

Analýza možností implementace 5G sítí ve městě Jeseník

Připraveno pro Ministerstvo pro
místní rozvoj

9.2.2021



Historie změn

Verze	Změna	Autor	Datum
1.0	Vytvoření dokumentu	GTA	01.12.2020
1.1	Dodání připomínek	MMR	04.02.2021
1.2	Zpracování připomínek	GTA	05.02.2021

Obsah

1	Úvodní slovo	10
2	Manažerské shrnutí	12
3	Úvod	15
3.1	Úvod do Smart City a 5G	16
3.1.1	<i>Průmysl</i>	<i>16</i>
3.1.2	<i>Energetika.....</i>	<i>17</i>
3.1.3	<i>Autonomní doprava.....</i>	<i>17</i>
3.1.4	<i>Poskytovatelé multimediálního obsahu</i>	<i>18</i>
3.1.5	<i>Smart cities / Inteligentní města.....</i>	<i>18</i>
3.1.6	<i>Zdravotnictví a telemedicína.....</i>	<i>19</i>
3.2	Technologické zajištění	19
3.2.1	<i>Optické sítě</i>	<i>20</i>
3.2.2	<i>5G síť</i>	<i>20</i>
4	Specifikace potřeb města Jeseník	22
4.1	Kontext města	23
4.1.1	<i>Smart city Jeseník.....</i>	<i>24</i>
5	Současné technické vybavení města	27
5.1	Úvod.....	28
5.1.1	<i>Konektivita</i>	<i>28</i>
5.2	Současné technologické zajištění.....	32
5.2.1	<i>Bezdrátové sítě</i>	<i>32</i>
5.2.2	<i>Fixní sítě</i>	<i>34</i>
6	Technické aspekty jednotlivých řešení	36
6.1	5G síť	37
6.1.1	<i>Technologický popis</i>	<i>37</i>
6.1.2	<i>Výhody a nevýhody.....</i>	<i>39</i>
6.1.3	<i>Náklady</i>	<i>40</i>

6.2	Optické kabely	41
6.2.1	<i>Technologický popis</i>	41
6.2.2	<i>Výhody a nevýhody</i>	43
6.2.3	<i>Náklady</i>	43
7	Současný stav v oblastech rozvoje a přínosy 5G sítí v oblastech rozvoje	45
7.1	Energetika	46
7.1.1	<i>Úvod</i>	46
7.1.2	<i>Světový benchmark a hlavní výhody</i>	46
7.1.3	<i>Příklady energetických projektů</i>	49
7.1.4	<i>Koncept společnosti Fenix</i>	51
7.2	Robotika	52
7.2.1	<i>Úvod</i>	52
7.2.2	<i>Světový benchmark a hlavní výhody</i>	52
7.3	Vzdělávání	54
7.3.1	<i>Úvod</i>	54
7.3.2	<i>Světový benchmark a hlavní výhody</i>	54
7.4	Služby města	57
7.4.1	<i>Úvod</i>	57
7.4.2	<i>Světový benchmark a hlavní výhody</i>	59
7.4.3	<i>Dopravní přestupky</i>	62
7.4.4	<i>Chytré řízení dopravy</i>	63
7.5	Zdravotnictví a sociální služby	67
7.5.1	<i>Úvod</i>	67
7.5.2	<i>Světový benchmark a hlavní výhody</i>	67
7.6	Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu	70
7.6.1	<i>Úvod</i>	70
7.6.2	<i>Světový benchmark a hlavní výhody</i>	70
8	Specifikace 5G sítí v oblastech rozvoje včetně konkrétních návrhů řešení a specifikace požadavků na provoz	72
8.1	Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník	73
8.1.1	<i>Řešený problém</i>	73

8.1.2	Cíle záměru.....	73
8.1.3	Napojení na strategické záměry města	73
8.1.4	Oblast rozvoje	73
8.1.5	Potenciál využití 5G technologie.....	73
8.2	Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G	75
8.2.1	Popis záměru:.....	75
8.2.2	Řešený problém.....	75
8.2.3	Cíle záměru.....	75
8.2.4	Napojení na strategické záměry města	75
8.2.5	Oblast rozvoje	76
8.2.6	Potenciál využití 5G technologie.....	76
8.3	Oblast rozvoje 3: Ověření využití 5G sítí pro ochranu zdraví a majetku objektů pomocí dronů a dalších bezpečnostních prvků + Využití technologie pro výuku na střední průmyslové škole	77
8.3.1	Řešený problém.....	77
8.3.2	Cíle záměru.....	77
8.3.3	Návrh klíčových aktivit	77
8.3.4	Napojení na strategické záměry města	77
8.3.5	Oblast rozvoje	77
8.3.6	Potenciál využití 5G technologie.....	77
8.4	Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G	78
8.4.1	Řešený problém.....	78
8.4.2	Cíle záměru.....	78
8.4.3	Napojení na strategické záměry města	78
8.4.4	Oblast rozvoje	78
8.4.5	Potenciál využití 5G technologie.....	78
8.5	Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G	79
8.5.1	Řešený problém.....	79
8.5.2	Cíle záměru.....	79
8.5.3	Napojení na strategické záměry města	79
8.5.4	Oblast rozvoje	79
8.5.5	Potenciál využití 5G technologie.....	79

9	Specifikace dopadů navržených řešení v oblastech rozvoje	80
9.1	Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník	81
9.1.1	<i>Fungování města</i>	<i>81</i>
9.1.2	<i>Rozvoj podnikatelského prostředí.....</i>	<i>81</i>
9.1.3	<i>Rozvoj nových vzdělávacích programů</i>	<i>81</i>
9.1.4	<i>Zdravotní rizika řešení</i>	<i>81</i>
9.1.5	<i>Stávající legislativa a její případné změny.....</i>	<i>81</i>
9.2	Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G	82
9.2.1	<i>Fungování města</i>	<i>82</i>
9.2.2	<i>Rozvoj podnikatelského prostředí.....</i>	<i>82</i>
9.2.3	<i>Rozvoj nových vzdělávacích programů</i>	<i>82</i>
9.2.4	<i>Zdravotní rizika řešení</i>	<i>82</i>
9.2.5	<i>Stávající legislativa a její případné změny.....</i>	<i>82</i>
9.3	Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů	83
9.3.1	<i>Fungování města</i>	<i>83</i>
9.3.2	<i>Rozvoj podnikatelského prostředí.....</i>	<i>83</i>
9.3.3	<i>Rozvoj nových vzdělávacích programů</i>	<i>83</i>
9.3.4	<i>Zdravotní rizika řešení</i>	<i>83</i>
9.3.5	<i>Stávající legislativa a její případné změny.....</i>	<i>83</i>
9.4	Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G	85
9.4.1	<i>Fungování města</i>	<i>85</i>
9.4.2	<i>Rozvoj podnikatelského prostředí.....</i>	<i>85</i>
9.4.3	<i>Rozvoj nových vzdělávacích programů</i>	<i>85</i>
9.4.4	<i>Zdravotní rizika řešení</i>	<i>85</i>
9.4.5	<i>Stávající legislativa a její případné změny.....</i>	<i>85</i>
9.5	Oblast rozvoje 5: Rozvoj sportu za využití 5G	86
9.5.1	<i>Fungování města</i>	<i>86</i>
9.5.2	<i>Rozvoj podnikatelského prostředí.....</i>	<i>86</i>
9.5.3	<i>Rozvoj nových vzdělávacích programů</i>	<i>86</i>
9.5.4	<i>Zdravotní rizika řešení</i>	<i>86</i>
9.5.5	<i>Stávající legislativa a její případné změny.....</i>	<i>86</i>

10	Ekonomická analýza možných řešení v oblastech rozvoje.....	87
10.1	Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník.....	88
10.1.1	<i>Návrh vhodných partnerů</i>	88
10.1.2	<i>Předpokládané financování</i>	88
10.2	Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G	88
10.2.1	<i>Návrh vhodných partnerů</i>	88
10.2.2	<i>Předpokládané financování</i>	88
10.3	Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů	89
10.3.1	<i>Návrh vhodných partnerů</i>	89
10.3.2	<i>Předpokládané financování</i>	89
10.4	Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G	89
10.4.1	<i>Návrh vhodných partnerů</i>	89
10.4.2	<i>Předpokládané financování</i>	89
10.5	Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G	90
10.5.1	<i>Návrh vhodných partnerů</i>	90
10.5.2	<i>Předpokládané financování</i>	90
11	Harmonogram navržených řešení a klíčové aktivity	91
11.1	Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník.....	92
11.2	Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G	92
11.3	Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů	92
11.4	Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G	93
11.5	Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G	93
12	Analýza rizik v oblastech rozvoje.....	94
12.1	Všeobecná rizika 5G technologií	95
12.1.1	<i>Obecné</i>	95
12.1.2	<i>Bezpečnost.....</i>	95
12.1.3	<i>Dostupnost služby.....</i>	96
12.1.4	<i>Kvalita služby.....</i>	96
12.2	Rizika spojená s daným realizačním záměrem	96
12.2.1	<i>Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník.....</i>	96
12.2.2	<i>Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G</i>	97

12.2.3	Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů	97
12.2.4	Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G	97
12.2.5	Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G	98
13	Senzorická síť	99
13.1	Úvod	100
13.2	Technologické řešení senzorů	100
13.3	WIFI	100
13.3.1	Popis	100
13.3.2	Výhody	101
13.3.3	Nevýhody	101
13.4	GSM	101
13.4.1	Popis	101
13.4.2	Výhody	101
13.4.3	Nevýhody	102
13.5	Pyroelektrická	102
13.5.1	Popis	102
13.5.2	Výhody	102
13.5.3	Nevýhody	102
13.6	Infratechnologie	102
13.6.1	Popis	102
13.6.2	Výhody	103
13.6.3	Nevýhody	103
13.7	Laserová technologie	103
13.7.1	Popis	103
13.7.2	Výhody	103
13.7.3	Nevýhody	103
13.8	Indukční smyčky	103
13.8.1	Popis	103
13.8.2	Výhody	103
13.8.3	Nevýhody	104
13.9	Technologie pokročilých analýz videa	104

13.9.1	<i>Popis</i>	104
13.9.2	<i>Výhody</i>	104
13.9.3	<i>Nevýhody</i>	105
13.10	Legislativní požadavky	105
13.11	Technologické zajištění	105
13.11.1	SCADA	105
13.11.2	WPAN	106
13.11.3	LPWAN	106
Seznam zkratk		107
Zdroje		109
Seznam obrázků		110
Seznam tabulek		111

1 Úvodní slovo

Tento projekt je na základě smlouvy č. 6027 (<https://smlouvy.gov.cz/smlouva/14819281>) podepsané a účinné od data 9.12.2020. Tento projekt pro Ministerstvo pro místní rozvoj (dále jen „MMR“), připravený společností Grant Thornton Advisory s.r.o. (dále jen „GTA“), má za cíl sloužit jako podpůrný materiál pro města, která byla vybrána v rámci soutěže 5G pro 5 měst.

Tento podpůrný materiál bude sloužit městským řídícím orgánům pro přehled o veškerých možnostech uplatnění 5G technologií ať už jde o aktuálně využívané a implementované řešení v jiných evropských nebo světových metropolích (vyhledané case studies) nebo o současně nabízené technologie a služby, které mají městům pomoci přejít ke „smart“ řešením. Mezi taková řešení lze zařadit například bezpečné řízení dopravy, inteligentní odpadové hospodářství, chytré sítě s inteligentním měřením, inteligentní veřejnou dopravu a správu parkovacích míst či inteligentní veřejné osvětlení. Veškerá tato řešení, za použití 5G sítě a technologií, vedou k úspornějšímu provozu měst a zlepšení životních podmínek pro bydlení nejen v regionálních metropolích.

Kromě výše zmíněných oblastí „smart city“ lze tato řešení aplikovat také například na e-government, vodohospodářství či krizové řízení. Vzhledem k rozvoji a šíření nových technologií (levnější a úspornější senzory, elektromobilita apod.) je třeba, aby města měla přehled o tom, která řešení jsou pro ně nejvíce potřebná vzhledem k jejich poloze, obyvatelstvu a dispozicím a na která se tak musí co možná nejlépe připravit. V tomto dokumentu jsou rozebrány zmíněné případové studie a navržena doporučení, jak k popisovaným řešením přistupovat a jak se na příchod 5G sítí připravit.

Předmětem této části Veřejné zakázky je zpracování základní analýzy potřeb města a požadavků na nástroje, prostřednictvím nichž se budou naplňovat jednotlivé záměry města Jeseník v oblasti 5G řešení specifikované ve strategických rozvojových dokumentech města Jeseník.

Analýza bude podkladem pro přípravu města Jeseník na testování využití sítě 5G v rámci městské datové a komunikační sítě se zaměřením na rozvoj městského kamerového a dohledového systému.

Analýza bude obsahovat tyto části:

- a) *základní informace o záměru města v oblasti 5G řešení a o jeho aktivních partnerech,*
- b) *manažerské shrnutí,*
- c) *motivace záměru města,*
- d) *popis současného technického vybavení pro realizaci telekomunikačních datových služeb v tomto členění:*
 - *technické vybavení hlavního partnera (mobilní operátor),*
 - *vybavení dalších poskytovatelů internetového připojení působících ve městě,*
 - *městské datové sítě;*
- e) *popis současného stavu v oblastech:*
 - *energetika,*
 - *robotika,*
 - *vzdělávání,*
 - *služby města,*
 - *zdravotnictví a sociální služby,*
 - *rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu;*
- f) *specifikace přínosu sítě 5G v oblastech uvedených pod písm. e),*

- g) *specifikace cílů 5G sítí v oblastech uvedených pod písm. e) a návrh způsobu jejich naplnění formou konkrétních řešení,*
- h) *specifikace požadavků na provoz navržených řešení dle písm. g),*
- i) *specifikace dopadů navržených řešení dle písm. g) a jejich případný roll-out do:*
 - *fungování města,*
 - *rozvoje podnikatelského prostředí,*
 - *rozvoje nových vzdělávacích programů,*
 - *zdravotních rizik řešení,*
 - *stávající legislativy a její případné změny;*
- j) *ekonomická analýza jednotlivých navržených řešení dle písm. g) a její následný roll-out,*
- k) *harmonogram jednotlivých navržených řešení dle písm. g),*
- l) *analýza rizik jednotlivých navržených řešení dle písm. g).*

Dodavatel musí při zpracování analýzy zohlednit veškeré relevantní strategické dokumenty města Jeseník, které jsou dostupné na webových stránkách <https://www.jesenik.org/cz/mesto-a-mestsky-urad/358-strategicke-dokumenty.html>.

2 Manažerské shrnutí



Cílem tohoto projektu je navázat na nové technické možnosti představené novou generací mobilních bezdrátových služeb 5G a napojit je na reálné možnosti využití v oblastech Smart cities. Koncept Smart cities je celosvětový trend umožňující digitalizaci jednotlivých odvětví. Tato digitalizace umožňuje velký počet individuálních využití v daných odvětvích. Doposud byl však tento koncept limitován dostupnou konektivitou, a to zejména z pohledu mobilních či odlehklých zařízení. 5G přináší nové možnosti, a to zejména díky významnému zvýšení tří klíčových výkonnostních parametrů (kapacity, latence a počtu připojených zařízení).

Z pohledu města Jeseník byl v rámci tohoto projektu v prvním kroku analyzován současný kontext města s účelem popsat jednotlivé geografické, demografické a jiné jevy, které mají dopad na vývoj města, s cílem odhalit tak oblasti vhodné pro digitalizaci a zároveň případná úskalí v implementovaných řešeních. Mezi současné klíčové faktory patří zejména turismus a zároveň odliv místních obyvatel do větších měst.

Zde je zároveň nutné zmínit již existující záměry města Jeseník, které zahrnují zejména následující oblasti:

- energetiku,
- robotiku,
- drony,
- zdravotní péči a
- rozvoj cestovního ruchu a sportu.

V navazující kapitole bylo město analyzováno z pohledu současné dostupné konektivity a celkového pokrytí jednotlivých technologií. Průzkum se zaměřil nejen na bezdrátová řešení, ale zároveň uvažoval i o možnostech pevného připojení. Z průzkumu vyplývá, že v současné době jsou ve městě z pohledu pokrytí dominantní zejména bezdrátové sítě, byť velká část města je pokryta i NGA sítěmi.

