQY 1 tyto veličiny:

- Polétavý prach ($PM_{2,5}$): jde o mikročástice v ovzduší, které se usazují v dýchacích cestách a způsobují tak zdravotní problémy,
- O_3: chemická látka v ovzduší, při jejíž zvýšené koncentraci dochází ke snižování zdravotním problémům a poškození vegetace,
- NO_2: jedovatý plyn, který přispívá k tvorbě fotochemického smogu s významným dopadem na lidské zdraví,
- meteorologické veličiny: teplota, vlhkost, tlak, sluneční záření; (Aeroqual, 2015)

Pro instalaci monitorovací stanice je uvažována výška 3 m od země. V této výšce je zabráněno útoků vandalů a zároveň lze stále měřit takový vzorek ovzduší, který odpovídá ovzduší, ve kterém se pohybují občané. Monitorovací stanice pracuje při napájení střídavým proudem s napětím 12 V. Součástí produktu je však opět měnič napětí a je tedy možné stanici napájet přímo z obvodu lampy veřejného osvětlení. Spotřeba zařízení činí 24 W.

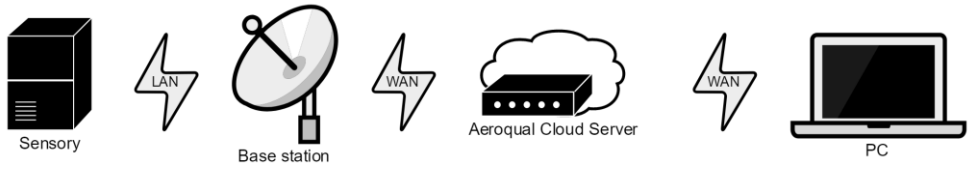
Systém AQY 1 je řízen průmyslovým vestavěným počítačem, který provozuje webový server a má vestavěnou WiFi. Díky pevnému disku o kapacitě 16 GB lze ukládat data z více než dvou let měření. Co se týče přístupu k těmto datům, společnost Aeroqual nabízí u svých produktů dva různé způsoby.

Prvním z nich je model přístupu Aeroqual Connect, viz obrázek 14. Při využití tohoto přístupu může stanice operovat jako přístupový bod, nebo může být nastaveno do klientského režimu. V případě přístupového bodu lze využít vestavěného WiFi vysílače a pomocí této sítě se ke stanici připojit. Pokud je stanice v klientském režimu, je připojena k místní síti a je jí přiřazena IP adresa. Přistup je poté umožněn zadáním této adresy do webového prohlížeče. Pokud síť umožňuje vnější přístup, ke stanici je možné přistupovat odkudkoliv z vnější sítě. Mimo WiFi také podporuje celulární nebo drátové LAN sítě.



Obrázek 14 – Znázornění přístupu k monitorovací stanici AQY 1 prostřednictvím Aeroqual Connect (vlastní zpracování)

Druhým způsobem komunikace dat je Aeroqual Cloud. V tomto případě je monitorovací stanice napojena na Aeroqual Cloud server pomocí existující WiFi. Veškerá naměřená data jsou na tomto serveru ukládána a zpřístupněna uživatelům prostřednictvím webové stránky. Diagram tohoto provedení je znázorněn na obrázku 15.

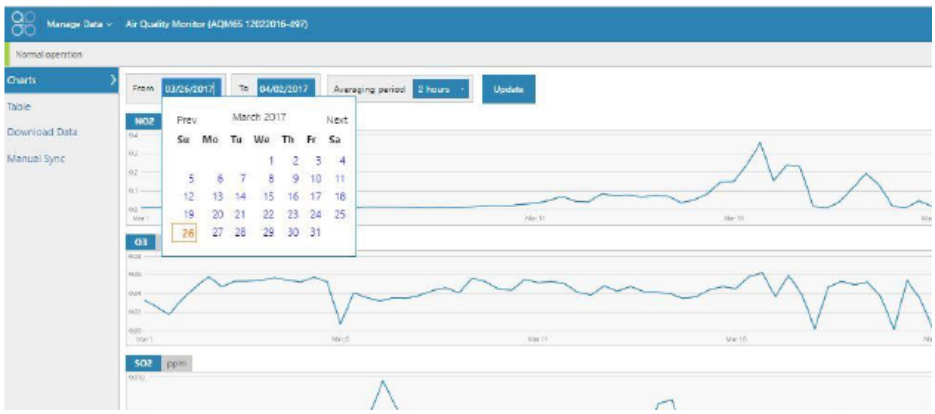


Obrázek 15 – Znázornění přístupu k monitorovací stanici AQY 1 prostřednictvím Aeroqual Cloud (vlastní zpracování)

