

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

Smart City z pohledu konektivity 5G

Bc. Petra Budská

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petra Budská

Hospodářská a kulturní studia

Název práce

Smart City z pohledu konektivity 5G

Název anglicky

Smart City from the point of view of 5G connectivity

Cíle práce

Cílem diplomové práce je ověřit připravenost měst v rámci rozvoje konceptu Smart Cities, a to prostřednictvím aplikací a technologií založených na využívání mobilních sítí 5. generace.

Metodika

Metodika práce bude spočívat v představení Smart City konceptů, které budou ovlivněny implementací 5G sítí. Následně budou nastíněny benefity, které zavedení přinese v jednotlivých oblastech chytrých měst. Praktická část se bude zabývat přímo implementací 5G sítě s následným zhodnocením úspěšnosti projektu.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

Smart City, technologie, 5G

Doporučené zdroje informací

LOMBARDI, Patrizia, et al. Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 2012.

RAO, S. K., PRASAD, R. Impact of 5G technologies on smart city implementation. *Wireless Personal Communications*, 2018. 161-176.

SANSEVERINO, E. R., SANSEVERINO, R. R., VACCARO, V., ed. *Smart cities atlas*. Springer, 2016. ISBN 978-3-319-47360-4.

SLAVÍK, Jakub. *Smart city v praxi*. Praha: Profi Pres s.r.o., 2017. ISBN: 978-80-86726-80-9.

Ústav spojů, veřejná výzkumná instituce. *Varšava: Ministerstvo digitalizace*, 2019. ISBN: 978-83-916146-5-5.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Mgr. Vladimír Očenášek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 9. 8. 2021

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 12. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Smart City z pohledu konektivity 5G" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi pomohli k úspěšnému dokončení diplomové práce. Velké díky patří mému vedoucímu práce panu Ing. Mgr. Vladimíru Očenáškoví, Ph.D. Dále bych chtěla poděkovala panu Ing. Danielu Vlčkovi, který si udělal čas, aby mi poskytnul rozhovor. V poslední řadě bych ráda poděkovala své rodině za morální podporu.

Smart City z pohledu konektivity 5G

Abstrakt

Diplomová práce se věnuje tématu Smart City v kontextu 5G sítí. Cílem předložené diplomové práce je ověřit připravenost měst v rámci rozvoje konceptu Smart Cities, a to prostřednictvím aplikací a technologií založených na využívání mobilních sítí 5. generace.

Teoretická část se v úvodu zaměřuje na definici Smart City a na oblasti rozvoje konceptu. Dále uvádí příklady dobré praxe ve světě, v Evropě a v České republice. V rámci komparace je v práci přiložen Smart City index. Následně se věnuje českým strategickým dokumentům a organizacím usilujícím o zvyšování konkurenceschopnosti České republiky. V návaznosti na Smart City je v práci řešen význam konektivity pro jednotlivé oblasti koncepce se zaměřením na síť 5. generace.

Praktická část práce se zabývá aukcí kmitočtů a vývojem 5G sítí v České republice, kde jsou přiloženy mapy aktuální implementace sítí 5G. Navazuje kapitola Index připravenosti sítí 5G. Další kapitoly seznámí čtenáře se soutěží 5G pro 5 měst, v rámci které došlo k implementaci sítí 5G ve výherních městech. Praktická část je zakončena implementovanými projekty v rámci soutěže 5G pro 5 měst a analýzou implementace Smart City se zhodnocením cíle práce.

V práci byly použity metody primárního a sekundárního sběru dat. V rámci práce byl veden strukturovaný rozhovor s koordinátorem projektu vítězných měst soutěže 5G pro 5 měst. Součástí je vyhodnocení SWOT analýzy.

Klíčová slova: Smart City, technologie, 5G, síť nové generace

Smart City from the point of view of 5G connectivity

Abstract

This diploma thesis deals with the topic of Smart City in the context of 5G networks. This diploma thesis aims to verify the preparedness of cities in developing the Smart Cities concept through applications and technologies based on the use of 5th generation mobile networks. In the introduction, the theoretical part focuses on the definition of Smart City and the areas for development concept. This thesis also gives examples of good practices in the world, in Europe, and in the Czech Republic. As part of the comparison, the Smart City index is attached. Subsequently, this thesis focuses on Czech strategic documents and organizations striving to increase the competitiveness of the Czech Republic. In connection with Smart City, this work addresses the importance of connectivity for individual areas of the concept that focuses on 5th generation networks.

The practical part deals with the auction of frequencies and the development of 5G networks in the Czech Republic, where maps of the current implementation of 5G networks are attached. Chapter 5G Network for preparedness index follows. The following chapters will acquaint readers with the 5G competition for five cities, within which 5G networks were implemented in the winning cities. The practical part ends with implemented projects within the 5G competition for five cities and an analysis of the implementation of Smart City with an evaluation of the thesis goal.

In the thesis, the methods of primary and secondary data collection were used. A structured interview was conducted with the project coordinator of the winning cities of the 5G competition for five cities as part of the work. SWOT analysis is part of the evaluation.

Keywords: Smart City, technology, 5G, next generation networks

Obsah

1 Úvod.....	12
2 Cíl práce a metodika	13
2.1 Cíl práce	13
2.2 Metodika	13
3 Teoretická východiska	14
3.1 Definice a historie konceptu Smart City	14
3.2 Obecná zdůvodnění potřeby implementace Smart City.....	16
3.3 Možné oblasti rozvoje Smart Cities	18
3.3.1 Green Smart City	18
3.3.2 Resilient Smart City.....	19
3.3.3 Safe Smart City	20
3.4 Případy používání Smart City	22
3.4.1 Veřejná doprava.....	22
3.4.2 Monitorování a řízení dopravy	23
3.4.3 Hladina vody / Monitorování povodní.....	23
3.4.4 Kamerové systémy a analytika	24
3.4.5 Pouliční osvětlení.....	24
3.5 Smart City ve světě	24
3.5.1 Singapur	24
3.5.2 Jižní Korea	27
3.6 Smart City v Evropě.....	31
3.6.1 Helsinky	31
3.6.2 Amsterdam.....	32
3.7 Smart City v České republice.....	33
3.7.1 Národní úroveň	33
3.7.2 Města a obce	36
3.8 Strategické dokumenty – ukázky na úrovni ČR.....	38
3.8.1 Praha	38
3.8.2 Písek.....	43
3.8.3 Bílina.....	45
3.9 Czech Smart City Cluster	48
3.10 Vědeckotechnické parky	49
3.11 Program rozvoje obce (PRO)	51
3.12 Smart City index	51
3.13 Význam konektivity pro Smart City	52

3.13.1	IoT.....	54
3.13.2	Wi-Fi.....	55
3.13.3	LTE	55
3.13.4	Nízkokapacitní datové sítě.....	56
3.13.5	BLE.....	56
3.13.6	WTTX.....	57
3.13.7	Optické sítě	57
3.13.8	Metalické sítě.....	58
3.14	Vývoj mobilních sítí.....	58
3.15	Oblasti Smart City – vymezení přínosů konektivity pro technologie/oblasti ..	60
3.15.1	Doprava.....	60
3.15.2	Služby	62
3.15.3	Bezpečnost.....	63
3.15.4	Vzdělání, kultura a zábava.....	63
3.15.5	Průmysl a hospodářství.....	64
3.15.6	Lékařská péče	64
3.16	5G ve světě.....	65
3.16.1	Velká Británie	65
3.16.2	Finsko.....	65
3.17	Implementace a rozvoj sítí 5G v České republice.....	66
3.17.1	Implementační milníky rozvoje infrastruktury sítí 5G pro potřebu Smart Cities	67
4	Praktická část	70
4.1	Český telekomunikační úřad – aukce kmitočtů	70
4.2	5G v ČR – vývoj, pokrytí.....	71
4.3	Vyhodnocení výstavby sítí páté generace	73
4.4	Soutěž 5G pro 5 měst	73
4.5	Soutěžní záměry vítězných měst.....	74
4.5.1	Plzeň.....	74
4.5.2	Ústí nad Labem.....	76
4.5.3	Karlovy Vary	79
4.5.4	Jeseník.....	81
4.5.5	Bílina.....	82
4.6	Zhodnocení projektových záměrů.....	84
4.6.1	Plzeň.....	84
4.6.2	Ústí nad Labem.....	85
4.6.3	Karlovy Vary	86
4.6.4	Jeseník.....	86
4.6.5	Bílina.....	87

4.6.6	Komparace	88
4.7	Plánované projekty 5G5M, vazba na RRF.....	88
4.7.1	Plzeň.....	89
4.7.2	Ústí nad Labem.....	89
4.7.3	Karlovy Vary	90
4.7.4	Jeseník.....	90
4.7.5	Bílina.....	90
4.7.6	Zhodnocení projektů	91
4.8	Implementované projekty v rámci soutěže 5G pro 5 měst.....	91
4.8.1	Plzeň.....	91
4.8.2	Ústí nad Labem.....	91
4.8.3	Karlovy Vary	92
4.8.4	Jeseník.....	92
4.8.5	Bílina.....	92
4.9	Zhodnocení implementace v jednotlivých městech	94
4.9.1	Plzeň.....	94
4.9.2	Ústí nad Labem.....	95
4.9.3	Karlovy Vary	96
4.9.4	Jeseník.....	98
4.9.5	Bílina.....	99
4.9.6	Závěrečné zhodnocení implementace.....	100
4.10	Celkové hodnocení implementace Smart City za pomoci 5G	100
4.10.1	Závěr	102
4.11	SWOT analýza současného stavu implementace Smart Cities konceptů v České republice.....	103
5	Výsledky a diskuse	104
6	Závěr.....	108
7	Seznam použitých zdrojů	110
	Seznam příloh.....	118
	Příloha 1.....	118
	Příloha 2.....	123
	Příloha 3.....	124

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozmístění vědeckotechnických parků v ČR (Společnost vědeckotechnických parků ČR, z.s., 2021)	50
Obrázek 2: Mapa pokrytí 5G společností T-Mobile (T-Mobile 2021)	71
Obrázek 3: Mapa pokrytí 5G společností O2 (O2, 2021)	72
Obrázek 4: Mapa pokrytí 5G společností Vodafone (Vodafone, 2021)	73

Seznam tabulek

Tabulka 1: Klíčové oblasti s možnými problémy, které lze vyřešit pomocí implementace metod Smart City	22
Tabulka 2: Výsledky aukce v kmitočtovém pásmu 700 MHz	70
Tabulka 3: Výsledky aukce v kmitočtovém pásmu 3400–3600 MHz	71
Tabulka 4: Shrnutí oblastí zájmu města Plzeň	85
Tabulka 5: Shrnutí oblastí zájmu města Ústí nad Labem	85
Tabulka 6: Shrnutí oblastí zájmu města Karlovy Vary	86
Tabulka 7: Shrnutí oblastí zájmu města Jeseník	87
Tabulka 8: Shrnutí oblastí zájmu města Bílina	87
Tabulka 9: Shrnutí projektů města Plzně	94
Tabulka 10: Shrnutí projektů města Ústí nad Labem	95
Tabulka 11: Shrnutí projektů města Karlovy Vary	96
Tabulka 12: Shrnutí projektů města Jeseníku	98
Tabulka 13: Shrnutí projektů města Bíliny	99
Tabulka 14: Analýza stavu implementace	103
Tabulka 15: Projektové milníky 5G5M	123
Tabulka 16: Index připravenosti 5G	124

Seznam použitých zkratk

AV – Autonomní vozidla

CSCC – Czech Smart City Cluster CSCC

ČTÚ – Český telekomunikační úřad

IKT – Informační a komunikační technologie

IoT – internet věcí (Internet of Thing)

MMR – Ministerstvo pro místní rozvoj

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu

RRF – nástroj pro oživení a odolnost (Recovery and Resilience Facility)

SC – Smart City

5G – Sítě 5. generace

1 Úvod

Smart City, v českém překladu „chytrá města“ jsou taková města, která využívají digitalizace a informačních a komunikačních technologií k tomu, aby zlepšily, zlehčily život jejich obyvatel. Často se vymýšlí takové inovace, které mají ulevit životnímu prostředí, nebo zvýšit odolnost dané oblasti. Nejčastějšími odvětvími, kde se koncept uplatňuje je doprava, zdravotnictví, bezpečnost, životní prostředí, energetika, ale zaobírá se i mnoha dalšími oblastmi.

Jelikož k realizaci je povětšinou potřebná konektivita, s nově nastupující sítí 5. generace přicházejí i nové možnosti realizace chytrých řešení. Síť 5G přinese rychlejší připojení s extrémně nízkou latencí, větší spolehlivostí, větší síťovou kapacitou, než dosavadní 4G-LTE, vyšší dostupnost a stabilitu, lepší uživatelský zážitek, který lze zároveň sdílet s více uživateli. Technologie 5G má tedy řadu funkcí, které pozitivně ovlivní digitalizaci a inteligentní města. Naskýtá nové možnosti pro vývoj různých aplikací, digitálních řešení, díky kterým lze povznést kvalitu života, která souvisí právě se zmiňovanými oblastmi. Konektivita by se dala pokládat za základní infrastrukturu konceptu Smart Cities.

V České republice se síť 5. generace aktuálně zavádějí, jedním z projektů, který se věnuje právě implementaci sítě je projekt 5G pro 5 měst. Původně se jednalo o soutěž vyhlášenou Ministerstvem pro místní rozvoj ve spolupráci s Ministerstvem průmyslu a obchodu, jehož hlavním cílem je ověřit připravenost měst a aktérů, kteří budou do projektu zapojeni. Zapojena byla města Plzeň, Ústí nad Labem, Karlovy Vary, Jeseník a Bílina. V průběhu dvou let, po který je projekt plánován, se budou snažit rozvíjet projekty na testování 5G technologií v rozdílných oblastech. Pokrytí 5G sítě je již v procesu zavádění.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem předložené diplomové práce je ověřit připravenost měst v rámci rozvoje konceptu Smart Cities, a to prostřednictvím aplikací a technologií založených na využívání mobilních sítí 5. generace.

2.2 Metodika

Metodika práce bude spočívat v představení Smart City konceptů, které budou ovlivněny implementací 5G sítí. Následně budou nastíněny benefity, které zavedení přinese v jednotlivých oblastech chytrých měst.

Teoretická část spočívala ve studiu odborné literatury a elektronických zdrojů. Praktická část se zabývala přímo implementací 5G sítě s následným zhodnocením úspěšnosti projektu. Byla vyhodnocena formou sběru a analýzy primárních a sekundárních dat o průběhu soutěže 5G pro 5 měst s následným vyhodnocením projektu a odpovědí na výzkumnou otázku, zda jsou města připravena na rozvoj konceptu Smart Cities prostřednictvím aplikací a technologií založených na využívání mobilních sítí 5. generace. V práci byly použity i mapy aktuální implementace sítí 5G, které jsou metodicky popsány. Součástí práce byl také strukturovaný rozhovor a panem Ing. Danielem Vlčkem o průběhu projektu 5G pro 5 měst.

3 Teoretická východiska

Teoretická část diplomové práce se věnuje seznámení a uvedení do problematiky pojmů z oblasti Smart City a konektivity 5G sítí.

3.1 Definice a historie konceptu Smart City

Chytré město a digitální město jsou pojmy, které se objevují stále více, a to jak ve vědecké literatuře, tak v technických zprávách. Politici, městské úřady a hi-tech společnosti používají tyto koncepty chytrého, digitálního města, a tím odkazují na ideální město, které lépe reaguje na potřeby svých občanů.

Během posledních padesáti let se světová populace skutečně přesunula z venkovských oblastí do měst, což vede ke vzniku městských problémů v různých oblastech jako je např. doprava, spotřeba energie, znečištění, zpracování odpadu a další. Od roku 2008 žije více než polovina světové populace, tedy 3,3 miliardy, ve městech. V roce 2030 může toto číslo dosahovat přibližně pět miliard. V roce 2050 bude již 65 % lidí žít v městských oblastech. Proto je důležité začít přemýšlet o strategii, která zlepší život ve městech. Problém městského obyvatelstva je možná nejkomplicovanějším a nejzásadnějším aspektem udržitelného lidského rozvoje (Lombardi a kol., 2012, Caragliu a kol. 2011, Hollands, 2008).

Je faktem, že v této problematice bude klíčovou roli zastávat právě technologie. Zejména při rozboru dosud vytvořené literatury je zcela evidentní, že chybí srozumitelnost a společné přístupy založené na empirických znalostech, které lze použít k tomu, aby vedly aktéry zapojené do vytváření a řízení strategií inteligentních měst k úspěšným výsledkům. Role technologie je žádanou v cílech jako je zlepšení kvality životního prostředí v městském prostoru, snížení emisí CO₂, zpracování odpadů, optimalizace spotřeby energie budov, výroba obnovitelné energie, zvýšení kvality života poskytováním lepších veřejných a soukromých služeb, např. místní veřejná doprava, zdravotní služby a tak dále.

Jednou z nejdůležitějších technologií používaných k podpoře strategie inteligentních měst jsou Informační a komunikační technologie (IKT). IKT jsou důležité pro úspěšnou implementaci Smart Cities. Konektivita a ovládání jsou klíčem k inteligentním městům. Informační a komunikační technologie provádí dálkové ovládání a řídí všechny prvky

potřebné v ekosystému Smart City. IKT se tak stává integrátorem různých služeb a aplikací a poskytuje centrální řídicí strukturu správě města. Obrovské množství dat o městech musí být shromažďováno a analyzováno v reálném čase, aby bylo možné odpovídajícím způsobem reagovat (Cocchia a Dameri, 2013, Dameri 2013, Rao a Prasad, 2018).

Z tohoto důvodu se digitální město často používá jako synonymum chytrého města. Není však jasné, zda tato dvě slova, chytré a digitální, opravdu chtějí říct totéž, nebo zda definují různá města, strategie a technologie. Nejde jen o akademické nebo teoretické téma, ale také o provozní, protože správně definovat typ města, je první krok k dobrému řízení politických, ekonomických a technických rozhodnutí k realizaci užitečných a výnosných projektů, a také jako prostředek k vybudování ideálního města (Dameri a Cocchia, 2013).

Evropské pojetí definuje koncept Smart City nejdříve specificky a to tak, že stěžejním odvětvím jsou informační a komunikační technologie, které jsou stimulem rozvoje města. Tato definice byla použita ve studii Evropského parlamentu s názvem „Mapping Smart Cities in the EU“ z roku 2014. V širším pojetí se zahrnují i jiná hlediska a vlivy, jako jsou například socioekonomické aspekty. Téměř každá definice se shoduje v tom, že Smart City je město, která za pomoci technologií zajišťuje lepší konkurenceschopnost a lepší budoucnost pro své obyvatele (Kuman, 2014, European parliament, 2019).

V Evropě byl pojem Smart City zprvu spojen s rozvojem průmyslu. Rok 2011 byl signifikantní vznikem průmyslových aktivit Smart Cities and Communities, účelem bylo snižování ekologické náročnosti dopravy a energetiky (Slavík, 2017).

Podle Ministerstva pro místní rozvoj České republiky, lze pojem Smart City chápat jako koncept strategického řízení města, obce nebo regionu. Jeho primárním cílem je zajistit kvalitu života obyvatelům. Nástrojem, který je používán k dosažení cíle, jsou moderní technologie, které jsou právě využívány ke zvýšení kvality života obyvatel a zároveň k dosažení hospodářských a sociálních cílů města. Zároveň dochází k součinnosti mezi různými dílčími aktivitami a veřejnými službami, za pomoci kterých město funguje. Jde především o: logistiku, dopravu, bezpečnost, energetiku a správu budov. Nejsou to však zdaleka jediná odvětví (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018).

Koncept má dvě hlavní odvětví:

- **Strategický dokument**, jedná se o dokument, který dává směr, cíl a systém celému konceptu Smart Cities. Je cíleně navázán a provázán s již existujícími strategickými dokumenty města, zejména se strategickým plánem a plánem územním.
- **Rozvojové projekty**, jedná se o konkrétní projekty, kterými je koncept naplňován. V případě zavádění moderních technologií se jedná povětšinou o charakter vývojový/ výzkumný (město jako „živá laboratoř“) anebo investiční (nákup a zavádění již implementovaných řešení).

Pojem „Smart Cities“ se začal v Evropě používat na popud průmyslu. Roku 2011 vznikla průmyslová iniciativa "Smart Cities and Communities", která zahrnovala spojení dopravy a energetiky s cílem snížení jejich ekologické zátěži. V roce 2012 zahájilo činnost Evropské inovační partnerství o chytrých městech a obcích (European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, zkratka EIP-SCC), které taky již zahrnovalo IKT a dávalo tak konceptu Smart Cities základovou strukturu. To ovšem neznamená, že by zde pojem „smart“ neexistoval v souvislosti s technologiemi roky předtím. Jako vzorový příklad můžeme uvést český Smart region Vrchlabí, ten byl představen jako pilotní projekt chytrých energetických sítí v ČR a stal se součástí nadnárodního projektu Grid4EU. Jeho spouštění proběhlo už v roce 2010 (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018).

Za ucelenější strategické pojetí lze považovat také aktivity města Písek. Město představilo svůj strategický dokument „Modrožlutá kniha Smart Písek“ roku 2015. Počátkem toho se v České republice objevuje řada dalších „inteligentních měst“, přičemž lze tvrdit, že řada z nich se opírá právě o metodiku a koncept inteligentních měst (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018).

3.2 Obecná zdůvodnění potřeby implementace Smart City

Počet obyvatel měst každoročně roste. Planeta se stává více městskou. Velká urbanizace vyžaduje nové a inovativní způsoby využití technologií k řízení vznikajících složitostí městského života. Požaduje nové způsoby, jak zacílit na problémy přelidněnosti, spotřeby

energie, správy zdrojů a ochrany životního prostředí. V tomto kontextu se Smart Cities objevují nejen jako inovativní systémy pro budoucí městský život, ale jako klíčová strategie pro řešení chudoby a nerovnosti, nezaměstnanosti a pro efektivnější hospodaření s energií (European parliament, 2019).

Myšlenka Smart Cities je ve svém jádru zakořeněna ve vytváření a propojení lidského kapitálu, sociálního kapitálu, infrastruktury informačních a komunikačních technologií (IKT) s cílem generovat větší a udržitelnější ekonomický rozvoj a lepší kvalitu života (European parliament, 2019).

McNeill a kol. (2017) tvrdí, že úspěšnost chytrého města již nezávisí na rozvoji technických dovedností, ale je třeba se zabývat jinými faktory. Chytrá města obvykle dosahují svých cílů bez zapojení veřejnosti/občanů a spokojenosti koncového uživatele (zákazníků). Je dobře známo, že rozvoj v odvětvích, jako je bezpečnost, služby a sítě v chytrých městech, může zlepšit životní a pracovní prostředí obyvatel měst (Lin a kol., 2019).

Podle Simonofskiho a kol. (2017), cílů chytrých měst nelze dosáhnout bez zapojení občanů do procesu rozvoje, tudíž zde opět lze spatřit nejednotnou politiku, co se týče strategie chytrých měst.

Členění inteligentních měst do šesti prioritních os bylo definováno v dokumentu „Mapping Smart Cities in the EU“ následovně:

- Smart Economy,
- Smart Mobility,
- Smart Environment,
- Smart People,
- Smart Living,
- Smart Governance (European parliament, 2019).

Koordinace politik podél těchto dimenzí se ukazuje jako pozitivní. V globálním profilu městského rozvoje se Smart City objevuje jako důležitý základ pro budoucí expanzi města. Evropská globální konkurenti mezi rozvíjejícími se ekonomikami prosazují rozsáhlé programy Smart City. Rozvoj města usnadňuje život všem obyvatelům. Dostupnost

infrastruktury usnadňuje hospodářský a společenský rozvoj. Města přitahují lidi, ale takovým způsobem, že problémy spojené s nekontrolovaným růstem velkých měst nestíhají chytré technologie dostatečně řešit. Jejich přínosný vývoj proto musí být usnadněn kombinací rámcových podmínek a informačních a komunikačních infrastruktur. Proto zde existuje několik platform a koncepcí, díky kterým mohou vlády, podniky a občané komunikovat a spolupracovat a sledovat vývoj svého města (European parliament, 2019).

3.3 Možné oblasti rozvoje Smart Cities

Ve výzkumu chytrých měst je trendem soustředit se pouze na jednotlivé faktory, které charakterizují strategii chytrého města, spíše než na explicitní a holistické postupy, které je třeba při jejich vývoji dodržovat. Proto zde vznikají města, která se více zaměřují na jeden konkrétní problém. Může se jednat o nakládání s odpady a snížení dopadu na životní prostředí nebo odolnost města. Můžeme nalézt i města, co se soustředí na bezpečnost, jako je tomu například v Číně.

V posledních letech roste význam ekologických hnutí, jejichž posláním je chránit životní prostředí, které bylo zničeno lidským zaviněním. V návaznosti na tyto společenské změny započal nový trend zelených chytrých měst po celém světě. Cílem zelených měst je udržitelnost a vysoká energetická účinnost, tedy technologie založené na obnovitelných zdrojích a nízké produkci odpadu. Cílem chytrých měst je větší důraz na využívání internetu věcí a informačních a komunikačních technologií k zabezpečení a zajištění řízení města obecně a řízení spotřeby energií.

3.3.1 Green Smart City

V posledních letech nastaly velké změny směrem k ekologičtějším řešením. Tato řešení přicházejí jako reakce na problémy změny klimatu, znečištění a udržitelnosti životního prostředí. Biologický a environmentální dopad jednotlivců je tak významný, že „zelená řešení“ pro domácnosti již nestačí. Zelenější domovy ve skutečnosti nejsou dostatečným řešením současných environmentálních výzev, proto se ve světě objevila nová tendence Green Smart Cities. Lidé si stále více uvědomují nebezpečí znečištění, z tohoto důvodu se

udržitelná a chytrá města začínají jevit jako svatý grál pro životní prostředí a energetiku (Salim, 2017).

Zelené město je město, které může svým obyvatelům nabídnout čisté a zdravé životní prostředí. Dále se soustředí na nakládání s odpadem, který je zpracováván efektivně tak, že se výrazně snižuje dopad na životní prostředí. Takové město také velmi efektivně využívá půdu. V otázkách ohledně energie město musí být energeticky soběstačné, což znamená, využívání energie co nejefektivněji (European Central Bank, 2010).

Hlavním cílem zelených měst je se udržovat a rozvíjet v hlavních oblastech, jako je vzdělávání, zdravotnictví, věda a výzkum, které představují budoucnost společnosti. Rozvoj zelených měst nejen pomůže zlepšit životní podmínky společnosti, ale pomůže také rozvíjet města v jejich regionálním kontextu. „Zelené město se proto nezaměřuje pouze na dodávky energie a účinnost. Jako důležitou a nezbytnou součástí jsou uznávány budoucí životaschopné dopravní služby, cílený ekonomický rozvoj, aspekty ochrany životního prostředí se zachováním rekreačních oblastí a přírodních prostor (Hirt, 2016).

3.3.2 Resilient Smart City

Informační a komunikační technologie jsou považovány za klíčový aspekt konceptu inteligentního města. Někteří autoři zdůrazňují význam lidí, kteří technologii provozují. Jen velmi málo, pokud vůbec nějaká, literatura zdůrazňuje význam odolnosti v diskurzu inteligentních měst. Pojem resilience byl původně představen známým ekologem CS. Hollingem. Město jako složitý systém by mělo mít schopnost být odolné, zejména pokud technologie selže buď kvůli technickým či člověkem způsobeným problémům, nebo přírodním katastrofám.

Studium odolnosti v udržitelném rozvoji se zpočátku zaměřovalo na ekologickou bezpečnost. Poté se zaměření odolnosti soustředilo na katastrofy a poté na sociální studia, sociálně-ekologická studia a v poslední řadě studium vstoupila do oblasti plánování (Holling, 1973, Levin, 1993).

V kontextu urbanismu, zejména u konceptů chytrých měst, hraje odolné město důležitou roli. Je třeba rozvíjet město jako komplexní systém a jeho odolnou kapacitu; vícesložkovou kapacitu, což je proces a interakce, která ji povyšuje nad fyzické limity města. Když je město považováno za chytré, hraje důležitou roli i odolnost. Proto je koncept odolnosti jedním z klíčových faktorů plánování chytrých měst (Desouza, Flanery 2013).

Faktor odolnosti je zde zahrnut pouze do definice konceptu chytrého města se softwarově orientovaným přístupem. Očekává se, že kombinace definic konceptu inteligentního města a odolného města vytvoří nové pojmenování, které bude reprezentovat oba koncepty.

3.3.3 Safe Smart City

Aby bylo dosaženo ekonomického a sociálního pokroku v oblasti Smart Cities, veřejná bezpečnost, bezpečnost občanů a veřejné, soukromé instituce se stávají klíčovými v této problematice. Zajištění bezpečnosti města je předpokladem pro život a práci jeho obyvatel, jejich respektování legitimních práv a svobod, efektivní fungování managementu, ekonomiky, městského sektoru, dopravy a komunikací, udržení požadované úrovně parametrů stanoviště a rozvoj sociální a kulturní sféry společnosti (Federov a sol. 2012).

Cílem konceptu bezpečného města je vytvoření jednotného plánu reakce na závažné kritické situace. Všechny klíčové zainteresované strany ve městech (policie, hasiči, záchranáři, vláda, vnitřní bezpečnost, doprava, veřejné služby) by měly účinně reagovat na nastalé nepředvídatelné události, na jakoukoli situaci ovlivňující jejich občany nebo organizace. Zvláštní pozornost by měla být věnována rozvoji mládeže a poskytování služeb zaměřených na snížení násilí mladistvých, kriminality a viktimizace. Města jsou stále více nakloněna investování do bezpečnostních technologií, vybavení a školení. Služby a aplikace pro veřejnou bezpečnost a zabezpečení, běžící uvnitř společné městské sítě a infrastruktury služeb, vracejí městu bezpečnost a kvalitu života snížením kriminality, městského násilí a hrozeb terorismu na jedné straně a rychlejší reakcí na mimořádné události na straně druhé (Federov a sol. 2012).

Velkou výzvou je sladit programy pro bezpečné město na různých úrovních a najít vhodná řešení. „Bezpečné město“ jako koncept a řešení nabízí informační a komunikační služby

spojující bezpečnostní systémy do jednoho informačního prostoru založeného na cloudovém paradigmatu. Na základě ICT technologií a paradigmat (např. širokopásmová infrastruktura, konvergence pevných a mobilních zařízení, internet věcí (IoT), cloud computing, velká data) pomůže sektor ICT zvýšit bezpečnost a úroveň sociální vyspělosti celé společnosti, čímž přispívá k udržitelnější budoucnosti (Federov a sol. 2012).