V kapitole č. 6 byly představeny jednotlivé technické aspekty řešení konektivity, zejména se zaměřením na jejich výhody a nevýhody. Kapitola dochází k závěru, že i přes výrazný pokrok 5G, je optické připojení stále nejlepší z pohledu všech výkonnostních parametrů. Výrazným úskalím optické sítě je však ekonomický aspekt výkopu, a tak je optické řešení v rámci Smart cities optimálním pouze v rámci řešení některých služeb anebo v případě možného sdílení nákladů s jinou službou. Z druhého pohledu nabízí 5G víc než uspokojivé parametry, avšak stále čeká na dostatečnou míru pokrytí a dostupnost koncových zařízení pro dané typy služeb.

V rámci další kapitoly jsou detailně analyzovány jednotlivé oblasti zmíněných záměrů města Jeseník. Součástí průzkumu bylo zmapování digitalizačních příležitostí jednotlivých oblastí a zároveň vytvoření mezinárodního benchmarku vybraných řešení. Cílem kapitoly bylo poukázat na možné aplikační způsoby využití optimalizované konektivity.

V neposlední řadě se analýza zaměřila na možné způsoby využití senzorů, jejichž využití je v rámci Smart cities rozsáhlé, a to zejména díky možnosti sběru a analýze dat ve všech oblastech života. Mezi zmíněné technologie patří například GSM a Wi-Fi senzory, či například pokročilá analýza videa. V rámci kapitoly jsou diskutovány výhody a nevýhody jednotlivých řešení.

Na základě výše zmiňovaných popsaných oblastí rozvoje, byly městem Jeseník vytvořeny konkrétní projektové záměry, které využijí nových možností digitalizace, technologií 5G a konektivity ke zlepšení jednotlivých oblastí. Pro vytvořené záměry byl, v rámci aplikační části této práce, proveden rozbor a analýza z pohledu současného návrhu, přínosů jednotlivých řešení a ekonomického rozboru, což je obsahem dalších několika kapitol této studie. Pojícím a podstatným prvkem těchto záměrů je neexistence adekvátního z titulu nějakého programu podpory pro podporu rozvoje 5G aplikačních záměrů. Mezi definované záměry a jejich specifiky patří následující:

5G Energetická komunita Jeseník

Cílem energetické komunity Jeseník je vytvořit lokální energetický okruh umožňující větší flexibilitu jak v rámci výroby, tak spotřeby energie. Koncept energetických komunit momentálně není legislativně a regulatorně ukotven, přičemž energetická komunita Jeseník bude soužití pro účel pilotního testování. V současnosti tato legislativa vzniká, s očekávanou platností od začátku roku 2022. Součástí energetické komunity je komunitní výroba energie pomocí fotovoltaické technologie a dalších typů zdrojů obnovitelné energie, jako jsou větrné elektrárny a bioplynová elektrárna, a zároveň zachováním nadbytečné energie pomocí velkokapacitních baterií. Tyto dva faktory umožní komunitě za pomoci chytrého sledování efektivně vyřešit jak přebytky, tak nedostatky produkce elektřiny. Mezi přínosy tak patří zejména efektivita v rámci tvorby elektřiny, která dále umožňuje větší využití obnovitelných zdrojů, které jsou právě částečně limitovány nekonsistentními objemy vyprodukované elektřiny (peak-shaving). Předpokládané náklady na vybudování tohoto záměru se pohybují okolo 25 000 000 Kč. V současnosti se již

očekává dostupnost velké části potřebných finančních zdrojů na tento záměr a implementace je tedy víc než pravděpodobná.

Rozvoj robotiky pomocí 5G

Cílem tohoto záměru je podpořit již rozsáhlé zkušenosti místního gymnázia v oblasti robotiky právě za pomoci kvalitního připojení technologií 5G. V rámci autonomních robotů vzniká potřeba přenosu velkého objemu dat vzhledem k nutnosti analýzy videa. Video analýza slouží k rozpoznání okolí a navazujícím funkcionalitám. Přenos tedy musí nabízet vysoké přenosové rychlosti a zároveň velice nízkou latenci s vysokou stabilitou. Všechny tyto vlastnosti nabízí právě síť 5G, a tudíž je reálným cílem umožnit dostatečné pokrytí gymnázia technologií 5G a zároveň vybavit roboty modemem se schopností připojit se k 5G síti. Primárním přínosem je další pokrok v rámci vzdělávání v oblasti robotiky, což gymnáziu umožní navázat na již dosažené úspěchy na mezinárodních soutěžích. Očekávaný finanční rozsah záměru je stanoven na zhruba 12 000 000 Kč. V současnosti však neexistuje zdroj financování a jedná se tak pouze o budoucí koncept.

Zdravotní péče s využitím sítě 5G

Region Jesenicka se v současnosti účastní komunitního programu JADECARE, který má za cíl sdílet odborné a jiné informace ohledně například osvědčené praxe atd. Přínosem této aktivity je digitálně integrovaná zdravotní péče, která umožňuje rozsáhlou informovanost všech zapojených zařízení.

Současným problémem města a celé oblasti je nedostatek odborné péče. Mezi nejbližší možnosti zajištění expertní péče patří například Olomouc, Brno a Ostrava. Z tohoto pohledu je zajištění konektivity klíčové pro umožnění dálkových přenosů dat pro případné konzultace v rámci akutních komplikovaných zákroků. Cílem záměru je snížit závislost na expertních znalostech vzdálených měst, a naopak pomocí zesílené konektivity zvýšit vlastní expertizu prostřednictvím sdílení informací. Odhadovaná cena záměru činí celkem zhruba 7 mil. Kč. V současnosti již existuje možnost získání finančních zdrojů na tento záměr a dá se tak očekávat postupná implementace projektu.

Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů

Tento záměr se původně zaměřoval na monitoring majetku Střední průmyslové školy dronů. Cílem záměru bylo zabránit kriminálním aktivitám jak z pohledu krádeží, tak z pohledu případných fyzických útoků. Připojení dronů a přenos videa by byl zařízen za pomoci existující 5G sítě. Záměr však naráží na možné legislativní problémy. V rámci řešení není možné, aby dron byl plně autonomní, a zároveň zde existují určité problémy v oblasti ochrany soukromí. Záměr je tedy v současnosti v revizi a očekává se využití dronů zároveň k edukativním účelům, podobně jako u záměru robotiky. Plánovaný rozpočet této aktivity činí zhruba 4 mil. Kč a v současnosti nemá definované zdroje financování.

Rozvoj sportu za využití 5G

Cílem záměru je umožnit sledování výkonnostních aspektů vrcholových sportovců v oblasti lyžování a cyklistiky pomocí senzorů připojených do sítě. Sledování ukazatelů umožní optimalizovat tréninkové procesy jak z pohledu individuálních zlepšení, tak celkové metodiky rozvoje sportovních výkonů. Analýza dat pak umožní detailní rozbor a možná zjištění umožní větší konkurenceschopnost místních sportovců. Očekávaná cena implementace je zhruba 6 000 000 Kč a v současnosti není znám možný zdroj financí.

3 Úvod



3.1 Úvod do Smart City a 5G

Koncept Smart City je celosvětovým trendem založeným na zavádění digitálních technologií do běžného chodu města. Digitalizace jednotlivých odvětví, ať už se jedná o průmysl, energetiku, e-government či spousty jiných, umožní nejen městu, ale i občanům sledovat a monitorovat klíčové ukazatele v jednotlivých odvětvích.

Podstatná část konceptu smart city je založena na internetovém připojení jednotlivých zařízení zlepšujících chod měst pomocí digitalizace, a je tedy přímo závislá na míře dostupné konektivity a souvisejícího zajištění daného města. Zde vstupuje řešení 5G, které, jak bude popsáno v následujících kapitolách, umožňuje za využití bezdrátového připojení zajistit konektivitu pro masivní množství zařízení v okruhu sítě, a zároveň nabízí výrazně vyšší kapacitní možnosti přenosu, což je ve městech klíčové například pro kamerové systémy, a to vše s výrazně nižší latencí než dříve.

Z pohledu zavedení 5G služeb, tentokrát tedy spíše komerčních, byla klíčová nedávaná aukce rádiových kmitočtů v pásmu 700 MHz a 3400-3600 MHz, která umožní operátorům vybudovat vlastní komerční síť a nabízet tak 5G služby jak jednotlivcům, tak soukromým i veřejným subjektům, včetně měst (zde například funkcionalita network slicing). Z druhé strany je pro budoucnost 5G klíčové zajištění dostatečného počtu zařízení schopných přijímat služby 5G tak, aby samotný provoz sítě byl co nejdříve rentabilní a adekvátně využíván.

V rámci již zmíněné aukce převzali dva operátoři závazek pronájmu kmitočtů pro průmyslové účely. V tomto závazku lze pronajmout od operátora kmitočty v pásmu 3400-3800 MHz a provozovat zde své lokální technologické řešení. Nutno podotknout, že pro stejný účel lze využít i jiných licencovaných či nelicencovaných pásem, které ČTÚ nabízí a jsou vhodná pro 5G služby (například 26 GHz).

Z pohledu telekomunikací však 5G není jediným řešením, a v závislosti na typu služeb, lze využít i například optického fixního připojení. Zavádění optického připojení a jiných fixních technologií je v dnešní době silným tématem, jak v České republice, tak v Evropské unii. Národním cílem, který vychází z cílů Evropské komise, je do roku 2025 splnit následující.

- Zajištění gigabitového připojení pro všechny socioekonomické hráče, respektive školy, transportní uzly, a jiné veřejné služby.
- Přístup k rychlosti alespoň 100 Mbps pro všechny domácnosti s možností upgradu na gigabitové připojení.
- Zajištění 5G připojení pro všechny městské oblasti a zároveň pro hlavní silnice a železnice.

Splnění těchto cílů umožní České republice plně implementovat koncept smart city a stát se tak moderní zemí schopné konkurovat ve všech oblastech, které jsou ovlivněny digitalizací. Mezi odvětví, která nejvíce využijí digitálních možností patří:

- Průmysl
- Energetika
- Doprava
- Multimédia
- Chod města
- Zdravotnictví

Některé konkrétní aplikace digitalizace v jednotlivých odvětvích jsou popsány v následujících podkapitolách.

3.1.1 Průmysl

Kapitolou průmyslu je míněn rozvoj a přeměna průmyslových podniků dle zásad konceptu Průmysl 4.0. To znamená zavádění vysoké míry digitalizace do výrobních a obslužných procesů s cílem zvýšit úroveň automatizace, efektivitu a flexibility. Nezbytnou součástí procesu digitalizace je datové propojení všech průmyslových komponent, jejich vzájemná interakce a přenos informací v reálném čase. Výsledkem je pak tzv. „chytrá továrna“.

Aplikační oblasti:

Management a řídicí pracovníci mohou díky digitalizaci a z ní získaných dat, vzájemnému propojení provozních závodů na globální úrovni v reálném čase, kvalitněji, efektivněji a rychleji rozhodovat.

Digitalizace výrobních procesů a vytvoření digitálního dvojčete podniku umožní plynulejší a efektivnější řízení workflow a zvýšení flexibility výrobních procesů. Díky účinné identifikaci ztrát a optimálnější regulaci i snížení nákladů na energie a celkově účinnější plánování lidských, materiálních a energetických zdrojů.

Výrobní automatizace a zavádění robotizace nahradí lidské pracovníky u monotónních, strojových a fyzicky náročných operací.

Digitalizace strojů a průmyslové infrastruktury umožní zavedení prediktivní údržby s využitím umělé inteligence a strojového učení vedoucí k nižším nákladům na údržbu, snížení potřeby na skladování náhradních dílů, menší míře prostojů a celkovému zvýšení výkonnosti výrobních technologií.

Zavádění rozšířené a virtuální reality do tréninkových a školicích procesů umožní rychlejší, dostupnější a levnější školení zaměstnanců.

Díky vytvoření digitálního dvojčete produktu dojde k rychlejšímu zavádění nových výrobků na trh s využitím paralelního inženýringu, virtuálního testování a industrializace v prostředí digitálního dvojčete závodu. Bude umožněno zapojení nadnárodních vývojových týmů a integrace budoucích subdodavatelů už ve fázi návrhu a vývoje produktu.

Dodavatelský řetězec a logistika jsou nedílnou součástí tohoto tématu. Díky vzájemnému propojení a sdílení dat budou jednotlivé skladové a dopravní systémy pracovat ve vzájemné symbióze, automaticky reagovat na nenadálé kolize a změny a zpracovávat priority. Dosažením optimálnějšího sladení nakládek a vykládek transportu zboží dojde k úsporám času, paliva a menším dopadům na životní prostředí.

3.1.2 Energetika

Současná energetika prochází dynamickou transformací ve smyslu decentralizace, digitalizace, využití obnovitelných zdrojů energie a zavedením aktivního zákazníka trhu, s čímž souvisí například komunitní výroba elektrické energie (nově i v ČR vznik energetických komunit). Nástup elektromobility pak do energetického sektoru vnáší ještě větší nároky na vzájemné propojení a regulaci celé energetické soustavy od výroby, distribuce až ke konečnému spotřebiteli v reálném čase. Tato transformace není možná bez zavádění tzv. „smart grids“, které jsou kriticky závislé na rychlé, bezpečné a robustní konektivě, kterou disponuje právě 5G technologie a optická infrastruktura.

Aplikační oblasti:

Chytré měření, tzv. „smart metering“ představuje nasazení velkého množství měřících zařízení na energetické infrastrukturu až na úroveň koncového spotřebitele. Tím je umožněno nejenom dálkové odečítání spotřeby a toků energií, ale i možnost aktivní a prediktivní regulace energetické soustavy tak, aby došlo k optimalizaci výrobních a spotřebních diagramů všech zapojených subjektů. Koncovým spotřebitelům může poskytovat real-time analytické reporty o spotřebě elektřiny, vody a plynu. Tyto informace mohou být znázorňovány graficky i textově včetně konkrétních finančních částek. Mohou také obsahovat detailní informace o energetických vzorech chování daných pro možnost identifikace prostor pro úsporu.

Vzdálená diagnostika a monitoring provozních stavů jednotlivých prvků energetické soustavy v reálném čase přináší vyšší spolehlivost a efektivnější provoz a údržbu energetické soustavy včetně rychlejší reakce na poruchové stavy. Právě technologie 5G může nabídnout velmi vysoké standardy odezvy (SLA).

Regulace energetické soustavy využívající inteligentní predikci chování jednotlivých prvků soustavy na základě sběru a pokročilé analytiky nad velkým množstvím dat (IoT) od předpovědi počasí po chování jednotlivých spotřebitelů, integrace sezónních vlivů a využití externích dat.

Zavedení dynamických služeb a flexibility je podmíněno existencí robustní a bezpečné konektivity pro efektivní řízení toků v síti na centrální i lokální úrovni, integrace flexibility a optimalizace využití sítě a spolupráci s novými účastníky trhu a technologiemi jako jsou například bateriová úložiště.

3.1.3 Autonomní doprava

Autonomní řízení vozidel je oblast, která patří k těm, které budou také využívat výhody zavádění 5G sítí, a to díky jejich latenci, robustnosti a kapacitě. Ideální stav pro autonomní řízení je koncept V2X, což znamená kompletní komunikační propojení vozidla se všemi objekty kolem něho a rychlou reakci na změny v okolí. Vozidlo je tak

v řízené a bezpečné interakci se všemi vozidly v okolí, dopravní infrastrukturou a senzory nacházejícími se v jeho blízkosti.

Dále se přirozeně nabízí integrace s možnostmi poskytující inteligentní města viz. níže.

3.1.4 Poskytovatelé multimediálního obsahu

Nízká latence a obrovská kapacita 5G napomůže rozvoji aplikací založených na videu a podnítí tvorbu a nahrávání obsahu v profesionální kvalitě z mobilních zařízení. Mediální průmysl má zřejmé potřeby stabilních, spolehlivých video obrazů s vysokým rozlišením a obvykle vyžaduje minimálně čtyřnásobek šířky pásma, kterou nabízí mobilní připojení 4G.