Varianta Aeroqual Cloud přináší několik výhod. Veškerá data jsou automaticky zálohována na zabezpečeném serveru. Zároveň jsou nepřetržitě přístupná, tedy i v situacích, kdy je samotná monitorovací stanice vypnuta. Nicméně nutnost pořízení licence znamená pro obec další náklad za, dle mého názoru, pouze nadstandardní, nikoliv nutné, funkce. V tomto návrhu budu vzhledem k této skutečnosti uvažovat první variantu, tedy Aeroqual Connect umožňující vzdálený přístup.

Nastavení je v tomto případě velmi jednoduché. Monitorovací stanici stačí přepnout do klientského režimu. V našem případě bude připojena k místní síti přes přístupový bod umístěný na vodojemu. Po zadání SSID a hesla k této WiFi pak bude stanici přidělena IP adresa. Ta bude sloužit jako adresa pro přístup k webovému serveru prostřednictvím internetového prohlížeče. Vzhledem k tomu, že je k místní síti povolen vnější přístup, lze k webovému serveru přistupovat i z jiné než místní sítě, a tedy sledovat data odkudkoliv ze světa. Zároveň však lze nastavovat tento přístup k aplikacím a jednotlivým funkcím pro různé typy uživatelů.

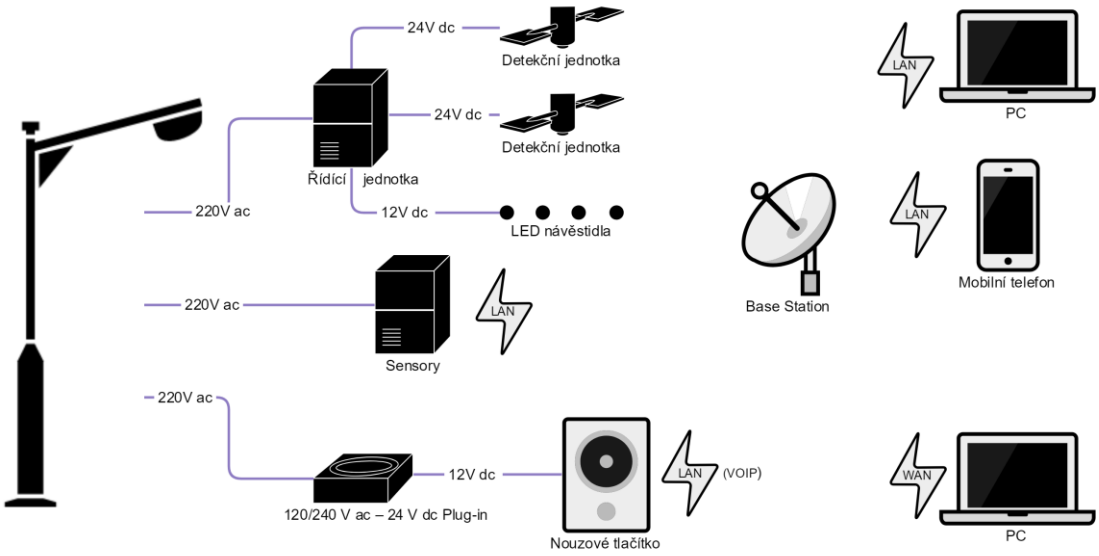
Pomocí webové stránky lze zobrazovat nasbíraná data v prohlížeči, nebo je stáhnout pro jejich další využití. Data jsou exportována ve formátu CSV, který lze snadno zobrazit například v Microsoft Excel. Dále lze z dat sestavovat různé náhledy za pomocí grafů či tabulek. Ilustrace takovéto práce s daty je znázorněna na obrázku 16.



Obrázek 16 – Ukázka zobrazení a práce s daty prostřednictvím webové stránky monitorovací stanice AQY1 (Aeroqual, 2015)

2.3.5 Diagram

Na následujícím obrázku 17 je vytvořen diagram zapojení a komunikace jednotlivých zařízení.