Na základě dnešních implementací a zkušeností nabízí koncept „Safe City“ rozsáhlé nasazení systémů videosledování (kamerové systémy) a nouzových komunikačních systémů, ale postrádá jediný a všeobecně přijímaný koncept na všech úrovních a vzájemné propojení. Současné přístupy se liší město od města a přinášejí velmi specifická řešení, která nelze snadno integrovat na vyšších úrovních. Proto je zde potřeba zavést nový přístup k překonání těchto nedostatků (Federov a sol. 2012).

3.4 Případy používání Smart City

Tabulka č. 1 shrnuje oblasti, kde lze uplatnit řešení chytrých měst. Jedná se o tato klíčová témata: vláda (správa) a politika, společnost, infrastruktura a služby, životního prostředí, podnikání a ekonomika (World Economic Forum, 2020).

Tabulka 1: Klíčové oblasti s možnými problémy, které lze vyřešit pomocí implementace metod Smart City

Téma	Vláda a politika	Společnost	Infrastruktura a služby	Životní prostředí	Ekonomika a obchod
Problémy	Územní plánování	Bezpečnost a ochrana veřejnosti	Voda	Prevence znečištění ovzduší	Městské podnikání
	Městské činnosti a finance	Zdravotní péče	Odpady	Ochrana půdy a její rehabilitace	Investice do soukromého sektoru
	Občanská angažovanost	Využití přístupu a ukončení vzdělání	Mobilita, doprava a zeměpisná přístupnost	Ochrana a obnova vod	Vývoj a konkurenční ekonomiky
		Sociální začlenění	IKT konektivita	Ochrana a obnova biodiverzity	Růst zeleně
		Demografická změna	Energie	Odolnost měst a adaptace na klimatické změny	
			Nemovitý majetek		
			Vzdělání, zdraví, společnost, komunita a rekreace		

Zdroj: World Economic Forum, 2020

3.4.1 Veřejná doprava

Propojená veřejná doprava je na prvním místě seznamu se 74% mírou implementace. Dnešní nejmodernější systémy veřejné dopravy kombinují monitorování polohy a tras vozidel veřejné dopravy v reálném čase s oznámeními a personalizovanými cestovními novinkami

pro cestující. Hladká a rychlá veřejná doprava má stále větší význam ve městech, která trpí dopravní zácpou.

Příklad: Skånetrafiken, poskytovatel veřejné dopravy ve městě Malmö ve Švédsku, se spojil s Telií a společností Swarco na instalaci propojeného veřejného autobusového systému. Systém shromažďuje informace o tom, kde se jednotlivé autobusy nacházejí, v reálném čase. Systém nejen informuje cestující o nejlepších trasách do cíle, ale také spojuje autobusy se semaforem a navzájem. To umožňuje inteligentní řízení a kontrolu systému veřejné dopravy (Wegner, 2020).

3.4.2 Monitorování a řízení dopravy

Sedmdesát dva procent měst zavedlo řešení pro monitorování a řízení dopravy. Monitorování a správa provozu pomáhá dopravní toky monitorovat a řídit. To má stále větší význam, protože rostoucí městská populace povede k tomu, že stále více automobilů bude na již přetížených silnicích současně. Podle Organizace spojených národů vzroste podíl lidí žijících v městských oblastech z 55 % v roce 2018 na 68 % v roce 2050 (Wegner, 2020).

Dánské město Kodaň zavedlo 380 inteligentních semaforů, které nejen upřednostňují kola a autobusy, ale také pomáhají vyčistit přetížené ulice po vybraných akcích, jako jsou fotbalové zápasy. Zelenou fázi semaforu lze podle situace prodloužit až o 30 sekund. Poté, co město poprvé otestovalo 10 těchto nových inteligentních semaforů v jedné části města, si uvědomilo, jaký dopad má tento nový systém, a rozhodlo se jej rozsáhle zavést po celém městě (Wegner, 2020).

3.4.3 Hladina vody / Monitorování povodní

Sedmdesát dva procent inteligentních měst zavedlo inteligentní monitorování hladiny vody nebo povodní. Řešení monitorují hladinu vody ve veřejných vodních nádržích, jako jsou řeky, kanály nebo dokonce jezera a moře. V hustě zastavěných oblastech, jako jsou města, to může být zásadní. Ale i ve venkovských oblastech může být nasazení tohoto případu využití inteligentního města životně důležité.

Příklad: V roce 2017 bylo 75 % obyvatel La Emilia (Buenos Aires, Argentina) nuceno evakuovat poté, co místní řeka zničila přehradu a hráze. V důsledku toho vláda zavedla systém (založený na platformě bezdrátových senzorů Libelium), který nabízí

informace o stavu řeky v reálném čase. Sběr dlouhodobých statistik také pomáhá zmírnit budoucí rizika (Wegner, 2020).

3.4.4 Kamerové systémy a analytika

Sedmdesát dva procent chytrých měst zavedlo nějakou formu řešení pro sledování videa a analytiku. Používají CCT kamery a analýzy k detekci konkrétních situací, např. nehod, trestných činů, potenciálních hrozeb nebo rozpoznávání specifických rysů (rozpoznávání obličeje, demografické údaje atd.). Tento případ využití Smart City je zvláště prospěšný ve vysoce přeplněných městských oblastech, kde lidé nemohou sledovat všechny informace najednou a včas.

Kapské Město v Jižní Africe představilo řešení rozpoznávání poznávacích značek, které pomohlo učinit hlavní ulici vedoucí k jednomu z nejbohatších předměstí města mnohem bezpečnější. Bylo nainstalováno 42 denních/nočních kamer, takže lze sledovat totožnost až 300 000 automobilů za hodinu. Představitelé města nahlásili 65% pokles kriminality po zavedení systému (Wegner, 2020).

3.4.5 Pouliční osvětlení

Šedesát osm procent chytrých měst používá propojené pouliční osvětlení v každodenním provozu. Monitorování a řízení technického stavu pouličních osvětlení a spotřeby energie může městům pomoci snížit náklady a stát se udržitelnějšími (Wegner, 2020).

Příklad: Město Chicago zahájilo projekt inteligentního osvětlení v Chicagu v roce 2017. Očekává se, že pouliční osvětlení spotřebuje až o 75 % méně elektřiny, pokud bude v roce 2021 vyměněno všech odhadovaných 270 000 svítidel (Wegner, 2020).

3.5 Smart City ve světě

3.5.1 Singapur

Singapur je často označován za ukázkový příklad inteligentního města. V žebříčkách a indexech Smart City Singapur dosahuje nejvyššího skóre a ujímá se prvního místa. Zvláště zajímavé jsou singapurské inovace týkající se nákladní dopravy jako služby (FaaS), mobility

jako služby (MaaS) a inovativního využívání technologií nové generace a přelomových paradigmat při řešení obtížných strukturálních problémů (Shamsuzzoha a kol., 2021).

Rozvoj inteligentních měst v Singapuru je soustředěn v rámci iniciativy Smart Nation, která byla zahájena v roce 2014. V té době bylo cílem singapurské vlády vybudovat technickou architekturu pro první Smart národ na světě. Společnost Infocomm Media Development Authority of Singapore získala vedoucí postavení v holistickém rozvoji infrastruktury. To zahrnovalo standardizaci používání internetu věcí a vývoj platformy Smart Nation. Platforma Smart Nation byla zaměřena na to, aby reprezentovala novou vylepšenou síť, která zvládá různorodé připojení, všudypřítomnou konektivitu, celostátní senzory IoT a schopnost analýzy dat. Platforma Smart Nation by pak společností a vládním agenturám umožnila inovovat chytřejší služby pro občany (Shamsuzzoha a kol., 2021).

Strategickým cílem Singapuru je optimalizovat využití omezeného prostoru efektivnějšími, spolehlivějšími a bezpečnějšími vozidly s vylepšenými systémy dopravy. Autonomní vozidla (AV) hrají v těchto projektech klíčovou roli. V Singapuru se v současné době vyvíjejí a prototypují různé podoby a uplatnění AV převážně v silniční veřejné dopravě. Tyto závazky jsou součástí zmíněné strategie Smart Nation pro dopravu, která má reagovat na rostoucí poptávku po dopravě podtrženou rostoucí a stárnoucí populací. Singapurská iniciativa pro autonomní vozidla zkoumá technologické možnosti, které může autonomní doprava pro Singapur vytvořit. Již proběhly testy autonomního řízení s osobními auty, kyvadlovými autobusy, elektrickými minibusy, které jsou službou pro návštěvníky tamější zahrady, kyvadlovými autobusy bez řidiče v univerzitním kampusu (r. 2018) a autonomními elektrobusey. Jeden projekt testuje nákladní autonomní vozy, které jsou naváděny transpondéry instalovanými na silnici. (Ministry of Transport, 2017, Shamsuzzoha a kol., 2021).

Vývoj AV v Singapuru začal již v roce 2010 a od roku 2014 začaly probíhat veřejné zkoušky. V současné době Úřad pro pozemní dopravu spolu s firmou ST Kinetics vyvíjí autonomní autobus s maximální kapacitou čtyřiceti cestujících. Dále oznámil, že tři města (Punggol, Tengah a Jurong Innovation District) budou mít autonomní autobusy a kyvadlovou dopravu

od roku 2022, s nasazením mimo dopravní špičku (Smart Nation and Digital Government Office, 2018 Land Transport Authority, 2017).

Pro autonomní navigaci budou autobusy používat satelitní systém GPS, se sadou senzorů pro skenování a definování jejich polohy a nejbližšího okolí. Autobusy budou mít také radary a sonary, které jsou schopny detekovat další vozidla a chodce již od 200 metrů. Kromě toho firma ST Kinetics pracuje na vylepšení schopnosti navigace autonomních autobusů v nepříznivých dešťových podmínkách, a to ze současných 10 mm/h na 30 mm/h (Land Transport Authority, 2017).

V rámci projektu budou autonomní autobusy ověřovány v různých prostředích. Vládní agentura spolupracuje se zúčastněnými stranami, jako je Národní univerzita v Singapuru a Rada pro udržitelný průmyslový rozvoj, aby se našla vhodná zkušební místa, kde lze AV testovat. Potenciální oblastí se jeví ostrov Jurong a kampus univerzity. Počáteční zkoušky budou prováděny mimo špičku v průmyslové oblasti, kde je silniční infrastruktura méně složitá. Vzhledem k tomu, že autonomní autobusy jsou vybavovány pokročilejšími technologiemi, zavádění bude pokračovat postupně do složitějších zkušebních míst (Land Transport Authority, 2017).

Cílem vývoje a testování autonomních autobusů bude zajistit co největší bezpečnost, zdokonalit porozumění současného stavu technologie a připravit se na plnohodnotný provoz v budoucnu, až se technologie dostatečně vyvine. Ve výhledovém horizontu se předpokládá, že by se proces mohl implementovat na veřejné silnice ve městech, aby se pozdvihlo cestování v rámci města (Land Transport Authority, 2017).

V roce 2021 byl testován tříměsíční zkušební placený provoz autonomní autobusové dopravy na dvou místech v Singapuru (Singapore Science Park 2 a Jurong Island). Poprvé tak byla autonomní vozidla provozována v zemi komerčně (Abdullah, 2021).

První autobus měl kapacitu deset cestujících a jezdil na šesti zastávkách v singapurském vědeckém parku. Druhý autobus s kapacitou dvaceti šesti cestujících měl trasu deseti zastávek v místě ostrova Jurong. Autobusy dosahovaly maximální rychlosti 25 km/h, ve

voze byl také bezpečnostní řidič, který v případě nouze převezme volant. Autobusy byly vyvinuty společností ST Engineering, s mapovou technologií poskytovanou firmou GPS Lands (Abdullah, 2021).

Společnost ST Engineering již dříve v roce 2019 provedla tříměsíční zkušební provoz autonomních kyvadlových autobusů na ostrově Sentosa, který přepravil asi 6 000 cestujících po trase dlouhé 5,7 km (Abdullah, 2021).

3.5.2 Jižní Korea

Jižní Korea od počátku roku 2000 vede iniciativy inteligentních měst založených na technologiích s dobře vybavenou infrastrukturou. Korejská politika inteligentních měst byla rozdělena do tří období: fáze výstavby (2003–2013), spojovací fáze (2014–2016) a fáze vylepšení (2017–2020). V první fázi vydaný zákon z roku 2008 podpořil výstavbu technologicky vyspělé infrastruktury s cílem zlepšit konkurenceschopnost a kvalitu života v nových městech. Ve druhé fázi se politiky inteligentních měst zaměřily na integraci nezávisle provozovaných informačních systémů do komplexních platform inteligentních měst. Závěrečná fáze rozšířila technologicky zaměřené koncepce na participativní správu, započala reformu právních rámců a přizpůsobila projekty inteligentních měst specifickým potřebám každého města. Místní vlády v Jižní Koreji většinou přijaly nové obchodní modely vyplývající z implementace konceptů inteligentních měst. Pozoruhodný pokrok byla elektronizace vlády, kterou oznámila korejská vláda v roce 2016, další úroveň iniciativy "e-government 2020". Tato iniciativa vyžadovala, aby městské vlády byly účinné a transparentní, ale začleňovaly i myšlenky občanů, a docílily tak nových nápadů (Browne, 2020, Fredette a kol. 2012, OECD, 2020, Ministry of the Interior, 2020, Caragliu a kol., 2011).

Koncept inteligentního města se vyvinul prostřednictvím různých typů úsilí odpovídajících charakteristikám a prostředí specifickým pro město. Gimpo a Namyangju, které se nacházejí v provincii Gyeonggi v Jižní Koreji, realizovaly příkladné projekty inteligentních měst. Jejich rozsáhlým experimentům se podařilo proměnit ambiciózní vize v realistické plány. Jako středně velká města mohou poskytovat kontextové přehledy, které pomáhají ostatním městům realizovat iniciativy inteligentních měst (Myeong a kol., 2021).

Gimpo

Město Gimpo se nachází na středozápadě Jižní Koreje. V roce 2018 mělo město 427 754 obyvatel. Velikost města dosahuje 276,61 km², to si lze představit jako o trochu větší město Brno. Město má vizi udržitelného a kreativního města, včetně městské správy orientované na služby a občany. Její roční rozpočet na rok 2018 činil 1,2 miliardy USD (Myeong a kol., 2021).

Město vybudovalo v roce 2014 tzv. „Smartopia“ centrum prostřednictvím vývoje IKT a vytvořilo veřejno-soukromou společnost, která má zlepšit efektivitu města a zajistit bezpečnost občanů. Jako inteligentní integrovaná městská platforma měl projekt „SmartopiaGimpo“ s rozpočtem 40 milionů USD poskytovat bezpečnostní služby založené na big datech, se zaměřením na prevenci kriminality, dopravu, životní prostředí a katastrofy (Myeong a kol., 2021).

Centrum je vybavené městským řídicím systémem velkých dat, který se skládá z inteligentního CCTV systému a řešení, které analyzuje i více snímků. Primární funkcí je zajistit efektivní správu města poskytováním preventivních informací o bezpečnosti při katastrofách a prováděním inteligentních rezidentních služeb. Je to platforma pro služby velkých dat v reálném čase založená na internetu věcí, cloud computingu, velkých datech a mobilních technologiích (Myeong a kol., 2021).

Tato platforma umožňuje předem vyhodnotit známky rizik přírodních a sociálních katastrof pomocí analýzy velkých dat, což občanům umožňuje předem se s rizikem vyrovnat a minimalizovat jejich škody. Smartopia Gimpo vedla ke snížení kriminality a menšímu počtu nehod a katastrof (Myeong a kol., 2021).

Projekt chytrého města Gimpo vybudoval ICT platformu pro sběr, analýzu a poskytování dat pro propojení a správu městské infrastruktury. Tato platforma byla vytvořena v souladu s obchodní strategií založenou na otevřené platformě, tedy standardním modelem otevřené

konvergenční platformy IoT smartcity a partnerství v oblasti řízení, do kterého se mohli zapojit různí výrobci, uživatelé a operátoři. Nově plánované chytré město se většinou potřebuje odtrhnout od stávajících síťových struktur, které se soustředí na posílení telekomunikačních společností. Infrastruktura platformy také obsahovala související systémy se zaměřením na bezpečnost (Myeong a kol., 2021).

Město odráží chytrost s jasným cílem efektivnějšího zvládnání nepředvídatelných události a zajištění bezpečnosti. Na základě toho byla naplánovaná výstavba, provoz, rozšíření a inovace platformy infrastruktury. Město společně se soukromým sektorem investovalo do vybudování platformy administrativních služeb na základě formačních a komunikačních technologií a založilo společnost, která distribuuje velká data. Protože služby platformy nebyly navrženy tak, aby generovaly zisk, byl vytvořen podnikatelský model pro poskytování služeb soukromému sektoru. Obdržely se dotace od centrální vlády. Jinými slovy, výrobcem služeb je místní firma, spotřebitelem je soukromý sektor a za zboží platí centrální vláda (Myeong a kol., 2021).

Brzy se však objevily problémy v nejasných vztazích mezi městskou vládou, městskou radou, prodejci a občany, přičemž tyto vztahy dokonce omezovaly zapojení zainteresovaných stran. Gimpo Big Data Corporation se rozpadla, když v roce 2018 nastoupil nový starosta. Místní média a noviny kritizovaly zánik korporace během procesu realizace projektu. Služby byly také omezené z důvodu ochrany osobních údajů (Myeong a kol., 2021).

Namyangju

Město Namyangju se nachází taktéž na středozápadě poblíž města Gimpo. V roce 2018 čítala populace 674 771 obyvatel. Rozlohou město dosahovalo 458,03 km², což je rozloha menší Prahy. Roční rozpočet na rok 2018 byl 1,4 miliardy USD (Myeong a kol., 2021).

Město využívá rozsáhlé analýzy dat ke zlepšení toku dopravy, předvídání a prevenci šíření sezónních infekčních nemocí, zjištění úrovně spokojenosti občanů s cílem posoudit kvalitu služeb a identifikovat oblasti potenciálního zlepšení. Městská IoT platforma se používá k detekci mimořádných lékařských událostí, převážně pro kontrolu lidí v důchodovém věku,

automatizaci zemědělských systémů, monitorování hladiny vody, kanalizace a vyhodnocení kvality vody v reálném čase. Drony se používají pro účely veřejné bezpečnosti a požární ochrany (Myeong a kol., 2021).

Jedna z platforem umožňuje aktivní účast občanů. Umožňuje sdílet a prohlížet užitečné informace o městě. Obyvatelé mohou přímo prezentovat své názory a návrhy týkající se veřejné politiky starostovi a správcům města (Myeong a kol., 2021).

Zatímco město Gimpo kladlo důraz na vytváření robustních IT infrastruktur a hardwaru, Namyangju se zaměřilo na vytváření inovativních rozhodovacích postupů prostřednictvím sběru relevantních dat a analýzy dat. Tamější starosta byl zastáncem tvorby politiky založené na datech, vytyčil dva hlavní cíle: zvýšení pohodlí občanů a zvýšení administrativní efektivity (Myeong a kol., 2021).

Zřízená platforma shromažďovala a analyzovala data k identifikaci politických problémů a formulování řešení. První krok vedl k zanalyzování stávajících nebo nově získaných dat z jiných vládních agentur, aby se lépe porozumělo charakteristikám a potřebám obyvatel. Analýza dat poskytla informace o obyvatelích: odkud se přistěhovali, kde pracují, odkud dojíždějí, jaké způsoby dopravy používají, zda jsou majitelé nemovitosti, nebo nájemníci, zda mají děti a tak dále. Byl také použit nástroj GIS, který pomohl identifikovat geografické koncentrace populací s podobnými zájmy nebo jinými společnými vlastnostmi (Myeong a kol., 2021).

Město se zaměřilo na získávání a analýzu relevantních dat, aby pochopilo povahu problémů. Ukazuje potenciál pro vytváření projektů chytrých měst s relativně skromným rozpočtem. Její zaměření na sběr a analýzu dat nutně nevyžaduje výrazné rozpočtové investice v podobě drahého hardwaru a vybavení. Tento přístup nevyžaduje mnoho peněz, ale vyžaduje vědomé a aktivní úsilí ze státní sféry prostřednictvím úředníků (Myeong a kol., 2021).

3.6 Smart City v Evropě

Tato kapitola obsahuje nejlepší ukázkou dobré praxe Smart City v Evropě, podle subjektivního názoru autora diplomové práce.

3.6.1 Helsinky

Helsinky jsou jedním z nejinteligentnějších měst v Evropě a stále získávají větší a větší uznání. Nedávno město získalo ocenění, když v roce 2019 bylo jmenováno evropským hlavním městem chytré turistiky, mající nejlepší digitální dvojče. Zároveň se stalo nejinnovativnější regionem v Evropě, nejvýhodnějším evropským regionem střední velikosti pro zahraniční investice, třetím nejlepším městem pro začínající společnosti na celém světě a pátým a osmým nejlepším chytrým městem na světě ve dvou různých žebříčcích (Shamsuzzoha a kol., 2021).

Město Helsinky má přibližně 81 projektů kreativních Smart City řešení. Spolupracují se 750 společnostmi, 170 výzkumnými zařízeními a 60 partnerskými městy. Mnoho projektů je uspořádáno pod čtyřmi hlavními titulky: IoT, Smart City, Smart Mobility a Forum Virium je čtvrtým titulkem, pod kterým jsou dva projekty zaměřené na rozvoj evropského ekosystému umělé inteligence ve spolupráci se šesti chytrými Smart City městy ve Finsku. Cílem Forum Virium (odborná organizace poskytující projektovou a finanční expertízu) je udělat z Helsinek nejfunkčnější chytré město na světě (Shamsuzzoha a kol., 2021).

Iniciativa IoT zahrnuje projekty od vývoje přelomových IKT technologií pro městskou infrastrukturu až po modelování digitálních řešení s cílem přilákat turisty na helsinské souostroví. Odvětví Inteligentní mobility uvádí devět současných projektů. Jeden z hlavních projektů v rámci iniciativy Inteligentní mobilita je pilotní projekt uhlíkové neutrality v logistice, dálkové bezpečnosti a dohledu nad životním prostředím. Projekty zkoumají problematiku doručování drony, možnost nahrazení dodávek automobilů elektřinou podporovanými, autonomními vozidly a projekty robotických autobusů využívajících autonomní minibusy jako součást služeb veřejné dopravy (Virium, 2020).

Při bližším pohledu na iniciativu "Inteligentní mobility" lze identifikovat čtyři hlavní témata výzkumu: využívání nízkouhlíkové energie, vývoj pokročilých vozidel, inteligentní služby

mobility a dopravní systémy. Nízkouhlíková nebo uhlíkově neutrální energie se využívá ve zkušební verzi dronů a ve zkouškách elektrických autonomních minibusů. To jsou také příklady pokročilých vozidel. Kromě autonomních zkoušek autobusů jsou služby inteligentní mobility a dopravní systémy přítomny také v projektu inteligentní logistiky města (Virium, 2020).

Stejná témata jsou viditelná v pěti inteligentních řešeních mobility soustředících se na trajektové trasy Helsinky–Tallinn). První projekt experimentuje se systémem, který řídí pohyby kamionů v přístavech v centru města, aby se snížilo přetížení. Druhý projekt studuje řízení toku cestujících pomocí balíčků cestovních služeb (cestovního ruchu). Třetí projekt testuje automatický hands-free systém tramvajových jízdenek, aby se zjistilo, jak by se dal urychlit pohyb cestujících v terminálech trajektů. Pátý projekt experimentuje s anonymizovanými daty o poloze mobilních účastníků za účelem analýzy trendů pohybu cestujících z trajektu ve městě (Shamsuzzoha a kol., 2021).

3.6.2 Amsterdam

Program Amsterdam Smart City, který byl zahájen v roce 2009, je příkladem dobré praxe. Jedná se o iniciativu organizovanou a financovanou kombinací veřejných a soukromých fondů. Výchozím bodem spolupráce programu Amsterdam Smart City (ACS) je skutečnost, že financující partneři jsou zapojeni do dlouhodobých cílů souvisejících s problémy, kterým metropolitní oblast Amsterdamu v současnosti čelí. Model ASC je velmi jednoduchý: v centru jsou tři zakládající partneři, z nichž všichni mají dlouhodobé ekonomické zájmy týkající se infrastruktury a společné ambice řešit společenské problémy. Prostřednictvím programu ASC spolupracují s dalšími subjekty: strategickými partnery v určitých konkrétních oborech. Jedná se o společnosti jako Philips, Cisco, IBM, Accenture a malé a střední podniky na úrovni jednotlivých projektů. Zapojení veřejné správy je zásadní; ve skutečnosti to vytváří důvěru v úspěch cílů, zajištění otevřených dat, dlouhodobého závazku, cílených politik a vedení lidí. Partnerství mezi různými aktéry, veřejnými a soukromými, je jedním z klíčů k úspěchu Amsterdamu jako chytrého města (Sanseverino a kol., 2016).

Město Amsterdam se soustředí na projekty v kontextu energetiky, které jsou ústředním bodem strategie města. Ve skutečnosti by se od roku 2009 dal Amsterdam považovat za

leadera pro všechna ostatní evropská města. Největší podíl energie ve městě představuje energie vyrobená z odpadu. Energetický plán elektřiny vyrábějící se z odpadu v Amsterdamu je ve vlastnictví městské společnosti AEB, produkuje 560 GWh elektřiny ročně a 548 000 GJ tepla. Amsterdamská tramvaj a metro, radnice a systém veřejného osvětlení jsou napájeny odpadem města. Kromě toho se přebytečné teplo vznikající při spalování využívá k zajištění dálkového vytápění a teplé vody pro byty, domy a podniky. V blízké budoucnosti tepelná síť propojí více rodin (asi 30 000-50 000), čímž se sníží potřeba fosilních paliv pro kotle v soukromých bytech (Sanseverino a kol., 2016).

Dalším odvětvím stojícím za zmínku je doprava. V Amsterdamu pochází jedna třetina všech emisí CO₂ ze systému námořní dopravy. V hlavním městě Nizozemska se přístav pro výletní a nákladní lodě nachází v blízkosti centra města. Systém zásobování energií kotvicích lodí, jako ve většině turistických evropských přístavů ještě před několika lety, spoléhal na vlastní produkci energie prostřednictvím diesellových generátorů na palubě (Sanseverino a kol., 2016).

Projekt „Ship to Grid“ zahrnuje instalaci 73 distribučních jednotek elektřiny z obnovitelných zdrojů na břehu řeky s celkem 300 přípojkami. Kotvicí lodě mohou vypnout své generátory, což umožní snížení emisí CO₂ (Sanseverino a kol., 2016).

3.7 Smart City v České republice

3.7.1 Národní úroveň

V České republice máme koncepci Ministerstva pro místní rozvoj zabývající se Smart Cities, která je zastřešujícím dokumentem věnující se problematice SMART řešení u nás. Koncepce vznikla pro účely splnění Inovační strategie České republiky 2019-2030: The Country for The Future a také vede ke splňování typového opatření s číslem 55, využívat Smart řešení v urbánním i venkovském prostoru Strategie regionálního rozvoje 21+. Celá koncepce přináší pro obce, města i regiony nová řešení s cílem zajistit kvalitu života lidí a zároveň zvýšit cestovní ruch a konkurenceschopnost celé země v mezinárodním měřítku. Dokument byl zpracován v době probíhající pandemie COVID-19, a proto je zde kladen důraz na

potřebu nových, inovativních řešení ve všech oblastech (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

Jak již bylo řečeno, nejde jen o propojení infrastruktury s chytrými prvky, ale cílem je vyšší kvalita života, veřejných služeb a celkově zlepšení podmínek pro život lidí. Lze se k tomu dopracovat s využitím potenciálu oblasti, technologických nástrojů a inovativního myšlení jedinců. Celý koncept pracuje s pojmem SMART řešení, jež chápeme jako nové technologie a inovativní pojetí k propojování a koordinaci řešení problémů. Důležitým předpokladem pro naplňování koncepce je vytváření právního i finančního prostoru pro možnost realizace pilotních řešení, jejich následného vyhodnocení a uvedení do běžné praxe. Koncepce zohledňuje rozmístění obyvatel našeho státu a potřebu nových inovací. Bere v úvahu různou velikost i správu na všech úrovních (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

Koncepce dále zohledňuje specifickou sídelní strukturu ČR a potřebu hledat inovativní řešení pro území různé velikosti a veřejnou správu na všech úrovních. SMART řešení v dokumentu obsahují sedm principů (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

Jedná se o principy:

- princip změny směru (práce z domova),
- princip odolnosti (odolnost ekonomiky, životního prostředí... na základě inovací),
- princip jednoho řešení s několika efekty (řešení více potřeb najednou),
- princip „krátkých vzdáleností“ (hospodárnost, účinnost, efektivnost),
- princip spolupráce a finanční udržitelnosti,
- princip koheze a komplementarity, horizontálního a vertikálního propojení (nová řešení, spolupráce na všech úrovních),
- princip řešení založených na relevantních informacích a faktech.

Tyto principy mají sloužit jako vodítka pro obce, města i regiony ke SMART řešením a být možným přínosem. Dále mají zvýšit kvalitu života v území.

Nová řešení se vyvíjejí markantním tempem, koncepce se tak musela specificky vymezit na vizi, principy a cíle, které jdou ruku v ruce s potřebami obyvatel České republiky.