Mediální organizace byly navíc při vytváření obsahu omezeny tím, že musely přistupovat k satelitům, aby bylo možné nahrávat obsah. Satelitní komunikace může být ovlivněna nepříznivými povětrnostními podmínkami a konektivita může být nákladná. Mediální organizace proto potřebují snadno použitelné přenosné vysílače, které mohou získávat, zpracovávat a přenášet obsah v jednom zařízení. Zařízení mohou být lehká, a proto nejsou potřeba satelitní vozidla vybavené elektronickým shromažďováním zpráv nebo velké skupiny zaměstnanců, které mohou v extrémních prostředích čelit různým ohrožením. Zařízení s podporou 5G mohou být přenášena a provozována jedinou osobou, čímž se minimalizují rizika, ale stále umožňují vysílání vysoce kvalitního obsahu. Tento typ vysílací technologie je také použitelný pro integrovaný záchranný systém, který může využít vysoce kvalitní video při nízké latenci a lépe pochopit krizovou situaci na zemi, například ve velkém měřítku přírodních katastrof nebo pro hašení požárů.

3.1.5 Smart cities / Inteligentní města

Díky vylepšeným možnostem 5G je tato technologie ideální pro řízení v reálném čase a automatizaci inteligentních měst. Propojením milionu zařízení v rámci městských aglomerací umožní nejenom zvýšit kvalitu života jejich občanů, ale i efektivnější správu městské infrastruktury a služeb. Řešení zaměřená na optimalizaci provozu a údržby rychlou detekcí a reakcí na poruchy, jsou klíčovou aplikací inteligentního města a jdou nad rámec základních aplikací, jako je např. sledování veřejné dopravy. Mezi tyto klíčové aplikace pro inteligentní města patří zajištění fungování veřejných služeb a reakce na rychle se rozvíjející situace, jako jsou mimořádné události nebo manipulace s velkými davy.

Klíčové schopnosti 5G jsou zde nezbytné spolu s nízkou latencí, aby se zajistilo, že nedojde ke zpoždění při přenosu informací. Kromě toho, se zařízeními nasazenými v celém inteligentním městě, je výhodou, že je k dispozici zvýšená hustota připojení 5G.

Aplikační oblasti:

Bezpečnost ve městech:

- Detekce havarijních stavů jako požár, únik plynu a jiných škodlivých látek (napojení na vizualizaci – digitální dvojče města)
- Monitoring kvality životního prostředí, jako je znečištění ovzduší, hluk, vibrace atd.
- Propojené kamerové systémy, mobilní kamerové systémy s integrovanou bezpečnostní analytikou
- Krizové řízení, prioritní komunikace krizových týmů

Městská infrastruktura:

- Propojení a integrace chytrých budov
- Chytré parkování
- Chytré osvětlení
- Poskytování veřejných internetových hot-spotů
- Chytrý management odpadového hospodářství
- Zavádění sdílených služeb, jako sdílená mobilita, sdílené veřejné služby (auta, kola, volnočasové aktivity atd.)
- Propojení a správa prodejních automatů (lístky, občerstvení atd.)
- Monitoring a řízení vodohospodářské infrastruktury

- Monitoring a řízení energetické infrastruktury
- Integrace dobíjecí infrastruktury pro elektromobilitu

Veřejná správa:

- Chytrý informační systém pro obyvatele od digitálních nástěnek po adresné doručování informací na mobilní telefony
- Podpora turistického ruchu formou digitálního poskytování turistických informací a turisticky specifických služeb (3D realita, navigace, virtuální průvodce atd.)
- Optimalizace plánování městské infrastruktury a městského prostoru na základě dlouhodobého sběru a vyhodnocení velkých dat

Městská doprava a telematika:

- Řízení dopravy s využitím inteligentní telematiky, předcházení dopravním zácpám, prioritizace průjezdu IZS, reakce na předpověď počasí a sezónní vlivy
- Chytré zastávky městské dopravy
- Autonomní veřejná doprava
- Digitalizace a optimalizace provozu městských dopravních podniků

3.1.6 Zdravotnictví a telemedicína

5G konektivita umožní funkční a efektivní propojení zdravotního systému od pacienta, poskytovatelů zdravotní péče až po zdravotní pojišťovny a stát jako garanta zdravotní péče. Díky kvalitativním parametrům 5G sítě bude umožněno některé zdravotní služby digitalizovat a poskytovat vzdáleně, což umožní „ošetřit“ pacienta v domácím prostředí, nebo zprostředkovat na dálku vysoce specializovanou zdravotní péči z medi-center. Tím bude umožněn generační posun v digitalizaci zdravotnictví.

Aplikační oblasti:

- Vzdálený monitoring a diagnostika zdravotního stavu
- Integrace zdravotních funkcí do „nositelné elektroniky“, chytrých telefonů a domácích zařízení
- Služby pro detekci a reakci na nenadálé zdravotní komplikace
- Automatizace podávání léků
- Analytika velkého množství zdravotních a osobních dat z různých zdrojů v reálném čase
- „Nemocnice doma“, poskytování zdravotní péče na dálku
- Robotické operace na dálku a využití rozšířené a virtuální reality
- Efektivnější výchova a vzdělávání zdravotního personálu díky on-line sdílení komplexních zdravotních zákroků jako jsou operace, nebo využívání 3D projekce

3.2 Technologické zajištění

V rámci vytvoření optimálního koncového řešení je důležité vymezit možné technologie a zároveň vysvětlit jejich výhody a nevýhody pro vyjasnění jejich využití či nevyužití v rámci koncového řešení. V této části textu se jedná pouze o rámcový popis technologií, respektive úvod, který bude rozšířen v kapitole níže, která se zabývá popisem jednotlivých kapacitních požadavků, v návaznosti právě na technologie. Z pohledu této analýzy byly definovány následující technologie:

- Optické sítě
- 5G síť
- Rádio bod-bod

3.2.1 Optické sítě

Zahrnutí této technologie spočívá v možnosti využití fyzických kabelů. Optická technologie je ze všech dostupných typů kabelů v současnosti z pohledu kapacity přenosu z daleka nejlepší.

Jednou z klíčových charakteristik optického připojení je vysoká investiční nákladnost, která je však balancována nízkými provozními náklady a vysoce kvalitním připojením. Přenesení nákladů z operačních na čistě investiční je relativně klíčové právě při výstavbě veřejných sítí, a to zejména kvůli typickému způsobu financování jednotlivých projektů.

Z Analýzy stavu rozvoje sítí NGA v ČR vyplývá fakt, že instituce obecně vnímají jako primární problém zavedení připojení náklady operační, nikoliv investiční. Zajištění investičních nákladů je mnohdy možné z dotačních programů, ať už národních či evropských, kdežto každodenní provoz samotných řešení je typicky starostí jednotlivých institucí.

Problematikou optického řešení je nutnost výkopu v oblastech připojení, což v porovnání s ostatními technologiemi znamená mnohem komplikovanější způsob implementace. Tato komplikovanost je mnohdy zhoršena tím, že optimální lokality pro zavedení těchto technologií se nachází v centrech měst, kde provedení výkopu je o to komplikovanější, ať už z pohledu množství budov, tak existence dopravy.

3.2.2 5G síť

5G je nová generace mobilních komunikačních sítí, která plynule navazuje na předchozí technologie telekomunikačních sítí 3G a 4G a částečně s nimi sdílí základní infrastrukturu.

5G technologie poskytuje kvalitativně vyšší parametry pro poskytování datové konektivity, a tím i komunikačních služeb, zejména připojení k internetu. To je umožněno zejména efektivnějším využitím kmitočtových pásem a snížením vzájemné interference. Výsledkem jsou řádově vyšší parametry ve všech výkonnostních aspektech, které jsou uvedeny níže.

- Zvýšení přenosové rychlosti (až do gigabitových úrovní pro jednotlivé uživatele)
- Navýšení počtu koncových uživatelů (kapacita připojit stovky tisíc koncových uživatelů na kilometr čtvereční)
- Velmi nízká doba odezvy – latence (ovládání velkého množství zařízení v reálném čase)
- Aktivní antény umožňující dynamicky měnit intenzitu pokrytí signálem dle aktuální potřeby (téměř 100% pokrytí území signálem)
- Řádově nižší energetická náročnost na přenesený objem dat (až tisícinu energie na přenesený bit než 4G)
- Kombinací předchozích vlastností je docíleno vysoké robustnosti, spolehlivosti a flexibility datové konektivity 5G sítí

Celkově se tedy jedná o technologii přinášející kvalitnější a spolehlivější mobilní konektivitu, která umožňuje rozvoj širokého spektra digitálních služeb a aplikací spojených s vysokorychlostním přenosem dat a připojením k internetu. Přináší nejenom zásadní příležitosti v oblasti zlepšení stávajících aplikací a řešení, ale otvírá i zcela nové možnosti, které byly zatím nepředstavitelné.

Pro základní přehled typových aplikací lze využít následující 5G trojúhelník:

Obrázek 1: Výhody 5G [Zdroj: Grant Thornton Advisory]



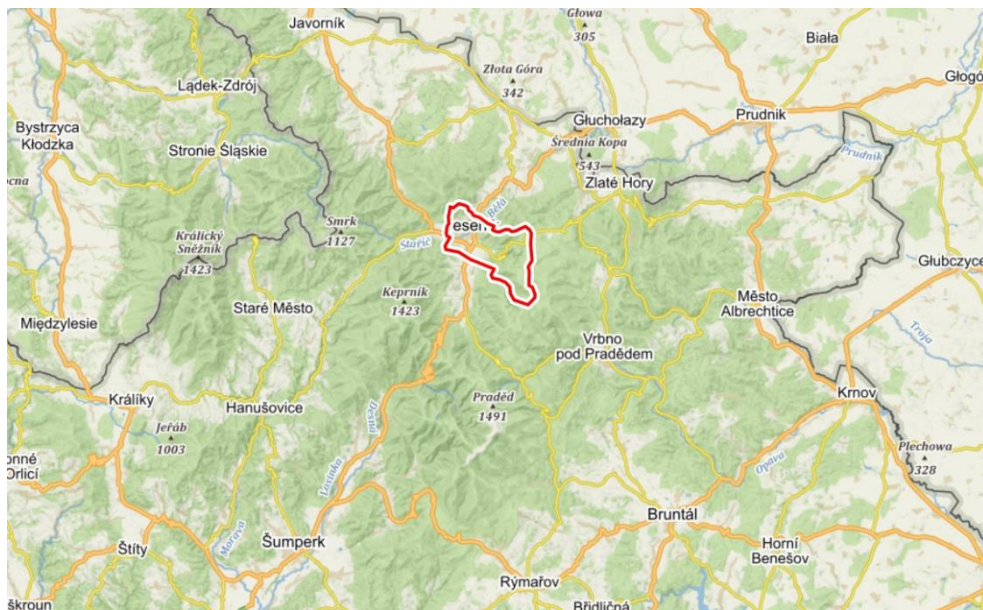
4 Specifikace potřeb města Jeseník



4.1 Kontext města

Město Jeseník se nachází v severní části Olomouckého kraje v okrese Jeseník, při soutoku řek Bělé a Staříče. Leží v srdci hor, v krajině plné přírodního bohatství, léčivých pramenů a čistého vzduchu. Město má rozlohu 38,22 km², žije zde zhruba 11 000 obyvatel a skládá se ze tří částí: Jeseník, Bukovice, Dětrichov. Území Jeseníku patří do povodí Odry, respektive Kladské Nisy. Severním směrem jím protéká řeka Bělá, do které ve městě ústí potok Staříč. Okres Jeseník, který se svou velikostí řadí mezi nejmenší okresy v České republice, tvoří výběžek státního území na severu Slezska. Na jihozápadě hraničí s okresem Šumperk, na jihovýchodě s okresem Bruntál a na severu s Polskou republikou.

Obrázek 2: Lokality města Jeseník [Zdroj: Mapy.cz]



Zpracovatelský průmysl je ve městě postupně nahrazován službami v oblasti veřejného prostoru. Cílem vedení města je dlouhodobě podporovat vznik malých a středních podniků, které vytvářejí produkty a řešení s vysokou přidanou hodnotou. Snaží se vytvářet vhodné podmínky pro inovační společnosti a kreativní průmysl.

Z pohledu urbanistického charakteru lze město Jeseník charakterizovat jako středisko lázeňství a centrum turistiky. Důležitým územím je Lázeňský areál, který tvoří atraktivní rekreační zázemí a zdůrazňuje lázeňskou funkci města. K centru města přiléhá průmyslový areál Moravolen a významnou rozvojovou plochu pro podnikání představuje podnikatelský areál „Za Podjezdem“.

Vzhledem k poloze města patří cestovní ruch k významným hospodářským odvětvím. Nezbytnou podmínkou pro rozvoj této oblasti je kvalitní turistická infrastruktura včetně služeb. V Jeseníku a okolí se kromě lázní nachází také mnoho historických, přírodních a církevních památek. Celkově lze infrastrukturu cestovního ruchu ve městě považovat za dobrou, přínosem je zejména narůstající průměrný počet přenocování.

Charakteristickým rysem oblasti z hlediska dopravy je její okrajová poloha v rámci státu. S tím souvisí ne zcela vyhovující dopravní dostupnost. Z průtahů silnic, které byly v minulosti důležitým rozvojovým faktorem, se vlivem zvyšujícího se provozu stal problémový prvek zejména z hlediska vyšších nároků na kvalitní infrastrukturu, se zvýšenou poptávkou se pojí také nedostatek parkovacích míst a negativní dopad na životní prostředí. Problematika špatné dopravní dostupnosti je v aktuální situaci řešena rekonstrukcí stávající silnice I/44 přes Červenohorské sedlo.

Územím města procházejí silnice I., II. a III. třídy, konkrétně se jedná o:

silnice I. třídy:

- I/44 Mohelnice – Šumperk – Jeseník – Mikulovice – státní hranice
- I/60 státní hranice – Bílý Potok – Žulová – Jeseník

silnice II. třídy:

- II/453 Město Albrechtice

silnice III. třídy:

- III/45318 Jeseník – Lázně Jeseník
- III/45319 Lipová Lázně – Jeseník.

Důležitý význam má z hlediska širších vztahů v oblasti železniční doprava. Městem vede železniční trať č. 292 (Železniční trať Šumperk – Krnov). Spojení železniční dopravy se zbytkem republiky je možné přes Ramzovské sedlo a Polsko. Přes Ramzovské sedlo jezdí vlaky na Zábřeh a dále do Olomouce a Prahy, přes Polské město Glucholazy pak vlaky jezdí na Ostravu.

V roce 2018 byl prostřednictvím dotazníkového šetření realizován průzkum spokojenosti obyvatel, jehož smyslem bylo zjištění názorů a zohlednění postojů obyvatel k budoucímu rozvoji města. Cílem šetření bylo získání informací o spokojenosti občanů s kvalitou života ve městě. Výsledky měly sloužit jako základ pro aktivity spojené se snižováním a odstraňováním nedostatků a nespokojenosti občanů. Jedním z úkolů šetření bylo definování největších problémů města vnímaných obyvateli. Respondenti měli možnost výběru konkrétních témat, respektive možnost doplnění témat dalších. Největším problémem byla podle občanů nízká nabídka pracovního uplatnění (38 % ze všech odpovědí). Druhým největším problémem byla tíživá dopravní situace společně s nedostatkem možností pro trávení volného času. Celkem 12 % respondentů pak uvedlo vysokou úroveň kriminality a vandalismu.¹

Bezpečnostní situace ve městě je spojena s různými vlivy vycházejícími ze společenského života lidí a také s urbanistickým řešením města. Město postupně rekonstruuje místní komunikace a parkoviště a regeneruje městská sídliště spolu s veřejným osvětlením. Snaží se tak zlepšovat dopravní situaci a minimalizovat riziko vzniku neosvětlených míst, která jsou často spojena s kriminální činností. Celkově je cílem dlouhodobé zlepšování vybavenosti města a snižování počtu spáchaných trestných činů.

Ve městě funguje kamerový systém, který zajišťuje městská policie. Kamerové body se nacházejí primárně na místech s potenciálním výskytem trestných činů. Na základě Sociálně ekonomické analýzy města lze konstatovat, že město nepatří k městům se zvýšeným bezpečnostním rizikem a celková situace koresponduje s nízkou úrovní kriminality ve městě.

4.1.1 Smart city Jeseník

Smart city je koncept využívající informační, digitální a komunikační technologie pro zvýšení kvality života ve městech. Zaměřuje se na efektivní využívání stávajících a hledání nových zdrojů, snižování spotřeby energií a zátěže na životní prostředí, optimalizaci dopravy a sdílení dat pro veřejné účely. Smart city navzájem propojuje nejnovější poznatky z veřejné správy, akademické obce, technologií a inovací.