Obrázek 17 – Diagram zapojení, napájení a komunikace jednotlivých zařízeních uvedeného návrhu (vlastní zpracování)

2.4 Finanční návrh

Vzhledem k navrhovaným zařízením, které je možné konfigurovat různými způsoby a cenovým nabídkám, které jsou vázány na přesné požadavky, uvádím v této kapitole pouze hrubý cenový odhad navrhovaného řešení.

Cena základního prvku návrhu, tedy automatického detektoru chodců včetně zemních LED návěstidel, se odvíjí právě od přesné specifikace požadavků a okolností. Podle slov Ing. Jaroslava Látala (2018), je cena každého projektu velmi individuální a její stanovení probíhá až po několika osobních konzultacích. Pro představu však může sloužit cenová nabídka poskytnutá právě společností PDSystems pro Městskou část Praha 14, která činila 603 584,30 Kč (PDSystems, 2017b). V nabídce však bylo uvažováno celkem 12 ks zemních LED návěstidel PDS-400 včetně jejich instalace, samotný detektor chodců, jeho instalace a uvedení do provozu a další stavební úpravy a práce. V případě tohoto návrhu se jedná pouze o 8 ks návěstidel, lze tedy předpokládat nižší cenovou nabídku.

Ceny nouzových tlačítek se pohybují zhruba od 5 000,- do 10 000,- Kč. Navrhovaný produkt firmy GAI-Tronics se podle jejich cenové nabídky řadí na nižší okraj tohoto rozpětí, konkrétně jde o částku 6 000,- Kč. U produktů vyšší cenové kategorie je pak nabízena například možnost přednastavení více nouzových čísel.

Společnost Aeroqual poskytla cenovou nabídku na monitorovací stanici AQY 1 v uvedené sestavě ve výši necelých 25 000,- Kč. V případě zájmu o formu přístupu prostřednictvím služby Aeroqual Cloud je částka navýšena o roční licenci, jejíž cena činí přibližně 10 000,- Kč. V následující tabulce 1 jsou shrnuty odhady pořizovacích nákladů na jednotlivá zařízení.

Tabulka 1 – Odhad pořizovacích nákladů na jednotlivá zařízení návrhu (vlastní zpracování)

Zařízení	Množství	Cenový odhad
Systém pro automatickou detekci chodců, 8x zemní LED návěstidlo PDS-400	1	600 000,-
Nouzové tlačítko GAI-Tronics	1	6 000,-
Monitorovací stanice AQY 1, přístup prostřednictvím služby Aeroqual Connect	1	25 000,-
Celkem		*631 000,-*

Uvedené náklady jsou však závislé na konkrétních nabídkách dodavatelů, včetně ceny montáže a ostatních prací, a hloubky stavebních zásahů.

2.5 Další možnosti návrhu

Uvedený návrh je otevřen dalším úpravám či změnám. Vzhledem k modulárnosti řešení je možné jednotlivé prvky návrhu odstraňovat, či obměňovat. Návrh také skrývá potenciál pro další rozšiřování. Díky relativně nízké spotřebě uvedených zařízení je možné instalovat další zařízení a sensory přímo na zmiňovanou lampu.

Jedním z nich je zařízení poskytující přístup k internetu. Prostor kolem přechodu pro chodce zahrnuje také menší prostranství, které využívají např. rodiče, kteří čekají na své děti před budovou Základní školy. Jim a dalším obyvatelům obce by poskytnutí internetového připojení zpříjemnilo čas trávený v tomto prostranství. Jak bylo zmíněno v první části návrhu, obec již několika oblastmi pokrytými internetovým signálem disponuje. Rozšíření těchto oblastí je dalším krokem ke zkvalitňování života občanů obce i jejích návštěvníků.

V souvislosti s měřením kvality ovzduší je také možné pořídit další monitorovací stanice a instalovat je do dalších částí obce. Lze tak vytvořit celou síť těchto zařízení a kontrolovat vývoj stavu životního prostředí pro obyvatele z celé obce.

Návrh je možné rozšiřovat i jinými prostředky, než jsou samotné sensory. Jedním z těchto prostředků je například obecní aplikace, která v sobě bude integrovat informace tvořené z dat nasbíraných zařízeními, které byly zmíněny v tomto návrhu. Mimo to může občanům poskytovat také základní potřebné informace týkající se obce, jako jsou aktuální otvírací doby sběrného dvora či obchodů s potravinami, kalendář akcí nebo jiná důležitá upozornění. Dále může aplikace zahrnovat aktuální data týkající se vlakové a autobusové dopravy v obci (zpoždění, předpokládané doby příjezdu apod.).

Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit návrh řešení konkrétní situace týkající se frekventovaného přechodu pro chodce v obci Zeleneč za využití principů a technologií chytrého města.

Nejdříve jsem prostřednictvím různých definic představila samotný pojem chytré město. Dále jsem uvedla jeho dělení na jednotlivé dimenze. Celkem jsem popsala 6 dimenzí chytrého města, kterými jsou chytrá mobilita, chytré hospodářství, chytří lidé, chytré životní prostředí, chytrá správa a chytrý život. Každou z těchto dimenzí jsem doplnila o praktické příklady. Dalším vhledem do konceptu chytrého města je popis jeho základních komponent. Největší pozornost jsem přitom věnovala třem základním komponentám, tedy technologiím, lidskému kapitálu a institucím. Po představení těchto základních částí konceptu jsem tyto části propojila do jednoho systému a popsala fungování konceptu chytrého města jako celku. Důraz jsem kladla především na vzájemné prolínání jednotlivých dimenzí a komponent. Významnou částí práce je také pohled na technologie využívané v chytrých městech. Zde jsem využila přístupu prostřednictvím vrstvené architektury a popsala její základní vrstvy – senzorickou, síťovou, datovou, aplikační, bezpečnostní a řídící. Opět jsem pro každou z těchto vrstev uvedla konkrétní technologie a standardy, se kterými se lze v těchto vrstvách setkat.

V druhé, praktické části, je naplněn samotný cíl práce, tedy navržení chytrého řešení pro frekventovaný přechod pro chodce v obci Zeleneč. Po prvotním nastínění problému a krátkém seznámení s obcí Zeleneč následuje návrh Bezpečného přechodu.

Návrh jsem rozdělila do pěti částí. V první části jsem provedla analýzu současného stavu. Veškeré uvedené informace o stávající infrastruktuře obce jsou založeny na vlastním pozorování a spolupráci se starostou obce. V další části jsem na základě provedené analýzy definovala konkrétní problém. Ve třetí, nejrozsáhlejší části je uvedeno řešení definovaného problému. Toto řešení je založeno na prvcích konceptu chytrého města a zachovává tak snahu obce efektivně a udržitelně se rozvíjet. Ve výsledném návrhu jsou uvažovány následující prvky:

- automatická detekce chodců,
- zemní LED návěstidla,
- nouzové tlačítko,
- stanice pro monitorování kvality ovzduší;

Každý z těchto prvků jsem doplnila také o konkrétní zařízení, které by danou funkčnost splňovalo. Součástí je také diagram zapojení všech jeho prvků, včetně informací o jejich napájení, spotřebě, formě komunikace apod. Další částí návrhu je finanční odhad, který jsem sestavila na základě poskytnutých cenových nabídek dodavatelů uvedených zařízení či podle existujících nabídek s podobným charakterem. V poslední části návrhu se věnuji také možným nadstavbám projektu, jako je poskytnutí připojení k internetu v dané oblasti či vývoj obecní aplikace.

Výsledný návrh zvyšuje bezpečnost obyvatel obce pomocí implementace technologie pro automatickou detekci chodců s LED návěstidly v kombinaci s nouzovým tlačítkem. Zároveň lze prostřednictvím čítání dopravy v kombinaci s daty z kamerového systému, který je již v obci zaveden, zlepšovat mobilitu v rámci obce. Další ovlivněnou dimenzí je životní prostředí obce, jehož kvalitu lze sledovat a zlepšovat prostřednictvím monitorovací stanice. Samozřejmostí projektu je otevřenost dat veřejnosti a důkladné seznámení občanů s fungováním zařízení.

Uvedený návrh bude předložen vedení obce Zeleneč s cílem jeho realizace.