Z organizačního hlediska dokument nabádá ke koordinaci sektorových postupů, a proto je potřeba spolupráce jednotlivých resortů v území k uplatnění inovativních postupů. Důležitá je proto jak spolupráce municipalit a krajů, tak ústředních orgánů státní správy a dalších organizací naplňujících své strategie (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

Dokument je směřován do roku 2030 z důvodu toho, aby realizace odpovídala programovému období fondu Evropské unie, který bude přispívat k řadě realizací. Podstatnou částí vedoucí k realizaci koncepce představuje digitalizace. Technologie a technika představují primární nástroj k vybudování infrastruktury a využívání digitalizace. Zde je však potřeba pomoci externích subjektů a partnerů. Jeden z nejdůležitějších cílů je pokročit na cestě k uhlíkové neutralitě, a to pomocí udržitelných řešení a energetické autonomie (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

Průřezovou oblastí dokumentu je „Odolnost prostřednictvím SMART řešení pro obce, města a regiony“. Tato oblast zahrnuje digitalizaci veřejné správy, principy spolupráce zainteresovaných účastníků při rozvoji obcí, měst a regionů, regionů mezi sebou a v poslední řadě mezinárodní vazby. Struktura koncepce je dále dělena do tří pilířů udržitelného rozvoje (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

Pilíř Lidé a komunity (odolné obce, města a regiony). Problematika je soustředěna na dostupnost sociálních a zdravotních služeb, vzdělávání, společenskou odolnost a schopnost reagovat na krizové stavy (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

V pilíři Lokální ekonomika (konkurenceschopné obce, města a regiony). V tomto okruhu je kladen důraz na význam podnikání pro rozvoj území, využití nových možností v energetice, zavádění principů cirkulární ekonomiky a rozhodující role ICT infrastruktury (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

V pilíři Prostředí pro život (zelené obce, města a regiony). Zde se soustředí na kvalitu prostředí pro život v obcích a regionech, význam jejich zelené a modré infrastruktury. Zdůrazňována je tvorba krajiny, schopné adaptace a snížení dopadů na změnu klimatu. Svou roli zde také hraje doprava, zvláště pak aktivní městská mobilita, kvalitní dopravní obslužnost mezi centrem a zázemím regionu a regiony mezi sebou (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

Ministerstvo pro místní rozvoj plánuje zprostředkováním této koncepce a její implementace pomoci realizovat SMART inovativní řešení. MMR, jako zastřešující orgán, iniciuje různá fóra pro koordinaci partnerů, koordinuje jednání spojující všechny partnery s cílem šířit metodické informace, porozumět významu nových řešení a seznámit se s jejich potenciálem, porozumět výzvám, identifikovat osvědčené postupy, což podpoří spolupráci v oblasti SMART řešení (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

3.7.2 Města a obce

Záměrem Svazu měst a obcí České republiky (SMO ČR) je hájit společné zájmy a práva měst a obcí. Formovat příznivé podmínky pro jejich rozvoj s cílem vytvořit vhodné podmínky pro obyvatele těchto obcí. Podmínky by měly být rovnocenné pro každého občana neohledně na věk, vzdělání apod. Tím by se tedy měly zmenšit rozdíly mezi menšími obcemi a velkými městy. Dokument „Strategický rámec Svazu měst a obcí v oblasti Smart City: strategická část“ se snaží vytyčit nástroje, které jsou potřeba ke konceptu Smart City. Bere v úvahu, že bude vyžadovat jiné nástroje a přístupy v malé obci a ve větším městě. Cílem je tedy vytvořit dobré životní podmínky pro jakéhokoli občana, proto je celý koncept orientován na služby pro občany (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Udržitelným rozvojem se bere takový, který nezpůsobí dluhy splatitelné až dalším generacím. Je zde tedy potřeba brát rozvoj z dlouhodobějšího hlediska za použití chytrých prostředků, tedy digitalizace. Koncept bere v úvahu: klimatické změny, společnost a přírodu. Dříve se koncepce SC orientovala na energetiku, nyní se od dřívějších strategií odklonilo a orientuje se více na klimatickou změnu, která zastává velice významnou pozici a je zásadní pro udržitelný rozvoj. S využíváním inovativních technologických prostředků přichází významná změna přístupu v jednotlivých odvětvích, jako je hospodářství (zjednodušeně Průmysl 4.0), společnost (zjednodušeně Společnost 4.0) i environmentalismus. Koncept SC by měl být zaměřen na dlouhodobý rozvoj obcí, veřejnou správu, vztah obce a občanů (eGovernment), infrastrukturu obce (voda, odpady, energie, doprava, ICT) a dále se snažit identifikovat potřeby občanů (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Vize 2050: Udržitelné Česko

Udržitelné Česko má tři základní směry udržitelného rozvoje k hlavním dlouhodobým strategickým cílům:

- kultivovaná společnost lidí,
- ekonomika založená na znalostech,
- uhlíkově neutrální země.

Kultivovaná společnost lidí zastává hodnoty individuální odpovědnosti. Jedná se o společnost vzdělanou s kulturně bohatou se společenským životem. V rámci zdraví se rozvíjí sportovní aktivitou, kvalitním zdravotnictvím a sociálními službami. Prevence jako základ dožívají vysokého věku a dobrého zdraví (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Ekonomika je založená na znalostech, veřejná správa je obohacena o elektronický prvek. Celkově se snižuje množství administrativy. Existuje fungující infrastruktura se zajištěnou bezpečností/kyberbezpečností (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Mnoho zemí Evropské unie má cíl dosáhnout **uhlíkové neutrality** své země do roku 2050. Pro jeho splnění je potřeba učinit řadu podstatných změn v ekonomice, zacházení se zdroji a ochraně životního prostředí. Důležité je změnit vzorce chování spotřebitelů (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Vize 2035: SMART Česko

SMART Česko je společnost, kde lidé mají vztah ke svému domovu a jsou schopni se velice rychle adaptovat novým technologickým východiskům.

- Spokojení lidé ve svém domově.
- Prosperující země.
- Odolná (resilientní) společnost.

V návaznosti na **spokojenost lidí ve svém domově** se zpomalil trend vyliďňování malých obcí ve prospěch větších měst. Kvalita vzdělání dosahuje v aglomeracích vysoké úrovně. Obyvatelé mají dostatek sportovního vyžití, stejně jako jiných aktivit ve volném čase. Zdravotní a sociální péče je na dobré úrovni (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Prosperující země je postavena na znalostní ekonomice a průmyslu, který se přizpůsobil novým technologickým výzvám (Průmysl 4.0 – viz Inovační strategie České republiky

2019–2030 – The Country for the Future 7). Velký zájem firem o technologie založené na IT řešeních vytváří prostor pro vznik nových řetězců, v nichž se stávají lídry. Pokud bude podpora směřovat na jasnou představu, budou i nadále poskytovány dotace (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Odolnost (resilience) společnosti se v oblastech postupně zvedá. Zvyšuje se kvalita životního prostředí, odolnost infrastruktury a kyberbezpečnost, odolnost jedince, rodiny a společnosti. V oblasti životního prostředí se klade důraz na ovzduší, vodu a půdu, nová technologická řešení a infrastrukturu (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

Základními principy strategie je orientace na člověka a na jeho potřeby, udržitelný rozvoj společnosti (obcí, regionů) a postoj k řešené problematice (Svaz měst a obcí ČR, 2020).

3.8 Strategické dokumenty – ukázky na úrovni ČR

3.8.1 Praha

Praha se snaží ve Smart City zařadit mezi evropské a světové metropole. Hlavní město Praha se umístilo v pořadí Smart Cities ve světě podle IESE Business School na 45. místě z 181 měst v 80 zemích.

Pro hlavní město zajišťuje odborné poradenství a řízení projektů Smart City společnost Operátor ICT, a.s. (dále jen OICT), která se soustředí na oblast informačních a komunikačních technologií a jeho poradenstvím. Projekt, které již realizovaly je například systém karet Lítačka, který mají ve správě i ve formě mobilní aplikace. Dále pak stojí za zmínku jejich aplikace Moje Praha, která má ulehčit orientaci ve městě (Magistrát hlavního města Prahy 2021).

Praha má dva hlavní dokumenty zastřešující plánování a implementaci Smart City řešení. Jedná se o Koncepti Smart Prague 2030, která se opírá o využívání nejmodernějších technologií k proměně metropole. Představuje strategii města založenou na inovativních technologiích.

Druhým dokumentem je Akční plán Smart Prague 2030, který slouží pro potřeby města. Byl sepsán za účelem zpřehlednění plánovaných projektů v oblasti Smart City. Akční plán Smart Prague 2030 systematicky navazuje na koncepci Smart Prague do roku 2030.

Koncepce Smart Prague do roku 2030

Mobilita budoucnosti

„Čistá, sdílená, inteligentní, mobilní a samořídící mobilita • Se sdíleným elektromobilem po celé Praze levněji a pohodlněji než vlastním vozem. Soukromá auta dobíjená ve sdílené síti. • Parkovací místa a informace z dopravy do mobilu • Inteligentní semaforey řízené podle aktuální dopravní situace • Autobusy na čistý pohon • Praha mezi prvními metropolemi se samořídícími dopravními prostředky • Multikanálový odbavovací systém – MHD jízdenka na mobilu a kreditce“

Chytré budovy a energie

„Úsporná a udržitelná energetika a zdravé a inteligentní veřejné budovy • Pražský fond čisté energie – čisté zdroje energií uspoří náklady Pražanům • Chytré lampy šetří energii a jsou páteří inteligence ve městě • Nezávislé lokální energetické sítě zajistí nepřetržitý provoz kritické infrastruktury (nemocnice, pitná voda) i v případě blackoutu • Zdravé prostředí v inteligentních veřejných budovách“

Bezodpadové město

„Udržitelné, inteligentní a odpovědné odpadové hospodářství • 100% třídění směsného komunálního odpadu • Odpadní a dešťová voda je surovinově a energeticky využívána • Optimální trasy svozu odpadů řízené na základě dat ze senzorů“

Atraktivní turistika

„Mobilní, datově řízený, přívětivý a zábavný turistický ruch • Heat mapa turistického ruchu na bázi big dat ze sociálních sítí, kreditních karet, senzorů, internetu a dalších datových zdrojů pro turismus • Doprava a vstup na hlavní atrakce na jednom nosiči (karta, mobil) • Turistické mobilní aplikace a pokročilé technologie (umělá inteligence a 3D realita) pomáhají v navigaci a informování návštěvníků.“

Lidé a městský prostor

„Bezpečný, moderní a informativní veřejný prostor a asistivní péče • Online detekce rizikových jevů ve veřejném prostoru • Pokročilé asistivní technologie pro život nemohoucích v jejich domácím prostředí • Každý Pražan může s využitím mobilních senzorů změřit stav znečištění ovzduší ve své lokalitě • WiFi, dobíjení a stacionární senzory na lavičkách • Technologie městského farmaření“

Datová oblast

„Jednotná, transparentní a bezpečná komunikační síť a platforma pro přenos, ukládání, zveřejňování, analýzu a reálné on-line použití dat pro řízení. Každý Smart City projekt má on-line „počítadlo“ přínosů (četnost užití, úspory CO2, peněz, času atd.)“ (Deloitte, 2017).

Akční plán Smart Prague 2030

Účelem koncepce Smart Prague 2030 bylo stanovit klíčové oblasti s tematickými okruhy, které vymezují výchozí nároky na implementované projekty. Akční plán byl vypracován z důvodu toho, aby kryl krátkodobé a střednědobé cíle, na které se koncepce nezaměřuje. Obsahově tak poskytuje souhrn projektů a idejí v oblasti Smart Prague, které lze úspěšně realizovat do roku 2030 (Operátor ICT, a. s., 2020).

Projekty Smart Prague

Rozvoj konceptu Smart City v hlavním městě je ve fázi projektových záměrů a pilotních projektů, přestože hlavní město by mělo být lídrem těchto Smart City projektů. Některé projekty se neosvědčily a byly posléze zrušeny. Jiné jsou ve fázi implementace a realizace a jen velmi málo bylo zrealizováno.

V kategorii **Lidé a městské prostředí** nebyly zrealizovány žádné strategické projekty. Projekt „Smart Prague center, prostor pro inovace space“ byl posléze zrušen. Cílem bylo vytvořit Inkubátor Smart Prague projektů a showroomu SPACE. Měl tak být vytvořen prostor pro plánování projektů.

V této kategorii bylo však zavedeno spoustu doplňkových projektů, jako je: Metropolitní systém tísňové a zdravotní péče, již zmíněná aplikace Moje Praha, Sledování intenzity

cyklistické dopravy – cyklosčítače, Smart Prague Wi-fi, Interiérová navigace pro občany v prostorách Škodova paláce...

V kategorii **Bezodpadové město** je ve fázi rutinního provozu strategický projekt „Chytrý svoz odpadu“. Jehož cílem bylo vytvoření nástroje pro dohled nad stavem a naplněností nádob na separovaný odpad, vše za využití ultrazvukových IoT senzorů. Informace o vytíženosti jsou pak předávány kvalifikovaným zaměstnancům.

Doprovodným projektem jsou „Kompresní koše“, které teprve půjdou do fáze rutinního provozu. Budou mít funkce stlačování vhozeného odpadu a budou schopny signalizovat naplnění svozové firmě. Ve fázi zahájení je také „ekologický systém využití odpadních vod“ s funkcemi přeměny odpadních látek v organické hnojivo, výroby el. energie a výroby tepla pro provoz Ústřední čistírny odpadních vod.

V kategorii **Atraktivní turistika** nebyl zrealizován ani zrušen žádný projekt. Doprovodným projektem je Prague Visitor Pass, který je ve fázi implementace. Díky němu dojde k zefektivnění služeb v oblasti turismu na území hl. m. Prahy.

V kategorii **Datová oblast** je ve fázi rutinního provozu platforma s názvem Golemio. Tato datová platforma propojuje městské aplikace a celkově data. Pracuje s velkými objemy dat a pomáhá pracovat i s těmi daty, která dosud měla nevelké využití, a to ať už kvůli jakýmkoliv omezením jako jsou ta technická nebo právní.

Doprovodným projektem je Virtualizace Prahy a 3D datový model. Tento projekt vznikl kvůli skutečnosti, že Praha v současnosti nemá nástroj pro práci s prostorovými daty v rozšířené realitě, která by dokázala poskytnout vizualizaci simulací a predikcí dějů ve 3D. Jedná se tedy o klíčový prvek v rutinním provozu, který umožňuje pohled na lokalitu, usnadňuje práci s daty a dokáže pomoci při rozhodovacích procesech. Cílem bylo také vytvoření a otestování virtuálního dvojčete Prahy prostřednictvím pilotních environmentálních a dopravních dat. Stal se tak nástrojem pro výkonnější řízení hlavního města v mnoha oblastech. Př. Šíření nebezpečných látek, záplavy a šíření povodňové vlny, modelování a optimalizace dopravy, modelování vlivu urbanistického rozvoje, proudění vzduchu a emisí, provětrávání, evakuační a únikové trasy, dopady šíření hluku,..

V kategorii **Mobilita budoucnosti** bylo schváleno nejvíce strategických projektů. Jedná se o tyto projekty, které jsou ve fázi přípravy:

- datová integrace P+R parkovišť ve spádové oblasti Prahy,
- MaaS ID jednotná registrace a platba z jednoho místa za služby mobility (vytvoření systému ucelené registrace a platby pro služby mobility v Praze),
- autonomní mobilita v hl. m. Praze, technicko-ekonomická studie (podklady pro rozhodování zástupců města o podpoře rozvoje technologií),
- inteligentní analýza dopravy (řeší otázku získávání statistických dopravních dat),
- systém informací o dojezdových dobách (instalace senzorů na řešené komunikační síti města).

Schváleno k realizaci:

- čtyřpolové nabíjení elektrobusů,
- generel rozvoje dobíjecí infrastruktury v hlavním městě Praze do roku 2030 (dostatečná kapacita elektrické distribuční sítě veřejného dobíjení pro připojení a provoz dobíjecích bodů),
- intermodální plánovač trasy (odlehčí dopravní zátěži a sníží environmentální zátěže způsobené automobilovou dopravou).

Rutinní provoz:

- multikanálový odbavovací systém pro MHD (nový systém pro odbavení cestujících hromadné dopravy v Praze).

Doprovodnými projekty v kategorii Mobilita budoucnosti: Základny pro dobíjecí stanice pro elektromobily a Wallboxy pro příspěvkové organizace hlavního města Prahy (časově úspornější) ve fázi implementace a Systém pro automatizovaný vjezd a výjezd vozidel z městského parkoviště, který je připraven do rutinního provozu.

V poslední taktéž početné kategorii **Chytré budovy a energie** jsou představeny tyto projekty:

Vyhodnocování projektu:

- energetické úspory s využitím metody EPC.
- energetický ekosystém (systém hodnocení budov ve vlastnictví města – směřování investic).

Rutinní provoz:

- energetika v budovách hlavního města Prahy (analýza zaměřená na data týkající se spotřeb energií),
- digitální měření energií.

Pilotní provoz projektu:

- komplexní řízení energetiky v budovách.

3.8.2 Písek

Město Písek bylo jedno z mála měst, které již v roce 2015 mělo zpracovaný svůj koncepční plán k naplňování cílů Smart City s názvem „Modrožlutá kniha Smart Písek“. Město tak bylo vpředu před ostatními, a díky tomu podepsalo smlouvu s Ministerstvem životního prostředí a stalo se tak lídrem mezi středně velkými městy.

Občanům města tento koncept Smart Písek by měl poskytnout mnoho výhod. Zavádění moderních technologiílepší podmínky v řadě odvětví. Koncept se zaměřuje na tři pilíře: Udržitelná městská mobilita, inteligentní budovy a čtvrti, integrované infrastruktury a procesy v energetice, ICT a dopravě. Model se také soustředí na občany a hledání zdrojů financování.

Město spolupracuje s univerzitami (ČVUT Praha) a průmyslovým odvětvím (E.ON Česká republika). Město na konkrétních projektech navazuje spolupráci s průmyslem i univerzitami a také podepsalo memorandum s Ministerstvem pro životní prostředí a Ministerstvem pro místní rozvoj.

Město Písek realizovalo již řadu projektů, převážně v oblastech energetiky, dopravy a životního prostředí.

Přehled zrealizovaných projektů:

Chytrá parkoviště

Účelem projektu bylo zapojit parkoviště do elektronického parkovacího systému. Nejen že systém informuje řidiče o volných parkovacích místech, ale dokáže ho také na parkovišti navádět. Dalším krokem bylo pořídit systém na vypočítání pravděpodobnosti volného stání ve zvolené ulici.

Chytrá veřejná hromadná doprava

Projekt by zrealizován za účelem zkvalitnění veřejné hromadné dopravy s cílem zvýšit přehlednost a informovanost. Řešení jsou jak vnitřní, ve vozidle, tak vnější, na zastávkách, například ve formě informačních tabulí o příjezdu a odjezdu vozidla městské hromadné dopravy.

Dopravní navigační systém

Město Písek spustilo v roce 2018 navigační systém parkování, který využívá data z mobilních telefonů.

Úsporná opatření na objektech města formou EPC

Projekt je založen na modernizaci energetických systémů s využitím soustavného energetického managementu.

Projekty v realizaci:

+CityxChange

Město Písek se stalo jedním ze sedmi evropských měst, které bylo úspěšné s ambiciózním projektem +CityxChange. Hodnotitelem byla Evropská komise. Záměrem projektu je decentralizace obchodování s elektrickou energií.

Sdílená kola v písku (další prostředek dopravy)

SECAP: Akční plán pro udržitelnou energii a klima

Závazek vypracovat do 2 let Akční plán pro udržitelnou energii a klima.

Plánované projekty:

COST – European cooperation in science and technology

Seskupení projektů s podobnou tematikou a společně tak dojít k dobré a špatné praxi, sdílet nápady a myšlenky.

Klimatolog města písek

Účelně pracovat s životním prostředím. Pečovat o intravilán i extravilán a zmírnit jevy spojené s vysokou urbanizací.

3.8.3 Bílina

Hlavním cílem města je rozvíjet kvalitu života svých občanů, usiluje, aby se obyvatelé cítili bezpečně a měli kvalitní bydlení a podnikatelské prostředí. Proto město Bílina investovalo do svého rozvoje a nechalo si sepsat strategické plány Smart City. Strategie obsahuje část návrhovou a implementační a část analytickou.

Strategie Smart City města Bílina

Z dokumentu Strategie Smart City města Bílina je patrná snaha o modernizaci. Kvůli neustále se vyvíjejícím technologiím, které jsou stále dostupnější, se město snaží reagovat na nejnovější implementované inovace a nechává se inspirovat již zavedenými a ověřenými. Město si stanovilo cíle z mnoha tematických oblastí na základě svých vizí chytrého města a vytyčilo si čtyři základní oblasti priorit, na které bude kladen důraz. Jedná se o **dopravu** (tranzitní a parkování), **bezpečnost** (napříč oblastmi), **eGovernment** (Veřejná správa) a **energetiku** (oblast Životní prostředí) (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020).

Doprava

Obyvatelé města využívání převážně osobních automobilů. Město by tak mělo zahájit stavbu parkovacích domů, ale zároveň zlepšit situaci ohledně městské hromadné dopravy. Situaci s dopravou by ulehčilo využívání speciálních kamer, které jsou schopné monitorovat nejen průjezd vozidel, ale i chodce či cyklisty. Data z kamer jsou průběžně analyzována a zasílána do řídicího centra, která by v počítačovém systému viděli pracovníci úřadu a byli by tak informováni o aktuální situaci na silnici (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020).

Bezpečnost chodců

- Podpora vzniku obytných a pěších zón.
- Bezpečný přechod – zkvalitněním světelných a signalizačních podmínek, umožňuje monitoring rizikových lokalit a zejména přináší nové zdroje lokálních dat (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020).

Alternativní doprava

Projekt pro oblast podpory cyklodopravy (půjčování, či sdílení kol) na území města.

Bezpečnost (napříč oblastmi)

Situaci ohledně větší bezpečnosti města by mohlo zlepšit zvýšení počtu městských kamer. Problémem je však značná přetíženost datových přenosů již ve stávajícím rozsahu instalovaných kamer. Otevírá se tak otázka nasazení pokročilého analytického software, který proces dohledu i vyšetřování automatizuje. Město v současné době takovým software, resp. odpovídajícími moduly, nedisponuje (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020).

Senzorická síť

Dalším pomocníkem při zvýšení bezpečnosti je senzorická síť, která může sloužit jako prvek městského varovného a prediktivního systému. Lze je nasazovat pro rozpoznání a lokalizaci požáru, nebezpečných látek ve vzduchu, zvýšené hladiny vody či látek v ní obsažených (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020).

Město získalo dotaci na projekt „Rozvoj kybernetické bezpečnosti Bílina“.

eGovernment

Město Bílina se snaží urychlit procesy administrace a jako vizi si stanovila vytvoření tzv. virtuálního úřadu, což je zavádění takových řešení, které umožňují co nejvyšší míru digitalizace správní agendy a úřední komunikace. Cílem je také zavedení městské aplikace a karty občana. To má za úkol maximálně zjednodušit přístup a využití veškerých existujících služeb města (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020).

Energetika

Město má v plánu zavedení alternativních zdrojů energie. Nejdříve se tak zahájí posouzení vhodnosti instalace fotovoltaických, geotermických, solárních a rekuperačních systémů, a to s ohledem na pokročilé možnosti ukládání a další lokální distribuci generované energie skrze tzv. smart grids. Díky této oblasti by město mohlo vykázat reálné finanční úspory, které lze pak využít do dalších oblastí Smart City projektů. Důležitým mezníkem je zajištění energetického experta, kterým město nyní nedisponuje (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020).

Zajímavé poznatky

Zajímavými poznatky byla snaha o gamifikaci v kontextu SC, navázání spolupráce s Agenturou pro evropský globální navigační satelitní systém (GSA) a iniciaci pilotního projektu v oblasti využití GNSS pro své Smart projekty, město je jedním z mála měst České republiky, které disponuje svou vlastní nemocnicí. Dále stojí za zmínku i technologické inovace za účelem vzdáleného dohledu nad stavem seniorů a technologická inovace kompresních košů, které by měly snížit četnosti svozů o 50–80 % (Opus consulting, Gatum Advisory, 2020)

Klíčové poznatky:

- zvýšení míry digitalizace,
- navýšení počtu kamer a implementace analytického softwaru,
- výstavba parkovacích domů (zabezpečení, monitoring),
- plánovaná investice do alternativních zdrojů a datové sítě.

3.9 Czech Smart City Cluster

Czech Smart City Cluster (CSCC) je firma která formuje partnerství mezi firmami, státní správou, samosprávou, znalostními institucemi a obyvateli měst. Sdružení usiluje o zvyšování konkurenceschopnosti v oblasti Smart City. Uzavírají memoranda s městy za účelem vzájemné výměny informací, poskytují expertní poradenství v oblastech, kde se město angažuje a uvažuje nad budoucím rozvojem. CSCC se snaží podněcovat investice a inovace v začleněných městech a regionech a docílit tak základních ekonomických a environmentální idey Smart Cities. CSCC účelně podporují malé a střední podniky, které díky spolupráci s akademickými partnery mohou nabízet inovované služby s vyšší přidanou hodnotou (Czech Smart City Cluster, 2021).

Projekty

Projekt Czech Smart City Clusteru s názvem „Jednotná informační a datová platforma konceptu Smart“ je členěn do tří hlavních pilířů (P-01, P-02 a P-03), které se skládají z klíčových aktivit (KA) (Czech Smart City Cluster, 2021).

Pilíř 1 (P-01): Jednotná informační a metodická platforma

První pilíř usiluje o vytvoření platformy, která zlepší dostupnost informací, které jsou podstatné pro implementaci Smart projektů.

„KA1: Kvalitativní sběr informací od představitelů municipalit a regionů, pracovníků odpovědných za rozvoj obce, města či regionu, manažerů v oblasti SMART řešení.

KA2: Metodická a odborná podpora pracovní skupiny pro Smart Cities MMR.

KA3: Spolupráce při přípravě a realizaci implementačního plánu“ (Czech Smart City Cluster, 2021).

Pilíř 2 (P-02): Platforma SMART strategických dokumentů

Účelem je spravovat všechny dokumenty a strategie (online platforma), které již v oblasti Smart City vznikly.

„KA4: Praktické využití WEBSYSTÉMU, jeho rozšíření a přizpůsobení potřebám všech partnerů.

KA5: Soustředění a správa relevantních dokumentů“ (Czech Smart City Cluster, 2021).

Pilíř 3 (P-03): Mediální a edukační platforma

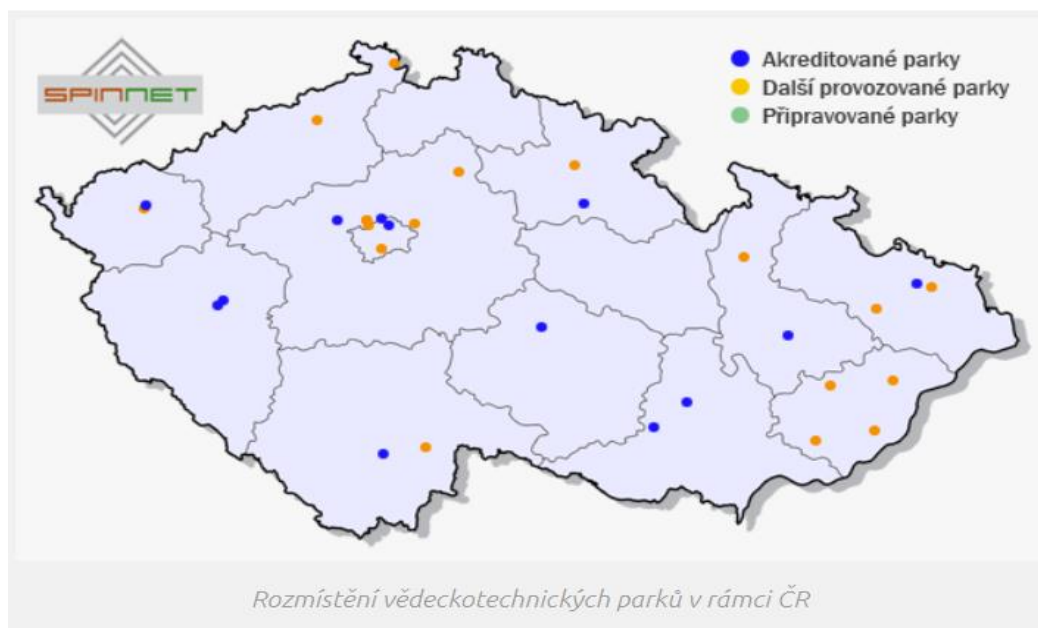
Třetí pilíř je zaměřen na celkovou osvětu v oblasti SMART řešení. Zdůrazněná je zejména implementace Koncepte Smart Cities – odolnost prostřednictvím SMART řešení pro obce, města a regiony a realizaci Smart řešení.

„KA6: Vzdělávací semináře určené pro všechny partnery dle modelu Quadruple helix

KA7: PR aktivity v oblasti propagace SMART řešení“ (Czech Smart City Cluster, 2021).

3.10 Vědeckotechnické parky

Ve vědeckotechnických parcích se setkává sféra akademická, podniková a organizace vědy a výzkumu. Společným cílem je podpora inovací a konkurenceschopnosti dané lokality a místních podniků. Jelikož zde vznikají malé i střední inovační firmy, předávají se zde znalosti, rozvíjí region, využívá vědy, výzkumu a techniky. Vědeckotechnické parky jsou často klíčovými v otázce rozvoje Smart City konceptů i implementací. Zároveň pracují i na bázi mezinárodní spolupráce.



Obrázek 1: Rozmístění vědeckotechnických parků v ČR (Společnost vědeckotechnických parků ČR, z.s., 2021)

Na obrázku č. 1 lze vidět rozmístění vědeckotechnických parků v České republice. Modré tečky značí akreditované parky, oranžové pak další provozované parky. Momentálně nejsou žádné parky v přípravě.

Vědeckotechnický park Tech Tower

Město Plzeň má v plánu vybudovat nový vědeckotechnický park pro inovativní firmy s názvem Tech Tower. Jako každý vědeckotechnický park pro inovativní firmy bude poskytovat prostory pro inovativní firmy, které budou mít velký potenciál a také pro nově začínající startupy v západočeské metropoli. Umístěn bude v bývalém Světovaru v Plzni na Slovanech. Společnosti tak budou mít k dispozici plně vybavené kanceláře, možnost coworkingu, prototypové dílny a mnoho dalšího. Plzeň tak posílí svoji pozici území, které se může chlubit tím, že je kolébkou výzkumu, vývoje a inovací (Smart City Plzeň, 2018).

Projekt je realizován za podpory Evropské unie a zprostředkován za pomoci Ministerstva průmyslu a obchodu z operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost prostřednictvím nástroje Integrovaná teritoriální investice (ITI) plzeňské metropolitní oblasti. Podpora EU činí 181 752 085 Kč. Projekt by měl být spuštěn na začátku roku 2022 (Smart City Plzeň, 2018).

3.11 Program rozvoje obce (PRO)

Ministerstvo pro místní rozvoj (MMR) vytvořilo webovou aplikaci s názvem ObcePRO, jejímž účelem je pomoci obcím jednodušeji zpracovávat své vlastní programy rozvoje. Pomocí aplikace lze také sledovat realizaci, vytvářet programy rozvoje, které jsou uživatelsky nápomocné a dokážou provázet uživatele obsahem a strukturou dokumentu anebo vytvářet hodnocení jejího plnění. Rovněž také pracuje se statistickými daty potřebnými pro socioekonomickou analýzu obce. Z dat jsou pak automaticky vytvořeny žádané výpočty ukazatelů systematicky organizované do tabulek a grafů. Efektivní jsou také různé šablony a vzory dokumentů (vzorová ukázka dotazníků, vzorové zprávy pro zastupitelstvo) či e-learning (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

System tedy dokáže vytvářet Smart City akční plány, rozvojové plány s možností sledovat jeho plnění, vytvářet hodnocení a v neposlední řadě generovat podklady pro rozpočet nebo podklady pro rozpočtový výhled, které obci pomohou hospodařit s financemi. Samotná aplikace je určena pro obce a města a pro její přístup je nezbytné zažádat Ministerstvo pro místní rozvoj o přístupové individuální údaje (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021).

3.12 Smart City index

Praha již druhým rokem klesá v celosvětovém žebříčku Smart City, který vytváří švýcarský institut IMD a Univerzita technologie a designu v Singapuru. Průzkum mezi obyvateli ukázal, že se Praha nyní pohybuje na 78. příčce ze 118 světových metropolí. Minulý rok se přitom umístila na 44. místě a rok předminulý dokonce obsadila 19. pozici (ČTK, 2021).