Primárním cílem smart city je zajištění kvalitního života obyvatelům, kdy jsou jako nástroj využívány moderní technologie pro ovlivňování kvality života, a následně k dosahování hospodářských a sociálních cílů měst. Dochází přitom k synergiím mezi různými aktivitami a veřejnými službami, díky kterým město funguje. V konceptu Smart City je kladen důraz současně na „tvrdé“ i „měkké“ aspekty řízení života a na soulad „šedé“ a „zelené“ infrastruktury města.²

SMART řešení města Jeseník vychází ze strategického plánu rozvoje města, zejména pak z plánu rozvoje a implementace SMART přístupu při řízení města a úřadu. Město Jeseník přišlo s implementací strategie SMART ČESKO, která se zaměřuje na implementaci myšlenky Smart city do měst a obcí v České republice. Dle metodiky Ministerstva pro místní rozvoj se rámec Smart city skládá celkem z 16 komponent, které jsou rozděleny do 4 navazujících celků:

- organizační (město)
- komunitní (občan)
- infrastrukturní (technologie)
- výsledný (inteligentní město).

¹ https://www.jesenik.org/storage/user-1089/module-1761/vyhodnoceni_jesenik-15244599880phpdesl6y.pdf

² https://mmr.cz/getmedia/f76636e0-88ad-40f9-8e27-cbb774ea7caf/Metodika_Smart_Cities.pdf.aspx?ext=.pdf%C2%A8

V rámci SMART řešení pak město vychází z předdefinovaných oblastí klíčových zájmů: informační a komunikační technologie, eGovernment/eGovernance, Energetika, Doprava a mobilita, Vodní hospodářství, Odpadové hospodářství, Vzdělávání a školství, Sociální oblast a Zdravotnictví.³

Informační a komunikační technologie patří mezi nejvýznamnější části konceptu Smart city, které jsou průřezově spojeny se všemi částmi inteligentních měst a obcí. Napomáhají otevřeně a transparentně spravovat město a jsou důležitým prvkem jeho celkové strategie a strategie zaměřené na budování Smart city.

V České republice vedlo zavádění eGovernmentu zatím zejména k vytvoření základních registrů, CzechPOINTů, datových schránek a inteligentních formulářů. Koncept eGovernance je o něco širší pojem, který kromě jiného zahrnuje také eGovernment. Cílem eGovernance je dlouhodobě zlepšovat přístup ke službám veřejné správy za použití nových technologií. Součástí eGovernmentu je shromažďování, analyzování a zveřejňování dat.

Energetika se v konceptu Smart city týká zejména inteligentního řízení spotřeby energie, využívání obnovitelných zdrojů energie nebo kombinované výroby elektřiny a tepla a jejich integrací do energetické sítě, využívání prvků chytrých sítí v rozvodné soustavě města a inteligentního řízení městských služeb (energeticky úsporné veřejné osvětlení, ekologické odpadové hospodářství apod.).

Doprava je v rámci konceptu Smart city jednou z klíčových oblastí. Z pohledu udržitelného rozvoje města je potřebná zaměřit se na dopravu komplexně a dlouhodobě. Doprava hraje kritickou roli při řešení otázek urbanizace, konkurenceschopnosti, udržitelnosti a mobility. Využití telematických systémů, dat o dopravním provozu a jejich analýzy, automatických parkovacích systémů a dalších inovativních technologií umožňuje optimalizaci dopravy a řízení měst. Důležité je také zajištění kvalitního propojení území, kvalitních podmínek pro rezidenty v zatížených oblastech, podpora bezpečnosti dopravy apod.

Smart řešení v oblasti vodního hospodářství spočívají zejména v doplnění infrastruktury o chytré technologie s cílem zajištění efektivního řízení, s komfortem pro občany a s vyšší ochranou životního prostředí. Správně fungující vodní hospodářství v konceptu Smart city se přizpůsobuje změně klimatu a extrémním událostem. Pro chytrá města lze definovat i podrobnější specifické vodohospodářské cíle, kterými jsou: spolehlivé a efektivní zabezpečení zásobování kvalitní pitnou vodou, šetření zdrojů vody, efektivní a ekologické odvádění a čištění odpadních vod, efektivní hospodaření se srážkovými vodami, účinná ochrana před zaplavením, snížení rizika pro obyvatele, zlepšení mikroklimatu, podpora využití vody pro zajištění rekreačních, estetických a společenských služeb a zisk zdrojů z odpadních vod.⁴

Odpadové hospodářství v rámci konceptu Smart city přináší efektivní a ekonomické nakládání s odpady prostřednictvím elektronických řešení pro podporu třídění, ekologie a optimalizace nákladů. Téma odpadového hospodářství je spojováno také s novou legislativou, která změní podmínky skládkování nevytříděného odpadu.

Vzdělávání a školství je v Smart city spojováno se získáváním dovedností 21. století, včetně digitální gramotnosti, invenčního myšlení, efektivní komunikace a vytvářením kvalitních projektů. Zdůrazňuje také důležitost technologií ve školských třídách a učebnách. Klíčová je vybavenost tříd ICT technologiemi, propojení škol prostřednictvím internetové sítě a rozšíření konektivity mezi všechny části škol.

Smart koncept v sociální oblasti zasahuje do pojetí služeb sociálního charakteru, zdravotních služeb a také do domácí péče, respektive samostatného či asistovaného života v domácím prostředí. Celkově tato problematika pokrývá širokou oblast, která ale v aktuální situaci není v České republice začleněna do prioritních oblastí konceptu Smart city. Podobně jako oblast sociální péče, ani zdravotnictví není dosud primární oblastí konceptu Smart city. Existují však nové přístupy a řešení, které lze v rámci zdravotnictví v Smart city konceptu definovat. Jedná se například o sjednocený systém zdravotní péče, sdílení údajů pro zvýšení informovanosti pacientů, rozvoj telemedicine, monitoring zdravotních funkcí apod. Důležité je však oblasti patřící do Smart city komplexně integrovat a vzájemně využívat. Příkladem může být integrovaná péče, která propojuje zdravotní a sociální oblast a využívá potenciál technologických, společenských, procesních, organizačních a dalších inovací, které vedou ke zlepšení fyzického i psychického stavu obyvatel.

³ https://www.jesenik.org/storage/user-1089/module-1761/priloha4_soutezni-navrh-5g-jesenik_mail-15893546720php0cdg1c.pdf

⁴ https://mmr.cz/getmedia/7c63d5ff-5c47-4381-af78-304a13bfa56c/Priloha-Metodiky-Smart-Cities-VODNI-HOSPODARSTVI_1.pdf.aspx?ext=.pdf

Oblasti klíčových zájmů strategie města byly následně podrobněji formulovány do jednotlivých cílů v rámci celkové implementace konceptu SMART ČESKO ve městě Jeseník. Jedná se o cíl zlepšení kvality života obyvatel města, cíl zvyšování ekonomické (podnikatelské) atraktivity a cíl vývoje nových řešení společně se sdílením znalostí.

Cíl zlepšení kvality života obyvatel zahrnuje primárně cestovní ruch, sport, instalaci radarů s využitím 5G a modernizaci Vlastivědného muzea. Podpora služeb v rámci expresní konektivity dává příležitost subjektům zapojeným do cestovního ruchu využít moderní řešení a technologie k zvládnutí zvyšujícího se počtu turistů. V regionu Jeseník se organizuje řada sportovních událostí, při kterých se využívá čipové měření, které však ve spojení se slabším datovým signálem bývá problematické. 5G řešení by zajistilo lepší komunikaci čipového koberce a centrály a zároveň by bylo využito pro komunikaci při organizaci a prezentaci událostí (stream závodů apod.). Plánem je kromě modernizace muzea také instalace silničních radarů s využitím 5G technologie, která přináší moderní a inovativní řešení, které je dlouhodobě udržitelné.

Z pohledu zvyšování ekonomické (podnikatelské) aktivity se jedná zejména o podporu vývoje informačních technologií, podporu zpracovatelského průmyslu s vysokou přidanou hodnotou a rozšiřování portfolia zajímavých investičních projektů v regionu. 5G může být ve městě významnou podporou inovací výrobních procesů, optimalizací managementu energií a celkového zlepšení komunikace. Jako příklad firmy připravené aktivně využít možností spojených s 5G sítí je společnost Fenix Group a.s., která něco málo přes tři roky provozuje vlastní inteligentní dům. Tento dům (administrativní budova) byl stavebně navržen a realizován tak, aby měl téměř nulovou spotřebu. Velká část potřebné elektrické energie je získávána z lokálního fotovoltaického zdroje, který se nachází na střeše budovy. Takto vyrobená elektrická energie je využita pro provoz budovy. V budově je také využíváno bateriové uložení, které dodává energii přímo do vnitřních rozvodů. Provozní režimy jsou a nadále i budou optimalizovány zejména za využití 5G sítě s ohledem na vývoj v oblasti inteligentní energetiky.

V rámci vývoje nových řešení se jedná zejména o moderní systémy pro seniory. Město si dalo za cíl intenzivně spolupracovat s aktivními seniory města. V průběhu příštích dvou let by město chtělo uvést do provozu propojení seniorů s rodinami, dalšími seniory a službami ve zdravotnictví. Využita by byla senzorika a tele-přenosy a senioři by byli vybaveni potřebným hardwarem a softwarem. Město by vytvořilo vhodné prostředí k vzájemné komunikaci a zajistilo by také odborné konzultace a partnerství dalších osob v rámci tele-medicíny.

5 Současné technické vybavení města



5.1 Úvod

Pro vytvoření koncového smart city řešení je z ekonomického pohledu klíčové nejprve identifikovat již existující řešení. Cílem této kapitoly je popsat současnou situaci města z pohledu jednotlivých technologií pro případ jejich využití v rámci koncového řešení. Vytvoření tohoto přehledu nám umožní navázat, respektive zohlednit současné řešení při tvorbě budoucího doporučení. Druhým přínosem je zjištění současných kritických oblastí, a to zejména z kapacitního pohledu.

Infrastruktura těchto technologií většinou není ve vlastnictví města. Jedná se tedy spíše o zmapování možností v rámci případné poptávky služeb od potenciálních poskytovatelů.

5.1.1 Konektivita

Na základě zmapování Stavů pokrytí NGA v ČR, které proběhlo na přelomu roků 2018 a 2019 byl vytvořen přehled konektivity ve městě Jeseník, který umožní analyzovat současnou situaci místního trhu internetového připojení. Následující tabulka nabízí shrnutí stavu konektivity lokálních ZSJ.

Tabulka 1: Přehled adresních míst všech ZSJ [Zdroj: Veřejná konzultace 2020]

Kategorie	Celkový počet ⁵
Celkem adresních míst (AM)	1880
Pokrytých adresních míst AM (PAM)	1463
Adresních míst v obytných budovách (OBAM)	1558
Počet bytů v OBAM	5220
Pokrytých adresních míst z OBAM (POBAM)	1253
Počet bytů v POBAM	4827

Z tabulky vyplývá, že ze všech 1880 adresních míst je 1463 pokryto NGA sítěmi. Přístupové sítě nové generace pokrývají dále 1253 obytných adresních míst z 1558. Celkově je tedy pokryto NGA sítěmi až 4827 bytů z 5220.

⁵ Data 2018

Dále byl proveden následující přehled jednotlivých ZSJ z pohledu počtu operátorů. Tento přehled nabízí částečný pohled na pokrytí jednotlivých základních sídelních jednotek jednotlivými technologiemi a zároveň poukazuje na určitou úroveň soutěživosti. Pro větší přehlednost byly zahrnuty pouze ZSJ s více než 10 adresními místy (AM).

Tabulka 2: Počet provozovatelů technologií [Zdroj: Veřejná konzultace 2019]

ZSJ název	Provozovatelé celkem	Provozovatelé - Optická síť	Provozovatelé - Metalická síť (párové vodiče)	Provozovatelé - Metalická síť (koaxiální)	Provozovatelé - Bezdrátová síť
9. května	4	2	1	1	3
Bobrovník	4	2	1	1	3
Bukovice	4	1	1	0	3
Dětrichov-Seč	2	1	0	0	2
Dětrichov-západ	2	0	0	0	2
Jeseník-střed	5	2	1	0	4
Kalvodova	3	1	0	0	3
Krameriova	4	1	1	0	3
Křížový vrch	2	0	0	0	2
Lázně Jeseník	3	0	1	0	2
Nad tratí	3	0	1	0	2
Náměstí Svobody	4	2	1	1	3
Nerudova	4	2	1	1	3
Pod Buk. vrchem	3	2	1	0	2
Pod Železnou horou	2	0	0	0	2
Smetanovy sady	4	2	1	0	3
U nemocnice	5	2	1	0	4
U slunka	4	2	1	0	3
U vlečky	3	1	1	0	2
Vavřinec	1	0	0	0	1

Z tabulky lze vyčíst významnou dominanci počtu bezdrátových poskytovatelů, kteří jsou v některých základních sídelních jednotkách až čtyři. Z ostatních technologií je nejzajímavější významně nerozšířená koaxiální síť, kterou poskytovatelé nabízí pouze ve čtyřech ZSJ.

Pravděpodobným důvodem nevyužití koaxiálních kabelů je právě rozšířenost sítě optické, která má v mnoha ZSJ dokonce dva poskytovatele, což není standardní řešení. Koaxiální kabely, byť nabízí relativně dostatečné přenosové rychlosti, jsou oproti kabelům optickým daleko pomalejší. V rámci připojení nových lokalit se tedy ve většině případů dnes využívají kabely optické a koaxiální jsou použity pouze v místech kde zůstaly z minulosti.

V ZSJ jsou z kabelových technologií nejčastěji využívány párové vodiče, což je vzhledem k původnímu využití párových vodičů pro telefonní služby relativně běžné.

V následující mapě jsou barevně zobrazeny úrovně pokrytí NGA sítěmi (New Generation Access) v jednotlivých oblastech, nezávisle na technologii. Rozdělení do černých a bílých míst je metodou pro určení konektivity a zároveň konkurence v dané lokalitě. Zařazení provozovatele do kategorie poskytujících v dané lokalitě bylo podmíněno více než 50 % pokrytím dané ZSJ.

- Bílá místa označují ZSJ, které nepokrývá žádný poskytovatel.
- Šedivá místa označují ZSJ, které pokrývá pouze jeden poskytovatel.
- Černá místa označují ZSJ, které pokrývá více než jeden poskytovatel.

Obrázek 3: Pokrytí NGA, Jeseník [Zdroj: Veřejná konzultace 2020]



Z mapy vychází informace, že velká část města, nejvíce potom střední část města, je již dnes připojena pomocí NGA sítě více než jedním operátorem. Na druhou stranu okolní část města, zejména západní část, není NGA sítěmi připojena ani jedním poskytovatelem. NGA sítěmi není dle průzkumu dále pokryt Dětrichov-Západ. To však neznamená, že tyto lokality nemají přístup k internetu, jejich připojení může být dosaženo například bezdrátovým řešením.