Použitá literatura

Aeroqual, 2015. Aeroqual AQY 1 [online]. [cit. 19.3.2018]. Dostupné z: https://d2pwrbx99jwry6.cloudfront.net/wp-content/uploads/Aeroqual-AQY-Brochure.pdf

ALFIAD, Mohammad S., a další. 2009. 111-Gb/s Transmission Over 1040-km Field-Deployed Fiber With 10G/40G Neighbors. In: IEEE Photonics Technology Letters, vol. 21, s. 615-617. Dostupné z: doi: 10.1109/LPT.2009.2015431

ANDERSEN, T. Mikkel, BHANDARI, Santosh. 2015. Assessment and Normative Guidance of the Collective Mindset Maturity Regarding Open Data in Smart Cities. Copenhagen: Diplomová práce. Aalborg University Copenhagen. Dostupné z: http://projekter.aau.dk/projekter/files/207461238/master.pdf

ANTHOPOULOS, G. Leonidas, 2017. Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?. Public Administration and Information Technology. Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-57014-3

ARUP. 2010. Smart Cities: Transforming the 21st century city via the .reative use of technology. In: Arup [online]. [cit. 2.3.2018]. Dostupné z: http://www.arup.com/Publications/Smart_Cities.aspx

ATKINS, Anthony S., LIZONG, Zhang a Yu, Hongnian. 2012. Application of RFID Technology in e-Health Management and Outsourcing in Bhutan. In: TECHNIA – International Journal of Computing Science and Communication Technologies, vol. 5, s. 779 – 784. ISSN 0974 – 3375

BÁRTA, David. 2015. Chytrá zastávka. In: Smart Cities, s. 9-13.

BERKA, Petr. 2003. Dobývání znalostí z databází. Praha: Academia, ISBN 80-200-1062-9

BERRONE, Pascual, RICART, J. Enric. 2017. IESE Cities in Motion Index 2017. IESE, ST-442-E. Dostupné z: http://www.ieseinsight.com/fichaMaterial.aspx?pk=140223&idi=2&origen=3&idioma=2

BEZPALEC, Pavel. 2016. Cloud Computing. Nové trendy v elektronických komunikacích. [online] České vysoké učení technické v Praze. [cit. 15.3.2018]. Dostupné z: https://publi.cz/books/230/07.html

BIOENABLE. nedatováno. Integrated Command Control Center for Smart Cities. In: Bioenable Tech [online]. [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: https://www.bioenabletech.com/integrated-command-control-center-for-smart-cities

COHEN, Boyd. 2012. What Exactly Is A Smart City?. In: CO.DESIGN [online]. [cit. 22.3.2018]. Dostupné z: https://www.fastcodesign.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city

COLLDAHL, Caroline, FREY, Sonya a KELEMEN, Joseph E., 2013. Smart Cities: Strategic Sustainable Development for an Urban World. Karlskrona: Diplomová práce. School of Engineering Blekinge Institute of Technology. Dostupné z: http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A832150&dswid=-4683

ČSÚ. 2017. Počet obyvatel v obcích k 1.1.2017. In: Český statistický úřad [online]. [cit. 6.4.2018], Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112017

DELOITTE, 2016. Koncepce Smart Prague do roku 2030 [online]. [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: https://www.smartprague.eu/files/koncepce_smartprague.pdf

DELOITTE. 2017. Strategie Smart City [online]. [cit. 1.4.2018]. Dostupné z: https://www.sitmp.cz/Files/sitmp2/novinky/.../SITMP_Smart_City_Strategy_final.pdf

GAI-Tronics. 2015. WiFi VoIP Hands-free Telephones [online]. [cit. 18.3.2018]. Dostupné z: https://www.hubbell.com/gai-tronics/en/c/RED-ALERT-WiFi-VoIP-Hands-free-Telephones---Model-393-800A/p/1748901

GIFFINGER, Rudolf, a další. 2007. Smart cities - Ranking of European medium-sized cities. Vienna: Centre of Regional Science, s. 10-12. Dostupné z: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf

HAIDINE, Abdelfatteh, a další. 2016. The Role of Communication Technologies in Building Future Smart Cities. In: Smart Cities Technologies, s. 55-76. Dostupné z: doi: 10.5772/64732

HARRISON, Colin, a další. 2010. Foundations for Smarter Cities. In: IBM Journal of Research and Development. 54, s. 1-16. Dostupné z: doi: 10.1147/JRD.2010.2048257

HUBER, Andreas a MAYER, Ines. 2011. Smart Cities: an emerging city concept to frame sustainable transitions?. European Institute for Energy Research. Dostupné z: http://www.eifer.unikarlsruhe. de/IMG/pdf/215_Huber_Mayer_Smart_Cities-_An_emerging_city_concept_to_frame_sustainable_transitions.pdf

CHOURABI, Hafedh, a další. 2012. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. In: 45th Hawaii International Conference on System Science. IEEE, USA, s. 2289-2297. Dostupné z: doi: doi: 10.1109/HICSS.2012.615