Nejvyšší hodnocení již třetím rokem po sobě dostalo město Singapur. Následovalo město Ženeva a na třetím místě se umístilo Oslo. Bez medaile skončila města Tcha-pej, Lausanne, Helsinky, Kodaň, novozélandské hlavní město Auckland a Bilbao. Česká republika se může inspirovat blízkými Rakouskými sousedy, kde jejich hlavní město Vídeň skončilo na úctyhodném 11. místě. Na 12. místě se umístilo město New York, které se tak stává nejvíce Smart městem celé Ameriky (ČTK, 2021).

Index také hodnotí kromě technologií a ekonomických aspektů i kvalitu života a s tím související zdraví, vzdělání, vyžití ve volném čase a také bezpečnost města. Praha se tak propadla na horší příčku, poněvadž se začaly hodnotit i kategorie nové. Například informovanost o dopravních zácpách či dostupnost bydlení (ČTK, 2021).

V rámci průzkumu výzkumní pracovníci také zjišťovali spokojenost obyvatelů žijících ve světových městech. Bylo poptáno přibližně patnáct tisíc obyvatelů. Otázky se týkaly spokojenosti se životem ve městě a jeho správou. Respondent měl pak určit pět pro něj nejpodstatnějších. V Praze bylo prioritou bydlení, dopravní situace a korupce a zároveň tyto oblasti byly označovány za nejvíce problematické. Respondenti se shodovali v tom, že v Praze nelze najít bydlení, které by nepřesahovalo 30 % měsíčního příjmu. Lidé v Praze si nemyslí, že by digitalizace měla pozitivní vliv na kvalitu služeb místních úřadů (ČTK, 2021).

3.13 Význam konektivity pro Smart City

Informační a komunikační technologie mají zásadní význam pro úspěšnou implementaci Smart Cities. Konektivita je klíčem k inteligentním městům. Informační a komunikační technologie provádí vzdálené řízení a správu všech prvků potřebných v ekosystému Smart City. IKT se stává integrátorem různých služeb a aplikací a dává centrální řídicí strukturu vedení města. Aby bylo možné adekvátně reagovat, je třeba shromáždit a analyzovat obrovské množství městských dat v reálném čase (Rao, Prasad, 2018).

Základní infrastrukturou Smart Cities je konektivita města. Inteligentní města by zahrnovala velké množství aplikací IoT, kde by miliardy nízkoenergetických digitálních zařízení, jako jsou senzory, musely být propojeny technologiemi pevných nebo mobilních sítí. Propojení takových miliard zařízení přes pevnou kabeláž je velmi nákladné a téměř nemožné a mobilní sítě jsou jediným způsobem, jak toho dosáhnout. Komunikační svět bude mít obrovský posun směrem ke strojům spíše než k lidem. Je snazší připojit SIM karty k zařízením, a pak je připojit přes bezdrátovou síť k nějaké řídicí infrastruktuře, která by mohla být založena na pevných sítích na bázi optických vláken. To je zásadní pro aplikace IoT na Smart Cities (Rao, Prasad, 2018).

Celé město musí být propojeno monitorovacími a kontrolními zařízeními. Je třeba identifikovat klíčová místa a body. V závislosti na způsobu ovládnání musí být instalovány vhodné senzory, kamery, akční členy atd. Tato monitorovací zařízení by generovala obrovské množství dat, která je třeba shromažďovat a agregovat vhodnou metodou. Poté by měly komunikovat s koncovými systémy, které tato data analyzují a podniknou vhodné kontrolní akce nebo tyto údaje předávají jiným aplikacím pro vhodnou reakci. Různé agentury, včetně technických systémů, v ekosystému Smart City by měly mít přístup k těmto informacím v reálném čase, analyzovat je a odpovídajícím způsobem podle toho jednat. To by vedlo k celkové efektivní správě města (Rao, Prasad, 2018).

Komunikační síťové technologie poskytují infrastrukturu inteligentních měst, aby všechna zařízení, počítače a lidé měli mezi sebou pohodlné, spolehlivé komunikační cesty. To zahrnuje kabelové, bezdrátové a satelitní sítě; konektivita M2M; domácí sítě, místní sítě, osobní sítě, metropolitní sítě a rozlehlá síť. Dostupnost dat a informací v reálném čase napříč různými systémy je klíčové pro úspěch Smart City. To by mělo být za jakýchkoli podmínek k dispozici úředníkům města, kteří na základě těchto informací podnikají příslušné kroky. Aby to bylo možné, je důležité přenastavit datová centra a cloudové infrastruktury, které integrují různé městské aplikace a umožnit jim využívat informační hodnotu kterou poskytují. Úředníci z různých odvětví pak mohou činit svá rozhodnutí na základě společných dat. Realizace Smart City závisí na způsobu financování, plánování a provozu města. Zde nastává omezení, jelikož při zavádění těchto sdílených dat by pravděpodobně došlo k neochotě vládních úřadů sdílet svá data mezi sebou (Rao, Prasad, 2018).

Vysoce výkonná analýza dat využívající pokročilé algoritmy umělé inteligence podporované strojovým učením je klíčovým faktorem pro aplikace Smart City, protože rozhodnutí musí být přijímána v reálném čase v různých doménách. To může zahrnovat pochopení současného stavu systému a předpovídání budoucího stavu pomocí prediktivních analýz (Rao, Prasad, 2018).

Z hlediska informačních a komunikačních technologií jsou klíčové tyto prvky v konceptu Smart City, které můžeme dělit do těchto kategorií:

- vylepšené mobilní širokopásmové připojení (vysoké rychlosti měřené v Gbps),

- mimořádně spolehlivá komunikace (vysoká spolehlivost, vysoká dostupnost a nízká latence až 1 ms od začátku do konce),
- masivní IoT (nízká spotřeba energie, nízké náklady a využití pásem nízkofrekvenčního spektra k zajištění širokého pokrytí v budovách) (Rao, Prasad, 2018).

3.13.1 IoT

Koncept chytrých měst využívá ke shromažďování a analýze dat IoT. To si lze představit jako síť fyzických zařízení, jako jsou domácí spotřebiče, automobily a další elektronická zařízení, která mají senzory, čidla nebo softwary a mají síťovou konektivitu. Díky tomu si mohou navzájem vyměňovat data na základě určitého propojení. Každé zařízení lze nalézt a identifikovat díky softwarovému a hardwarovému řešení, ale zároveň je i schopno práce samostatně (Rao, Prasad, 2018, Gaman a kol., 2021).

IoT se objevuje jako jeden z primárních požadavků pro inteligentní města. Roste povědomí o dopadu, který může mít IoT na implementaci Smart City. Z technologického hlediska jsou koncepty Smart City a Internet of Things úzce propojeny, protože jejich modus operandi spočívá ve filozofii komunikace M2M (Machine to Machine) a rozšiřuje své schopnosti v rámci toho, co je definováno jako budoucí internet (Castro a kol., 2013).

IoT architekturu lze rozdělit do čtyř vrstev:

- senzorická vrstva (zařízení, čidla, senzory generující data),
- vrstva síťové konektivity (data ze senzorické sítě jsou vysílána k dalšímu zpracování),
- vrstva integrační platformy (sjednocení a zpracování dat získaných ze senzorické vrstvy),
- vrstva aplikační platformy (aplikace a systémy pro správu a provoz IoT, podporuje i navazující procesy) (Gaman a kol., 2021).

Data mohou být tak zpracována u poskytovatele služeb, nebo v privátním cloudu zákazníka, či ve veřejném cloudu. Vrstva aplikační platformy může integrovat a napojovat další IT systémy, a to i včetně aplikací třetích stran pro koncové zákazníky. Při řešení síťové

konektivity je podstatné definovat technologie, které jsou k dispozici. Poté osvětlit jejich výhody a nevýhody a definovat, jak je možné je využít v kombinaci pro konkrétní případy využití. Není určen jednoznačný postup, poněvadž vždy záleží na situaci, dlouhodobých koncepčních záměrech, osobních i technických preferencích a mnoha dalších měřítkách. Nejčastěji se můžeme shledat s různými kombinacemi technologií (Gaman a kol., 2021).

Poslední vývoj se zaměřuje na snížení dopadu dopravy na životní prostředí, který lze pomocí IoT minimalizovat. Využití v dopravě výrazně zefektivní a zjednoduší plánování a provoz dopravních systémů. IoT lze použít jak přímo do vozidel, tak i na dopravní infrastrukturu (veřejné osvětlení, mosty, zastávky). Vše tak povede k minimalizaci uhlíkové stopy (Gaman a kol., 2021).

3.13.2 Wi-Fi

Wi-Fi, celým názvem wireless fidelity, je bezdrátová technologie pro přenos dat. Připojuje bezdrátově různé zařízení jako je např. počítač, notebook, tablet, nebo chytrý mobilní telefon. Pohybuje se v rozmezí pásem 2,4 GHz, 5 GHz a 6 GHz. Technologie je určena především pro bezdrátový přenos dat sítě lokální. Kompatibilitou a připojením je přímo úměrná se standardem počítačové síťové technologie Ethernet. Pro využití IoT je možno Wi-Fi technologii využívat, poněvadž připojené zařízení a senzory přímo komunikují v rámci existující LAN sítě. Životnost výdrže baterie za absence vlastního pevného napájení je přibližně pět let v závislosti na nastavení. Pokrytí dosahuje v rozmezí desítek až stovek metrů v závislosti na kvalitě sítě. Jako benefit se jeví možnost vysokého datového toku. Dále pak masová standardizace a nízké pořizovací náklady v porovnání s jinou technologií. Mínusem je však nutnost existence LAN sítě s konektivitou k internetu (Gaman a kol., 2021).

3.13.3 LTE

Technologie LTE, celým názvem Long Term Evolution je vysokorychlostní internet pro mobilní síť. Je nástupcem 2G standardu GSM, který vylepšil technologii 2G, její latenci, a navýšil přenosové rychlosti dat, jak v nahrání (upload), tak ve stahování (download). Síť LTE jsou často označovány jako 4G / LTE aneb 4. generace bezdrátových mobilních telekomunikačních sítí. Vylepšení přišlo ve zjednodušené architektuře sítě. Rychlost

datových přenosů se pohybuje na hranici 100-300 Mb/s. Technologie byla původně zamýšlena pro přenos dat, ale poté byla vylepšena. Vytvořilo se mnoho funkcí, jako Voice over Long Term Evolution (VoLTE), umožňující přenos hovorů jako datových toků v síti LTE (Gaman a kol., 2021).

3.13.4 Nízkokapacitní datové sítě

Nízkokapacitní datové sítě (anglicky Low-Power Wide Area Network, LPWAN) jsou bezdrátové telekomunikační širokoúhlé sítě určené ke zprostředkování komunikace na dlouhé vzdálenosti při nízké přenosové rychlosti. Fungují za pomoci baterie typu senzorů. Výhoda těchto sítí je životnost baterie, která zároveň může být jediným zdrojem, není tak nutností připojení k internetu. Finance na instalaci a provoz se pohybují v nízké cenové hladině. Instalace je vhodná do nepřístupných vzdálených míst s nižším počtem zařízení (Gaman a kol., 2021).

3.13.5 BLE

BLE (Bluetooth Low Energy) je bezdrátová technologie pro přenos dat. Technologie je určena pro bezdrátové propojení různých zařízení v osobní síti. Pracuje na frekvenci 2,4 GHz. Většinou se jedná o propojení mobilního telefonu, tabletu anebo počítače s ostatními zařízeními (hodinky, sluchátka, senzory, domácí spotřebiče). Síť standardu BLE využívají hvězdicovou topologii, která je dostatečná pro obvyklé úlohy s výskytem nesložitých zařízení a jedné řídicí jednotky. V místě zavedení řídicí jednotky musí však být k dispozici připojení k Ethernetu. Nezáleží, jestli formou pevného připojení, nebo místní sítě (LAN) (Gaman a kol., 2021).

Zásadní rozdíl mezi technologií BLE od běžně užívatelsky známého Bluetooth se liší ve výrazně snížené energetické náročnosti. Díky tomu se prodlužuje životnost baterie na úkor toho, že zařízení nekomunikují kontinuálně. Většinu času jsou v úsporném módu a data přenášejí pouze na vyzvání. Přenosu signálu dosahuje desítky metrů, se sníženým datovým tokem se vzdálenost zvyšuje (Gaman a kol., 2021).

Technologie má uplatnění v mnoha oborech jako je zdravotnictví (dohled nad pacienty, varovná hlášení), chytré budovy (sledování spotřeby energie), průmysl (vzdálený dozor nad

stroji), infrastruktura a ochrana životního prostředí (monitoringy: kvality životního prostředí, dopravy) (Gaman a kol., 2021).

3.13.6 WTTX

Technologie WTTX je bezdrátové připojení k internetu s vysokorychlostní konektivitou. Funguje na frekvenci 3,7 GHz. Hlavním plusem je kapacita, která dokáže obsloužit velké množství zákazníků při zachování vysokých přenosových rychlostí dosahujících až 100 Mb/s. Mínusem je potřeba nákupu speciálního přijímače (WTTX router), v nejlepším případě doplněný o externí anténu. Ta je důležitá kvůli nedostatečné průchodnosti signálu této frekvence překážkami. Antény jsou dvojího typu, buď umístěné za oknem nebo na střeše. Technologie je většinou poskytována jako doplňková k připojení LTE zejména mobilními operátory v hustě osídlených lokalitách. Důvodem je občasné vyčerpání kapacity mobilní sítě (Gaman a kol., 2021).

3.13.7 Optické sítě

Optická síť je druh datové konektivity zahrnující využití fyzických optických kabelů. Skládají se z několika optických vláken uložených v ochranné trubce. Většinou se jedná o mikro trubičky či HDPE. Z pohledu přenosu kapacity se tato technologie jeví jako nejlepší. Výhodou je vysoká stabilita s nízkou latencí. Jedná se o vysoce kvalitní připojení s nízkými provozními náklady. Optické sítě mají nízké riziko odposlechu, stejně jako statické elektřiny, a jsou plně odolné proti elektromagnetickému rušení. Všechny tyto výhody výrazně zvyšují bezpečnost přenosu dat (Gaman a kol., 2021).

Optická síť dosahuje maximální současné rychlosti internetu. Počet vláken v trubce určuje celkovou přenosovou kapacitu sítě, s tím, že kabely mohou teoreticky obsahovat až tisíce vláken, a přenášet tak rychlosti větší než terabajt za sekundu (Gaman a kol., 2021).

Problematikou je ovšem nezbytný výkop v oblastech připojení, což se jeví jako komplikovanější způsob v porovnání s jinými technologiemi. Nejvhodnějšími lokalitami pro zavedení této technologie jsou centra měst, což stěžuje práci výkopů (Grant Thornton, 2021).

3.13.8 Metalické sítě

Metalické sítě jsou kabelové komunikační sítě, které jsou součástí datové infrastruktury, většinou navazující na optické sítě. Vzdálenost přenosu jsou stovky metrů. Uplatnění nachází převážně na již existujících kabelových trasách. Rychlost přenosu závisí na kvalitě a vzdálenosti kabelů a dosahují přibližné hodnoty do stovek Mb/s. Pokládání nových metalických sítí není finančně ani logicky efektivní, jelikož optická vlákna se zdají být lepší, efektivnější volbou.

3.14 Vývoj mobilních sítí

Tato kapitola se věnuje vývoji mobilních sítí.

Generace 1 (1G)

První generace nám představila analogové systémy, orientaci převážně na hlasové služby. Časovým obdobím jsou 80. léta.

Generace 2 (2G)

Druhá generace již obsahuje digitální systémy. Každému uživateli je přiřazena určitá část frekvenčního spektra. Uživatelé sdílejí frekvenční nosič v časových intervalech. Časově lze toto období zařadit do 90 let.

Generace 3 (3G)

Třetí generace představuje digitální systémy. Nabízí daleko větší kapacitu než její předchůdce. Primárně vyvíjené pro vysokorychlostní přenos. Počátek roku 2000 je ve znamení mobilních dat.

Generace 4 (4G-LTE)

Éra mobilního širokopásmové připojení. Časově v letech 2010.

Generace 5 (5G)

Nová generace mobilních sítí navazuje na generace předchozí. Odráží potřeby jak koncových uživatelů, tak i potřebu technologií v průmyslu a dalších sektorech.

Nová generace mobilních sítí navazuje na předchozí generace sítí 3G (přinesla rozšíření internetu do mobilu a vedla k rozmachu smartphonů) a 4G (nabídla mnohem rychlejší přenos dat a umožnila například sledovat streamovaná videa na cestách). 5G odráží nové potřeby komunikace, jak na straně koncových uživatelů, tak i v oblasti průmyslu a výhledově i v dalších sektorech (ČTÚ, 2018).

Kmitočtová pásma

Očekává se standardizace sítě 5G s provozem na třech kmitočtových pásmech: nízkém, středním a vysokém. Určení pásma závisí na jeho charakteristikách, zvláště pak na dvou činitelích, a to způsobu šíření signálu (rádiového šíření) a kapacitě spektra. První faktor ovlivňují fyzikální atributy elektromagnetických vln, jako je rozsah za proměnlivých povětrnostních podmínek a oblast pokrytí rádiovým signálem na těžko přístupných místech. Druhý činitel je přístupná kapacita rádiového pásma v určitém frekvenčním rozsahu, které je možné využívat v sítích 5G. Důležitý hraje roli fakt, že ve vysokých přenosových rychlostech je potřeba širokého rádiového pásma, které je však omezené a je pouze na přiděl. Respektovat se musí také jiné aplikace rádiové komunikace, což jsou ku příkladu rádiová komunikace v domácnostech a televizní vysílání. Při implementaci systému 5G sítě se pracuje zejména se třemi kmitočtovými rozsahy (Ústav spojů, 2019).

- **694–790 MHz (pásmo 700 MHz)** – dobré šíření signálu a relativně nízký útlum, služby typu mMTC (komunikace strojů), bez možnosti poskytnout vysokorychlostní internet
- **3400–3800 MHz (pásmo 3,4-3,8 GHz)** – služby typu eMBB (rozšířené mobilní širokopásmové připojení), implementace služeb potřebných spolehlivého připojení s velmi nízkou latencí, aplikace využívající velkých datových objemů
- **24,25–27,5 GHz (pásmo 26 GHz)** – omezení s ohledem na požadavky na přenos ve směru od uživatele k základnové stanici. Použití pro širokopásmové internetové hotspoty, ultra vysokorychlostní širokopásmové připojení do příměstských a venkovských oblastí, domácí a firemní aplikace.

Vlastnosti 5G sítě

- Přenosové rychlosti 10 Gb/s pro podporu videa a aplikací virtuální reality v ultra vysokém rozlišení.

- Sítě jsou 10–100krát rychlejší s větší kapacitou než dosavadní sítě 4G LTE. Zvýšená rychlost a kapacita umožní okamžité načítání webových stránek, videí a dalších dat na mobilních zařízeních. Dále poskytne různé inovace, jako je vzdálená chirurgie a inteligentní automobily, které zabrání vzniku dopravních nehod.
- Latence menší než 1 ms.
- Bezproblémové poskytování služeb napříč licencovaným i nelicencovaným spektrem.
- Stálé uživatelské prostředí.
- Několik miliard aplikací a stovky miliard strojů.
- Spotřeba energie na bit by měla být snížena o faktor 1000 k zlepšení životnosti baterie připojeného zařízení.
- Podporuje „síťové dělení“, které umožňuje operátorovi virtuální sítě definovat vlastní síťovou architekturu. To pak umožní rychlé zavádění škálovatelných služeb při nižších nákladech (Rao, Prasad, 2018).

3.15 Oblasti Smart City – vymezení přínosů konektivity pro technologie/oblasti

Technologie 5G by měla být 100x rychlejší při přijímání a odesílání dat v reálném čase než stávající technologie 4G a to díky nízké latenci. Zvládne větší počet připojených zařízení, nežli stávající sítě a umožní jim vzájemně komunikovat. Další výhodou je propojení vzdálených oblastí, což bude klíčové například při práci na dálku. Sítě zlepší kvalitu života občanům za pomoci inteligentních řešení při činnostech jako je nakládání s odpady, monitorování elektřiny, spotřeba vody, energie a plynu, monitorování životního prostředí, požární detekce. Technologie 5G poskytne také mnoho výhod v dopravě – parkování, dopravní systémy.

3.15.1 Doprava

V oblasti dopravy můžeme benefity sítí páté generace nacházet v oblasti autonomního řízení a v inteligentních datových systémech. Vozidlo musí být vybaveno senzory, radary, lidary. Musí disponovat aplikací, která dokáže příjem signálu zpracovat, a na základě vyhodnocení detekovat překážku, případně vstup vozidla či dalšího objektu do dráhy toho vozidla. Vůz

musí být vybaven komunikačními jednotkami, díky kterým bude schopný detekovat, že hrozí možný střet, začne proces brždění, zpomalování. Nutné je vybavit i infrastrukturu komunikačními jednotkami. Tramvajová doprava pak může být upřednostňována například na semaforech. Jako ukázkou dobré praxe lze označit poloautonomní vozidla v metru, kde je však malá pravděpodobnost střetu s jiným subjektem (Zázvorka, 2021).

Momentálně v České republice spolupracují dva subjekty na projektu autonomní dopravy, Škoda auto a město Plzeň. Ve městě vznikne zkušební trať, která by měla být pokryta 5G sítěmi kvůli dostatečnému přenosu velkých objemů dat. Testování proběhne ve spolupráci s dopravním podnikem, společností spravující informační technologie, provozovatelem komunikačních sítí a INTENS Corporation, která pracuje s kooperativními systémy, které budou ve vozidlech vzájemně komunikovat. Škoda Digital je v polovině tzv. stupně automatizace. Společnost dodává systémy na bázi stupně dva, a to buď v plnoautomatickém, nebo poloautomatickém modu, s tím, že řidič musí být ve voze jako dohled a ve chvíli střetu musí být schopen reagovat a převzít řízení. Plně autonomní vozidlo je stupeň tři. Řidič jen dohlíží a vozidlo jede z bodu A do bodu B samostatně. Fáze čtyři je z dohledového centra již bez účasti řidiče (Zázvorka, 2021).

Již dnes jsou některá metra bez dozorové osoby, nicméně tam jsou příznivé podmínky pro provoz v porovnání s běžným městským provozem. V Německu jsou již vyhrazené uzavřené tratě v tzv. „laboratorních podmínkách“ na části trati vybavené plně vysokokapacitní infrastrukturou s plánovaným provozem do roku 2025 (Zázvorka, 2021).

Objevuje se zde také strach o snadné napadení těchto systémů a neoprávněnou manipulaci. Systémy však v rámci cybersecurity umí detekovat vyhrazené sekvence, na kterých provoz probíhá, dále existují jednotky, které dokáží ve vozidlech zabezpečit vstup do komunikace (Zázvorka, 2021).

Projekt C-Roads Czech Republic

Základním cílem projektu je zavedení chytré technologie do automobilů. Ty mezi sebou navzájem komunikují, a zároveň jsou ve spojení i s celou okolní infrastrukturou. Technologie upozorňuje na různé překážky a hlídá nepřerušovanost provozu. C-Roads je spolufinancovaný projekt z unijního programu s názvem „Nástroj pro propojení Evropy“

a je součástí evropské Platformy C-Roads. Cílem je vytvořit podmínky pro přeshraniční využití C-ITS služeb. Nejočekávanějším přínosem je zredukovat počet dopravních nehod, dalším pozitivem je pak šetrnější zacházení s životním prostředím díky plynulejší dopravě. Inteligentní systémy umí upozornit na práci na silnici, pomalu jedoucí vozidlo, znenadání brzdící vozidlo, blížící se vozidlo IZS, dopravní zácpy, nebezpečné místo na vozovce, přednosti veřejné dopravy a jiné. Z tohoto projektu dostává Ministerstvo dopravy potřebné znalosti pro zavádění C-ITS (C-Roads Czech Republic, 2022).

Smyslem projektu je nejdříve vyzkoušet technologie v praxi a posléze systémy zavádět tak, aby nedocházelo k potížím v ostrém provozu. Se vzrůstajícím počtem vozidel s C-ITS a s postupným implementováním plně automatizovaných silničních vozidel bez řidiče přichází potřeba vyšší technické vybavenosti a přechod na novější infrastrukturu elektronické komunikace. V rámci této skutečnosti jsou do plánu zapojeny významné telekomunikační subjekty z České republiky. Důležitá je však budoucí vize nejen národní, ale i mezinárodní. Snaha vytvořit národní C-ITS platformy, které by umožňovaly vzájemnou výměnu dat mezi partnery projektu a dalšími organizacemi. Platforma je poskytnuta zahraničním partnerům k ověření interoperability systému mezi tvůrci HW, poskytovateli služeb (C-Roads Czech Republic, 2022).

V současnosti je v Evropě 19 pilotních projektů C-Roads. C-Roads Czech Republic řeší ale i problematiku nasazení C-ITS na železničních přejezdech, na jednokolejné meziměstské tramvajové trati a nasazení do vozidel městské hromadné dopravy. V současné době projekty fungují na síti 4G. Inteligentní datové systémy vyžadují přenos velkého objemu dat a kontrolu kritických funkcí každého vozidla, což může přinést výkonnější potřebná infrastruktura 5G. Síť 5. generace přinesou lepší komunikaci, spolehlivý přenos dat v reálném čase a nízkou latenci (C-Roads Czech Republic, 2022).

3.15.2 Služby

Správné využívání technologií by mělo poskytovat zkvalitnění života občanům. Důležité je si stanovit v rámci určitého celku jaké služby lze poskytovat a jakou hodnotu by to mělo předávat obyvatelům. Smart City by mělo využívat digitální technologie k tomu, aby zvýšilo udržitelnost, odolnost a kvalitu života s nutností zapojit občany do procesu. Nejdříve je nutné stanovit si čeho chce město dosáhnout, teprve pak jaké technologie lze za tímto účelem

použit. Síť páté generace dokážou transformovat a vylepšit již zavedená chytrá řešení, nebo implementovat dosud nedosažitelná. Neúspěch plyne z nedostatečné bezpečnosti, nebo neúplného pochopení použití služby. Příklad E-receptu, který nechtělo akceptovat přes 80 % lékařů, kvůli nedostatečnému pochopení k čemu by to prospělo (Walletzký, 2021).

Město se dá brát za chytré v tom okamžiku, kdy jsou jeho obyvatelé přesvědčeni, že žijí ve Smart City. Ideální město by mělo poskytovat takové služby, u kterých nepoznám, jaké jsou za tím technologie (Walletzký, 2021).

3.15.3 Bezpečnost

Příchod sítí nové generace změní paradigma kybernetické bezpečnosti. Dá se předpokládat, že kyberkriminalita bude přibývat. Síť 5G umožňují komunikaci mezi sebou za absence centrálního bodu, což je jeden z benefitů, ale zároveň se tím ztrácí kontrola nad bezpečností kvůli vymizení centrálního prvku, což je centralizovaný bod, bezpečnostní řešení, kde lze kontrolovat bezpečnost (připojena většina počítačových sítí). U všeho se tedy musí počítat s bezpečností již v počátku při návrhu. Klíčové bude zabezpečení komunikace v internetu věcí. Navýšení objemu dat přináší bezpečnostní výzvu, poněvadž je budou používat jak stroje, tak i uživatelé a musí být důvěrné, věrohodné a dostupné ihned v čase, v jakém je potřebujeme, což bude kybernetická výzva (Špidla, 2021).

Národní úřad pro kybernetickou a informační bezpečnost se zasloužil o začlenění netechnických bezpečnostních informací do součásti pražské iniciativy. To znamená, že je nutné zvažovat i odkud je výrobce technologie. Tvůrce musí technologii zpřístupnit na žádost zpravodajské služby, ať už je kdekoliv na světě. V České republice telekomunikační společnost Cetin podepsala smlouvu s evropskou společností Ericsson. Bezpečnost (Špidla, 2021).

3.15.4 Vzdělání, kultura a zábava

Ve vzdělání, kultuře a zábavě hraje z hlediska technologií zásadní roli virtuální a rozšířená realita. Bavíme-li se o virtuálním prostředí, jedná se o kompletně uměle vytvořeném prostředí. Zato rozšířená realita je kombinací digitálních informací, které jsou promítnuty do reality (Kotek, 2021).

Výhody sítí 5. generace budou v rovnocenných příležitostech pro každého z hlediska pracovních příležitostí a množství práce na dálku. Již nebude potřeba bydlet ve městě, ve kterém pracuji. Dříve byl problém v šíři pásma. To bylo nedostatečné vzhledem k datovému toku. Síť 5G ale tento problém vyřeší. Dokáže virtuálně spojit mnoho uživatelů v kvalitní síti. Je však potřeba, aby část vykreslování virtuální reality probíhala na místě, tedy jsou nutné výkonnější počítače, jelikož nelze vše řešit přes cloud (Kotek, 2021).

(Martin Kotek – Asociace virtuální a rozšířené reality)

3.15.5 Průmysl a hospodářství

Evropská unie poskytuje čerpání financí z programu Digitální Evropa. Cílem je uspíšit obnovu a pomoci k digitální transformaci. Program se vztahuje na období 2021-2027. Poskytnuté finance půjdou do oblasti výkonných počítačů, umělé inteligence, kybernetické bezpečnosti a digitálních dovedností s využitím digitálních technologií v rámci celé ekonomiky a společnosti. Nástroj bude přinášet prospěch evropským občanům a podnikům, zejména těm malým a středním (MPO, 2021).

S digitální transformací firem v České republice pomáhá Ministerstvo průmyslu a obchodu, a hlavně centra pro digitální informace, které firmám pomůžou při přechodu na digitalizaci. Síť páté generace dokáže obsloužit více věcí najednou. Velkým přínosem jsou digitální dvojčata. Na sítích 5G budou predikovat různé stavy, simulovat krizové scénáře, které mohou přijít, detekovat chyby v systému, tzv. prediktivní maintenance, kdy lze včas preventivně zasáhnout do výroby (Očko, 2021).

3.15.6 Lékařská péče

Vzdálená lékařská péče dokáže ušetřit čas pečovateli, i lidem nemající poblíž lékařské zařízení. Prostřednictvím vysokorychlostních sítí lze sdílet data ze sensorů až k lékaři, nebo zprostředkovat hovor s medikem. Také je zde možnost vzdálené péče ošetřovatelů o pacienty, kteří nepobývají v pečovatelském domě. Nejčastěji se pro tyto účely využívají tablety, na kterých je nainstalovaný software pro větší uživatelské zjednodušení pro práci seniorů se zařízením, případně pro vzdálené řízení pro pečovatele, kteří pak mohou pomoci z místa, kde se aktuálně nachází. Rychlost připojení zde zastává zásadní roli pro zprostředkování videohovoru, ale také připojení různých zařízení medicínského typu, např. EKG sensorů.