- Zelená: 100+ Mbit/s
- Žlutá: 30+ Mbit/s
- Červená: <30 Mbit/s

A detailed map of the Jeseník region in the Czech Republic. The map shows the town of Jeseník in the center, with surrounding areas like Lázně Jeseník to the north, Nerudova to the northeast, and Bukovice to the south. Key landmarks include the Železná hora (Iron Mountain) and the Křížový vrch (Cross Mountain). The map also shows the Jeseník river and the Jeseník railway line. The map is color-coded with green for forested areas, yellow for open land, and red for urban areas. The map is labeled with various locations and landmarks, including:

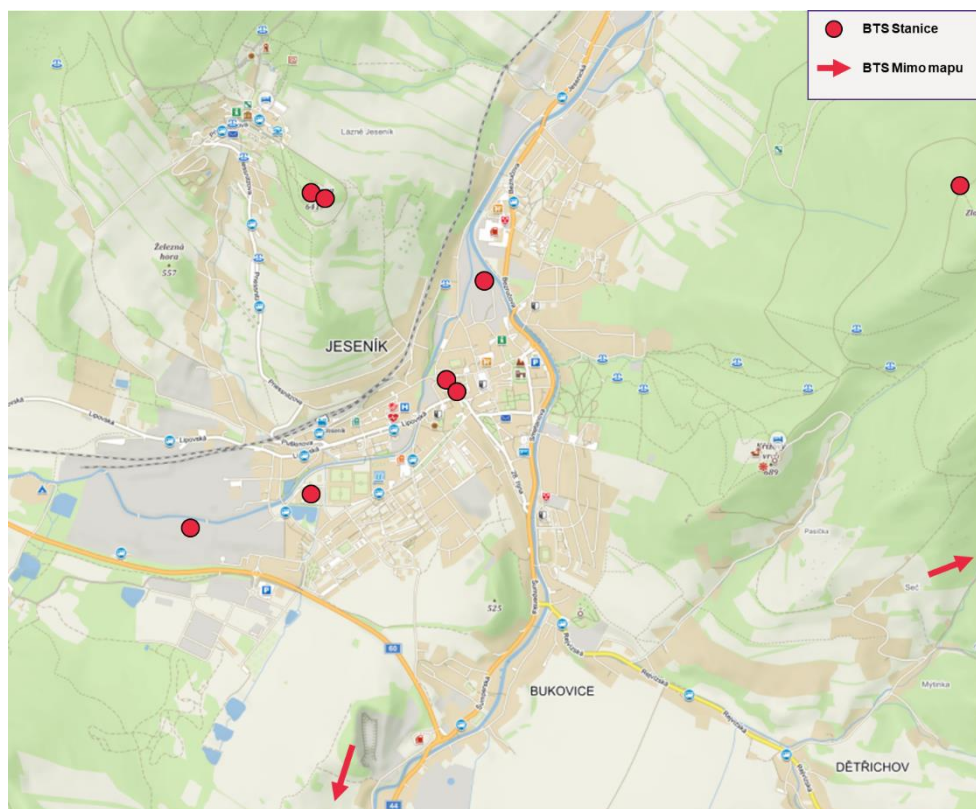
- Lázně Jeseník
- Nad tratí
- Nerudova
- Pod Železnou horou
- Kalvodova
- Krameriova
- Jeseník-střed
- Smetanovy sady
- Křížový vrch
- U nemocnice
- Náměstí Svobody
- U vlečky
- 9. května
- Bobrovník
- U slunka
- Pod Bukovickým vrchem
- Bukovice
- Dětřichov-západ

5.2 Současné technologické zajištění

5.2.1 Bezdrátové sítě

V rámci zmapování jednotlivých dostupných technologií ve městě Jeseník, byl dále proveden průzkum pokrytí bezdrátových technologií. Na základě informací GSM webu byly následujícím obrázkem vyobrazeny lokální BTS (Base transceiver station), které umožňují vysílání bezdrátových technologií do okolí.

Obrázek 5: BTS pokrytí [Zdroj: GSMweb.cz]

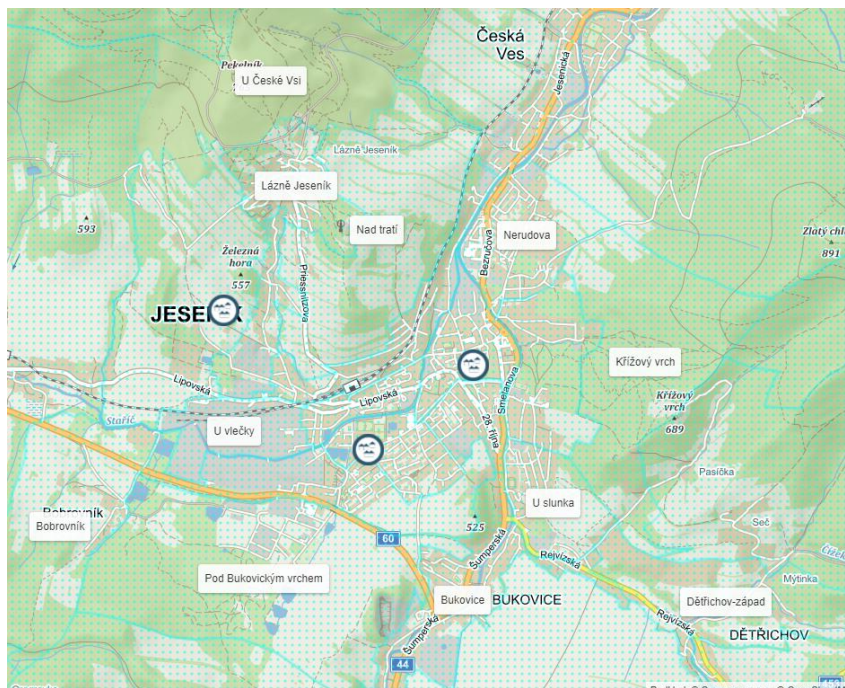


Z obrázku lze tedy usoudit, že existující BTS stanice jsou umístěny zejména ve středu a na západ města, a mohlo by tak docházet k nedostatečnému pokrytí zejména jižní a východní části města.

Mimo rozsah obrázku jsou však umístěny dvě existující BTS stanice, které jsou označeny šipkami. Obě tyto stanice se sice nenacházejí ve významně obydlených lokalitách, jsou ale umístěny na vyvýšených místech, a to v 837 m a 557 m nad mořem. Tímto vyvýšením se výrazně zvyšuje přenosová vzdálenost jednotlivých vysílačů a měly by tak být plně schopny pokrýt jak jižní, tak západní část města.

Tato teze je posílena následujícím obrázkem, který znázorňuje úroveň pokrytí bezdrátovými sítěmi města Jeseník.

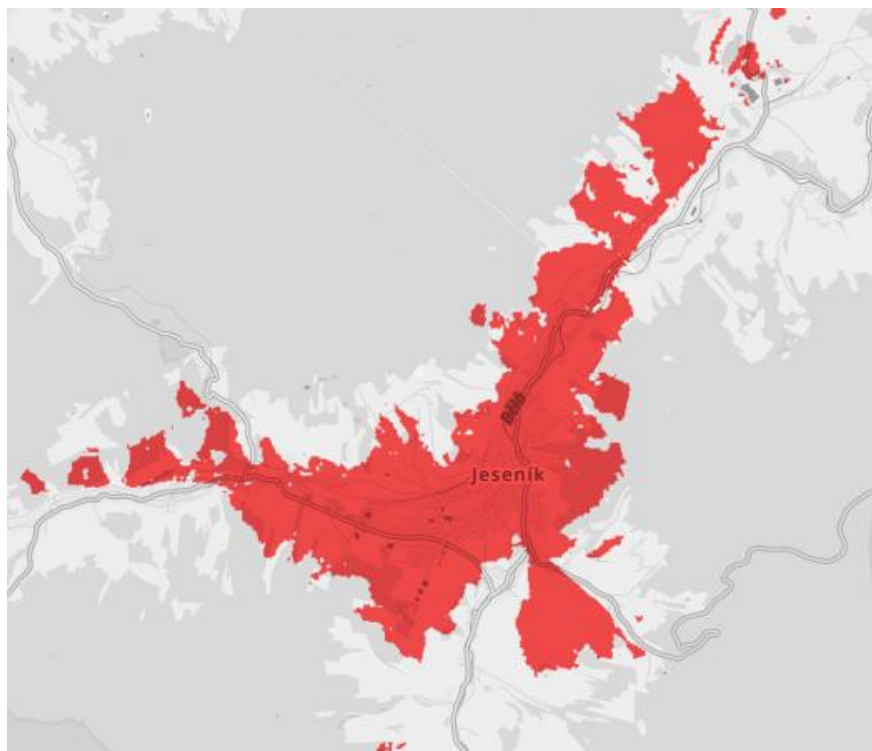
Obrázek 6: Pokrytí, bezdrátové sítě [Veřejná konzultace 2019]



V návaznosti na 5G a Smart cities vznikla snaha zjistit současný stav právě 5G sítí. Z webových stránek Vodafone vyplývá, že Vodafone již dnes 5G sítí pokrývá významnou část města. Jedná-li se o pravdivou informaci, vzniká zde možnost využít jak těchto, tak i jiných dostupných služeb, ať už pomocí modelu běžných uživatelských sim karet či Network Slicing (oba modely jsou dále popsány v technické kapitole).

Stav pokrytí 5G firmou Vodafone je znázorněn následujícím obrázkem.

Obrázek 7: Vodafone Pokrytí 5G [Zdroj: <https://www.vodafone.cz/mapa-pokryti/>]



Obrázek 9: Metalické sítě [Zdroj: Veřejná konzultace 2019]



Oproti optickému připojení nabízí metalické větší pokrytí, a to zejména v severní části města. Opakem je pak Dětrichov, který je dle map připojen na optickou konektivitu, k metalickým sítím ale přístup nemá.

6 Technické aspekty jednotlivých řešení



6.1 5G sítě

6.1.1 Technologický popis

6.1.1.1 Nová generace mobilních služeb

Sítě 5G jsou bezdrátové komunikační technologie přenosu dat využívající rádiových frekvencí. 5G je novou generací již existujících technologií 3G a 4G a přináší významný pokrok v rámci výkonnostních parametrů. Dle 3GPP Rel.16, respektive jednoho z prvních kompletních technických standardů pro 5G, má tato nová generace splňovat technické požadavky zobrazené následujícím obrázkem.

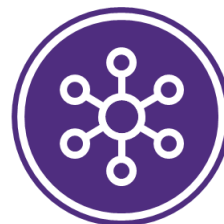
Obrázek 10: Parametry 5G [Zdroj: Samsung 3GPP Release 16 Whitepaper⁶]



**Maximální rychlost
stahování až 20 Gbps**



**Vysoká stabilita a super
nízká latence 1 m/s**



**Možnost připojení až
milión zařízení na km²**

Mezi klíčové parametry patří nová zvýšená stahovací rychlost až 20 Gbps, respektive až 20násobek současných 4G sítí. Nové vysoké rychlosti umožní daleko vyšší využití datově náročných služeb, nejběžněji přenosy videí i v rozlišení 4K či 8K.

Druhým parametrem je super stabilní připojení spolu s výrazně nižší latencí pouhých 1ms. Release 16 zmiňuje například autonomní vozidla pro které tento upgrade znamená významný reakční rozdíl z 1 m na pouhých 10 cm při rychlosti až 100 Km/h. Super nízká latence a vysoká stabilita umožní daleko více využití, jako dále například dálkově řízené operace.

V neposlední řadě 5G umožní připojit významný počet zařízení, specificky až 1 miliónu zařízení na 1 km čtvereční. Tento aspekt je významný zejména z pohledu IoT zařízení. Senzory a jiné IoT zařízení přináší spoustu nových využití, a to ať už se jedná o sběr dat v rámci například počítání lidí na náměstích či správy odpadu.

6.1.1.2 Využití frekvencí

Jednou z nevýhod 5G a všech jiných bezdrátových technologií je závislost na šířce frekvenčního spektra. Problémem je omezený počet spektra, které je využíváno pro mnohem více účelů než čistě 5G. Důvodem omezenosti spektra je vzájemné rušení. Pro zabránění rušení je pásmo rozdělováno a případně přidělováno pomocí aukcí Českým telekomunikačním úřadem, často na základě mezinárodní harmonizace, která zabraňuje i přeshraničnímu rušení. Pro 5G je dle ETSI doporučeno využívat minimálně 100 MHz spektra.

Z pohledu 5G byly v současnosti (nedávno) vydražena tři pásma a to následující:

Tabulka 3: Vyhrazená 5G pásma [Zdroj: GTA]

Název pásma	Kmitočty (MHz)
700 MHz	703-733/758-788
3.5 GHz	3400-3600
3.7 GHz	3600-3800

⁶ <https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/networks/insights/white-papers/3gpp-release-16-shifting-gears-to-increase-5g-speeds-on-multiple-network-highways/Samsung-3GPP-Release-16-Whitepaper.pdf>

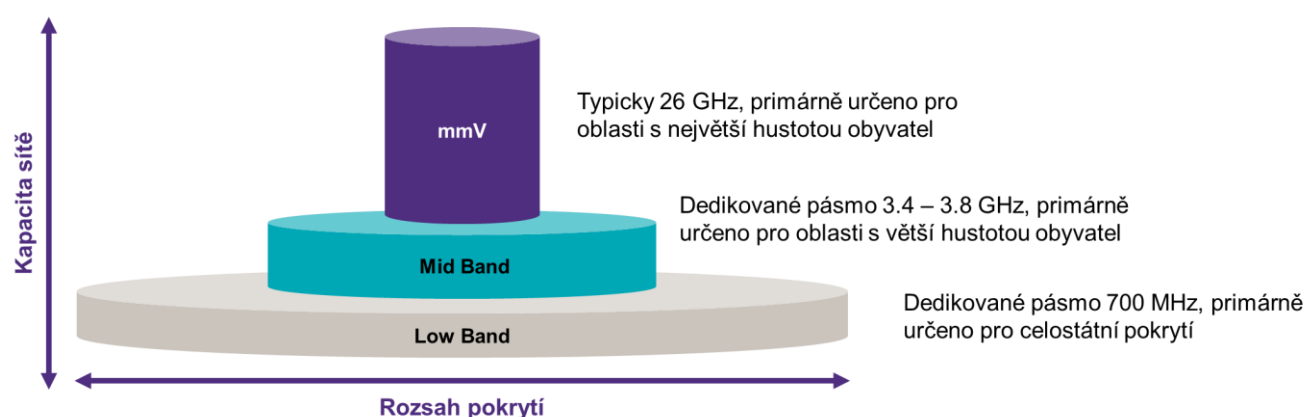
V rámci budoucího vývoje se na základě světového benchmarku využití pro služby 5G dá očekávat zpřístupnění i dalších pásem, a to následujících:

Tabulka 4: Očekávaná 5G pásma [Zdroj: GTA]

Název pásma
700 MHz (SDL ⁷)
1.4 GHz
2.1 GHz
2.3 GHz
26 GHz (částečně dostupné)

Relevance využití jednotlivých pásem je znázorněno následujícím obrázkem:

Obrázek 11: Typy pásem [Zdroj: GTA]



Limitovaný počet dostupných frekvencí v dedikovaných pásmech (700 MHz a 3.4-3.8 GHz) tak omezuje možnosti vysílání 5G s tím, že již zmíněné dedikované kmitočty jsou přiřazeny konkrétním operátorům a nemohou tak být jednoduše využívány pro soukromé, městské či individuální účely. Z této informace vyplývá, že pokud město plánuje využít 5G sítě v těchto pásmech, bude muset využít služeb operátorů s již přidělenými kmitočty a nebude moci čistě vybudovat vlastní řešení 5G. Možnou alternativou je pásmo 26 GHz, ve kterém ČTÚ uvolnilo až 1 GHz pásma pro experimentální účely 5G s tím, že o využití pásma si město může požádat právě na ČTÚ.

6.1.1.3 Připojení do sítě

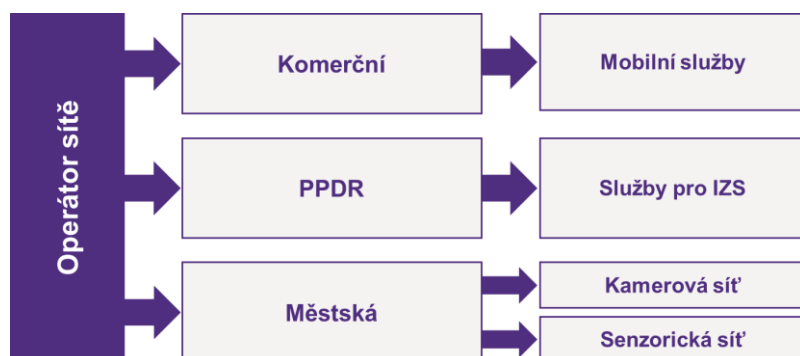
V rámci zajištění 5G služeb od operátorů existují dva možné typy zákaznických modelů. První možností je pronájem jednotlivých SIM karet, kdy každé zařízení má vlastní SIM kartu pro připojení na síť. Zařízení se v tomto scénáři připojuje na běžnou komerční síť pod správou operátora (5G nabízí mnoho možností zpoplatnění viz dále).

Druhou možností je takzvaný network slicing definovaný v rámci 3GPP Rel.16 pro 5G, který navazuje na problematiku frekvenčních pásem. Cílem tohoto druhého modelu je zajištění nekomerční sítě (vrstvy), plně pod kontrolou města. Network slicing umožní využít již vybudované 5G sítě soukromých operátorů a dynamicky, či pevně rozdělit jednotlivé frekvenční kanály pro různá využití. Výhodou tohoto rozdělení je možnost optimálně technicky nastavit jednotlivé části sítě dle potřebného využití (různá SLA).