IDACHABA, Francis, a další. 2014. Future Trends in Fiber Optics Communication. In: London: Proceedings of the World Congress on Engineering 2014, vol. 1. ISBN: 978-988-19252-7-5 ISSN: 2078-0958. Dostupné z: www.iaeng.org/publication/WCE2014/WCE2014_pp438-442.pdf

KUMAR, Dheeraj. 2016. Big data clustering for smart city applications. Dostupné z: https://minerva-access.unimelb.edu.au/handle/11343/129505?show=full

KUMAR, T.M. Vinod, BHARAT, Dahia. 2017. Smart Economy in Smart Cities. In: Smart Cities, Local Community and Socio-economic Development: The Case of Bologna, Springer, s. 3-76. Dostupné z: doi: 10.1007/978-981-10-1610-3_1

LEA, Rodger. 2017. Smart Cities: An Overview of the Technology Trends Driving Smart Cities. IEEE. Dostupné z: https://www.ieee.org/content/dam/ieee-org/ieee-web/pdf/ieee-smart-cities-trend-paper-2017.pdf

LI, Hongije, LUO, Jian. 2014. Wireless Thermometer Based on Bluetooth 4.0 Low-Energy. In: Seventh International Symposium on Computational Intelligence and Design, Hangzhou, s. 80-83. Dostupné z: doi: 10.1109/ISCID.2014.46

LI, Yongling, LIN, Yanliu a GEERTMAN, Stan. 2015. The development of smart cities in China. 14th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, USA, Paper 291

LinkLabs. 2016. A Comprehensive Look At Low Power, Wide Area Networks. In: LinkLabs [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupné z: https://www.link-labs.com/lpwan

MADAKAM, Somayya. 2014. Smart Cities - Six Dimensions (A Scholarstical Articles Review). In: International Journal Of Advances In Computer Science And Its Applications, vol 4, s. 20-23. ISBN: 978-981-07-8859-9. Dostupné z: doi: 0.3850/978-981-07-8859-9_09

MAHIZHAN, Arun. 1999. Smart Cities: The Singapore Case. In: Cities. Vol 16, s. 13-18. ISSN 0264-2751. Dostupné z: doi: 10.1016/S0264-2751(98)00050-X

MAMGAIN, Ramesh. 2015. The road to Smart Cities: Data management. In: Dataquest [online]. [cit. 1.3.2018]. Dostupné z: http://www.dqindia.com/the-road-to-smart-cities-data-management/

MANVILLE, Catriona, a další. 2014. Mapping Smart Cities in the EU. European Parliament. [online]. [cit. 2.3.2018]. Dostupné z: http://www.europarl.europa.eu/studies

MARITZ, Werner. 2017. Smart Cities Need Smarter Project Management. In: Construction Global [online]. [cit. 10.2.2018]. Dostupné z: https://www.constructionglobal.com/infrastructure/smart-cities-need-smarter-project-management

MARSAL, Lluisa, COLOMEN, Joan a MELÉNDEZ, Joaquim. 2014. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. In: Technological Forecasting and Social Change. Vol 90. Dostupné z: doi: 10.1016/j.techfore.2014.01.012

Mezinárodní telekomunikační unie, 2014. Smart sustainable cities: An analysis of definitions. Focus Group on Smart Sustainable Cities, Technical Report (10/2014). Dostupné z: https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx

Mezinárodní telekomunikační unie, 2015. Standardization roadmap for smart sustainable cities. Focus Group on Smart Sustainable Cities, Technical Report (3/2015). Dostupné z: https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx

MORI, Koichiro a CHRISTODOULOU, Aris. 2012. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). In: Environmental Impact Assessment Review. 32, s. 94-106. ISSN 0195-9255

MVČR. 2015. Co je eGovernment?. In: Ministerstvo vnitra České republiky [online]. [cit. 1.3.2018]. Dostupné z: http://www.mvcr.cz/clanek/co-je-egovernment.aspx

MVČR. 2016. Otevřená data. In: Ministerstvo vnitra České republiky [online]. [cit. 16.3.2018]. Dostupné z: http://www.mvcr.cz/clanek/otevrena-data.aspx?q=Y2hudW09MQ%3d%3d

NAM, Taewoo a PARDO A. Theresa. 2011. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, s. 282-291. Dostupné z: doi: 10.1145/2037556.2037602

NEWMAN, Peter, JENNINGS, Isabella. 2008. Cities as Sustainable Ecosystems, Principles and Practices. Washington, D.C.: IslandPress. ISBN: 9781597261883.