V České republice existuje start up s názvem Oscar senior s.r.o., který vytvořil aplikaci na základě flexibilní platformy. Senior má k dispozici kameru s vysokým rozlišením a díky tomu může lékař stanovit alespoň základní diagnózu. Samozřejmě jde o přenos velmi citlivých zdravotnických dat, a tak zde hrozí nebezpečí z hlediska zabezpečení. Síť 5. generace proto přinesou větší možnosti, větší rychlosti i větší kvalitu přenosu (Posker, 2021).

3.16 5G ve světě

3.16.1 Velká Británie

Ve Spojeném království se zvyšuje poptávka po technologiích 5G. Reakcí státu bylo vytvořit vládní program „5G Testbeds and Trials Programm“. Význam tohoto vnitrostátního programu jsou cílené investice do 5G sítí. Program je součástí Ministerstva pro digitalizaci, kulturu, média a sport. Snaží se využívat oblasti, kde má Spojené království konkurenční výhodu – například ve vědeckém výzkumu, inženýrských talentech a bohatých technologických podnicích. Stěžním programu je podpořit průmysl, aby zaujal vedoucí postavení v globálním nasazení 5G (Gov.UK, 2021).

Program 5G zkoumá výhody a výzvy zavádění technologií 5G v souladu s následujícími klíčovými cíli:

- urychlit zavádění sítí 5G,
- maximalizovat výhody produktivity a efektivitu pro Spojené království,
- vytvářet nové příležitosti pro britské podniky doma i v zahraničí a podpořit vnitřní investice (Gov.UK, 2021).

Tento program 5G financoval testování sítí v Británii, které vybudovaly a integrovaly tři univerzitní testbedy (University of Surrey, King's College London a University of Bristol). Tak na začátku roku 2018 poskytly první špičkovou síť 5G ve Velké Británii (Gov.UK, 2021).

3.16.2 Finsko

Cílem finské zkušební 5G sítě je poskytnout vývojářům testovací síť s mnoha metrikami a monitorovacími nástroji v rozdílných prvcích sítě. Finská testovací síť 5G (5GTN) je

navržena tak, aby podporovala vývoj a analýzu nadcházejících síťových technologií a nových služeb. 5GTN je nejširší testovací síť 5G na světě s otevřeným přístupem. Kompletní testovací systém 5G, od infrastruktury po aplikace a služby, umožňuje jedinečné možnosti testování od prototypových zařízení až po kompletní řešení v kontrolovaném prostředí. Zahrnuje spolupráci různých činitelů, jako jsou síťoví operátoři, síťové technologie, návrháři čipových sad, analytici dat a vývojáři aplikací a služeb. Operátoři a dodavatelé sítí připravují experimenty a testovací prostředí. Obvykle se zaměřují na konkrétní funkce a jsou uzavřeny pro externí strany. Finská 5GTN poskytuje celkový testbed dostupný pro partnery, od čipových sad až po aplikační služby (5GTN 2020, Kanstrén et al, 2018, Piri, et al, 2016).

Finsko se věnuje různým oblastem, kde se pokouší testovat síť 5G. Případy použití se týkají převážně inteligentních automobilů, streamování médií, sledování sportu a zdravotní péče.

Případové studie použití inteligentních automobilů 5G umožnily autonomní řízení a podporu dopravy. Případy použití ve sportu se týkají venkovních senzorů a sběru dat. Ve zdravotnictví se aplikování zaměřovalo na vnitřní senzory a dozorování starších osob v pečovatelském domě. V médiích došlo ke zkoumání vysoce kvalitního online přenosu videa s rozšířenými překryvnými informacemi ze senzorů. Cílem celkového ekosystému je podporovat partnery v různých oblastech. Na základě spolupráce v oblastech zdravotnictví za pomoci sítí a IoT byly vytvořeny prototypy zdravotnických služeb založených na technologiích 5G a internetu věcí. Tyto případy jsou navrženy tak, aby poskytovaly celkový prospěch všem zúčastněným stranám. Vytváří se tak prototypy nových služeb pro jejich poskytovatele a realistická testovací prostředí a reference pro poskytovatele technologií (Kanstrén, et al, 2018).

3.17 Implementace a rozvoj sítí 5G v České republice

Evropská komise odhaduje, že ekonomické výhody technologie 5G by mohly do roku 2025 dosáhnout až hodnoty 113 miliard EUR. Do roku 2035 by měl přínos celosvětově dosahovat na více než 12 bilionů dolarů. Evropská komise jako reakci na tyto vyhlídky představila dne

14. září 2016 strategickou iniciativu Akční plán pro 5G (5G for Europe Action Plan) (MPO, 2020).

Také Česká republika má zájem plánovat, rozvíjet a provádět opatření, která se snaží o podporu rozvoje 5G sítě. O národní strategii v otázce 5G se v ČR starají dvě ministerstva, Ministerstvo průmyslu a obchodu a Ministerstvo pro místní rozvoj. Mají gesčně rozdělenou působnost. MPO vypracovalo strategickou vizi Implementace a rozvoj sítí 5G v České republice – Cesta k digitální ekonomice. Materiál představuje vlastnosti sítí, možnosti využití, služby poskytované na sítích, bezpečnost a rizika, i mezinárodní kontext. Nechybí ani předpoklad využití 5G technologie v bezpečnostních a záchranných složkách, krizovém řízení a dalších dílčích využitích ve veřejném sektoru. Účelem zpracování dokumentu bylo nastínění cílů strategického přístupu. Pro český průmysl to vytváří nové možnosti, mnoho konceptů jako je například Smart Cities, můžou síť pozvednout na novou úroveň (MPO, 2020).

Implementace a rozvoj sítí 5G v České republice také vymezuje implementační milníky vlastního zavádění, mnoho témat je však řešeno i v jiných národních dokumentech. Příkladem je: Inovační strategie 2019-2030, koncepce Digitální Česko, Akční plán 2.0, Koncepce Smart City odolnost prostřednictvím SMART řešení. Mnoho opatření je tak po fázi schválení a již se realizuje (MPO, 2020).

3.17.1 Implementační milníky rozvoje infrastruktury sítí 5G pro potřebu Smart Cities

Klíčovým milníkem z hlediska národního a mezinárodního významu (dobrá praxe) je **realizace projektu Smart Cities v 5 vybraných testovacích městech** v roce 2020. Další stěžení bude pokrýt hlavní dopravní koridory, dále 95 % katastrálního území měst nad 50 000 obyvatel s časovým rámcem do roku 2025.

Přehled zde uvedený vytyčuje hlavní aktivity MPO, úřadů státní správy a dalších institucí, jak soukromé, tak veřejné sféry (MPO, 2020).

2019

IV. čtvrtletí

1. Příprava Aukce kmitočtů – udělování práv v kmitočtových pásmech 700 MHz a 3400-3600 MHz,
2. program CFF – uveřejnění výzvy, která má pomoc zavádět inovace v podnicích,
3. **příprava projektu 5G SmartCities** – projekt ve spolupráci MPO a MMR se zaměřuje na Smart Cities v souvislosti rozvoje sítě 5G,
4. světová radiokomunikační konference, Mezinárodní telekomunikační unie (WRC-19),
5. začátek funkce 5G platformy,
6. zaměření na rozvoj kooperace s okolními státy. Důležité otázky: budování sítě 5G, vývoj aplikací a technologií využívajících sítě 5G (MPO, 2020).

2020

I. čtvrtletí

1. Soutěž o testování Smart Cities v kontextu rozvoje sítě 5G,
2. uskutečnění aukce kmitočtů pásma 700 MHz a 3400-3600 MHz.

II. čtvrtletí

3. Uvolnění pásma 700 MHz dle nařízení vlády č. 199/2018 Sb., o Technickém plánu přechodu zemského digitálního televizního vysílání ze standardu DVB-T na standard DVB-T2,
4. program Smart Parks for Future – podpora rozvoje průmyslových zón, 5G sítě pro průmyslové aplikace,
5. program TREND – výzva orientovaná na podporu výzkumu a vývoje aplikací a technologií využívajících 5G sítě,
6. finalizace Radiokomunikačního zřízení z pohledu Mezinárodní telekomunikační unie (MPO, 2020).

III. čtvrtletí

7. Dokončení Národního plánu rozvoje sítě elektronických komunikací s velmi vysokou kapacitou – nové programové období 2021-2027,
8. zaměření na budování infrastruktury pro vysokorychlostní komunikaci.

2021

Aktualizace Národní kmitočtové tabulky podle Radiokomunikačního řádu v návaznosti na materiály Mezinárodní telekomunikační unie (MPO, 2020).

2023

Pokrytí 95 % obyvatel vybraných obcí (uvedeno v podmínkách aukce kmitočtů) (MPO, 2020).

2025

1. Celoplošné pokrytí úseků železničních a silničních koridorů spadajících do celoevropské sítě TEN-T (Transevropská dopravní síť – síť silničních a železničních koridorů, vodních cest a mezinárodních letišť v EU) dle podmínek aukce kmitočtů pásma 700 MHz,
2. pokrytí 95 % katastrálního území každého města nad 50 000 obyvatel, dle podmínek aukce,
3. pokrytí 70 % obyvatel České republiky dle podmínek aukce (MPO, 2020).

2027

Dosah až na 90 % obyvatel okresů a 70 % oblasti každého okresu ČR podle podmínek aukce kmitočtů pásma 700 MHz (MPO, 2020).

2030

Dosah až na 99 % obyvatel okresů a 90 % území každého okresu ČR podle podmínek aukce kmitočtů pásma 700 MHz (MPO, 2020).

4 Praktická část

Praktická část se věnuje aukci kmitočtů pro sítě páté generace a ně navazující služby v oblasti Smart Cities. Po zhodnocení výstavby sítě na území ČR, se práce zabírá soutěží 5G pro 5 měst a jejich implementace služeb v oblasti Smart Cities.

4.1 Český telekomunikační úřad – aukce kmitočtů

Český telekomunikační úřad (ČTÚ) dne 7. srpna 2020 zahájil výběrové řízení z důvodu získání práv k využívání rádiových kmitočtů pro zajištění sítí elektronických komunikací v kmitočtových pásmech 700 MHz a 3400–3600 MHz. Skutečná aukce byla zahájena 10. listopadu 2020. Nejdříve bylo zapotřebí potvrzení funkčnosti EAS (Security Management Server – bezpečnostní server), pak ČTÚ vyhlásil první aukční kolo. Aukce trvala tři následující dny, tedy až do 13. listopadu 2020, kdy byla následně uzavřena ve 20. aukčním kole vyrovnáním nabídky s poptávkou v souladu s aukčním řádem. V aukci se přidělily všechny komunikační bloky (ČTÚ, 2021).

Společnost O2 Czech Republic a.s. získala v pásmu 700 MHz blok o velikosti 2x10 MHz. S tím souvisí závazek národního roamingu a PPDR služeb (Public Protection & Disaster Relief), což je systém ochrany veřejnosti a odstraňování následků živelných pohrom prostřednictvím širokopásmového připojení pro krizové a bezpečnostní složky státu. Další účastníci a výherci bloků v pásmu 700 MHz byly společnosti T-Mobile Czech Republic a.s. a Vodafone Czech Republic a.s (ČTÚ, 2021). Kmitočty v této části spektra jsou vhodné pro pokrytí rozsáhlejší území. Naopak jejich nevýhodou je nižší maximální rychlost datových toků. Proto se používají zejména pro telefonní služby. Výherce aukce zachycuje tabulka 2.

Tabulka 2: Výsledky aukce v kmitočtovém pásmu 700 MHz

Kmitočtový úsek	Velikost	Držitel	Cena (Kč)
703–713 / 758–768 MHz	2×10 MHz	O2 Czech Republic a.s.	1,190 mld
713–723 / 768–778 MHz	2×10 MHz	T-Mobile Czech Republic a.s.	1,400 mld.
723–733 / 778–788 MHz	2×10 MHz	Vodafone Czech Republic a.s.	1,400 mld.

Zdroj: ČTÚ

Bloky o velikosti 20 MHz v pásmu 3400-3600 MHz, které zase nesly závazek spojený s pronájmem kmitočtů pro podporu Průmyslu 4.0, získaly společnosti O2 Czech Republic a.s. a CentroNet, a.s. Zdařilými uchazeči v tomto pásmu byly také společnosti T-Mobile Czech Republic a.s., Vodafone Czech Republic a.s. a Nordic Telecom 5G a.s (ČTÚ, 2021). Tyto pásma mají nižší dosah, ale lze nimi přenášet větší datové toky. Výherce této části spektra uvádí tabulka 3.

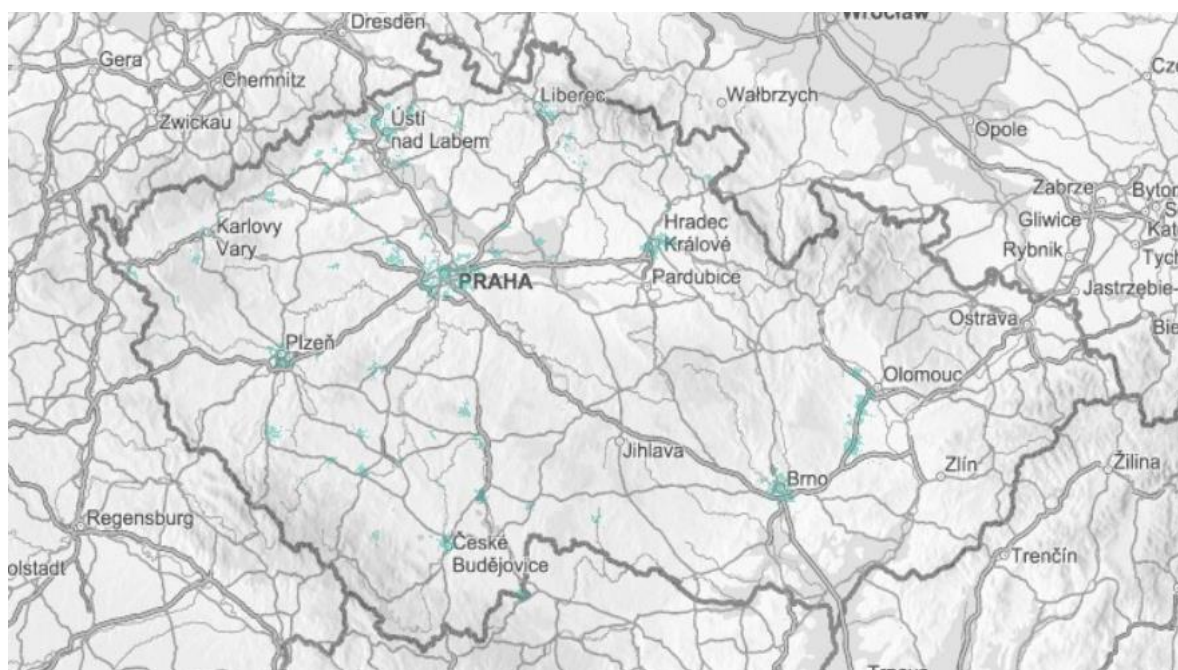
Tabulka 3: Výsledky aukce v kmitočtovém pásmu 3400–3600 MHz

Kmitočtový úsek	Velikost	Držitel	Cena (Kč)
3400–3480 MHz	80 MHz	CentroNet, a.s.	0,628 mld.
3480–3540 MHz	60 MHz	T-Mobile Czech Republic a.s.	0,490 mld.
3540–3560 MHz	20 MHz	O2 Czech Republic a.s.	0,152 mld.
3560–3580 MHz	20 MHz	Vodafone Czech Republic a.s.	0,168 mld.
3580–3600 MHz	20 MHz	Nordic Telecom 5G a.s.	0,168 mld.

Zdroj: ČTÚ

4.2 5G v ČR – vývoj, pokrytí

Tato kapitola ukazuje aktuální stav pokrytí území České republiky sítěmi 5. generace od třech operátorů (T-Mobile, O2, Vodafone). Na obrázku č. 2 lze vidět pokrytí území České republiky mobilním internetem 5G od společnosti T-Mobile.



Obrázek 2: Mapa pokrytí 5G společností T-Mobile (T-Mobile 2021)

Jak je z mapy patrné, pokryty jsou převážně velká města, jako je Praha, Brno, Plzeň, České Budějovice, Olomouc, Hradec Králové, Ústí nad Labem, Karlovy Vary a Liberec. Částečně pak o něco menší města, například Tábor, Příbram, Kladno, Česká lípa atd. Naopak nejsou pokryta některá krajská města jako je Jihlava, Zlín nebo Pardubice. Co se týče procentuálního pokrytí území, tak procentuální pokrytí je velice slabé.

Na obrázku č. 3 můžeme vidět pokrytí území České republiky mobilním internetem 5G od společnosti O2. Stejně jako na obrázku č. 2, mezi hlavní oblasti širokoplošného pokrytí, kde se lze na 5G síti připojit, jsou velká města. Dále se společnost soustředila i na hranici mezi Prahou a Středočeským krajem, kde lze spatřit také plošné pokrytí a území kolem města Olomouc. Jiné části České republiky jsou ale úplně bez pokrytí.



Obrázek 3: Mapa pokrytí 5G společností O2 (O2, 2021)

V této části je nutné zmínit, že společnosti O2 Czech Republic a.s. a T-Mobile Czech Republic a.s. některé vysílače, zejména ty na venkově, sdílí. Proto jsou některé části mapy pokrytí shodné.

Na obrázku č. 4 je vyobrazeno pokrytí mobilním internetem 5G od společnosti Vodafone. Je patrné, že společnost je nyní v postavení leadera a pokrývá největší část území České

republiky, a to i přes to, že síť staví sama. Vodafone Czech Republic a.s. je již ve fázi, kdy pokrývá i menší města. Během března 2022 například Jistebnici, která má cirká 2 000 obyvatel, v okrese Tábor.



Obrázek 4: Mapa pokrytí 5G společností Vodafone (Vodafone, 2021)

4.3 Vyhodnocení výstavby sítí páté generace

Z relativně pozdního zahájení aukce kmitočtů, a na to navazující nedokončené výstavby vysílačů, jsou patrné mezery pokrytí u všech tří hlavních operátorů. Ke dni odevzdání diplomové práce má největší procento území pokrytý operátor Vodafone. I tak ale existují bílá místa na mapě, kde není možné sítě páté generace používat. To může bránit některým městům v implementaci projektů spojených se zaváděním technologií, které jsou na těchto sítích závislé. Z tohoto důvodu některá města ani koncepce Smart Cities, založené na konektivitě sítí 5. generace, implementovat nemohou.

4.4 Soutěž 5G pro 5 měst

Ministerstvo průmyslu a obchodu a Ministerstvo pro místní rozvoj v roce 2019 vyhlásila soutěž „5G PRO 5 MĚST“. Soutěž se týkala pilotního testování technologie používající 5G síť. Ze soutěže vzešlo pět vítězných měst, která již začala nové technologie testovat. Projekt

navazuje na rozvoj „Podpory 5G sítí v oblasti Smart Cities“. Cílem projektu bylo vytvořit předpoklady pro zavádění 5G sítí. Nová generace mobilních sítí by měla vést k rozvoji konceptu Smart City ve městech. Projekt je navázán na budoucí programové období. Hlavní zdroj financování projektu je z operačních programů, zejména v oblasti digitalizace a přechodu k zelené ekonomice, která je prioritou Evropské komise (MMR, 2021).

Intencí projektu bylo ověřit připravenost měst a aktérů, kteří budou do projektu zahrnuti, na nové technologie a sítě. Dalším cílem bylo podpořit spolupráci všech subjektů rozvíjející koncept chytrých měst za pomoci aplikací a technologií založených na využití mobilních sítí 5G. Projekt by měl nalézt nejlepší praxi postupů a následně je dát k dispozici dalším městům v České republice. Sítě páté generace byly spuštěny v pěti vítězných městech (MMR, 2021).

Do soutěže se přihlásilo 58 samospráv, se svými projekty na testování 5G technologií, v rozdílných oblastech České republiky. Vítězem soutěže se stala města: **Ústí nad Labem, Plzeň, Jeseník, Karlovy Vary a Bílina**. Pokrytí 5G sítí bylo v těchto městech zavedeno. Mnoho projektů v těchto městech již bylo zavedeno a otestováno. Do projektů byli zapojováni i další činitelé. Například místní samosprávy, vzdělávací instituce, lokální firmy, instituce zabývající se inovacemi, ale i samotní obyvatelé (MMR, 2021).

4.5 Soutěžní záměry vítězných měst

Tato kapitola se zabývá shrnutím soutěžních záměrů výherních měst soutěže 5G pro 5 měst.

4.5.1 Plzeň

Dálniční spojení s Německem naskýtá možnost významných přeshraničních spoluprací. Plzeň je brána jako lídr v oblasti Smart City na našem území, zejména pak v oblasti IKT a dronů. V současnosti město již využívá chytrých technologií například pomáhá veřejnosti v efektivnější komunikaci s městským úřadem (Plzeň, 2019).

Vize města byla použít vysokorychlostní síť pro poskytování kvalitnějších služeb občanům. Plzeň chtěla doplnit stávající městskou mobilní aplikaci o videozáběry popisující závady na městském majetku. Další prioritou pro město bylo bezpečí jeho občanů. Dopravní podnik města proto plánoval nasadit do vozidel MHD kamerové systémy. Síť páté generace by umožnila pořízené záběry přenášet v reálném čase do datového centra, kde by záběry byly

zpracovány s využitím detekce kritických stavů, a tým Plzeň plánovala zvýšit bezpečnost ve vozidlech MHD (Plzeň, 2019).

Dalším prvkem bezpečnosti by měly být hlídkovací drony. Integrovaný záchranný systém v Plzni již nyní využívá drony ke své činnosti. Výhodou nového přístupu založeného na vysokorychlostní síti by mělo být kvalitnější streamování obrazu z dronů. Zejména z hůře dostupných míst. Opět by byla nasazena detekce krizových událostí (Plzeň, 2019).

Město má k dispozici své vlastní strategické dokumenty Smart City a je zapojeno do mnoha projektů financovaných z programu HORIZON2020.

Projekt měl i explicitní podporu vedení města. Radní města Plzně pro oblast Smart Cities a podporu podnikání Vlastimil Gola (2020) prohlásil:

„Zapojení do projektu testování 5G sítí umožní mnohem širší využití technologií a vysokou akceleraci inovačního ekosystému regionu. Díky tomu se tak otevírají dveře vzniku nových start-upů a příležitostem pro mladé talentované lidi z Plzeňska,“

Projektové záměry – potenciál 5G

Projektovým záměrem byla **optimalizace dopravy**. Síť 5. generace umožňují získávat a vyhodnocovat data v reálném čase z provozu na plzeňských komunikacích, a tím zlepšit dopravní situaci ve městě. Na testování autonomní mobility se podílí Západočeská univerzita v Plzni spolu s průmyslovým sektorem (Plzeň, 2019).

V rámci bezpečnosti bylo plánováno technologii využívat skrze **bezpilotní letouny**. Stěžením má být vzájemná interakce mezi dostupnými zdroji, jako je metropolitní dispečink (efektivnímu řízení chodu města), drony, senzory, krizové scénáře apod. s procesy krizového řízení ve specifitějším smyslu IZS (Plzeň, 2019).

Město Plzeň realizovalo již před soutěží projekt **Digitální dvojče města**. Jedná se o vytvoření 3D modelu města, na kterém lze simulovat jednotlivé situace. Získaná data mají využití v mnoha oblastech chodu města.

Doplňkové aktivity

Plzeň plánovala využít 5G síť hned v několika oblastech, a proto představila v soutěžním záměru hned několik dílčích komponent, které by měly pozitivně ovlivnit život tamních obyvatel (Plzeň, 2019).

Město pracuje kontinuálně na zkvalitňování „rozhraní“ mezi občanem a úřadem (digitalizace, elektronické formuláře, srozumitelnost/jednoduchost při vyhledávání řešení, zkracování času při řešení životních situací, zavádění „beznávštěvového“ vyřizování životních situací atd.). Síť páté generace mají umožnit rychleji poskytovat občanovi potřebné informace, rychleji ho obsloužit, rychleji reagovat na vyhledávání (klíčová slova, chatbot atd.). Dále město sbírá podněty od občanů pomocí aplikace PlzniTo (Plzeň, 2019).

V oblasti vzdělávání a podnikání město dlouhodobě buduje ucelený systém zkvalitňování technicky orientovaného vzdělávání a podpory podnikání, včetně vzniku technologicky orientovaných startupů. 5G síť umožní přinést konkurenční výhodu do inovativních podniků (dosažení vyšší efektivity, nové trhy, nové zakázky atd.) (Plzeň, 2019).

Výuka digitální gramotnosti a práce s moderními technologiemi ve školství

V Plzni se vyučuje robotika na základní škole, v roce 2020 bylo plánováno rozšířit vyučování sedmi škol a zároveň bude součástí volnočasových aktivit v Centru robotiky. Plánované zapojení je i mezi technicky orientované SŠ ve spolupráci se SITPort (Plzeň, 2019).

Provozovatel sítí elektronických komunikací

Dohoda s provozovatelem sítí elektronických komunikací, společností O2 Czech Republic a.s.

4.5.2 Ústí nad Labem

Realizace záměru projektů ve Statutárním městě Ústí nad Labem měly vést k využívání moderních technologií ve veřejném prostoru a ke zvyšování kvality života obyvatel a větší kvalitě služeb pro podnikatele v území. Vše by mělo probíhat ve spolupráci s veřejností, odborníky, start-upy, univerzitními týmy apod. Cílem bylo zlehčit, zpřehlednit, zkrátit, nebo zefektivnit interakci občanů i turistů na všech úrovních (Ústí nad Labem, 2019).

Regionální a vládní strategie, o které se projekt opíral:

- Regionální inovační strategie Ústeckého kraje,
- Strategie rozvoje Ústeckého kraje do roku 2027,
- Inovační strategie České republiky 2019–2030, Czech Republic, The Country For The Future,
- Program Digitální Česko.

Město Ústí nad Labem se zaměřilo na dvě hlavní komponenty. První komponentou projektu byla služba „Portabo“, která měla sjednotit data v Ústeckém kraji. Druhou hlavní komponentou byl testovací městskou zónu „U Smart Zone“ pro testování autonomního řízení. Podrobnější popis komponent je součástí jednotlivých podkapitol.

PORTABO

Jedná se o regionální datovou platformu. Platforma má sloučit oborové oblasti a informace o městech na Ústecku. Cílem tohoto projektu bylo vytvoření jednotné online datové platformy pro oblast působení Ústeckého kraje. Tuto platformu měly využívat obce, města a kraj. Cílem bylo zkvalitnění rozhodování místních samospráv (Ústí nad Labem, 2019).

U Smart Zone

U Smart Zone navazuje na projekt PORTABO. Jedná se o zónu („testovací okruh“), jejíž záměrem je sloužit k testování autonomních dopravních prostředků ve skutečném provozu ve městě. Předpokládá se práce s daty z platformy PORTABO. Data by měla být do platformy doplňována, a tím by se mělo zamezit vzniku dalšího potřebného systému, který by musel být vytvořen pro autonomní mobilitu. Pro testování systémů vyšší generace dosahuje komunikace téměř 27 km a má dva okruhy (Ústí nad Labem, 2019).

V soutěžním záměru tedy město definovalo pouze dva konkrétní projekty, pro které je vysokorychlostní síť páté generace nezbytnou oporou. Jedná se o projekt regionální datové platformy PORTABO a projekt U Smart Zone (Ústí nad Labem, 2019).

Vedlejší doplňkové aktivity

Vedlejší doplňkové aktivity budou cílit na:

- **kvalitu života a pospolitosti obyvatel** – zlepšení životní úrovně obyvatel,

- **image města jako metropole regionu** – důraz na cestovní ruch, starání se o veřejný prostor,
- **prosperitu města** – vzdělávání, inovace a posílení atraktivity města pro podnikání a investice,
- **udržitelnou mobilitu** – zájmy obyvatel, životní prostředí a dostupné finanční prostředky (Ústí nad Labem, 2019).

Zamýšlené přínosy projektů

Datová platforma má být k dispozici každému městu a obci v Ústeckém kraji. Města a obce budou sdílet data do platformy a na oplátku dostanou analytické výstupy podle svého výchozího nebo ad hoc zadání. Angažovaným subjektům mohou data lépe pomoci při rozhodovacích procesech. Investice do jednotné datové platformy bude výrazně nižší a efektivnější než financování separátních, stejně tak jako investice měst do této platformy místo své vlastní (Ústí nad Labem, 2019).

Architektura by měla být postavena na otevřených nelicencovaných Open Source řešeních. Spolu se systémem lze předpokládat růst rozvoje chytrých domén Ústeckého kraje a zainteresovaných obcí a měst. Architektu je dále navrhována tak, aby umožňovala propojení s jinými budoucími obdobnými platformami sousedních krajů (Ústí nad Labem, 2019).

Očekává se tedy rozvoj města i kraje, vytváření podmínek pro implementaci principů Průmyslu 4.0 a Společnosti 4.0, e-Government a dalších inovativních řešení Smart Cities, ale také Smart region, které pomůžou v budoucnu vyřešit nemálo strukturálních změn. Hlavním přínosem je tvorba nových pracovních, rozvoj podnikání, lepší pospolitost se sousedními kraji i státy (Ústí nad Labem, 2019).

Inovační platformu zosobňuje Inovační centrum Ústeckého kraje (ICUK) spolu s partnery tvoří inovační ekosystém Ústeckého kraje (Ústí nad Labem, 2019).

Výuka digitální gramotnosti a práce s moderními technologiemi ve školství

Účelem bylo připravit mládež na pracovní život v době Průmyslu 4.0, pomocí výuky odpovědného a bezpečného zacházení s moderními technologiemi (Ústí nad Labem, 2019).

Provozovatel sítí elektronických komunikací

Dohoda s provozovatelem sítí elektronických komunikací, společností Vodafone Czech Republic a.s.

Vyjádření primátora města Ústí nad Labem

„Jsme moc rádi, že 5G síť se vyzkouší právě v našem městě. Dostáváme se tím mezi elitní skupinu měst a vytváříme tak zároveň ekonomickou příležitost pro komerční sféru. Je to určitě velké lákadlo pro inovativní firmy s vlastním výzkumem a vývojem, které budou chtít své nové technologie ověřovat v 5G prostředí,“

- primátor města Ústí nad Labem Petr Nedvědický (2019).

4.5.3 Karlovy Vary

Dlouhodobým cílem města je zlepšení veřejného prostoru, jak pro místní obyvatele, tak pro návštěvníky. Kvůli velkému návalu turistů, plánovalo město využít 5G síť na aplikaci augmentované reality, která bude návštěvníkům pomáhat lépe poznat město a jeho historii. Město ve svém soutěžním záměru předpokládalo, že prostřednictvím augmentované reality za pomoci 5G sítě bude možné realizovat digitálního průvodce pro lepší orientaci ve městě. V rámci soutěžního projektu měla předkládaná aplikace umožnit získat informace o dané lokalitě nebo stavbě, možnost nahlížet na digitální modely budov, prostranství a území. Augmentovaná realita za pomoci nízké latence a dalších vlastností, které 5G umožňuje, bude daleko výkonnější a bude jí moci používat větší množství uživatelů i v hustě zalidněných lokalitách. Jednou z vizí bylo využití augmentované reality pro neobvyklé nebo alternativní pohledy na město, či jako funkci digitálního průvodce městem (Karlovy Vary, 2019).