Celou lokální 5G síť tak jde rozdělit na více prvků s tím, že město si může část sítě, respektive „slice“ pronajímat a libovolně využívat. V rámci služby si pak může město rozdělit síť například na kamerovou a senzorickou síť tak, aby technické parametry odpovídaly jak pro kamerové, tak senzorické využití. Příklad rozdělení sítě je vyobrazen následujícím obrázkem.

⁷ 738-758 MHz supplemental Downlink

Obrázek 12: Příklad Network slicing [Zdroj: GTA]



Network slicing tak nabízí významnou flexibilitu vhodnou právě pro optimální Smart City řešení. Rozdělení sítě však znamená, že je využita část spektra, která by jinak mohla být operátorem využita pro nabízení komerčních služeb, a tudíž může být samotná služba daleko nákladnější, než běžné zapojení SIM karet jednotlivých zařízení do komerční sítě.

Sučasným problémem je zároveň nezkušenost trhu s těmito službami, a tudíž samotní operátoři dosud nemají představu konkrétní koncové ceny za tyto typy služeb pro 5G.

6.1.2 Výhody a nevýhody

6.1.2.1 Výhody

Primární výhodou všech bezdrátových technologií je, že není za potřebí zajišťovat rozsáhlé výkopy (výstavbu), které jsou jak nákladné, tak mohou v rámci města vytvářet určité komplikace, ať už z pohledu dopravy či jiných. 5G jako nová generace těchto technologií dále nabízí spoustu nových výhod oproti předešlým generacím.

Mezi tyto výhody patří zvýšené rychlosti, respektive kapacity s tím, že v porovnání například s optickými kabely se nejedná čistě o výhodu, avšak v porovnání s ostatními bezdrátovými technologiemi se jedná o velký posun. Další výhodou je velmi nízká latence, která je opět v porovnání s předešlými generacemi na výrazně lepší úrovni. Počet zařízení je v rámci výstavby Smart cities obrovskou výhodou, a to nejen díky číslu 1 milion zařízení na km², ale zejména z pohledu flexibility, jelikož ostatní zkoumané technologie, tedy optické sítě a mikrovlnné spoje bod-bod, mohou připojit pouze zařízení ve vybraném bodě a přechod na jiný bod je přinejmenším složitý či nemožný.

Další výhodou 5G je zmíněná možnost Network slicing, který umožňuje výraznou flexibilitu v rámci většího počtu využití sítě, respektive umožňuje optimalizaci pro jednotlivé typy požadavků služeb.

6.1.2.2 Nevýhody

Mezi nevýhody patří v současnosti omezené spektrum, které je sice dostupné například v pásmu 26 GHz či v pásmu 3.5 GHz za využití kmitočtů určených pro průmysl 4.0, ale jedná se o významné omezení plánuje-li město stavět vlastní 5G síť. Zároveň to znamená, že počet operátorů nabízejících 5G služby je limitovaný vzhledem k nutnosti vlastnictví přidělu v dedikovaných pásmech. Pásmo 700 MHz, vhodné právě pro celoplošné pokrytí, má v současnosti pouze tři operátory s přidělem.

Další nevýhodou je, že 5G je v současnosti stále určitou vizí do budoucnosti, respektive technologie není doposud běžně využívána, což přináší určité komplikace v rámci využití této sítě, obzvláště z pohledu nízkého pokrytí, či například neexistujících cenových balíčků pro služby typu Network slicing.

Významnou nevýhodou je zároveň finančně náročné budování a provozování sítě. Dále je v současnosti limitovaný počet uživatelských zařízení schopných přijímat 5G s tím, že počet těchto zařízení samozřejmě postupně roste. Poslední nevýhodou je určitá negativní obava části populace z technologie 5G, která je mylně způsobena očekáváním škodlivosti záření 5G, ačkoliv je technologie provozována na již historicky využívaných a celoplošně používaných kmitočtech.

6.1.3 Náklady

Nákladová kalkulace bude ovlivněna zejména následujícími drivery, které budou mít zásadní vliv na způsob využití (potřeby daného řešení) a případnou cenovou kalkulaci daného řešení. Zásadní vliv bude mít zejména potřeba bezpečnosti, privátnosti, počtu zařízení, kapacity a její dynamiky a popřípadě samotné kvality služeb (potřeb SLA). V tomto ohledu jde zejména o existenci několika možných řešení, přičemž mezi významné v řešení 5G pro potřeby měst lze uvést následující:

- Network slicing
- Pronájem kmitočtů
- Nákup „komerčních“ služeb (IoT)

Network slicing

Network slicing nabízí adekvátní řešení právě pro potřeby dostat se k části spektra, a přitom nemuset dělat nákladnou výstavbu. Typicky poskytuje řešení operátor a klient si může napojit dle domluvy svá zařízení, popřípadě využít část sítě (slice) pro své potřeby. Vzhledem k tomu, že teprve došlo k vydražení relevantních kmitočtů a samotné řešení network slicing se tedy pravděpodobně rozšíří do značné části České republiky až v dalších letech, je současná propozice operátorů nejasná. Momentálně nejsou veřejně k dispozici nabídky, popřípadě dohledatelné kontrakty s podrobnou specifikací podmínek.

V tomto ohledu však v rámci standardizace dochází k zásadním krokům vstříc zajímavým cenovým modelům. V rámci 3GPP Release 15 bylo představeno například Session Management Function (SMF) and Policy Control Function (PCF) čímž se nabízí možnosti novému zpoplatnění (nová politika ze strany operátorů). SMF umožňuje například zpoplatnění sledování filmu, i když v průběhu dojde k přerušení a dosledování filmu na jiném zařízení (tablet, mobil).

Dalším krokem jsou představy zmíněné v 3GPP Release 16 s ohledem na systém zpoplatnění 5G. Nově bude systém umožňovat například: Access & Mobility Management Function (AMF) dovolující získat podstatné informace pro zpoplatnění jako lokaci, ID zařízení a podobně ještě před zahájením zpoplatněné události; Network Exposure Function (NEF) umožňuje výměnu informací mezi operátorem a poskytovatelem obsahu tak, aby bylo možné upravovat způsob zpoplatnění podle konkrétního využití; Network Data Analytics Function (NWDAF) umožňuje zpoplatnění služeb na základě požadovaných SLA a jiných analytik dané události; Network Slice Management Function (NSMF) umožňuje operátorům platit za „slice“; Access Traffic Steering, Switching and Splitting (ATSSS) umožňuje souběžné fungování WI-FI a mobilního signálu zároveň během jedné relace, a spolu s tím umožňuje flexibilní zpoplatnění.

Typickým ukázkovým řešením je nabídka vysílání několika vrstev (slice). První může sloužit pro klasický provoz sítě (komerční provoz), ostatní mohou být určeny pro komunikační účely konkrétních IoT řešení nebo například privátní sítě v podniku. Výhodou je zejména nastavení vrstev podle konkrétních potřeb uživatelů a s tím spojit konkrétní cenovou politiku (zpoplatnění konkrétního SLA).

Pronájem kmitočtů

V rámci 5G Aukce v roce 2020 vznikl v České republice některým operátorům závazek pronájmu kmitočtů pro průmyslové účely. V tomto ohledu jde zejména o lokální přístup (tedy nutnost lokalizace na vlastní pozemek), kdy v rámci tohoto pozemku je operátor oprávněn provozovat na pronajatých kmitočtech vlastní síť. Samozřejmostí je plnění podmínek nerušení okolních sítí. Samotné zpoplatnění je nastaveno pevně podmínkami tak, jak je prezentováno níže.

8.5.3 Cenové podmínky

Cena za pronájem rádiových kmitočtů na základě tohoto Závazku pronájmu rádiových kmitočtů účtovaná Povinným pronajímatelem bude stanovena následovně:

1. Jednorázová cena za zřízení služby je 50.000 Kč bez DPH;
2. Roční cena pronájmu bude vypočtena následovně:

$$\text{Roční cena služby (Kč)} = \frac{m}{12} \times 1000 \times V \times a$$

kdy:

- m je počet měsíců pronájmu za kalendářní rok,
- V je pronajatá šířka úseku spektra v MHz,
- a je označení pro skutečnou rozlohu pozemku v km².

Oprávněný zájemce musí žádat o minimální šířku kanálu 10 MHz, maximální šířka kanálu je omezena celkovým přidělem Povinného pronajímatele v pásmu 3400-3800 MHz, přičemž požadovaná šířka kanálu musí být v násobcích 10 MHz.

Skutečnou rozlohou se rozumí velikost pozemků v km², přičemž pro účely výpočtu ceny se vždy za skutečnou rozlohu (velikost) pozemků, kterých se týká pronájem kmitočtů, považuje rozloha (velikost) celého pozemku uvedená v katastru nemovitostí.

Samotné řešení pronájmu kmitočtů pro průmysl nabízí možnost realizace vlastních privátních sítí, a to bez nutnosti použití Network slicing, který je stále ve vývoji (pevné ukotvení a další dodefinování v následujícím 3GPP Release). Zároveň je tento závazek z aukce platný pro široké spektrum žadatelů, a je tedy vhodnou alternativou před dostatečnou technologickou penetrací. Některým zájemcům může nabídnout vyšší požadovanou míru kontroly z titulu vlastnictví dané sítě.

Nejde tedy pouze o náklady spojené se samotným pronájem kmitočtů, ale žadatel/zájemce nese náklady na zprovoznění a údržbu dané sítě.

Nákup „komerčních“ služeb 5G připojení k internetu (IoT)

Velmi blízko službě Network slicing může být služba datových SIM (IoT nebo M2M simkaret). Základním principem může být nákup datových SIM od operátora a využití pro účely chytrých senzorů či modemů přenášejících data z těchto senzorů. V tomto ohledu lze najít veřejné ceníky operátorů na jejich webových stránkách.

Ekvivalentem je služba pevného/mobilního internetu přes mobilní síť. Zde se ceny pohybují v rozmezí od 400 do 900 Kč (v závislosti na rychlosti 20-1000 Mbps a na typu služby – fixní nebo mobilní). Samozřejmě lze očekávat zřizovací poplatky a požadavek na případný pronájem modemu či potřebných zařízení od zřizovatele služby. Na trhu jsou k dispozici i levnější tarify v závislosti na daném poskytovateli. Nutno podotknout, že samotná cena se bude značně lišit podle účelu užití, SLA a kvalitativních parametrů.

Tato abstrakce možné ceny přenosu dat pomocí současných datových tarifů umožní vyčíslit případný limit výstavby konektivity jiným řešením (do jaké vzdálenosti dává smysl vystavět optický kabel a kde je poté ekonomičtější provozovat obdobné řešení pevného mobilního připojení). Pro případ bezpečnostních kamer lze tedy uvažovat měsíční náklad v tomto rozmezí pro zajištění dostatečného přenosu dat v podstatě odkudkoliv. Je tedy podstatné dopočítat pouze v případě relevantní doby odpisu očekávanou vzdálenost, pro kterou dává smysl stále uvažovat ekvivalentní technologii optického kabelu. Samotné srovnání narůstá na komplexitě v případě více zařízení a řetězení lokalit.

6.2 Optické kabely

6.2.1 Technologický popis

Optické kabely jsou ze všech způsobů zajištění konektivity schopné přenášet bezkonkurenčně největší objemy dat. Optické kabely nabízí zároveň vysokou stabilitu a nízkou latenci. Tyto parametry umožňují optice být optimálním řešením v rámci výstavby páteřních sítí.

Optické trasy se skládají z několika optických vláken umístěných v ochranné trubce, typicky v mikro trubičkách či HDPE trubkách. 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 terabyte za sekundu.

Základní problematikou optických sítí je potřeba výkopu (výstavby) pro uložení kabelů. Optické kabely jsou vzhledem ke svým bezkonkurenčním výkonostním parametrům ve velké většině případů zajištění fixního připojení optimálním řešením, jelikož jejich pořízení je relativně levné, respektive pohybuje se okolo 1-5 Kč / m / vlákno a zároveň i provozní náklady jsou v porovnání s bezdrátovými technologiemi výrazně nižší. Cena optického řešení však výrazně vzroste právě v případě potřeby výkopu (výstavby položením do země).

V rámci výstavby nových domů, kam je zapotřebí dotáhnout i silové sítě a vodní přívod, je výkop země samozřejmostí a instalace optických kabelů je tudíž z daleka nejlepším řešením (nutností je mitigace rušení s elektrickým vedením). Z pohledu již existujících budov však výstavba optických sítí není pro operátory vždy rentabilní, jelikož již dnes mohou uživatelům v těchto lokalitách nabízet připojení pomocí jiných fixních či bezdrátových technologií, typicky však pomocí variant technologií xDSL.

Optické kabely se dělí do několika kategorií dle jejich vzdálenosti od koncového uživatele. Zkratka těchto jednotlivých typů optiky je FTTH, anglicky Fiber to the X, respektive Optické připojení do bodu (x). Koncové připojení z bodu X až k uživateli je rozvedeno pomocí alternativních, typicky metalických řešení.

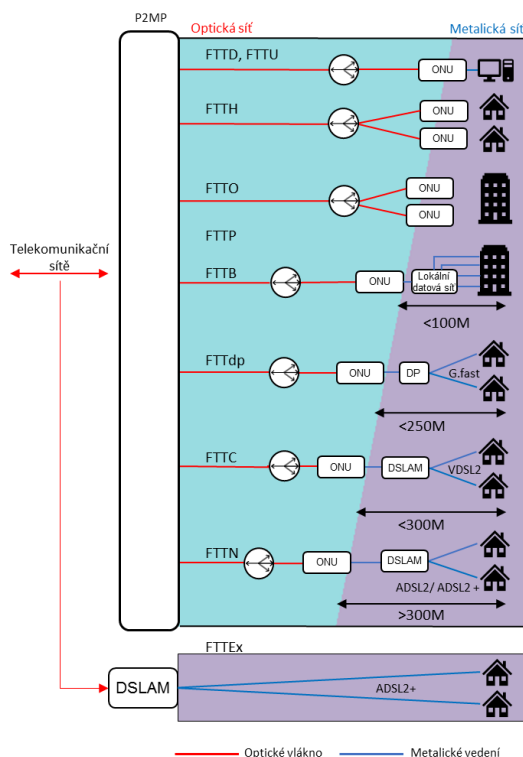
Mezi jednotlivé typy patří:

Tabulka 5: Typy FTTx [Zdroj: GTA]

Zkratka	Koncový bod	Vysvětlení
FTTH	Home	Optika ukončena v uživatelské zásuvce
FTTO	Office	Ukončena ve firemních IT prostorech
FTTB	Building	Optika ukončena v budově
FTTC	Cabinet	Optika ukončena v nejbližším rozvaděči do vzdálenosti 300 m
FTTN	Node	Optika ukončena v nejbližším rozvaděči nad vzdálenost 300 m
FTTEx	Exchange	Optika ukončena v lokální ústředně
FTTdb	FTTdb	Optika ukončena v distribučním bodě

Jednotlivé typy jsou graficky znázorněny následujícím obrázkem.

Obrázek 14: Typy FTTx [Zdroj: GTA, publikováno v Analýze rozvoje sítí NGA pro MPO]



Jak bylo zmíněno, budování optických sítí je velmi závislé na příležitostech výkopu. Běžnou praktikou je v dnešní době takzvané zafukování, které umožní vložit optické kabely do již připravených trubek. Těto metody lze primárně využít v případě, že nejsou předem jisté kapacitní požadavky dané sítě či pro zanechání rezervy na budoucí vývoj potřeb. V rámci výkopu jsou tedy do země vloženy buďto mikro trubičky či HDPE trubky, které mohou být v budoucnosti zafouknuty či dofouknuty optickými vlákny (počítá se u nich s budoucím rozvojem).

Rozdíl mezi mikrotrubičkami a HDPE trubkami je právě v možnosti dofukování vláken, jelikož u HDPE trubek, které nejsou nikterak rozděleny, je tento proces velice komplikovaný. Je-li prostor HDPE trubek již využíván existujícím vláknem, pak by dofukování nových vláken mohlo poškodit jak stará, tak nová vlákna. Mikrotrubičky jsou však rozděleny na individuální články, respektive jedna trubka obsahuje větší počet trubiček pro jednotlivá vlákna. Při využití mikrotrubiček tak lze relativně jednoduše dofukovat vlákna do nevyužitých článků a zvýšit tak přenosovou kapacitu.