NOVOTNÝ, Radovan, KUCHTA, Radek a KADLEC, Jaroslav. 2014. Smart City Concept, Applications and Services. In: Journal of Telecommunications System & Management, vol.3. Dostupné z: doi: 10.4172/2167-0919.1000117

Oficiální stránky obce Zeleneč. 2012. Obec. In: Obec Zeleneč, oficiální stránky obce [online]. [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: http://www.zelenec.cz/obec/

PAN, Yunhe, a další. 2016. Urban Big Data and the Development of City Intelligence. In: Engineering, Elsevier Ltd., vol. 2, s. 171-178. ISSN 2095-8099

PAVLÍČEK, Tomáš. 2016. Potenciál IoT ve Smart City. Praha: Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta informatiky a statistiky. Dostupné z: https://vskp.vse.cz/53101_potencial_iot_vsmart_city

POHANKA, Pavel. 2017. Internet věcí. In: i2ot [online]. [cit. 20.3.2018]. Dostupné z: http://i2ot.eu/internet-of-things/

PDSystems. 2016. Zemní LED návěstidlo PDS-400. In: PDSystems [online]. [cit. 9.4.2018]. Dostupné z: http://pdsystems.cz/index.php/zemni-led-navestidlo

PDSystems. 2017a. Systémy pro zklidnění dopravy a zvýšení bezpečnosti chodců. [online]. [cit. 10.4.2018]. Dostupné z: http://pdsystems.cz/index.php/ke-stazeni

PDSystems. 2017b. Nabídka č.N17102617, odb.: Městská část Praha 14, dod.: PDStytems, s r.o. Praha. Dostupné z: https://ctrnactkapodlevas.zapojtese.eu/media/ctrnactkapodlevas.zapojtese.eu/attachments/235-e69c__pds_2.pdf.

POWER, D. 2016. How will smart cities avoid overload?. In: readwrite [online]. [cit. 8.3.2018]. Dostupné z: https://readwrite.com/2016/07/21/smart-cities-may-need-flash-data-centers-avoid-overload-ct4/

SDA. 2017. Stav vozového parku. In: Svaz Dovozců Automobilů [online]. [cit. 28.3.2018]. Dostupné z: http://portal.sda-cia.cz/stat.php?v#rok=2017&mesic=12&kat=stav&vyb=&upr=&obd=m&jine=false&lang=CZ&str=vpp

SEMANJSKI, Ivana a GAUTAMA, Sidharta. 2015. Smart City Mobility Application – Gradient Boosting Trees for Mobility Prediction and Analysis Based on Crowdsourced Data. In: Sensors, vol. 15, 15974-15987. Dostupné z: doi:10.3390/s150715974

SIGFOX. 2017. Sigfox Technology Overview. In: sigfox [online]. [cit. 7.2.2018]. Dostupné z: https://www.sigfox.com/en/sigfox-iot-technology-overview

SMITH, Lisa. 2017. Benefits of Open Data for Smart Cities. In: bee smart city [online]. [cit. 14.2.2018]. Dostupné z: https://hub.beesmart.city/solutions/benefits-of-open-data-for-smart-cities

STATISTA. 2018. Czech Republic: Urbanization from 2006 to 2016. Statista [online]. [cit. 21.2.2018]. Dostupné z: https://www.statista.com/statistics/455811/urbanization-in-czech-republic

STEHNO, David. 2013. Dolování dat – data mining. Brno: Diplomová práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace?zp_id=66064&aid_redir=1

ŠPAČEK, Jaroslav. 2011. *Vykopávky.* In: Obec Zeleneč, oficiální stránky obce [online]. [cit. 5.3.2018]. Dostupné z: http://www.zelenec.cz/obec/vykopavky/

THE WORLD BANK. 2017. Urban population (% of total). The World Bank [online]. [cit. 20.2.2018]. Dostupné z: https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?end=2016&start=1960]

TOMAR, Ankur. 2011. Introduction to Zigbee Technology. In: element14 [online]. [cit. 3.3.2018]. Dostupné z: https://www.element14.com/community/docs/DOC-37177/l/introduction-to-zigbee-technology-by-element14