Sítě páté generace mohou městu poskytnout mimořádný pokrok v organizaci dopravy, například sledování prostředků veřejné dopravy v reálném čase, jejich prioritizaci v provozu, ale také informace o možnostech parkování v reálném čase nebo aktuální kombinované informace o možnosti zaparkovat a jet dále veřejnou dopravou (P+R). Proto z hlediska městské dopravy město plánovalo zavést řídicí informační systém, který měl přenášet aktuálních informací z/do vozidel řidičům na trase a z/do inteligentních zastávek. Dále plánovali automatickou kontrolu dodržování předpisů, vjezdu do lázeňského území

a podobně. Díky tomu by dodržování pravidel nemuseli fyzicky zajišťovat hlídky pomocí strážníků (Karlovy Vary, 2019).

V oblasti eHealth se město chtělo zaměřit na oblast telemedicíny, kde mělo v plánu docílit přenosu audiovizuální komunikace pacient-lékař, nebo také zajistit přenos dat z přístrojů záchranáře do nemocnice. Pilířem rozvoje v oblasti elektronického zdravotnictví je úzká spolupráce vedení města s aplikací záchranka, díky níž by obyvatelé i návštěvníci mohli postupně získat přístup k informacím při mimořádných událostech nebo možnost využít pokročilé funkce aplikace v reálném čase (Karlovy Vary, 2019).

Soutěžní záměr zapadá do celkového strategického rámce rozvoje města Karlovy Vary. Město v době podání přihlášky zpracovávalo nový strategický plán **StrategieKV°2040**. Za vznikem plánu stojí řada spolupracujících subjektů (místních stakeholderů, podnikatelů, osoby s rozhodovací pravomocí atd.). Prioritou strategie je zapojení technologií do správy města (Karlovy Vary, 2019).

„Chceme město s novým příběhem, chceme postupovat s úctou k minulosti, tvořit autentickou přítomnost a zároveň připravovat podmínky pro perspektivní budoucnost.“

- ředitel KAMKV Petr Kropp (2019)

Doplňkové aktivity

Karlovy Vary předpokládaly, že zavedení 5G na území města bude mít rovněž pozitivní vliv na další dílčí projektové záměry, které město plánovalo zrealizovat. Zejména v oblasti dopravy předložilo mnoho námětů na zlepšení. Město plánovalo za pomoci sítě rozvoj inteligentního dispečinku, upřednostnit vozidla MHD na světelných křižovatkách a mnoho dalšího. V rámci dopravního portálu město plánovalo propojení inteligentních zastávek, které byly již zrealizovány a které by mohla 5G síť vylepšit o přehled polohy autobusů. Další podstatný předložený projekt zvyšoval bezpečnost ve veřejné dopravě pomocí inovací kamerových systémů v dopravních prostředcích či rozvoj systému inteligentních odpadních nádob umožňující optimalizaci svozu (Karlovy Vary, 2019).

Výuka digitální gramotnosti a práce s moderními technologiemi ve školství

Na střední zdravotnické škole a vyšší zdravotnické školy v Karlových Varech mají k dispozici unikátní virtuální učebny a vzdělávací aplikaci Human Anatomy VR. Síť 5. generace umožňuje nové vylepšení těchto učeben (Karlovy Vary, 2019).

Provozovatel sítí elektronických komunikací

Dohoda s provozovatelem sítí elektronických komunikací, společností Vodafone Czech Republic a.s.

4.5.4 Jeseník

Město Jeseník připravilo spolu s partnery projekt s názvem jesenickeprameny.cz. Jednalo se o webový portál, který by měl ukazovat současnou nabídku pramenů s mapou, popisem tras, historií i fotkami. Technologie 5G by mohla přinést vizualizaci původního místa návštěvníkovi přímo do mobilního zařízení spolu s lokací a historickými fotografiemi. V Jeseníku je také vlastivědné muzeum, které mělo pomocí 5G sítí ztvárnit postavu Vincenze Priessnitze a za použití prvků umělé inteligence by umožnilo návštěvníkům expozice si s ním pohovořit (Jeseník, 2019).

Záměrem města bylo také instalovat více silničních radarů, které budou shromažďovat řadu datových údajů. Město se tím chtělo zapojit do celokrajského sdílení dat o provozu na komunikacích. Zároveň evidovat a řešit přestupky v klíčových dopravních místech. Pozdější etapa je zaměřená na sdílení informací o volné kapacitně parkovacích míst online (Jeseník, 2019).

Mnoho obyvatel Jeseníku pracuje vzdáleně pro zaměstnavatele z největších měst ČR. Technologie 5G by měla jednotlivcům poskytnout možnost a důvod zůstat v mikroregionu a přilákat občany, kteří se nechtějí do oblasti přistěhovat kvůli problematice zaměstnání v regionu.

Město se snaží o zavedení provozu online připojení seniorů s rodinami či dalšími seniory a službami v oblasti zdravotnictví. V rámci projektu bylo plánované využití senzorky a telepřenosů. Stěžejním mělo být vybavit seniory potřebným hardwarovým i softwarovým vybavením a docílit kooperace dalších osob v rámci telemedicíny. Vývojáři měli pracovat na aplikaci Oscar senior, která měla zajistit jednoduchou péči o seniory na dálku (Jeseník, 2019).

„Aktivně se zapojujeme do aktivit projektu SMART Česko, protože si myslíme, že Jeseník by měl být městem chytrým a orientovaným na to nejdůležitější, což je kvalita služeb pro občany.“

- Tomáš Vlazlo (2019), místostarosta města Jeseník

Doplňkové aktivity

Jeseník se snaží o identifikaci klíčových oblastí zájmu a rozvádět akční plán. Cílem bylo systematicky uchopit „Smart řešení“ realizované již v průběhu let 2018–2019. Město chtělo vytvořit podmínky pro vznik malých a středních podniků, které budou přinášet přidanou hodnotou. Město má dobré životní podmínky, avšak chybí kvalitnější a zajímavější pracovní pozice, které 5G síť měla do oblasti přinést. Město Jeseník očekává v průběhu 7 let pozitivní migraci obyvatel do regionu. Proto byla strategie vedena formou užitku převážně pro obyvatelstvo. Potřebná byla však technologie a digitalizace oblasti (Jeseník, 2019).

Partnerem byla společnost FENIX, která zvažovala využití 5G sítě ve svém závodě k posílení robotizace a automatizace výroby za cílem zvýšení svoji konkurenceschopnosti (Jeseník, 2019).

Výuka digitální gramotnosti a práce s moderními technologiemi ve školství

Gymnáziu Jeseník má úspěšný školní Robotický tým R.U.R. Studenti zde programují Lego roboty. Technologie 5G má umožnit zrychlit reakční dobu robotů na pokyny studentů a roboti tak budou moci reagovat téměř okamžitě. Jesenická Střední průmyslová měla otevřít studijní obor Informační technologie, kde bude velký důraz kladen na inovační technologie, drony, robotiku, zabezpečení objektů a další (Jeseník, 2019).

Provozovatel sítí elektronických komunikací

Dohoda s provozovatelem sítí elektronických komunikací, společností Vodafone Czech Republic a.s.

4.5.5 Bílina

Projektové vize města Bílina vycházely ze Strategie Smart City, která již zahrnuje mnoho záměrů postavených na rozvoji sítě 5G. Ve strategickém plánu se i počítalo s podporou budování sítí 5G, jakož to významným nástrojem rozvoje konceptu Smart City. V soutěžním

záměru se město soustředilo zejména na rozvoj městské datové a senzorické sítě, specificky se jedná o městský kamerový a dohlížecí systém. 5G sítě mají vyřešily problém s nedostačující konektivitou pro přenos dat z městského kamerového dohlížecího systému a zajistit budoucí rozvoj nejen v této oblasti (Bílina, 2019).

Důležitá měla být implementace inovativního softwaru, která zajistí pokročilejší analýzu obrazových dat v reálném čase. Projekt se zaměřoval převážně na oblast bezpečnosti a zlepšení kvality veřejného prostoru, což bylo přáním města i občanů. Město proto přišlo s nástrojem, který by dokázal sledovat, analyzovat a řídit všední provoz, ale i dlouhodobější vývoj města (Bílina, 2019).

Město počítalo v rámci strategického plánu a případného rozvoje sítí 5. generace i s projekty jako je rozvoj veřejného osvětlení ve městě a strategii informačních a komunikačních technologií (Bílina, 2019).

„Zapojení do projektu je pro budoucnost města naší velikosti zásadní. Poskytuje nám větší příležitost využít technologie usnadňující každodenní život našich obyvatel nebo nám umožní posílit oblast bezpečnosti. Otevírá nám však také dveře pro vnik nových podniků či start-upů a dává příležitosti mladým talentovaným lidem,“

- uvedla starostka města Bílina Zuzana Schwarz Bařtipánová (2019).

Doplňkové aktivity

Město předložilo rozsáhlou bezpečnostní analýzu, mapovalo požadavky na pomocnou infrastrukturu, vymezilo bezpečnostní scénáře určené pro město a předložilo systém integrující inovativní prvky. Jednalo se o pokročilý analytický software, zvukové senzory, 3D volumetrické systémy, nástroje pro situační management a řízení incidentů. V rámci projektu se předpokládala spolupráce města a městské policie s Krajským ředitelstvím policie Ústeckého kraje a Ministerstvem vnitra (Bílina, 2019).

Rozvoj senzorické sítě je brán jako dlouhodobý projekt. Prvotní fáze počítala s vytvořením postupu zavádění a instalace senzorů, včetně kamer a vytvoření dostatečující datové a přenosové infrastruktury, která by data dále ukládala, zpracovávala a používala. To mělo představovat dostatečný základ pro strategický rámec, který bude efektivněji rozvíjet

a využívat městské komunikační infrastruktury, rozvíjet páteří optické sítě, využívat 5G, IoT a sítě Wi-Fi spadající pod správu města (Bílina, 2019).

Doplňkové aktivity se zaměřovaly zejména na méně hospodářsky vyvinuté oblasti. 5G sítě mají přinést snížení rozdílů mezi příjmy mezi více či méně rozvinutými regiony, díky vybudování tzv. digitální ekonomiky. Na výkonné komunikační infrastruktuře je postaven podnikatelský rozvoj, získání nových investorů, což souvisí s tvorbou nových pracovních míst (Bílina, 2019).

Výuka digitální gramotnosti a práce s moderními technologiemi ve školství

Město Bílina plánovalo zařadit do studijního plánu aplikované využití moderních technologií v základním školství (Bílina, 2019).

Provozovatel sítí elektronických komunikací

Dohoda s provozovatelem sítí elektronických komunikací, společností O2 Czech Republic a.s.

4.6 Zhodnocení projektových záměrů

Kapitola se věnuje shrnutí soutěžních záměrů měst a definuje oblasti, na které se města orientovala. Následně srovnává projektové záměry se zahraničními projekty.

4.6.1 Plzeň

V tabulce jsou č. 4 lze vidět projektové záměry města v odvětvích bezpečnosti, dopravy, veřejné správy a vzdělávání. Plzeň chtěla využít 5G síť k optimalizaci dopravy a ke zlepšení dopravní situace ve městě prostřednictvím kamerových systémů. Na síti 5G chtěla testovat metodu autonomní mobility. V oblasti bezpečnosti chtělo město využít novou síť skrze bezpilotní letouny a 3D modely budov, které zefektivní zásah velitele a jeho jednotky. V poslední řadě chce zdigitalizovat a zkvalitnit služby mezi občanem a úřadem. Oblast vzdělávání byla jednou z podmínek účasti soutěže.

Tabulka 4: Shrnutí oblastí zájmu města Plzeň

Oblast	Projekty
Bezpečnost	Streamování obrazu z dronů
	3D modely budov (IZS)
	Digitální dvojče
	Kamerové systémy
Doprava	Autonomní mobilita
	Kamerové systémy (MHD)
Veřejná správa	Digitalizace
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi

Zdroj: vlastní zpracování

4.6.2 Ústí nad Labem

V tabulce jsou č. 5 lze vidět projektové záměry města v odvětvích dopravy, veřejné správy a vzdělávání. Město dosáhnout autonomní mobility a vytvořit regionální datovou platformu. Oblast vzdělávání byla jednou z podmínek účasti soutěže.

Tabulka 5: Shrnutí oblastí zájmu města Ústí nad Labem

Oblast	Projekty
Doprava	Autonomní mobilita
Veřejná správa	Datová platforma
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi

Zdroj: vlastní zpracování

Ústí nad Labem představilo v soutěžním záměru pouze dva projektové záměr, avšak oba propracované do větších detailů. Regionální datovou platformu s názvem PORTABO a projekt projekt U Smart Zone usilující o autonomní mobilitu.

4.6.3 Karlovy Vary

V tabulce jsou č. 6 lze vidět projektové záměry města v odvětvích bezpečnosti, cestovního ruchu, dopravy, zdravotnictví a vzdělávání. V rámci cestovního ruchu bylo plánováno využití argumentované reality. Jelikož se jedná o turistickou oblast, projekty se zaměřovaly také na zajištění bezpečnosti a průjezdnosti více fragmentované části města, a to za pomoci automatizované kontroly dodržování pravidel, parkování, vjezdu do lázeňského území a podobně. Ve zdravotnictví se jedná o telemedicínu, kde má být použita audiovizuální komunikace a přenos dat mezi ze záchranky do nemocnice. Oblast vzdělávání byla jednou z podmínek účasti soutěže.

Tabulka 6: Shrnutí oblastí zájmu města Karlovy Vary

Oblast	Projekty
Bezpečnost	Kamerové systémy
Cestovní ruch	Augmentovaná realita (digitálního průvodce)
Doprava	Prioritizace v provozu
	Kamerové systémy
	Automatická kontrola
	Řídící informační systém
Zdravotnictví	Audiovizuální komunikace
	Přenos dat
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi

Zdroj: vlastní zpracování

Předpokládanými metodami pro oblast dopravy bylo například použití sensoriky a GPS.

Karlovy Vary předložily projektový záměr, který spíše vylepšuje již stávající zavedené projekty, které běželi, nebo fungovali na stávající infrastruktuře. Víze města je s příchodem sítě 5G vylepšit probíhající projekty.

4.6.4 Jeseník

V tabulce č. 7 lze vidět projektové záměry města v odvětvích cestovního ruchu, dopravy, sociálních služeb, zdravotnictví a vzdělávání. V rámci odvětví cestovního ruchu bude použita augmentovaná realita prostřednictvím vizualizace. V rámci dopravy se jednalo o sběr dat pomocí radarů a v oblasti sociálních služeb lze mluvit o sensorice a online přenosech.

Tabulka 7: Shrnutí oblastí zájmu města Jeseník

Oblast	Projekty
Cestovní ruch	Umělá inteligence (expoze)
Doprava	Silniční radary (sdílení dat)
Sociální služby	Péče o seniory na dálku
Zdravotnictví	Telemedicína
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi

Zdroj: vlastní zpracování

Město Jeseník vyhrálo se soutěžním záměrem, který se charakterizuje širším rozsahem než města ostatní. Neprioritizuje žádný větší dílčí záměr nad záměry ostatní. Důležitým krokem bylo vytvoření ideálních podmínek ve městě a přivést nové inovační a průmyslové společnosti, s cílem posílit konkurenceschopnost města.

4.6.5 Bílina

V tabulce č. 8 lze vidět projektové záměry města Bílina v oblasti bezpečnosti, která se stala prioritní v celém soutěžním záměru. Město v soutěžním záměru plánovalo nasadit kamerové systémy, analytický software, zvukové senzory a 3D volumetrické systémy.

Tabulka 8: Shrnutí oblastí zájmu města Bílina

Oblast	Projekty
Bezpečnost	Kamerové systémy
	Analytický software
	Zvukové senzory
	3D volumetrické systémy
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi

Zdroj: vlastní zpracování

Město Bílina při přípravě soutěžního záměru předložilo vizi bezpečného města a oproti ostatním výherním městům se soustředilo na realizaci jednoho konkrétního hlavního projektového záměru. Testovat 5G síť tak měla být využita zejména na městském kamerovém a dohlížecím systému a s tím souvisejících službách.

4.6.6 Komparace

V rámci soutěžních záměrů, si města stanovila strategické cíle, kterých chtějí dosáhnout. Portfolio služeb jednotlivých měst bylo individuální. Některá města se zaměřila na užší projektový záběr viz Bílina a Ústí na Labem, některá města si stanovila širší okruh projektů k implementaci, což byl příklad Jeseníku. Město Plzeň a Karlovy Vary přišlo mimo jiné s návrhy, které rozšiřovaly jejich zavedené, nebo částečně zrealizované projekty.

V rámci zhodnocení proběhla komparace projektových záměrů s již zavedenými projekty švýcarského města Ženeva. Volba města byla z důvodu druhého pořadí v celosvětovém žebříčku Smart City a z důvodu jeho umístění v Evropě.

V porovnání se zahraničím česká města v projektových záměrech necílí na odvětví životního prostředí, což je problém také z hlediska závazku dosáhnout uhlíkové neutrality, která je cílem mnoha zemí. V odvětví dopravy, která ale zasahuje velkou měrou do životního prostředí, chybí v soutěžních záměrech projekty na elektromobilitu, které by dle názoru autora měla být z hlediska priorit před autonomní mobilitou.

Celkově lze projektové záměry vybraných měst hodnotit spíše negativně. Města začala budovat Smart City na základě aplikací a nepřipravila si nezbytnou základní infrastrukturu a core softwarové komponenty, které by měly jednotlivé služby propojovat, jako jsou datové sklady. To může být problematické při budoucím rozšiřování poskytovaných služeb. Světlou výjimkou jsou města Plzeň a Karlovy Vary, která již základ měla z předešlých projektů. Ale ani z jejich projektů není patrné jejich zasazení do celkové strategie budování Smart City. Město Ústí nad Labem lze pochválit alespoň za plánovanou implementaci jednotné datové platformy.

4.7 Plánované projekty 5G5M, vazba na RRF

Z nástroje pro oživení a odolnost (Recovery and Resilience Facility-RRF) bude poskytnuto členským státům celkem 723,8 mld. eur. Ve formě úvěrů 385,8 mld. eur a ve formě grantů 338 mld. eur. Podpora investic a reforem z RRF pomáhá členským státům obnovit jejich ekonomiky. Záměrem je zmenšit hospodářský a sociální dopad koronavirové pandemie,

zaměřit se na udržitelnost a odolnost evropské ekonomiky. Cílem je také připravit společnost na přechod k ekologické a digitální transformaci. Nařízení o zřízení RRF je platné od 19. února 2021. Finance z fondu lze čerpat do 31. prosince 2026 (Evropská komise).

Digitální výzvou pro Česko je právě podpora digitalizace veřejné i soukromé sféry a s tím související zlepšení konektivity prostřednictvím sítí s velmi vysokou kapacitou. Do digitalizace budou mířit investice ve výši 585 milionů EUR, konkrétně do digitální transformace a kybernetické bezpečnosti veřejné správy, soudního systému a zdravotní péče. Do digitální transformace podniků, center pro digitální inovace, sítí s velmi vysokou kapacitou a sítí 5G bude cílena podpora ve výši 650 milionů eur (Evropská komise).

4.7.1 Plzeň

Projektové záměry navrhované do financování z RRF

Plzeň předložila tři projektové záměry v celkové hodnotě 20 mil. Kč

Orientace: multimodální split a autonomní mobilita, vzdělávání v oblasti 5G

Projektoví partneři: Konsorcium partnerů (MMR, 2021).

Předkládané projekty:

- Podpora vzdělávání, popularizace 5G
- Využití AI pro zpracování dat z obrazu a dalších senzorů pro zvýšení bezpečnosti ve městě
- Autonomní TRAM/polygon (využití 5G sítí jako přenosového média pro všechny služby a systémy spojené s autonomní mobilitou ve městě Plzni) (MMR, 2021).

4.7.2 Ústí nad Labem

Projektové záměry navrhované do financování z RRF

Předložily se dva projekty v celkové hodnotě 15,68 mil. Kč.

Orientace: bezpečnost v dopravě, inteligentní doprava, využití MKDS bezpečnostní koridor Ústí nad Labem – Bílina

Projektoví partneři: METROPOLNET, ČVUT, Ústecký kraj (MMR, 2021).

Předkládané projekty:

- Zvýšení dopravní bezpečnosti v ulici Bělehradská v Ústí nad Labem

- Monitoring aktérů silničního provozu v lokalitě Strážky – komunikace bude probíhat prostřednictvím 5G modemů, které budou přenášet data do centrálního řídicího systému (MMR, 2021).

4.7.3 Karlovy Vary

Projektové záměry navrhované do financování z RRF

Karlovy Vary předložilo pouze jeden projektový záměr v celkové hodnotě 20,14 mil. Kč.

Orientace: inteligentní doprava, real-time komunikace v systémech C-ITS, městský navigační systém

Projektoví partneři: Dopravní podnik Karlovy Vary, a.s. (MMR, 2021).

Předkládané projekty:

- Kooperativní systémy DPKV s využitím 5G technologií – pilotní projekt

4.7.4 Jeseník

Projektové záměry navrhované do financování z RRF

Město Jeseník předložilo čtyři projekty, což je největší počet ze všech měst, v celkové hodnotě 20 mil. Kč

Orientace: e-Health, vzdělávání, energetika

Projektoví partneři: Gymnázium Jeseník, Střední průmyslová škola Jeseník, společnost Fenix Group (MMR, 2021).

Předkládané projekty:

- Využití technologií 5G pro zlepšení zdravotní a sociální péče na Jesenicku.
- Kampusová síť 5G pro robotickou laboratoř Gymnázia Jeseník.
- Využití dronů a jejich pilotáž jako nový učební předmět na SPŠ Jeseník.
- Ověření potenciálu technologií 5G pro energetickou komunitu (MMR, 2021).

4.7.5 Bílina

Projektové záměry navrhované do financování z RRF

Město Bílina předložilo pouze jeden projekt hodnotě 20 mil. Kč (MMR, 2021).

Orientace: integrovaná bezpečnost, situační management, bezpečnostní a 5G datový koridor ÚnL-Bílina.

Projektoví partneři: Ústí nad Labem, Ústecký kraj, PČR – Krajské ředitelství Ústeckého kraje (MMR, 2021).

Předkládané projekty:

- Rozvoj městského bezpečnostního a situačního managementu v Bílině s podporou technologie sítí 5G a vytvoření bezpečnostního a datového koridoru Bílina – Ústí nad Labem (MMR, 2021).

4.7.6 Zhodnocení projektů

Opět z představených záměrů není patrná žádná systematičnost.

4.8 Implementované projekty v rámci soutěže 5G pro 5 měst

Průběh projektu 5G pro 5 měst byl shrnut a vyhodnocen na konferenci s názvem 5Gthon, na kterém vystoupili jednotliví facilitátoři, o nichž byla zmínka již v rozhovoru, a shrnuli jednotlivé implementace a přípravné projekty ve městech.

4.8.1 Plzeň

Ve městě Plzni proběhlo 5G testování zejména na dronech, které lze využívat jak pro komerční účely, tak při zásazích integrovaného záchranného systému. Mimo to zde proběhlo testování autonomní tramvaje. V rámci testování byly instalované detektory na křižovatkách. Informace by se měly přenášet do dispečinku k vyhodnocení. Provoz by měl být použit jako přípravná brána pro autonomní mobilitu. Dalším projektem města je instalace detektorů, které budou detekovat střelbu, panické výkřiky a mimořádné chování lidí na základě vyhodnocení budou informovány bezpečnostní složky (Bagin, 2022).

4.8.2 Ústí nad Labem

Ústí nad Labem se orientovalo na autonomní mobilitu, kde se snaží implementovat autonomní okruh, a centrální sběr dat pro městské veřejné organizace, veřejný sektor, ale i soukromé podniky. Dále zde chtějí tzv. virtuální chodník. V oblasti byla detekována krizová oblast, sjezd z dálnice, která se jeví jako nebezpečná pro chodce. Zde se tak chce zavést kamerový systém, radar, lidar a inteligentní značka, aby účastníci provozu dostali pokyn, že oblast není plynule průjezdná a zabránilo se tak střetu chodce s vozidlem. Prvky 5G se budou uplatňovat tam, kde se nedá natáhnout současná infrastruktura mikrovlnných

spojů. Ve městě probíhá spolupráce mezi městem, krajskými institucemi i univerzitou (Cingroš, 2022).

4.8.3 Karlovy Vary

Karlovy Vary se zaměřily na inteligentní dopravní systémy (C-ITS), které umožňují předávat informace v reálném čase. Město připravilo projekt testovacího polygonu, kde budou nainstalovány zařízení, které sledují provoz a přeposílají zprávy vozidlům. Tento projekt navazuje na projekt C-roads, což je projekt České republiky. Dalším odvětvím byla oblast emergency telemedicíny, ve spolupráci se záchranou službou Karlových Varů. Jedná se o videopřenos z místa nehody a přenos z přístrojů ve voze záchranné služby do zdravotního střediska. V září 2020 již proběhlo testování v simulovaném prostředí ve spolupráci se společností Vodafon a aplikací Záchranka. Realizace plného projektu by měla být v následujícím roce (Hasal, 2022).

4.8.4 Jeseník

Jeseník jakožto město vcelku izolované se snaží udržet obyvatele v lokalitě a zamezit tak dojíždění za prací do větších měst. Město se zaměřilo na robotiku, IoT, energetiku a zdravotnictví. Ve zdravotnictví jde o konziliární asistované vyšetření pacientů praktickým lékařem, kdy pacient má u praktického lékaře k dispozici specialistu přes streamované video. Dále zde proběhne výstavba kampusové sítě v robotické laboratoři, kde se pracuje na humanodovi, který bude schopen asistovat seniorům. Na současné síti není robot schopen vykonávat některé složitější úkony. V energetice se zaměřují na agregaci flexibility a poskytování systémových a podpůrných služeb (Stich, 2022).

4.8.5 Bílina

Město Bílina se již od počátku orientovalo na bezpečnostní management. V současnosti běží 5G modemy ve vozidlech městské policie. Ve městě proběhlo i testování na 4,5G síti, ale ukázalo se, že konektivita je nedostatečná. Technologie funguje tak, že při zásahu má policie tělové kamery, které jsou schopné prostřednictvím streamu posílat záznam na centrálu a posléze mohou být použity jako důkazní materiál. Dále zde byly implementovány kamerové systémy s analytickým softwarem, které dovolují vyhodnocení potencionálního rizikového chování. Stávající infrastruktura, tedy rádiové mikrovlnné spoje, neumožňovali

rozšíření kamerového systému. Technologie 5G za pomoci velkého množství dat a nízké latence dokáže okamžitě reagovat a kamerami vhodně otáčet (Kuka, 2022, Vlček, 2022).

Města si navzájem mezi sebou vyměňovala zkušenosti na jejichž základě vznikla i spolupráce města Bílina a ústí nad Labem. Města připravila koncept bezpečnostně datového koridoru, což by mělo mít za následek například aktivní výměnu dat a informací a rozvoj konceptu regionální integrované bezpečnosti.

4.9 Zhodnocení implementace v jednotlivých městech

Kapitola porovnává soutěžní záměry měst, projekty předložené v rámci RRF a realizované projekty s následným zhodnocením.

4.9.1 Plzeň

Tabulka č. 9 porovnává projekty města Plzně, které byly součástí soutěžních záměrů, dále projekty předložené v rámci RRF a v poslední řadě zrealizované projekty.

Tabulka 9: Shrnutí projektů města Plzně

Soutěžní záměry	
Bezpečnost	Streamování obrazu z dronů
	3D modely budov (IZS)
	Digitální dvojče
	Kamerové systémy
Doprava	Autonomní mobilita
	Kamerové systémy (MHD)
Veřejná správa	Digitalizace
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi
Projekty předložené v rámci RRF	
Bezpečnost	Umělá inteligence (zpracování dat)
Doprava	Autonomní TRAM/polygon
Vzdělávání	Podpora vzdělávání
	popularizace 5G
Realizované projekty	
Bezpečnost	Drony
	Detektory střelby
Doprava	Autonomní tramvaj
	Detektory na křižovatkách

Zdroj: vlastní zpracování

Město Plzeň, v rámci 5Gthonu (závěrečná akce projektu 5G pro 5 měst), odprezentovalo čtyři projekty, které již byly zrealizované nebo jsou v testovací fázi. Jedná se o testování na dronech, testování autonomní tramvaje, detektory na křižovatkách a instalace bezpečnostních detektorů, které budou monitorovat střelbu. V rámci RRF byl předložen projekt týkající se využití umělé inteligence pro zpracování dat z obrazu a dalších senzorů

pro zvýšení bezpečnosti ve městě a projekt autonomní TRAM/polygonu, který dle odhadů má vysoké finanční náklady na implementaci do rutinního provozu (MMR, 2021).

V rámci konference nebyla zmíněna digitalizace státní správy, ale na základě metodické rešerše, lze dohledat, že město Plzeň zrealizovalo projekt Elektronický Portál Občana EPO. EPO umožňuje elektronické podání na úřadě (Smart City Plzeň, 2018).

Na základní škole v Plzni mají vzdělávací program (r. 2020/2021) s názvem „Tvořivá škola pro všechny“. Učí se zde předměty se zaměřením na rozvoj kompetencí v oblasti ICT, jazykové dovednosti, estetiky, robotiky, počítačové grafiky atd. Plzeň má také Centrum robotiky, což je místo pro vzdělávání a volnočasové aktivity v oblasti digitálních technologií. Město navíc žádá o dotace z RRF na podporu vzdělávání a popularizaci 5G (MMR, 2021).

4.9.2 Ústí nad Labem

Tabulka č. 10 porovnává projekty města Ústí nad Labem, které byly součástí soutěžních záměrů, dále projekty předložené v rámci RRF a v poslední řadě zrealizované projekty.

Tabulka 10: Shrnutí projektů města Ústí nad Labem

Soutěžní záměry	
Doprava	Autonomní mobilita
Veřejná správa	Datová platforma
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi
Projekty předložené v rámci RRF	
Bezpečnost	Zvýšení dopravní bezpečnosti
Doprava	Monitoring aktérů silničního provozu
Realizované projekty	
Bezpečnost	Virtuální chodník
Doprava	Autonomní tramvaj
Veřejná správa	Datová platforma

Zdroj: vlastní zpracování

Město Ústí nad Labem, v rámci 5Gthonu, odprezentovalo projekty týkající se bezpečnosti, dopravy a veřejné správy. V bezpečnosti se jednalo o projekt virtuálního chodníku, kde budou použity kamerové systémy, radary, lidary a inteligentní značka. Dále se Ústí nad Labem se zaměřilo na autonomní mobilitu a centrální sběr dat, což bylo i součástí soutěžního záměru.