Další možností je nenasvícení předem vložených vláken, které jsou uloženy v trubce v případě budoucí kapacitní potřeby, ale nejsou aktivně využívány, a tudíž nezvyšují provozní náklady. Využitím této metody se sice zvyšují investiční náklady o daný počet nenasvícených vláken, ovšem dá-li se předem s relativní jistotou očekávat, že se budoucí kapacitní potřeba sítě zvýší, v momentě této potřeby je pak pouze potřeba vlákna nasvítit, čímž se ušetří náklad na dofukování, který však není významný. Zásadní úspora je poté na projektové dokumentaci, která se nemusí tvořit vícekrát.

6.2.2 Výhody a nevýhody

6.2.2.1 Výhody

Největší výhodou optických kabelů je bezkonkurenční kapacita přenosu spojená s výbornou stabilitou a latencí. Tyto výhody jsou dále posíleny dlouhodobou životností kabelů. Dlouhodobá životnost a nízké provozní náklady spojené s výkonnostními parametry, které s největší pravděpodobností dokážou uspokojit kapacitní požadavky i za několik desítek let znamenají, že optika je z dlouhodobého hlediska optimální technologií.

Další výhodou optických sítí je možnost využít technologii pouze pro páteřní síť. Páteřní síť spojuje velký počet lokalit, čímž se agreguje veškerá datová potřeba, a tudíž tento přenos musí být zajištěn technologií, která umožní vysoké kapacitní přenosy na dlouhé vzdálenosti. Z tohoto pohledu je optika opět optimální technologií.

Jak bylo popsáno v předchozí kapitole, existují různé typy FTTx, které lze libovolně využít do konkrétního bodu a v daném bodě navázat alternativní technologií, například i 5G sítěmi pro připojení velkého počtu zařízení v lokalitě ať už mobilních či fixních.

Optika jako i další kabelové technologie odolává povětrnostním a jiným vlivům způsobeným počasím, čímž nabízí zvýšenou stabilitu oproti bezdrátovým technologiím (samotná životnost optických kabelů je v desítkách let).

6.2.2.2 Nevýhody

Primární nevýhodou je právě mnohokrát zmíněná potřeba výkopu země, která výrazně zvyšuje nákladnost celé implementace. Výkop vytváří i další komplikace, jelikož požaduje stavební povolení a zároveň je ovlivněn věcným břemenem. Celkový proces implementace je tedy výrazně komplikovanější než relativně jednoduché zapojení bezdrátového vysílače.

6.2.3 Náklady

Technologie optické infrastruktury nabízí několik možností, jak může do procesu zajištění služeb instituce či město vstoupit. V tomto ohledu lze realizovat výstavbu městské optické sítě samostatně, popřípadě využít některého z produktů hráčů na trhu. Při srovnání nabídky velkých infrastrukturních hráčů lze najít řešení od pouhého pronájmu „chráničky“ či mikro-trubičky až po pronájem fungující linky spolu s danou konektivitou. Pro účel výstavby městské sítě lze tedy uvažovat několik možností:

- Vlastní výstavba
- Pronájem vlákna
- Pronájem „mikrotrubičky“

V tomto ohledu je možné uvažovat i skládačkové řešení, kdy v případě existence infrastruktury je možné pronajmout, a případná místa bez existující infrastruktury zajistit na vlastní náklady, nebo jinou technologií přenosu

dat. Zároveň je nutné zahrnout veškeré náklady například „zafouknutí“ optického kabelu k samotné ceně pronájmu a adekvátně rozpočíst.

Vlastní výstavba

U vlastního výkopu, a tedy realizace celé optické infrastruktury na vlastní náklad, jde o velmi nákladné řešení a s tím spojenou investici. Samotný náklad na výkop je na úrovni cca 1 000 Kč za metr výkopu včetně příslušenství⁸. V tomto ohledu jde o průměrnou hodnotu, samozřejmě je tento náklad silně ovlivněn lokalitou, cenou věcného břemene a případně náklady spojenými s projekční činností.

Pronájem vlákna

Možným řešením je poptání přímo konkrétního vlákna, které může v případě dispozice volných kapacit nabídnout operátor k dispozici pro využití městské sítě. Podstatným faktem je konkrétní struktura sítě a výskyt v daném městě tak, aby nedocházelo ke zbytečnému prodlužování tras a řešení bylo optimální. Řešením tedy může být pronájem nenasvícených vláken (dark fiber) z bodu A do bodu B, kde město či instituce převezme a dále vybuduje svou síť na dané infrastruktuře. Typická je pro tento model spolupráce dlouhodobá smlouva na několik desítek let. V ceně pronájmu je typicky servis, to znamená v případě přerušení optického kabelu je operátor povinen infrastrukturu opravit (svařit).

Samotná cena za pár vláken je typicky na úrovni cca 1 000-2 000 Kč za kilometr/měsíc nenasvícených páru kabelů (dark fiber). Cena je tedy orientačně cca 1-2 Kč za metr pronajatého páru vláken.

Pronájem „mikrotrubičky“

Dalším řešením, podobnému předchozímu, je pronájem infrastrukturu od operátorů. Operátoři pronajímají nejen nenasvícená vlákna, ale jsou schopni mnohdy nabídnout i například pronájem volného místa v „chrániče“ nebo mikrotrubičce“. Druhým extrémem by bylo nabídnutí konektivity (v podstatě velkoobchodní přeprava klasické služby).

Samotný náklad na pronájem mikrotrubičky je na úrovni 5 000-6 000 Kč za km/měsíc. Zde je tedy cena cca 5-6 Kč za metr/měsíc. V tomto ohledu je nutno podotknout, že je nutné se nejen na infrastrukturu napojit, ale očekává se i „zafouknutí“ optického kabelu na náklad instituce či města (odběratele). Samotný optický kabel tvoří vysokou položku – cca 1-2 Kč metr. K této položce je však nutné připočítat samotný náklad zafouknutí, se kterým je spojeno vypracování projektové dokumentace a samotný proces zafouknutí. Cena zafouknutí včetně relevantního vypracování dokumentace je poté na úrovni 200 Kč za metr. Možné synergie lze nalézt v realizaci záměru v partnerství s operátorem, který bude zároveň síť budovat.

Nad rámec řešení je potřeba uvažovat přepojení optického kabelu na ethernetový, přičemž zařízení pro tento účel se může pohybovat v rozmezí od 1500 do 3000 Kč podle výkonu, vlastností a specifikací. Jedná se o jednorázovou investici.

⁸ Na základě informací uvedených v dokumentu Analýzy rozvoje sítí NGA v ČR připraveném pro Ministerstvo průmyslu a obchodu.

7 Současný stav v oblastech rozvoje a přínosy 5G sítí v oblastech rozvoje



7.1 Energetika

7.1.1 Úvod

Rychlost vývoje a postupná digitalizace a automatizace sítí umožní podrobnější a spolehlivější vzdálený monitoring a optimalizaci kapacity a vytíženosti sítě, ale ke svému provozu i dalšímu vývoji vyžadují adekvátní komunikační síť – zejména kvůli čím dál tím větší decentralizaci výroby elektřiny. Dnes je většina řídicích systémů založena na sítích 4G, což operátorům neumožňuje získat maximální možný detail informací o každé jednotlivé části sítě. Řízení energetické distribuce, výroby a spotřeby tak závisí zejména na predikcích vytíženosti a spotřeby postavených na časových řadách historizovaných dat.

Smart Grid představuje bezprecedentní příležitost posunout energetický průmysl do nových úrovní spolehlivosti, dostupnosti a účinnosti, které přispějí k našemu ekonomickému a ekologickému zdraví. Hlavní výhody spojené se Smart Grid jsou:

- efektivnější vedení elektřiny,
- rychlejší stabilizace elektrické sítě při výkyvech napětí,
- snížené provozní a zpracovatelské náklady na energii a služby, dramaticky snížené náklady na energii pro koncového spotřebitele,
- snížená poptávka po energii ve špičkách, což napomůže snížení cen energie,
- vyšší integrace velkoobjemových výroby energie z obnovitelných zdrojů,
- vyšší bezpečnost.

V dnešní době může mít dočasný výkyv sítě dominový efekt – takové případy mají často za následek řady poruch, které mohou ovlivnit celé sektory – bankovníctví, komunikaci, dopravu nebo bezpečnost. Toto riziko je zvláště významné v zimě, kdy jsou těmito událostmi ohroženy i domácnosti, které mohou zůstat bez tepla. Chytrá síť dodává systému elektrické energie odolnost a připravenost na řešení mimořádných a nečekaných událostí. Prostřednictvím obousměrné interakce umožní Smart Grid automatické přesměrování toku energie při poruše nebo výpadku zařízení. Tím se minimalizují výpadky a jejich důsledky, pokud nastanou. Při výpadku napájení izoluje technologie Smart Grid místo vzniku a zabrání tak rozšíření dysfunkcí do dalších částí sítě. Technologie též pomůže zajistit, aby se výroba a distribuce elektřiny obnovila co nejrychleji a v maximální možné míře, zároveň zohlední aktuální poptávku v síti. Kromě toho je Smart Grid schopna využít další zdroje energie vlastněné jinými než veřejnými účastníky komunity – pokud není dostatek energie dostupné z výroby veřejných služeb, může být zapojena i soukromá výroba. Kombinací těchto zdrojů může energetická komunita udržet v chodu klíčová zařízení jako zdravotní střediska, policejní složky, dopravní infrastrukturu nebo důležité obchody i při mimořádných událostech.

7.1.2 Světový benchmark a hlavní výhody

Rozvoj způsobů využití moderních technologií v oblasti energetiky je motivován zejména vidinou úspor získaných z efektivnějšího využívání energetických sítí. Světové trendy v oblasti výroby a využití energie jsou různé – zejména Evropa se začíná intenzivně věnovat obecné úrovni ekologičnosti energetických systémů, které využívá. V případě elektřiny tak posouvá stále větší část výroby elektrické energie do bezemisních zdrojů jako jsou větrné generátory, solární panely či vodní turbíny. Jaderné elektrárny – ačkoliv jsou jejich emise škodlivých a skleníkových plynů téměř nulové – nejsou dnes podporovány zejména kvůli historickým případům jejich selhání a šířce následků takových událostí. Další oblastí, kde se Evropa snaží snižovat dopady na životní prostředí, je samotné využití energie a její skladování. Kromě elektřiny je kladen dnešní ekologickou politikou důraz také na zemní plyn nebo uhlí, které jsou regulovány např. emisními povolenkami.

Jakkoliv je možné dosahovat energetických úspor a skrze to dalších vedlejších pozitivních efektů (snížení emisí, snížení znečištění apod.), pouhá optimalizace způsobu výroby a získávání energie nestačí. Důležitá je zejména efektivita jejího využití, která je ovlivnitelná řízením spotřeby energie v různých částech dne a optimalizací jejího skladování i výroby v závislosti na pravidelnostech odběrů.

Rozmanitější data a větší flexibilita

Využití technologií 5G umožňuje transformovat energetický sektor do mnohem efektivnějších podob. Kombinace digitalizované rozvodné sítě, 5G a IoT vede ke zlepšení jak spolehlivosti sítí, tak zvýšení spokojenosti zákazníků poskytovatelů, a tedy ke spokojenějšímu životu ve městech, která tyto technologie využívají. Technologie 5G umožní všem účastníkům využívat energii efektivněji. Důvodem, proč 5G přináší významné změny do společnosti je její založení na rychlejší a více propojené bezdrátové síti. Poskytovatelé energie i její spotřebitelé jsou schopni

získávat informace o využití energie prostřednictvím chytrých aplikací v reálném čase a pružně tak reagovat na jakoukoliv situaci. K plynulému přechodu na 5G je ovšem třeba rozsáhlých investic do datové infrastruktury.

Řízení spotřeby může 5G enormně zlepšit zejména díky rozšířené analýze dat získaných prostřednictvím pokročilých analytických inteligentních senzorů v systému elektrické sítě. 5G umožní zjednodušit různé části provozu veřejných služeb – zejména v oblasti snižování nákladů a eliminaci neefektivit. 5G též přispívá k bezpečnějšímu prostředí pro elektrikáře a provozovatele rozvodných sítí, kteří budou mít na dosah ruky mnohem více dat ze sítě i od spotřebitelů samotných. S příchodem 5G bude přenos dat rychlejší, což umožní analytikům z oblasti služeb analyzovat mnohem větší datové základny. Díky tomu se stane distribuce elektřiny spolehlivější a efektivnější.

Benefity energetického průmyslu

Výrobci energie budou z technologie 5G těžit mnoha způsoby. Dodavatelé zlepší vzájemnou komunikaci, zatímco spotřebitelé budou mít spolehlivěji distribuovanou energii za nižší náklady. Další z důležitých výhod 5G je efektivnější alokace energie, čímž je dosaženo snižování emitovaných skleníkových a jiných škodlivých plynů do atmosféry. Díky integraci skladované obnovitelné energie má síťový systém více zdrojů, ze kterých je možné čerpat energii během denních špiček.

S nasazením 5G je umožněno použití strojového učení v systémech řízení energetických sítí. Širší datová základna, na které může síť pracovat, umožní vyřešit řadu neefektivit skrze analýzu poskytovaných dat a designu optimálních řešení. Tato modernizace poskytne nástrojům předem lepší přehled o předpovídání období špiček odběrů, aby bylo možné provádět rychlé úpravy vedoucí k efektivnější distribuci energie.

Lepší distribuce skrze chytré sítě – dodavatelé energie a provozovatelé distribučních sítí mohou efektivněji řídit elektrické napětí a jeho volatilitu, což umožňuje snižovat ztráty vzniklé vedením.

Využití chytrých metrik při monitorování spotřeby energie – majitelé domů mají přístup k inteligentním senzorům ze svých smartphonů, aby mohli sledovat denní spotřebu energie. Tato data pomáhají spotřebitelům k lepšímu uvědomění vlastní spotřeby, jejího rozložení v rámci dne a lepšímu pochopení rozdělení nákladů na jednu kilowatthodinu.

Strojové řízení solárních a větrných zdrojů energie – obnovitelnou energii lze použít v inteligentních sítích pro záložní napájení v případě zvýšené poptávky. Použitím dálkového monitorování decentralizovaných obnovitelných zdrojů energie, jako jsou solární a větrná energie, mohou inteligentní sítě pomoci efektivněji alokovat dostupné zdroje.

Efektivnější výroba energie – bez inteligentních senzorických systémů může být produkce energie nestabilní a nepředvídatelná. Díky použití inteligentních senzorů a 5G technologií lze dosáhnout větší stability produkčního výkonu, což vede k vyšší spolehlivosti celého výrobního procesu.

Řešení šetrné k životnímu prostředí – skrze pomoc při snižování množství zbytečně zpracovávaných fosilních paliv umožňuje 5G posun k ekologicky šetrnějšímu použití těchto zdrojů při výrobě energie. Zároveň pomáhá skrze svou aktuální popularitu zvýšit povědomí o nutnosti kontroly škodlivých emisí a podporuje potřebu přechodu na obnovitelné formy energie za účelem ochrany životního prostředí.

Aktuální trendy

Aktuálním trendem ve využívání 5G technologie v energetickém sektoru je vznik tzv. energetických komunit, v rámci, kterých je elektřina smart způsobem sdílena. Účastnit se takové komunity mohou všichni spotřebitelé energie (bez rozdílu společnosti nebo občana) připojení – domácnosti, kancelářské budovy, průmyslové provozy a další.

Tato komunita si na vlastní či pronajaté distribuční síti sdílí elektrickou energii. Komunita tvoří svou vlastní energii (každý subjekt v různých časech), zároveň dochází ke sdílené spotřebě energie (v různých časech). Komunita tedy umožňuje sdílení elektřiny a vykrývat výkyvy spotřeby a produkce tak, aby například domácí solární panel přes poledne jinak nevyužitý mohl poskytovat energii provozovně podniku. Zároveň je koncept typicky obohacen o možnost ukládání energie. Tím dochází k takzvanému peak-shavingu, tedy náhlé výkyvy tvorby a spotřeby jsou vyrovnávány úložným zdrojem energie. Výhodou a lákavou součástí bývá možnost ušetřit celkově na elektrické energii (nákladu spotřeby) a zároveň spotřebovávat energii z OZE.