United Nations, 2015. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. Department of Economic and Social Affairs, New York, ST/ESA/SER.A/366. Dostupné z: https://www.compassion.com/multimedia/world-urbanization-prospects.pdf

WANT, Roy. 2006. An Introduciton to RFID Technology. In: Pervasive Computing [online], vol. 1, s. 25-33. Dostupné z: doi: 10.1109/MPRV.2006.2

WEI, Hung-Yu, a další. 2013. WiFi, WiMAX, and LTE Multi-Hop Mesh Networks: Basic Communication Protocols and Application Areas. Wiley, 1. vyd. ISBN: 9780470481677

XU, Chun Yan. 2012. Construction Patterns of Smart City and Ideas of "smart Wuhan" Construction. Diplomová práce: Central China Normal University. Dostupné z: https://www.dissertationtopic.net/doc/2050839

Základní škola Zeleneč [online]. © 2018 [cit. 8.3.2018]. Dostupné z: http://www.zszelenec.net

ZDUBA, Lukáš. 2017. Fenomén chytrých měst: technologie, služby a modely. Brno: Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta, Ústav české literatury a knihovnictví, Kabinet informačních studií a knihovnictví. Dostupné z: https://theses.cz/id/g4vdj8?lang=cs

Zelená Obora. 2017. Nové vysokorychlostní přístupové body na vodojemu. In: Zelená Obora [online]. [cit. 5.4.2018]. Dostupné z: http://www.zelenec.org/2017/11/nove-vysokorychlostni-pristupove-body-na-vodojemu/

Rozhovor s Ing. Jaroslavem LÁTALEM, zakladatelem a majitelem společnosti PDSystems s r.o. Praha 26.3.2018

Rozhovor s Ing. Michaelem HUSINCEM, starostou obce Zeleneč. Zeleneč 9.4.2018

Přílohy

Příloha A: Specifikace řídící jednotky detektoru chodců

Tabulka 2 - Specifikace řídící jednotky PDSystems (PDSystems, 2017a)

Váha	1100 g
Rozměry (průměr x V)	415 x 315 x 170 mm
Napájení	230 V AC
Spotřeba	2 A
Provozní teplota	–30°C - +60°C

Příloha B: Specifikace detekčních jednotek

Tabulka 3 - Specifikace detekční jednotky PDSystems – R (PDSystems, 2017a)

Váha	650 g
Rozměry (V x Š x H)	150 x 130 x 220 mm
Napájení	24 V AC/DC
Spotřeba	0,084 A
Provozní teplota	–30°C - +60°C

Tabulka 4 - Specifikace detekční jednotky PDSystems – K (PDSystems, 2017a)

Váha	600 g
Rozměry (V x Š x H)	460 x 140 x 75 mm
Napájení	24 V AC/DC
Spotřeba	0,166 A
Provozní teplota	–30°C - +60°C

Příloha C: Specifikace LED návěstidel

Tabulka 5 - Specifikace zemního LED návěstidla PDS-400 (PDSystems, 2016)

Váha	2120 g
Rozměry (průměr x V)	140 x 115 mm
Napájení	12 V DC
Spotřeba	7 x 0–0,7A, 1 x 0–3,5 A
Světelný zdroj & intensita	8 x power LED (4 x 2), barvy dle požadavku Bílá: 370 lm, Červená: 39,8lm
Fyzická odolnost	96 tun
Provozní teplota	-30°C do +70°C

Příloha D: Specifikace nouzového tlačítka

Tabulka 6 - Specifikace RED ALERT® Hands-free WiFi VoIP Telephone 393-800A (GAI-Tronics, 2015)

Váha	1,86 kg
Rozměry (V x Š x H)	241,3 x 203,2 x 101, 6 mm
Napájení	24 – 48 V DC
Spotřeba	6 W, max.
Komunikace	WiFi
Provozní teplota	-20°C - +60°C

Příloha E: Specifikace monitorovací stanice

Tabulka 7 - Specifikace Compact Air Quality Monitoring Station AQY 1 (Aeroqual, 2015)

Váha	<1000 g
Rozměry (V x Š x H)	215 x 170 x 125 mm
Napájení	12 V DC
Spotřeba	24 W
Komunikace	WiFi
Řídící systém	Vestavěný PC, 1,2 GHz quad-core, 1 GB SDRAM, 16 GB SDHC úložiště, OS Ubuntu Linux
Provozní teplota	-10°C - +45°C