V rámci vzdělávání nebyl předložen žádný projekt jak v rámci RRF, tak na konferenci 5Gthonu. V rámci literární rešerše internetových zdrojů lze prokázat, že Ústí nad Labem pracuje například na výzkumném projektu pro přípravu dětí základních škol a zkoumání vztah robota a žáka (Ústí nad Labem, 2019).

V současnosti je vyhlášená veřejná zakázka na projekt „Zvýšení dopravní bezpečnosti v ulici Bělehradská v Ústí nad Labem“, která je součástí předložených projektů v rámci RRF.

4.9.3 Karlovy Vary

Tabulka č. 11 porovnává projekty města Karlovy Vary, které byly součástí soutěžních záměrů, dále projekty předložené v rámci RRF a v poslední řadě zrealizované projekty.

Tabulka 11: Shrnutí projektů města Karlovy Vary

Soutěžní záměry	
Bezpečnost	Kamerové systémy
Cestovní ruch	Augmentovaná realita (digitální průvodce)
Doprava	Prioritizace v provozu
	Kamerové systémy
	Automatická kontrola
	Řídící informační systém
Zdravotnictví	Audiovizuální komunikace
	Přenos dat
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi
Projekty předložené v rámci RRF	
Doprava	Kooperativní systémy DPKV
Realizované projekty	

Doprava	Inteligentní dopravní systémy (C-ITS)
Zdravotnictví	Videopřenos z místa nehody

Zdroj: vlastní zpracování

Město Ústí nad Labem, v rámci 5Gthonu, odprezentovalo projekty v oblasti dopravy a zdravotnictví. V oblasti dopravy se jednalo o inteligentní dopravní systémy (C-ITS), které byly zařazeny i do projektových záměrů žádající o dotace z RRF. Splňují tak soutěžní záměry v oblasti dopravy. V rámci odvětví zdravotnictví se jednalo o oblast emergency telemedicíny.

V oblasti cestovního ruchu nebyly předloženy žádné projekty. V rámci průzkumu internetových zdrojů byla ale nalezena aplikace „Karlovarský digitální průvodce“, který je k dispozici ve čtyřech jazycích.

V Karlových Varech mají studenti Střední zdravotnické školy a vyšší odborné zdravotnické školy Karlovy Vary virtuální učebny a vzdělávací aplikaci Human Anatomy VR. Aplikace umožňuje nahlížet na prostorový model člověka, sledovat, jak jsou v těle poskládány orgány, kudy vedou nervy, kde se nacházejí jednotlivé svaly, kosti a podobně. V rámci průzkumu internetových zdrojů nebyly zaznamenány žádné kroky podílející se na vytváření vyšší hodnoty za pomoci sítí 5. generace.

4.9.4 Jeseník

Tabulka č. 12 porovnává projekty města Jeseníku, které byly součástí soutěžních záměrů, dále projekty předložené v rámci RRF a v poslední řadě zrealizované projekty.

Tabulka 12: Shrnutí projektů města Jeseníku

Soutěžní záměry	
Cestovní ruch	Umělá inteligence (expoze)
Doprava	Silniční radary (sdílení dat)
Sociální služby	Péče o seniory na dálku
Zdravotnictví	Telemedicína
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi
Projekty předložené v rámci RRF	
Doprava	Inteligentní dopravní systémy (C-ITS)
Energetika	Ověření potenciálu technologií 5G
Sociální služby	Videopřenos z místa nehody
Zdravotnictví	Telemedicína
Vzdělávání	Kampusová síť 5G
	Drony
Realizované projekty	
Energetika	Agregace flexibility
	Poskytování systémových a podpůrných služeb
Sociální služby	Robotika
Zdravotnictví	Asistované vyšetření pacientů
Vzdělávání	Výstavba kampusové sítě

Zdroj: vlastní zpracování

Město Jeseník, v rámci 5Gthonu, odprezentovalo projekty týkající se energetiky, sociálních služeb, zdravotnictví a vzdělávání. V soutěžním návrhu nebyl přímo definován projekt na oblast energetiky v rámci města, pouze skrze partnera projektu Fenix Trading s.r.o.

Realizované projekty jsou zároveň zařazeny mezi projekty RRF, nejspíše z důvodu nedostačujících financí města. V oblasti dopravy bylo zažádáno ještě o dotaci na inteligentní dopravní systémy, což se také dotýkalo oblasti zmiňované v soutěžním záměru.

V Jeseníku se plánovalo, v oblasti cestovního ruchu v rámci muzejní expozice, ztvárnit postavu Vincenze Priessnitze za použití prvků umělé inteligence. O tomto projektu však nejsou žádné záznamy.

V rámci projektů proběhne výstavba kampusové sítě 5G, která bude stěžejní pro výzkum robotiky Gymnázia Jeseník. Dále se v oblasti vzdělávání využijí drony a jejich pilotáž jako nový učební předmět na SPŠ Jeseník.

4.9.5 Bílina

Tabulka č. 12 porovnává projekty města Bíliny, které byly součástí soutěžních záměrů, dále projekty předložené v rámci RRF a v poslední řadě zrealizované projekty.

Tabulka 13: Shrnutí projektů města Bíliny

Soutěžní záměry	
Bezpečnost	Kamerový systém
	Analytický software
	Zvukové senzory
	3D volumetrické systémy
Vzdělávání	Výuka a práce s moderními technologiemi
Projekty předložené v rámci RRF	
Bezpečnost	Rozvoj městského bezpečnostního a situačního managementu
Realizované projekty	
Bezpečnost	5G modemy ve vozidlech městské policie
	kamerové systémy s analytickým softwarem
	bezpečnostně datový koridor

Zdroj: vlastní zpracování

Město Bílina, v rámci 5Gthonu, odprezentovalo projekty týkající pouze bezpečnosti, což bylo cílem od samého začátku.

V oblasti vzdělávání město plánovalo aplikované využití moderních technologií v základním školství, což bylo navrhováno již ve Strategickém plánu rozvoje města Bílina z roku 2016. Nebyly však nalezeny žádné zmínky o reálném aplikování do školních osnov.

4.9.6 Závěrečné zhodnocení implementace

Převládající tematickými oblastmi u více než poloviny měst byly bezpečnost, doprava a vzdělávání, kde však chybí důkazy o zrealizování, a proto je brána za neprůkaznou a nebude zaznamenána v rámci hodnocení. Dále se města zaměřila na zdravotnictví, sociální služby, cestovní ruch, energetiku a veřejnou správu. Lze konstatovat, že města své výsledné projekty celkem ztotožnila z projektovými návrhy.

4.10 Celkové hodnocení implementace Smart City za pomoci 5G

Současný model SC, který implementují města po celém světě, obsahuje několik nedostatků, které se týkají zejména nízké efektivity následných výsledků, nedostatečné podpory změny od obyvatelstva a nedostatek svěřených postupů, jak SC koncepty zavádět. Důležitým prvkem je zaměření projektů na samotné občany, jejichž přijetí chytrých řešení do běžného života zvýší efektivitu zavádění a její následné udržitelnosti. Technologická vrstva pak zajistí řádné fungování infrastruktury (Kubina a kol., 2021).

V rámci práce byly definovány faktory, které jsou důležité pro úspěšné zavádění Smart City konceptů v návaznosti na konektivitu dle autora této diplomové práce, a podílí se tak na úspěšném zrealizování projektů. Vyhodnocení těchto dílčích činitelů je zásadní pro vyhodnocení cíle práce.

Jedná se o tyto faktory:

- podpora občanů,
- právní závazek,
- dodávka technologií,
- zajištěná expertíza,
- zajištění financování,
- spolupráce soukromých a veřejných subjektů.

Podporou občanů se myslí, souhlas s implementací Smart City řešení v návaznosti na konektivitu sítí 5G. Zda tedy zavádění má podporu obyvatel měst.

Právním závazkem je dohoda mezi dvěma či více stranami o spolupráci na projektech. Jedná se například o memorandum o spolupráci.

Dodávka technologií musí být zajištěna a být součástí právního závazku.

V rámci implementovaných projektů by neměla scházet ani předem **zajištěná expertíza a zajištěné financování**.

Posledním relevantní bodem je **spolupráce soukromých s veřejných subjektů**.

Informovanost občanů

Soutěž spadala pod gesci Ministerstva pro místní rozvoj a Ministerstva průmyslu a obchodu, byla propagována i mezi obyvatelstvem. Důkazem jsou toho dezinformace, které se šířily městem Jeseník. Zprávy, které se rozšiřovaly mezi obyvatelstvem tvrdily, že sítě 5G jsou smrtící zbraní, která má zničit lidstvo. Často se také spojovali s šířením nového koronaviru. V návaznosti na to, byly do města sezváni odborníci, kteří situaci pomohli vyřešit. Dezinformace šířící se městem mohly zpomalit průběh zavádění sítí 5G v oblasti.

Právní závazek

Právním závazek v rámci soutěže byla memoranda o spolupráci s partnery projektu, dohoda s provozovatelem sítí elektronických komunikací a součinnost v rámci projektové expertízy z řad odborníků.

Dodávka technologií

Dodávka technologií byla prostřednictvím provozovatelem sítí elektronických komunikací. Jednalo se o dva operátory T-Mobile Czech Republic a.s a Vodafone Czech Republic a.s.

Zajištěná expertíza

Expertíza byla zajišťována prostřednictvím projektových facilitátorů a vlastních interních i externích znalců.

Zajištění financování

Financování projektu bylo z rozpočtů měst. Ty se ukázaly jako nedostatečné. Již v rámci projektu se zažádalo o dotace z fondu nástroje pro oživení a odolnost, který je součástí Národního plánu obnovy.

Spolupráce soukromých a veřejných subjektů

Stěžejním celého projektu byla spolupráce soukromých a veřejných subjektů. Z veřejných subjektů se jednalo například o spolupráci ministerstev. Ze soukromých lze jmenovat operátory a partnery projektu.

4.10.1 Závěr

V rámci hodnocení faktorů lze konstatovat, že projekt byl plně naplněn v pěti bodech ze šesti. V rámci faktoru zajištění financování byl hodnocen jako nedostatečný v jeho samotném základě. Projekty dosáhnou dostatečného financování až po jeho oficiálním ukončení z prostředků dotací. Faktor podpory občanů byl splněn ze 4/5. Město Jeseník nesplnilo kritérium. Výsledkem je hodnota 77 %, která indikuje úspěšné splnění implementace Smart City za pomoci sítí páté generace v pěti vybraných městech.

4.11 SWOT analýza současného stavu implementace Smart Cities konceptů v České republice

Na základě provedené analýzy pilotních projektů Smart City pěti měst tabulka č. 14 popisuje stav připravenosti Smart City v České republice za pomoci analýzy silných a slabých stránek i popisu hrozeb a příležitostí.

Tabulka 14: Analýza stavu implementace

Slabé stránky	Silné stránky
<p>Nedokončené pokrytí 5G sítěmi</p> <p>Chybějící strategické a implementační dokumenty</p> <p>Realizace pouze dílčích opatření</p> <p>Podfinancované projekty</p> <p>Chybějící leadership ve státní správě a samosprávách</p> <p>Zdlouhavá povolovací řízení staveb</p> <p>Náročnost vypisování veřejných zakázek</p> <p>Chybějící systematičnost v projektových záměrech</p>	<p>Poměrně vysoká IT gramotnost českého obyvatelstva</p> <p>Relativně levné náklady i na odbornou pracovní sílu</p> <p>Společenská poptávka po řešeních usnadňující život</p>
Příležitosti	Hrozby
<p>Granty z Evropské unie</p> <p>Postupné zavádění best practice</p> <p>Digitalizace některých správních procesů</p>	<p>Závislost na politických rozhodnutích</p> <p>Nestabilní finanční zdroje</p> <p>Politická nestabilita samospráv</p>

Zdroj: vlastní zpracování

Z provedené SWOT analýzy je patrné, že zavádění konceptů Smart Cities má poměrně dost překážek, které je potřeba překonat. Proto připravenost českých měst lze hodnotit jako problematickou. Závěry také potvrzuje rozhovor, který je součástí přílohy č. 1.

5 Výsledky a diskuse

Přechod na síť 5. generace s sebou přináší mnoho nových řešení, která na stávající síti 4G LTE nejsou realizovatelná, a vyšší efektivitu v procesech. Síť vylepší služby pro občany, podpoří digitální služby, zlepší bezpečnost měst prostřednictvím výkonnějších kamer a chytrých senzorů. Díky 5G síti se dostane lidem lékařské péče anebo alespoň vzdálených posudků od lékařů bez nutnosti dopravy do vzdálených měst. Dále zde můžeme mluvit o efektivnější kooperaci integrovaných záchranných systémů a bezpečnější dopravě.

Aktuálně z těchto sítí může těžit jen velmi málo měst České republiky. V nynější situaci nelze hovořit o celoplošném pokrytí. Dle názoru autora práce je to způsobeno mnoha aspekty. Jedná se například o nedostatek finančních prostředků, legislativní překážky a nedostatečnou státní politiku týkající se digitalizace, technologií a inovací.

Oblast státní politiky má dobře řešenou stát Singapur, kde Smart podněty byly zahájeny v roce 2014 v rámci Smart Nation, což proběhlo v rámci státní iniciativy. Platforma Smart Nation byla již v roce 2014 zaměřena na novou síť s vylepšenou konektivitou, která poskytuje heterogenní síť, všudypřítomnou konektivitu, celostátní senzory IoT a analýzu dat. Platforma Smart Nation umožnila společnostem a vládním agenturám inovovat chytřejší služby pro občany (Shamsuzzoha, 2021).

V České republice byla zpracována Metodika Konceptu inteligentních měst v roce 2015, ale v rámci toho nebyly učiněny žádné významné kroky, které by demonstrovaly reálné Smart City projekty. Smart City prosazovala tehdejší primátorka Prahy rok po vydání této metodiky, tedy v roce 2016. V polovině roku 2017 byla schválena strategie rozvoje chytrých měst Koncepce Smart Prague do roku 2030. Dle této koncepce jsou v hlavním městě, které by mělo být leaderem v oblasti Smart City v České republice, dva projekty v rutinním provozu. Chytrý svoz odpadu a digitální měření energií. Příprava projektu chytrého svozu odpadu byla zahájena již v roce 2016. Veřejná zakázka na zajištění monitoringu odpadových nádob byla vyhlášena až dne 21. 8. 2018., tedy dva roky po přípravě projektu (Operátor ICT, 2017).

Ve srovnání se Singapurem, iniciativa z vládních institucí v dřívějších rocích nebyla nikterak valná. V roce 2014 proběhla studie v rámci Evropského Parlamentu zaměřená na mapování Smart Cities, Česká republika nebyla zvolena mezi 37 hodnocených evropských měst, a to nejspíše z důvodu nepřipravenosti České republiky v rámci koncepce Smart Cities.

Dále lze srovnat časové harmonogramy. ČR pracuje s úplně jiným časovým rámcem v iniciativě konceptu Smart City než Singapur. V Singapuru během roku 2014 byla nastavená jasná vize a v návaznosti na ni začalo probíhat testování technologií. Jižní Korea vede SC iniciativy založené na technologiích s dobře vybavenou infrastrukturou již od počátku roku 2000. V Evropě najdeme také dřívější projekty na SC, například program ve městě Amsterdam, který byl zahájen v roce 2009 a je příkladem dobré praxe. Zde je vhodně řešena i otázka financování. Jedná se o iniciativu organizovanou a financovanou kombinací veřejných a soukromých fondů (Strickland, 2011) (Sanseverino a kol., 2016).

Vhodným poznatkem je i příklad českého projektu chytrého svozu odpadu, kde lze vyzorovat administrativní náročnost přípravy jednotlivých projektů, kde trvá dlouho přesunout se od přípravy do následné realizace.

Jak již bylo zmíněno, v ČR existuje Smart City koncepce. V rámci analýzy aktuální úrovně zapojení ČR do konceptu Smart City a Smart Region bylo vyhodnoceno, že využití metodik od MMR při reálné implementaci konceptu Smart City/Region na krajské úrovni použilo pouze 3 z 13 krajů v omezené míře. V ostatních krajích není používána vůbec. V omezené míře je využívána v 5 z 12 krajských měst, v polovině krajských měst není používána vůbec a jedno krajské město se zdrželo vyjádření. Bývalá okresní města tuto metodiku v téměř třech čtvrtinách případů nevyužívají. Pouze 3 okresní města z 51 uvedla, že s touto metodikou pracují (Mendelova univerzita v Brně, 2018).

V současnosti se schvaluje Implementační plán Koncepce Smart Cities, odolnost prostřednictvím SMART řešení pro obce, města a regiony pro období do roku 2030. Zde se naskytá otázka, zda vůbec města budou využívat tuto novou koncepci.

V rámci implementace 5G sítí v České republice, lze vypočítat obdobný jev jako u konceptu SC. V tabulce č. 5, index připravenosti 5G sítí, vyplývá, že politika a regulace v rámci politiky 5G sítí není zcela ideální. Začátek problému je již od pozdního vyhlášení aukce kmitočtů. Aukce se uskutečnila v r. 2020, což je ve srovnání se Spojeným královstvím o dva roky později (UK5G, 2022).

Sítě 5G v současnosti v České republice nevyužívá velké množství měst. Jedni z těch výjimečných jsou města, která se zúčastnila soutěže 5G pro 5 měst. V současné době města mají infrastrukturu, která běží na mikrovlnách. Ve městech se spustila uživatelská 5G síť.

Projekt ukázal, že lze podnítit spolupráci veřejné správy, což není zas tak obvyklé. Projekt jako takový byl zcela unikátní již od počátku, jelikož se jednalo o první vyhlášení soutěže týkající se vysokorychlostní konektivity 5G. Nedalo se tak čerpat z žádných implementovaných projektů na toto téma. Většina měst přišla s širším portfoliem projektů, která se pak v návaznosti na více faktorů, jako je například financování a technologická vybavenost, musela více zkonkrétnit a orientovat povětšinou jen na užší okruh původních soutěžních záměrů. Dle názoru autora práce většina původních soutěžních záměrů nešla v plném rozsahu zrealizovat v časovém intervalu, po který projekt trval. Celý projekt také omezovala skutečnost, že jeho realizace probíhala v covidové době.

Překážkou v zavádění 5G sítí byla také vlna dezinformací, která se šířila hlavně ve městě Jeseník. V návaznosti na tuto problematiku byla do Jeseníku pozvána řada odborníků, kteří jeli vysvětlit fakt o 5G sítích obyvatelům města.

Cílem projektu bylo ověřit připravenost měst a aktérů, kteří budou do projektu zahrnuti, a podpořit spolupráci všech subjektů rozvíjející koncept chytrých měst za pomoci aplikací a technologií založených na využití mobilních sítí 5G. Přes veškeré překážky se podařilo vytvořit strategické aliance, prokázat proveditelnost aplikačních řešení, spustit spotřebitelskou síť ve všech městech a rozvinout technologický ekosystém ve všech soutěžních městech. V rámci SC se pracuje na chytré mobilitě ve městě Plzni prostřednictvím autonomní dopravy, zlepšení sociální péče prostřednictvím robotiky ve městě Jeseníku, zvýšení bezpečnosti za pomoci kamerových systémů ve městě Bílině,

zvýšení dopravní bezpečnost ve městě Ústí nad Labem a aplikaci Záchranka, která umožňuje videopřenos z místa nehody a přenos z přístrojů ve voze záchranné služby do zdravotního střediska ve městě Karlovy Vary.

6 Závěr

Cílem předložené diplomové práce bylo ověřit připravenost měst v rámci rozvoje konceptu Smart Cities, a to prostřednictvím aplikací a technologií založených na využívání mobilních sítí 5. generace.

Města České republiky jsou připravena rozvíjet Smart City projekty za použití technologií založených na využívání mobilních sítí 5. generace, jak demonstruje projekt 5G pro 5 měst. Přesto se projekt neobešel bez překážek, které zpomalily průběh celého procesu. V České republice je dostatek expertízy a prokázala se i spolupráce veřejné správy a univerzit. Města dosáhla nejvyššího pokroku ve třech tematických oblastech: bezpečnost, inteligentní doprava a telemedicína. Dle názoru autora je šíře projektů úměrná financování. Projekty byly financovány z vlastních prostředků měst, z tohoto důvodu nejspíše převažovala orientace na užší zaměření projektů, nebo pouze jednu vertikálu, jako je bezpečnost.

Jak již bylo řečeno v rozhovoru s Ing. Danielem Vlčkem, který je součástí přílohy, během projektu se narazilo na různé limitace od nepřípravenosti infrastruktury na specializované projekty, kde byla nutná investice do rozvoje vysílačů, přes chybějících 5G modemy, po specifické konfigurace 5G. Zde nastala bariéra ve formě individuálních aplikačních řešení, pro která byla nutná specifická konfigurace. V poslední řadě by zde měla být zmíněna finanční stránka, kde pro realizaci projektů byly potřebné vysoké náklady.

Naopak za hlavní úspěchy projektu se dá považovat vytvoření strategických aliancí. Konečný úspěch byl spuštění spotřebitelské 5G sítě na území všech měst a celkově jedno z prvních testování sítí 5G na aplikačních řešení, které jsou součástí konceptu Smart City.

V současnosti města žádají o financování z Národního plánu obnovy, který je dotován z RRF. Zde by připadalo v úvahu zanalyzovat projekty, které jsou aktuálně ve fázi realizace, testování nebo rutinního provozu, po schválení financí, které by s přísunem peněz posunulo projekty na novou úroveň.

Zavádění 5G sítí má svůj opodstatněný význam, ať už z hlediska vyšší ochrany životního prostředí, kde bohužel v rámci soutěže nejsou v realizaci žádné stěžejní projekty, tak zvýšení

konkurenceschopnosti podniků, například při přechodu na digitalizaci. Z hlediska vzdělávání přinese modernější metody výuky prostřednictvím virtuální a rozšířené reality. Dále zde mluvíme o úspoře zdrojů a vyšší efektivitě procesů, ať už se jedná o projekty celosvětově rozšířenější, jako je zavádění chytrého osvětlení, nebo autonomní mobility. SC má zásadní vliv na přechod k uhlíkové neutralitě.

Již v současnosti se v některých zemích implementují sítě 6G. Česká republika by se však nejdříve měla zaměřit na celoplošnou implementaci sítí 5G. Budoucí směřování v rozvoji sítí 5. generace by mělo cílit hlavně na kybernetickou bezpečnost sítí, kde je důležité zabezpečit infrastrukturu.

Cíl práce „Ověřit připravenost měst v rámci rozvoje konceptu Smart Cities, a to prostřednictvím aplikací a technologií založených na využívání mobilních sítí 5. generace“ požaduje autorka práce za splněný. V rámci práce popsala a zanalyzovala pilotní implementace Smart City v pěti městech, která byla vybrána v rámci projektu 5G5M. Následně dané implementace zhodnotila a zasadila do celosvětového kontextu. Závěrem zhodnotila připravenost českých měst pomocí SWOT analýzy.

7 Seznam použitých zdrojů

A. D. Bank, 2012: "Green Cities," Asian Development Bank, Mandaluyong.

ABDULLAH, Ahmad Zhaki, 2021. Trial of commercial autonomous buses to run at Jurong Island, Science Park 2 until end-April [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Trial of commercial autonomous buses to run at Jurong Island, Science Park 2 until end-April - CNA \(channelnewsasia.com\)](https://www.channelnewsasia.com)

BAGIN, Vladimír. 2022. Facilitátor projektu 5G pro 5 měst za město Plzeň [online]. [cit. 27.03.2022].

BROWNE, Nigel JW. Regarding Smart Cities in China, the North and Emerging Economies—One Size Does Not Fit All. *Smart Cities*, 2020, 3.2: 186-201.

C-Roads Czech Republic, 2022. *O projektu* [online] [cit. 02.01.2021]. Dostupné z: [O projektu | C-Roads](#)

CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara; NIJKAMP, Peter. Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 2011, 18.2: 65-82.

CASTRO, Miguel; JARA, Antonio J.; SKARMETA, Antonio FG. Smart lighting solutions for smart cities. In: *2013 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*. IEEE, 2013. p. 1374-1379.

Czech Smart City Cluster, 2021. [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Czech Smart City Cluster – Otevřená řešení pro rozvoj chytrých měst](#)

Česká tisková kancelář, 2021. *Praha si opět pohoršila v žebříčku chytrých měst. Je na 78. místě, dříve byla 19* [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Praha si opět pohoršila v žebříčku chytrých měst. Je na 78. místě, dříve byla 19. - Aktuálně.cz \(aktualne.cz\)](#)

Český telekomunikační úřad, 2021. *Zpráva o průběhu a výsledcích výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů pro zajištění sítí elektronických komunikací v kmitočtových pásmech 700 MHz a 3400–3600 MHz* [online]. (PDF). [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: [Zpráva o průběhu a výsledcích výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů pro zajištění sítí elektronických komunikací v kmitočtových pásmech 700 MHz a 3400–3600 MHz \(ctu.cz\)](#)

CINGROŠ, Stanislav. Facilitátor projektu 5G pro 5 měst za město Ústí nad Labem [online]. [cit. 27.03.2022].

ČTÚ, Český telekomunikační úřad. 2018. *5G sítě* [online]. [cit. 25.11.2021]. Dostupné z: [5G sítě | Český telekomunikační úřad \(ctu.cz\)](#)

DAMERI, Renata Paola; COCCHIA, Annalisa. Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution. In: *X Conference of the Italian Chapter of AIS, ITAIS*. 2013. p. 1-8.

DAMERI, Renata Paola. Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. *International Journal of computers & technology*, 2013, 11.5: 2544-2551.

Operátor ICT, 2017. *Koncepce Smart Prague do roku 2030* [online] [cit. 20.10.2021] Dostupné z: [Koncepce Smart Prague do roku 2030](#)

DESOUZA, Kevin C.; FLANERY, Trevor H. Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. *Cities*, 2013, 35: 89-99.

E. U. D. Bank, 2010. *Making our cities attractive and sustainable: How the EU contributes to improving the urban environment,*" Publications Office of the European Union, Luxembourg,

Evropská komise. *Nástroj pro oživení a odolnost* [online]. [cit.14.01.2021]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/recovery-coronavirus/recovery-and-resilience-facility_cs

Evropská komise. *Czechia's recovery and resilience plan* [online]. [cit.14.01.2021]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/recovery-coronavirus/recovery-and-resilience-facility/czechias-recovery-and-resilience-plan_cs

EUROPEAN PARLIAMENT. Mapping Smart Cities in the EU [online] [cit. 22.10.2021]. Dostupné z: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOLITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOLITRE_ET(2014)507480_EN.pdf)

Economic Development Board, 2018. World's First Driverless Taxi System Comes to Singapore [online]. [cit. 19.01.2021]. Available online: <https://www.edb.gov.sg/en/news-and-resources/insights/innovation/world-s-first-driverless-taxi-system-comes-to-singapore.html>

Forum Virium Helsinki, 2021: PROJECTS, Co-Creating future smart city solutions with projects [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: forumvirium.fi/en/

FREDETTE, John, et al. The promise and peril of hyperconnectivity for organizations and societies. *The global information technology report*, 2012, 2012: 113-119.

GOLA, Vlastimil. 2020. Radní města Plzně pro oblast Smart Cities a podporu podnikání [online]. [cit. 11.01.2021]. Dostupné z: [V Plzni budou testovat, jak s pomocí 5G sítí a dronů zvýšit bezpečnost | MPO](#)

GOV.UK, 2021. 5G Testbeds and Trials Programme [online] [cit. 31.10.2021]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/guidance/5g-testbeds-and-trials-programme>

GOV.UK, 2021. 5G Testbeds and Trials Programme: complete list of 5G projects [online] [cit. 10.01.2022]. Dostupné z: [5G Testbeds and Trials Programme: complete list of 5G projects - GOV.UK \(www.gov.uk\)](#)

GOV.UK, 2020. 5G Testbeds and Trials Programme 5G Create - Application Guidance [online] [cit. 18.2.2022]. Dostupné z: [5G Testbeds and Trials Programme 5G Create - Application Guidance V1.1 1 .pdf \(publishing.service.gov.uk\)](#)

GOV.UK, 2020. Funding boost for UK tech innovators to seize opportunities of 5G technology. [online] [cit. 18.2.2022]. Dostupné z: [Funding boost for UK tech innovators to seize opportunities of 5G technology - GOV.UK \(www.gov.uk\)](#)

GOV.UK, 2021. £28 million to trial innovative new uses of 5G to improve people's lives. Press release. [online] [cit. 18.2.2022]. Dostupné z: [£28 million to trial innovative new uses of 5G to improve people's lives - GOV.UK \(www.gov.uk\)](#)

Grant Thornton Czech Republic, 2021: Analýza možností implementace 5G sítí ve městě Plzeň [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Analýza možností implementace 5G sítí ve městě Plzeň.pdf](#)

HASAL, Martin. 2022. Facilitátor projektu 5G pro 5 měst za město Karlovy Vary [online]. [cit. 27.03.2022].

HIRT, Sonia A., et al. The city sustainable: Three thoughts on 'Green cities, Growing cities, Just cities'. *Journal of the American Planning Association*, 2016, 82.4: 383-384.

HOLLING, Crawford S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, 1973, 4.1: 1-23.

HOLLANDS, Robert G. Will the real smart city please stand up?: Intelligent, progressive or entrepreneurial?. In: *The Routledge Companion to Smart Cities*. Routledge, 2020. p. 179-199.

CHOI, Choongik, et al. The smart city evolution in South Korea: Findings from big data analytics. *The Journal of Asian Finance, Economics, and Business*, 2020, 7.1: 301-311.

International Institute for Management Development 2020. *Singapore tops new 'citizen-centric' global smart city index* [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Singapur je na prvním místě nového globálního indexu inteligentních měst "zaměřeného na občany" | IMD Novinky](#)

inCITES Consulting S.A, 2020. Europe 5G Readiness. Index Assessing Europe's readiness to deploy and adopt 5G (PDF) [online] [cit. 23.03.2022]. Dostupné z: [PowerPoint Presentation \(incites.eu\)](#)

inCITES Consulting S.A, 2020. Europe 5G Readiness Index Methodology (PDF) [online] [cit. 23.03.2022]. Dostupné z: [Europe 5G Readiness Index Methodology final.pdf \(incites.eu\)](#)

JOUROVÁ, Věra, 2021. Místopředsedkyně Evropské komise pro hodnoty a transparentnost. *Online debata: 5G – cesta ke Smart Cities*. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Inspirujte se: 5G jako cesta ke Smart Cities \(mmr.cz\)](#)

- KANSTRÉN, Teemu, et al. Vertical use cases in the Finnish 5G Test Network. In: 2018 European Conference on Networks and Communications (EuCNC). IEEE, 2018. p. 329-334.
- KOTEK, Martin, 2021. Online debata: 5G – cesta ke Smart Cities [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Inspirujte se: 5G jako cesta ke Smart Cities \(mmr.cz\)](https://www.mmr.cz)
- KROPP, Petr. 2019. Ředitel kanceláře architektury města Karlovy Vary [online]. [cit. 11.01.2021]. Dostupné z: [Město řeší, jaké bude v roce 2040 - Karlovarský deník \(denik.cz\)](https://www.denik.cz)
- KUBINA, Milan; ŠULYOVÁ, Dominika; VODÁK, Josef. Comparison of smart city standards, implementation and cluster models of cities in North America and Europe. *Sustainability*, 2021, 13.6: 3120.
- KUKA, Pavel. 2022. Facilitátor projektu 5G pro 5 měst za město Bílina [online]. [cit. 27.03.2022].
- KUMAR, TM Vinod. E-governance for smart cities. In: *E-governance for smart cities*. Springer, Singapore, 2015. p. 1-43.
- Land Transport Authority, 2017. LTA Inks Agreement with ST Kinetics to Develop and Trial Autonomous Buses [online]. [cit. 11.01.2021]. Dostupné z: [LTA | Dohoda LTA Inks se společností ST Kinetics o vývoji a testování autonomních autobusů](https://www.lta.gov.hk)
- LEVIN, S. A. Science and sustainability. *Ecological Applications*, 1993, 3.4: 545-546.
- LIN, Chunpei, et al. Smart city development and residents' well-being. *Sustainability*, 2019, 11.3: 676.
- Liverpool 5G, 2020. Connecting Health and Social Care - Liverpool5G. Home - Liverpool5G [online] [cit. 18.03.2022]. Dostupné z: <https://liverpool5g.org.uk/connecting-health-and-social-care/>
- LOMBARDI, Patrizia, et al. Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 2012.
- Magistrát hlavního města Prahy, 2021. OPERÁTOR ICT, A.S [online] [cit. 23.10.2021]. Dostupné z: [Operátor ICT, a.s. \(Portál hlavního města Prahy\) \(praha.eu\)](https://www.praha.eu)
- Maroua Salim, 2017. *Ifrane a green smart city* [online] [cit. 23.10.2021]. Dostupné z: [IFRANE A GREEN SMART CITY.pdf \(aui.ma\)](https://www.aui.ma)
- MCNEILL, Donald, et al., 2017. From smart cities 1.0 to 2.0: It's not (only) about the tech. Retrieved February. Dostupné z: [From Smart Cities 1.0 to 2.0: it's not \(only\) about the tech – London Datastore](https://www.datastore.london.gov.uk)

Mendelova univerzita v Brně, 2018. *Analýza aktuální úrovně zapojení ČR do konceptu smart city a smart region v souvislosti s novými trendy, včetně návrhů opatření.* (PDF) [online]. [cit. 27.03.2021]. Dostupné z: [Zaverecna-zprava Smart City a Smart Region.pdf \(vlada.cz\)](#)

Město Bílina, 2019. *Soutěžní návrh do soutěže 5G pro 5 měst.* Interní dokument. [cit. 20.01.2021].

Město Jeseník, 2019. *Soutěžní návrh do soutěže 5G pro 5 měst* [online]. [cit. 20.01.2021]. Dostupné z: [priloha4_soutezni-navrh-5g-jesenik_mail-15893546720php0cdg1c.pdf](#)

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021. *Koncepce Smart City: Odolnost prostřednictvím SMART řešení pro obce města a regiony* [online]. [cit. 29.10.2021] Dostupné z: [Koncepce-Smart-Cities-odolnost-prostrednictvim-SMART-reseni-pro-obce,-mesta-a-regiony.pdf.aspx \(mmr.cz\)](#)

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021. *Program rozvoje obce (PRO)* [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Program rozvoje obce \(PRO\) \(mmr.cz\)](#)

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021. *5G pro 5 měst, o projektu* [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - 5G pro 5 měst \(mmr.cz\)](#)

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018. *Metodika Smart Cities: Metodika pro přípravu a realizaci konceptu Smart Cities na úrovni měst, obcí a regionů* [online]. [cit. 29.10.2021] Dostupné z: [metodika_smart_cities.pdf.aspx \(mmr.cz\)](#)

Ministry of Transport, 2017. *Singapore to Start Truck Platooning Trials, Government of Singapore* [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Ministry of Transport \(MOT\)](#)

Ministry of the Interior, 2017. *Korea, Leading the World E-Government.* [online]. [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: https://www.mois.go.kr/eng/bbs/type002/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMS_TR_00000000022&nttId=57629

MMR, Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021.[online]. [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Home \(mmr.cz\)](#)

MMR, Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2021. 20. jednání Pracovní skupiny pro Smart Cities [online]. [cit. 7.11.2021]. Dostupné z: [Prezentace aplikace PowerPoint \(mmr.cz\)](#)

MPO, Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2021. *PRVNÍ VÝZVY NOVÉHO PROGRAMU DIGITÁLNÍ EVROPA JSOU OTEVŘENY* [online]. [cit. 19.01.2021]. Dostupné z: [PRVNÍ VÝZVY NOVÉHO PROGRAMU DIGITÁLNÍ EVROPA JSOU OTEVŘENY | MPO](#)

MPO, Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020. *Implementace a rozvoj sítí 5G v České republice, Cesta k digitální ekonomice* [online]. (PDF). [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Material-5G_13-12-2019.pdf \(mpo.cz\)](#)

MPO, Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020. *5G ve městech. Inovativní řešení pro budoucnost představilo Ústí nad Labem* [online]. [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [5G ve městech. Inovativní řešení pro budoucnost představilo Ústí nad Labem | MPO](#)

MPO, Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2019. *Soutěž 5G pro 5 měst* [online]. [cit. 02.01.2021]. Dostupné z: [Soutěž 5G PRO 5 MĚST | MPO](#)

MYEONG, Seunghwan; KIM, Younhee; AHN, Michael J. Smart City Strategies—Technology Push or Culture Pull? A Case Study Exploration of Gimpo and Namyangju, South Korea. *Smart Cities*, 2021, 4.1: 41-53.

NEDVĚDICKÝ, Petr. primátor města Ústí nad Labem [online]. [cit. 11.01.2021]. Dostupné z: [V Ústí nad Labem bude datová síť 5G. Umožní i testování bezpilotních aut - Ústecký deník \(denik.cz\)](#)

O2 Czech Republic a.s., 2021. *Mapa pokrytí 5G společností O2* [online]. [cit. 25.12.2021]. Dostupné z: [Mapy pokrytí | O2 Czech Republic a.s.](#)

OČKO, Petr, 2021. Online debata: 5G – cesta ke Smart Cities [online] [cit. 30.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Inspirujte se: 5G jako cesta ke Smart Cities \(mmr.cz\)](#)

OECD, 2020: Smart Cities and Inclusive Growth: Building on the Outcomes of the 1st OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth [online]. [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: https://www.oecd.org/cfe/cities/OECD_Policy_Paper_Smart_Cities_and_Inclusive_Growth.pdf

Operátor ICT, a. s., 2020. AKČNÍ PLÁN SMART PRAGUE 2030 [online] [cit. 20.10.2021]. Dostupné z: [akcni plan sazba fin 10 2020 HQ \(smartprague.eu\)](#)

Opus consulting s.r.o, Gatum Advisory s. r. o., 2020. STRATEGIE SMART CITY MĚSTA BÍLINA, Návrhová a implementační část [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [sc_navrhova_a_implementationaci_cast \(3\).pdf](#)

O Smart Písek | Smart Písek. Úvod | Smart Písek [online] [cit. 23.10.2021]. Dostupné z: <https://smart.pisek.eu/scp/o-smart-pisek.html>

PIRI, Esa, et al. 5GTN: A test network for 5G application development and testing. In: 2016 European Conference on Networks and Communications (EuCNC). IEEE, 2016. p. 313-318.

POSKER, Tomáš, 2021. Online debata: 5G – cesta ke Smart Cities [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Inspirujte se: 5G jako cesta ke Smart Cities \(mmr.cz\)](#)

RAO, Sriganesh K.; PRASAD, Ramjee. Impact of 5G technologies on smart city implementation. *Wireless Personal Communications*, 2018, 100.1: 161-176.

SANSEVERINO, E. R., SANSEVERINO, R. R., VACCARO, V., ed. Smart cities atlas. Springer. 2016. s. 56-61. ISBN 978-3-319-47360-4.

SHAMSUZZOHA, Ahm, et al. *Smart city for sustainable environment: A comparison of participatory strategies from Helsinki, Singapore and London*. *Cities*, 2021, 114: 103194.

SCHWARZ BAŘTIPÁNOVÁ, Zuzana, 2019. Starostka města Bílina [online]. [cit. 11.01.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Aplikace chytrých technologií zvyšuje bezpečnost obyvatel v Plzni a Bílině \(mmr.cz\)](#)

SIMONOFSKI, Anthony, et al. Citizen participation in smart cities: Evaluation framework proposal. In: *2017 IEEE 19th conference on business informatics (CBI)*. IEEE, 2017. p. 227-236.

SLAVÍK, Jakub. *Smart city v praxi*. Praha: Profi Pres s.r.o., 2017. ISBN: 978-80-86726-80-9

Smart City Plzeň, 2018. *Vědeckotechnický park Tech Tower* [online]. [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Vědeckotechnický park Tech Tower - Smart City PlzeňSmart City Plzeň \(plzen.eu\)](#)

[online]. [cit. 25.3.2021]. *Smart City Plzeň, 2018. Elektronický Portál Občana EPO*. Dostupné z: [Elektronický Portál Občana EPO - Smart City PlzeňSmart City Plzeň \(plzen.eu\)](#) Společnost vědeckotechnických parků ČR, z.s., 2021 [online]. [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Interaktivní Katalog VTP – Společnost vědeckotechnických parků ČR, z.s. \(svtp.cz\)](#)

Statutární město Plzeň, 2019. *Soutěžní návrh do soutěže 5G pro 5 měst*. Interní dokument. [cit. 20.01.2021].

Statutární město Karlovy Vary, 2019. *Soutěžní návrh do soutěže 5G pro 5 měst*. Interní dokument (PDF) [online]. [cit. 20.01.2021]. Dostupné z: <https://rmzm.mag-ul.cz/sflf/get.php?id=954911d9879eab0a7398524d6912bd97fd9fb4e5f>

Statutární město Ústí nad Labem, 2019. *Soutěžní návrh do soutěže 5G pro 5 měst*. Interní dokument. [cit. 20.01.2021].

STICH, Jiří. 2022. Facilitátor projektu 5G pro 5 měst za město Jeseník [online]. [cit. 27.03.2022].

STRICKLAND, Eliza. Cisco bets on South Korean smart city. *IEEE Spectrum*, 2011, 48.8: 11-12.

Svaz měst a obcí ČR, 2020: *Strategický rámec Svazu měst a obcí v oblasti Smart City: strategická část* [online]. [cit. 31.10.2021]. Dostupné z: http://strategicky-ramec-svazu-mest-a-obci-v-oblasti-smart-city_strategicka-cast.pdf (dataplan.info)

ŠPIDLA, Aleš, 2021 – český institut manažerů bezpečnosti [online]. [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Inspirujte se: 5G jako cesta ke Smart Cities \(mmr.cz\)](https://mmr.cz)

T-Mobile Czech Republic a. s., 2021. *Mapa pokrytí 5G společnosti T-Mobile* [online]. [cit. 25.12.2021]. Dostupné z: [Mobilní mapa pokrytí internetem - t-mobilecz](https://t-mobile.cz)

UK5G, 2022. *Ofcom kicks off 5G spectrum auction* [online] [cit. 29.03.2022]. Dostupné z: [Ofcom kicks off 5G spectrum auction \(uk5g.org\)](https://uk5g.org)

Ústav spojů, veřejná výzkumná instituce. *Elektromagnetické pole a člověk*. Varšava: Ministerstvo digitalizace, 2019. ISBN: 978-83-916146-5-5.

VITALIJ, Fedorov; ROBNIK, Ana; ALEXEY, Terekhov. " Safe City"-an Open and Reliable Solution for a Safe and Smart City. *Elektrotehniski Vestnik*, 2012, 79.5: 262.

Vodafone Czech Republic a.s., 2021. *Mapa pokrytí 5G společnosti Vodafone* [online]. [cit. 25.12.2021]. Dostupné z: [Mapa pokrytí - Vodafone.cz](https://vodafone.cz)

VLAZLO, Tomáš. 2019. Místostarosta města Jeseník [online]. [cit. 11.01.2021]. Dostupné z: [SMART ČESKO – MĚSTO JESENÍK \(jesenik.org\)](https://jesenik.org)

VLČEK, Daniel. 2022. Koordinátor projektu 5G pro 5 měst. Osobní rozhovor.

WALLETZKÝ, Leonard. 2021. Online debata: 5G – cesta ke Smart Cities [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Inspirujte se: 5G jako cesta ke Smart Cities \(mmr.cz\)](https://mmr.cz)

WEGNER, P.: The top 10 Smart City use cases that are being prioritized now [online] [cit. 20.10.2021]. Dostupné z: [The top 10 Smart City use cases that are being prioritized now \(iot-analytics.com\)](https://iot-analytics.com)

World Economic Forum, 2020. *Smart at Scale: Cities to Watch 25 Case Studie* (PDF) [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [WEF Smart at Scale Cities to Watch 25 Case Studies 2020.pdf \(weforum.org\)](https://weforum.org)

ZÁZVORKA, Tomáš. 2021. Online debata: 5G – cesta ke Smart Cities [online] [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: [Ministerstvo pro místní rozvoj ČR - Inspirujte se: 5G jako cesta ke Smart Cities \(mmr.cz\)](https://mmr.cz)

5GTN. 2020. *Explore 5G features and performance in a controlled, real environmen*. [online] [cit. 20.03.2022]. Dostupné z: [Prozkoumejte funkce a výkon 5G v reálném prostředí - 5GTN](https://5gtn.com)

5G Factory of the Future. 2022. *About 5G Factory of the Future* [online] [cit. 20.03.2022]. Dostupné z: [About 5G - 5g Factory of the Future \(5gfof.co.uk\)](https://5gfof.co.uk)

Seznam příloh

Odkazovaný seznam příloh

Příloha 1

V rámci diplomové práce byl proveden rozhovor s Ing. Danielem Vlčkem (2022), koordinátorem celého projektu.

Jak probíhá zavádění projektů ve městech, v jaké jsou projekty fázi?

Města si už během příprav soutěžních přihlášek definovala své projektové záměry. Některá města měla poměrně rozsáhle ambice a široký záběr, jiná se úzce specializovala na konkrétní problematiku a způsob jejího řešení. Požadovanou součástí přihlášky byla také dohoda o spolupráci s poskytovatelem mobilních sítí, takže města do projektu vstupovala již s konkrétním partnerem.

Vítězství v soutěži a tedy účast na projektu jim přinesla projektovou a odbornou podporu ze strany Ministerstva pro místní rozvoj a Ministerstva průmyslu a obchodu, jednalo se jak o dedikovaný projektový tým, tak o přístup ke konzultacím se zástupci ministerstev, komunikační podporu a zajištění školení zástupců města.

Na realizaci projektových záměrů města pracovala společně s operátory a dalšími partnery, které si město zajistilo již v rámci příprav do soutěže, náš projektový tým tyto aktivity koordinoval a odborně zaštiťoval. V každém z měst již od startu projektu vývoj probíhal poměrně odlišně, což vyplývalo ze specifických potřeb a parametrů nastavených projektových aktivit.

V průběhu projektu jsme také narazili na řadu překážek a komplikací, příkladem můžu uvést pandemickou situaci, silnou dezinformační kampaň, která byla proti 5G vedena, politické změny na úrovni vedení některých měst, nedostupnost potřebných zařízení a řada dalších.

Projekt 5G pro 5 měst končí v březnu 2022, řada projektových aktivit na úrovni jednotlivých účastníků byla úspěšně zrealizovaná, některé záměry bylo potřeba transformovat a vybrané kroky budou ještě některá města dokončovat po vlastní ose i po ukončení podpory ze strany ministerstev.

Jak probíhala spolupráce s městy a mezi městy?

Spolupráce byla v první řadě řešena na projektové úrovni. Díky projektu 5G pro 5 měst byl každému městu ze strany MMR přiřazen expertní poradce, který rovněž plnil pomyslnou roli projektového manažera daného města. Poradci mezi sebou komunikovali navzájem napřímo, případně na společných platformách, které představovaly pravidelné koordinační schůzky, vzájemné návštěvy či společná jednání s řídicím výborem. Nad těmito městskými facilitátory byla ještě zastřešující pozice hlavního koordinátora 5G projektu, který měl na starosti nejen přenos informací mezi všemi zainteresovanými stranami – ministerstvy, městy, 5G aliancí, operátory a členy rozšířeného řídicího výboru, ale zejména zajištění průběhu projektu a facilitaci vzájemných potřeb, očekávání a požadavků všech stran.

Pro potřeby projektu byly také obsazeny pozice komunikačního týmu, zajišťující marketingové aktivity, organizaci výjezdů i různých eventů, a v neposlední řadě byl po celou dobu projektu k dispozici tým znalostního transferu, který zajišťoval znalostní transfer, tedy mapování průběhu projektu, hodnocení dobré praxe a přípravu podkladů pro šíření poznatků do dalších měst.

Co berete jako největší úspěch projektu? Který projekt dle Vašeho názoru dosáhl nebo dosáhne největšího uplatnění?

Největší dopad bude mít rozhodně nastavení a nastartování 5G inovačního ekosystému v České republice. Ze zahraniční praxe, například Spojeného království či Finska, vidíme, že tyto struktury jsou klíčové pro efektivní rozvoj infrastruktury i aplikačních řešení. Projekt 5G pro 5 měst propojil města, operátory, odborníky, upevnil i vztahy měst vůči ministerstvům, zahájena byla i spolupráce se soukromým sektorem, univerzitami. Zároveň jsme si mohli ověřit, jaká je realita vůči teoretickým očekáváním, například s ohledem na technickou připravenost infrastruktury.

Jednotlivé projekty se těžce hodnotí, každý z nich zahrnoval širokou řadu aktivit a oblastí zaměření. Po dvou letech ale můžu konstatovat, že města dosáhla značného pokroku využití 5G ve třech tematických vertikálách – bezpečnost, inteligentní mobilita a telemedicína.

Napříč vertikálami se objevil výrazný společný jmenovatel – využití kamer, přenos obrazu ve vysokém rozlišení a pokročilá analýza obrazových dat. Technologie 5G díky svým výkonnostním parametrům otevírá zcela nové možnosti připojení tam, kde byla aplikační řešení limitovaná potřebností konektivity na úrovni metalických a optických kabelů. Bezdrátová konektivita navíc umožňuje zásadní rozšíření možností v oblasti mobilních, tedy nestacionárních řešení.

Kde vidíte největší problémy, v projektu?

Rozhodně vnímáme řadu limitací a bariér, krátkodobých i strategických, které je třeba v kontextu 5G řešit. Ty se projevily i v rámci projektových aktivit. Tou první je celková technologická připravenost infrastruktury pro projekty 5G, zejména komplexnější řešení s vyššími provozními požadavky. Operátoři museli již během projektu velice flexibilně, na základě výsledků městy prováděných testů, investovat do rozvoje vysílačů, aby mohly být naplněny minimální technické požadavky pro spuštění aplikačních řešení.

Další bariérou je rozhodně stávající nabídka trhu s ohledem na dostupnost vhodných koncových řešení, například průmyslových 5G modemů, které by byly použitelné v nelaboratorních podmínkách. Některým městům se do ruky modemy dostaly až na konci roku 2022. Situace na trhu byla způsobena velkou řadou faktorů, na jedné straně např. nízkou poptávkou po takto specializovaných řešeních, na straně druhé obecně limitovanou nabídkou, která byla ovlivněna pandemickou situací a návaznou nedostupností celých zařízení i jejich součástí.

Třetím faktorem je určitá míra nejistoty ve vztahu k poskytovatelům mobilních služeb a konektivity obecně. Pro 5G a specifické provozní charakteristiky jednotlivých řešení ještě nejsou připraveny odpovídající obchodní a provozní modely. Výrazně je to znát například v situacích, kdy dochází ke konstantnímu přenosu velkého objemu dat. U některých projektů jedno koncové zařízení dokáže například generovat a přenášet přes 1 terabyte dat měsíčně – při srovnání se stávajícími cenami za gigabytové balíčky si lze snadno udělat představu, jak nákladný provoz může být.

Poslední výzvou je bezpečnost. Je nutné zabezpečit infrastrukturu, koncová zařízení i samotné přenosy, v rámci toho je potřeba postupovat velice obezřetně a pro každý specifický use-case se otázkou zabezpečení intenzivně zabývat i s ohledem na specifika celého technologického ekosystému v prostředí daného projektu.

Jak moc pandemie ovlivnila průběh projektu dle Vašeho názoru. Myslíš, že by se projekt dostal do jiných výsledků, když by neprobíhal v covidové době?

Nerad bych spekoval o alternativních výsledcích. Faktem je, že pandemie na projekt vliv měla. Limitovala osobní setkání, plnohodnotnou organizaci řady plánovaných akcí, omezení provozu, karantény i zdravotní výpadky členů týmu, zástupců měst i technických pracovníků se také projevily. Zásadní vliv měla pandemie také z pohledu globálních dodavatelských řetězců, kdy

k dispozici dlouhodobě nebyla vhodná koncová zařízení, která jsou podmínkou pro zapojení do sítě.

Plánuje se projekt prodloužit nebo plánují se projekty na podobné bázi, jestli o tom jsou dostupné informace?

Náš projekt 5G pro 5 měst prodloužen nebude, v zásadě není důvod. Města však v rámci nastavené spolupráce i rozvojových cílů ve svých aktivitách určitě budou pokračovat dál, naplánovaných řešení je skutečně široká řada a vždy je co posouvat. Aktuálně se připravují i zajímavé výzvy z Národního plánu obnovy, věřím, že 5G města budou mít zájem se jich účastnit. Aktuálně nemám informace o přípravě obdobných projektů, i s ohledem na rozpočtové provizorium je nyní celá situace poměrně složitá. Každopádně záměrem obou ministerstev od začátku projektu bylo sdílení dobré praxe, diseminace poznatků a škálování testovaných řešení, takže věřím, že ostatní města v České republice, ideálně ve spolupráci s 5G městy, přijdou s vlastními projekty.

Můžete mi něco málo říct k financování projektů?

Samotná aplikační řešení financována nebyla, financování ani nikdy nebylo zamýšlenou součástí projektu 5G pro 5 měst. Rozpočet projektu 5G pro 5 měst pokrýval zejména lidské zdroje, tedy odborné kapacity poskytnuté jednotlivým městům, dále zpracování podpůrných analytických podkladů a zajištění vzdělávacích a propagačních aktivit.

Města si tedy náklady spojené se samotnou realizací musela hradit z vlastních prostředků. I to je samozřejmě jedním z faktorů, proč některé soutěžní záměry nebyly zatím realizovány v plném rozsahu.

Potenciálním zdrojem prostředků jsou již zmiňované výzvy z Národního plánu obnovy, které by městům mohly realizaci projektů značně usnadnit. Otevřenou otázkou, která je stále v řešení, je samozřejmě i udržitelnost stávající podoby implementovaných řešení. V některých případech byly datové služby ze strany operátora poskytovány pro bono v rámci projektu, další kroky si nyní města s operátory řeší samostatně v rámci nastavených vztahů.

Myslíte si, že došlo, dojde k naplnění cílů projektu?

V tomto případě je potřeba odlišit cíle projektu 5G pro 5 měst a cíle stanovené v rámci jednotlivých projektových záměrů. Cílem ministerstev bylo poskytování projektové a odborné podpory, testování referenčních aplikací, identifikace bariér a zmapování dobré praxe pro její další sdílení. Tady můžeme konstatovat, že cíle naplněny byly.

S ohledem na cíle jednotlivých měst můžu shrnout, že i přes výrazné projektové překážky a omezení došlo v řadě případů k úspěšnému naplnění nastavených cílů, případně alespoň ke spuštění a posunutí celého procesu. Samozřejmě ale došlo i k případům, kdy musely být některé původní záměry upraveny nebo zcela transformovány tak, aby odpovídaly zjištěním z provozní reality.

V jakém časovém horizontu dojde k celoplošnému pokrytí České republiky sítěmi 5G?

5G není jedna síť, je to portfolio technologií a sítí s různými parametry, kdy se vlastnosti a konfigurace těchto sítí využívají dle konkrétních potřeb aplikačních řešení. V tomto kontextu se tedy můžeme bavit jediné o jakémsi univerzálním, spotřebitelském 5G, a to je otázka spíše na jednotlivé operátory.

Jak si vede Česká republika ve srovnání se zahraničím dle Vašeho názoru?

Jsme země plná odborníků, mladých talentů a nechybí nám ani technické kapacity. V čem ale znatelně zaostáváme je úroveň našeho inovačního ekosystému, respektive organizační připravenost a mentalita, ze které vychází určitá flexibilita při testování a implementaci nových řešení. Finsko o první frekvenční pásma 5G soutěžilo v roce 2016, Velká Británie svoji 5G soutěž spustila již v roce 2017, v rámci které investovala značné prostředky do vývoje testovacích 5G sítí ještě před tím, než 5G sítě spustili operátoři.

V obou případech došlo k okamžitému vytvoření funkčních a úzce spolupracujících konsorcií měst, průmyslových podniků, univerzit, které se časem vyvinuly v dobře fungující aliance a partnerské sítě. Zapojení soukromého sektoru je však samozřejmě otázkou finančních pobídek a dalších výhod, které k takové spolupráci motivují. Britská vláda v první fázi svého 5G programu zainvestovala 16 miliónů liber, zároveň cílila na malé a střední podnikatele, aby došlo ke snížení závislosti na zahraničních dodavatelích.

Příloha 2

Tabulka 15: Projektové milníky 5G5M

Základní události projektu	
11/2019	Zpracování soutěžních záměrů, přihlášení do soutěže 5G pro 5 měst
12/2019	Vyhlášení vítězů
03/2020	Úvodní koordinační jednání + workshop k problematice dezinformací
04/2020	Oficiální zahájení realizace projektu 5G5M
06/2020	Výjezdní zasedání v Jeseníku Výjezdní zasedání v Plzni
07/2020	Výjezdní zasedání v Karlových Varech Videokonference na téma 5G sítě (22. 07. 2020)
08/2020	Výjezdní zasedání 5G řídicího výboru a realizačního týmu – Střítež u Jihlavy (13. 8. – 14. 8.)
09/2020	Výjezdní zasedání v Ústí nad Labem (21. 09. 2020) Školení krizové komunikace pro facilitátory a zástupce měst (29. 09. 2020)
10/2020	Spuštění spotřebitelské 5G sítě ve městě Karlovy Vary, Ústí nad Labem a Jeseník (Vodafone)
11/2020	Ukončení aukce kmitočtů 5G (13.11.2020) Spuštění webu 5G pro 5 měst, pod správou ministerstva pro místní rozvoj Seminář ke kybernetické bezpečnosti sítí 5G
12/2020	Představení 5G5M projektů na jednání MMR pracovní skupiny pro Smart City Zahájení projektu „Analýza možností implementace 5G sítí“ ve všech 5 městech Spuštění spotřebitelské 5G sítě ve městě Bílina a v Plzni (O2) Výjezdní zasedání v Bílině (04. 12. 2020)
01/2021	Úvodní formulace 5G projektů s vazbou na plánovaný Národní plán obnovy
02/2021	Natáčení semináře 5G jako cesta ke Smart Cities Kick-off projektu „5G koridor Mnichov – Praha“
03/2021	Ukončení projektu „Analýza možností implementace 5G sítí ve městech Bílina, Jeseník a Plzeň
05/2021	Publikace a propagace odborné diskuse – 5G jako cesta ke Smart Cities Spuštění technických workshopů měst a operátorů
06/2021	Ukončení projektu „Analýza možností implementace 5G sítí ve městech Ústí nad Labem a Karlovy Vary Jednání rozšířeného řídicího výboru projektu 5G5M (15.6.2021) Online debata: 5G – cesta ke Smart Cities
07/2021	Spuštění Vodafone AR Challenge
08/2021	Jednání Pracovní skupiny pro Smart Cities
11/2021	Mezinárodní strojírenský veletrh Brno

Zdroj: MMR, 2021. Vlastní zpracování

Příloha 3

Tabulka 16: Index připravenosti 5G

Celkové umístění	Země	Celkové skóre	Infrastruktura a technologie		Regulace a politika	
			Skóre	Umístění	Skóre	Umístění
1	Finsko	70,95	67,44	4	75,62	1
2	Švýcarsko	69,00	65,16	6	74,62	2
3	Německo	66,68	69,99	3	68,95	6
4	Dánsko	65,93	51,18	21	69,49	5
5	Švédsko	65,91	56,58	13	66,64	9
6	Spojené království	65,26	66,09	5	66,74	8
7	Nizozemsko	65,24	52,48	19	73,13	4
8	Norsko	64,08	62,53	7	67,03	7
9	Lucembursko	62,97	54,15	17	73,74	3
10	Rakousko	62,61	59,09	9	62,49	13
11	Island	61,00	44,44	27	65,38	10
12	Estonsko	60,46	57,32	11	63,24	12
13	Francie	59,38	56,97	12	60,18	14
14	Irsko	59,06	54,89	14	60,12	15
15	Španělsko	58,63	73,58	1	49,23	20
16	Portugalsko	55,76	57,32	10	48,53	21
17	Belgie	55,71	42,83	28	56,77	16
18	Lotyšsko	55,07	59,37	8	46,46	22
19	Litva	54,92	49,43	24	52,29	19
20	Itálie	53,01	71,6	2	35,83	33
21	Slovinsko	51,32	50,29	23	46,19	23
22	Rusko	49,90	50,79	22	44,15	24
23	Česká republika	49,83	51,81	20	41,37	31
24	Ázerbájdžán	49,52	32,92	32	63,73	11
25	Polsko	49,21	54,47	15	34,86	35
26	Maďarsko	48,90	54,44	16	41,44	30
27	Rumunsko	47,18	53,54	18	41,8	29
28	Slovensko	46,27	47,83	25	35,13	34
29	Kypr	46,24	36,64	31	53,54	18
30	Řecko	45,76	44,91	26	34,59	36
31	Bulharsko	45,27	37,94	29	42,82	27
32	Gruzie	42,36	27,6	37	55,87	17
33	Srbsko	42,17	31,41	33	43,86	25
34	Albánie	41,23	29,67	36	43,72	26
35	Chorvatsko	39,97	37,81	30	28,55	38
36	Moldávie	39,07	30,76	35	39,65	32
37	Ukrajina	37,98	22,87	38	41,89	28
38	Severní Makedonie	35,93	30,8	34	34,54	37
39	Bosna a Hercegovina	28,38	19,62	39	19,91	39

Zdroj: inCITES Consulting S.A,2020