Finsko & Polsko

Po kladných zkušenostech s implementací svých technologií na území Finska realizuje společnost Nokia od roku 2020 projekt zaměřený na instalaci celostátních soukromých sítí v Polsku. Jedná se o první síť na frekvenci 450 MHz na světě a bude určena k řízení distribučních sítí energetických služeb. Síť bude obsluhovat zhruba 20 tisíc soukromých rádiových přijímačů a poskytne až 14 milionů vstupů pro připojení inteligentních senzorů a 35 tisíc vstupů pro připojení a vylepšení existujících a plánovaných SCADA spojení. Konstrukce a zprovoznění sítě je velkým krokem polského hospodářství ke zefektivnění energetického hospodářství země a zároveň přiblížení se k dlouhodobým ekologickým cílům státu zaměřeným na energetickou uhlíkovou neutralitu.

Finsko & Švédsko

Společnosti Fortum a Fingrid spolupracují na projektu zaměřeném na využití bateriových kapacit společnosti Ericsson pro řízení energetických sítí pracujících na bázi technologií 5G a IoT. Finsko-švédská spolupráce má za cíl zejména zvýšit efektivitu energetických komunit napojením na zmíněné bateriové kapacity a rozšířit komplexnost datových analýz, které jsou prováděny na datech získaných z připojených zařízení a komunit. Projekt má za cíl kromě vyšší stability komunit a jejich odolnosti vůči šokům také poskytovat energetická data dalším článkům energetického výrobního a dodavatelského řetězce, prostřednictvím čehož by mělo být dosaženo obecně vyšší energetické efektivity a větší šetrnosti k životnímu prostředí.

Spojené státy americké

Několik společností včetně Dakota Valley Electric Cooperative a Peninsula Light Company spolupracuje s americkou telekomunikační společností Verizon na provozu tzv. Grid Wide Utility sítě, která do sebe integruje provoz a řízení menších síťových systémů a jejich komunikačních zařízení. Projekt zároveň podporuje vyšší zabezpečení všech zařízení a uživatelské aplikace založené na cloudovém systému.

Čína

Čínská společnost State Grid Corporation of China vybudovala ve spolupráci se společnostmi China Telecom a Huawei Technologies největší čínskou chytrou síť založenou na technologii 5G a IoT v regionu Qingdao. Síť je v provozu od července 2020 a umožňuje kompletní inteligentní řízení městských systémů a sub-systémů. Jedná se o síť s enormním množstvím připojených zařízení a dokazuje, jak efektivní, rychlé a do jaké míry automatizované mohou procesy a akce v 5G prostředí být, pokud je dosaženo dostatečně vysoké míry konektivity mezi zařízeními přítomnými v regionu a síťové komunitě.

Japonsko⁹

Firma General Electric již pár let využívá v Japonsku v elektrárně Futtsu chytré senzory umístěné například v plynových či párových turbínách a generátorech. Živá data jsou nahrána na cloud v rámci, kterého jsou systémem analyzována. Tyto senzory umožňují detekovat případné problémy před krizovým a zabránit tak neplánovaným výpadkům. Tyto systémy zlepšují efektivitu o zhruba 1-3 % a podle odhadů tak v elektrárně Futtsu ušetří až 98.9 milionu dolarů.

Velká Británie¹⁰

Národní elektrická síť Velké Británie využívá chytrých řešení k optimalizaci využití energie. V rámci energetických potřeb vznikají v určitých chvílích výkyvy ve spotřebě. Velká Británie vyřešila problém nedostatku energie ve špičce za využití chytrých senzorů, které z agregují data veškeré poptávané energie a jsou tak schopné předem rozpoznat problém nedostatku elektřiny. Součástí řešení je technologie dynamické poptávky, která umožňuje za využití získaných dat ohledně poptávky ovlivnit právě poptávku v daných oblastech. Technologie inteligentně sníží nadbytečnou spotřebu energie v dané oblasti tak aby nijak neovlivnila koncové uživatele. Tato ušetřená energie je poté pomocí sítě převedena do více potřebných oblastí

⁹ <https://asia.nikkei.com/Business/Companies/GE-taps-internet-of-things-to-monitor-Tepco-power-plants>

¹⁰ <https://www.engerati.com/energy-retail/open-energi-helps-uks-national-grid-to-balance-supply-and-demand/>

7.1.3 Příklady energetických projektů

Bioenergetická vesnice Jühnde

Systém obsahuje 700kW kogenerátor, který pracuje na bioplyn a vyrábí elektřinu dodávanou do veřejné sítě. Kotel na dřevní štěpku s výkonem 550 kW se v zimě používá k zásobování tepla, které cirkuluje v rámci místní okresní sítě. V letním období se přebytečné teplo z kogenerační jednotky používá k sušení dřevní štěpky nebo kulatiny pro topný kotel využívaný v zimním období. Původním cílem projektu bylo, aby obec byla soběstačná v rámci spotřeby energie s tím, že elektrárny nyní produkují 70 % vesnické poptávky po vytápění a zdvojnásobují její spotřebu elektřiny. Bioenergetické zařízení je vlastněno společně obyvateli Jühnde. Obyvatelé si mohou koupit akcie v družstevní společnosti, která zařízení vlastní – v současné době je členy této společnosti téměř 75 % obyvatel Jühnde.

Jakmile obyvatelé koupí akcie a stanou se členy, mohou od společnosti nakupovat topení a elektřinu. Systém stál 5,2 mil. EUR, z toho 0,5 mil. pocházelo od investujících občanů, 1,3 mil. z grantu a zbývajících 3,4 mil. z bankovního úvěru.

Nakonec, po téměř 4 letech příprav, stavebních pracích a briefingu, byla dokončena Bioenergy Village Jühnde. Vývoj vedl k 60% snížení emisí CO₂ ve vesnicích z důvodu přechodu od topení olejem. Členové jsou nyní vybaveni pohodlným, spolehlivým a relativně levným zdrojem místní energie. Většina plodin pro rostliny se sklízí místně, s malým nedostatkem 25 % nakupovaným z regionů v okolí vesnice. Výsledkem těchto úspěchů byl projekt oceněn cenou EuroSolar.

Projekt rovněž katalyzuje další projekty v sousedním regionu a samotná Jühnde zkoumá další iniciativy týkající se udržitelnosti, včetně elektromobilů a větrných elektráren.

Energie Brixton

Od roku 2012 skupina vedla založení tří komunitních projektů solární energie v oblasti Brixton, které vyrábějí energii z obnovitelných zdrojů a přinášejí finanční výnosy do místních čtvrtí. Každý projekt je registrovaným družstvem, které je zcela vlastněno jeho akcionáři, kteří byli schopni koupit akcie za 250 GBP, aby se stali součástí kolektivního vlastnictví. Prodej těchto akcií pomohl financovat instalaci každého solárního schématu.

Brixton Solar 1 byl dokončen v březnu 2012 a instaloval několik stovek metrů čtverečních solárních panelů na střechu domu Elmore House v Brixton's Loughborough Estate, což poskytlo celkovou výrobní kapacitu 37 kW. Tento projekt přilákal 103 investorů, z nichž téměř polovina pocházela z oblasti Brixtonu a za tři týdny získala 60 000 GBP. V říjnu 2013 následoval Brixton Solar 2, který se nachází na pěti bytových blocích Styles Gardens v Loughborough Estate. A konečně, Brixton Solar 3 je 50kW schéma, které bylo instalováno na čtyři budovy v Roupell Park Estate.

Ze všech těchto projektů se vyrobená elektřina nejprve prodává uživatelům v budovách a přebytek se prodává národní síti. Vedle výroby energie, stejně jako u mnoha dalších komunitních energetických projektů, poskytují programy Brixton místní komunitě finanční výnosy. Investoři v každém režimu dostávají úrok ve výši přibližně 3 % ze svých investic, zatímco 20 % ze zisku se vrací do Fondu energetické účinnosti Společenství.

Komplexní řízení energetiky s využitím energetického managementu, Praha

Tento pilotní projekt zavádí do 21 objektů ve vlastnictví hlavního města Prahy energetický management. Mezi tyto budovy patří domovy pro seniory, střední školy, muzea, ale také například hvězdárna či planetárium. V rámci budov došlo k osazení dálkově odečitatelných měřidel (jak fakturačními, tak i podružnými pro všechny komodity: voda, elektřina, plyn a teplo). V rámci projektu byly instalovány další senzory měřící koncentraci CO₂, teplotu, vlhkost a čidla tekavých látek, která měří obsah těchto látek ve vzduchu. Podstatné je využití dat pro například mapování adekvátnosti vzduchoinstalace, její posílení či instalaci. Samotné měření probíhá u elektřiny každých 15 minut a u ostatních měřičů jednou za hodinu. Právě dálkové měření (využití bezdrátových technologií) umožňuje přenesení řešení na jakékoliv lokality, a tedy rozšíření na více budov.

Cílem projektu je vlivem organizačních opatření, která navrhne energetik, snížit spotřebu energií až o 15 %, což činí úsporu až 1 mil. Kč ročně. Měřidla komodit jsou využita od dodavatelů komodit (certifikované měřiče), pro podružné měření je využito běžně dostupných měřidel, stejně jako pro měření komfortu prostředí.

Projekt RUGGEDISED, Brno

Cílem rozsáhlého projektu je poukázat na možné využití inovativních technologií pro případný rozvoj městských čtvrtí. Samotný projekt spojuje pilotní města Rotterdam, Umeå a Glasgow, k nimž se přidávají Brno, Gdaňsk a Parma. Cílem projektu je snížení využívání (spotřeby) elektrické energie, zvýšení podílů OZE a E-Mobility. Nedílnou součástí je zavádění energetického managementu a nad rámec využití získaných dat pro rozvoj měst.

Město Brno díky zařazení do projektu dosáhlo na dotaci cca 8 000 000 Kč, přičemž celkový rozpočet iniciativy (Ruggedised) je cca 19 mil. EUR.

Spolupráce v oblasti energie, ARAN ISLANDS

Jeho cílem je podpořit přechod Aranských ostrovů na uhlíkovou neutralitu. Součástí této výzvy je izolovat všechny budovy s vysokým standardem, nahradit ropu a uhlí teplem čerpadla, implementovat solární fotovoltaikou a akumulátory, propagace elektrických vozidel, a využívat zelené energie na ostrovech k výrobě dostatku energie tak, aby byly ostrovy soběstačné.

Program Lepší energetické společenství (BEC) byl primárně financovaný z rozpočtu EU Irského úřadu pro udržitelnou energii (SEAI). V poslední době se komunita dále stala partnerem v řadě evropských projektů (RESPOND, GEOFIT, SEAFUEL), a tím se jim otevírají další možnosti.

Komunita CFOAT je registrována jako družstvo a jeho pravidla brání rozdělování jakýchkoli zisků akcionářům. Členství je otevřené pro všechny obyvatele a podniky nacházející se na těchto třech ostrovech. Komunita CFOAT měla k lednu 2019 téměř 100 akcionářů a 12 volených ředitelů. Má manažera, který je zaměstnán na plný úvazek.

Cílem CFOAT je mít v budoucnu alespoň 50 % vlastnictví hlavních obnovitelných zdrojů na ostrovech. Cílem komunity je použít zisky z těchto podniků k financování dalších souvisejících aktivit, a tím vytvářet prostřednictvím budování místní ekonomiky udržitelné zaměstnání.

Podpora veřejného bazénu za využití Energie, Německo

Společnost pro venkovní bazény v Dingdenu (Freibad-Verein Dingden e.V.) byla založena v roce 2000 za účelem podpory provozu veřejného venkovního bazénu. Jedná se o „registrovanou společnost“, což je v Německu nezisková právnická osoba. V této době musela obec kvůli omezeným rozpočtům uzavřít bazén mimo letní prázdniny. Místní občané, kterých se uzavření týká, se dobrovolně přihlásili k udržení provozu bazénu během května a července.

V roce 2012 začala společnost instalovat solární FV (foto voltaické) panely na městské střechy, včetně budov bazénu. Obraty prodeje elektřiny umožňují společnosti platit 20 000 EUR ročně do rozpočtu obce určených na údržbu bazénu. V březnu 2019 provozovala společnost fotovoltaické panely na šesti střechách: budova bazénu, místní hasičská zbrojnice, dvě školy, tělocvična a mateřská škola. Zařízení mají celkový instalovaný výkon 245 kWp (kilowattpeak) s roční produkcí energie více než 200 000 kWh. Nejnovější fotovoltaická instalace u bazénu dodává elektřinu, která se sama spotřebovává v čerpadlech a osvětlení, zbytek se přivádí do veřejné sítě.

Celková částka investice ve výši 480 000 EUR byla zcela financována z úvěru místní spořitelnou, zatímco obec poskytla záruky ve výši 150 000 EUR. Vyrobená elektřina generuje roční obrat přibližně až 50 000 EUR. Po odečtení splátek půjčky, úroků, nájemného za střechu a provozních nákladů je společnost stále schopna platit přebytek ve výši 20 000 EUR ročně do rozpočtu obce.

Energetická kooperativa KAPPEL

Místní energetické družstvo (Energiegenossenschaft Kappel eG) provozuje síť dálkového vytápění založenou na místní bioenergii. Síť dálkového vytápění byla uvedena do provozu v listopadu 2015 a od ledna 2019 má celkovou délku 4,4 km a dodává teplo 93 budovám. Zhruba 80 % roční potřeby tepla dodává bioplyn o výkonu 600 kW. Dva kotle na dřevní štěpku o výkonu 500 kW slouží jako špičková zátěž a záložní kapacita. V případě výpadku jednoho ze zdrojů tepla mají zbývající dva dostatečnou kapacitu k pokrytí tepelného výkonu asi 750 kW. Biomasou pro bioplynovou stanici je místně dodávaný hnůj a kukuřice, zatímco dřevní štěpka se vyrábí z odpadního dřeva o objemu cca. 600 hektarů místních lesů. Celá topná síť šetří ročně 600–700 tun emisí CO₂ ve srovnání s topnými systémy na bázi oleje.

Bioplynovou stanicí vlastní a provozují tři místní farmáři, kteří prodávají teplo družstvu. Družstvo vlastní a provozuje všechna zařízení v topném středisku (kotle, vyrovnávací nádrže, zásobníky dřevní štěpky, čerpadla atd.). Z celkové investice ve výši 2,1 milionu EUR představuje zhruba jednu třetinu vlastní kapitál složený členy družstva s minimálním vkladem 2 500 EUR a dotací na stavební náklady ve výši 4600 EUR na zákazníka, které poskytla obec.

Zhruba polovina dluhového kapitálu je kryta pomocí dotací a splátek ze strany státní banky KfW a státu Porýní-Falc. V roční bilanci družstva činí splátky a úroky něco málo přes 50 % celkových nákladů, zatímco nákup dřevní štěpky a tepla z bioplynové stanice představuje asi 20 %. Zbytek tvoří provozní náklady a rezervy. Za účelem financování těchto nákladů platí každý spotřebitel základní poplatek 280 EUR ročně plus kilowatthodinovou sazba 8,9 centu. Jelikož družstvo funguje na neziskovém základě, zisky převyšující požadovanou rezervu jsou všem členům vráceny stejně. Tento model financování klade důraz spíše na roční obraty než na vlastní kapitál, což umožňuje účast občanů s menšími finančními rezervami.

7.1.4 Koncept společnosti Fenix

Společnost Fenix group a.s. v současnosti městu nabízí partnerství v oblasti energetických služeb. Klíčovým konceptem firmy je vytvoření chytrých domů v rámci chytré sítě. Dům disponuje vlastní fotovoltaikou, díky které vytváří elektřinu, a může ji tak využívat ke vlastní spotřebě.

Obecným problémem obnovitelných zdrojů jsou právě výkyvy v rámci množství vytvořené energie, což může způsobit jak nedostatek, tak přebytek elektřiny v určitý moment. Z tohoto důvodu jsou konceptní domy firmy Fenix vybaveny baterií, která je schopná uchovávat přebytky. Dle firmy jsou baterie s postupem času čím dál lepší z pohledu výkonnostních parametrů, a zároveň jejich cena pomalu klesá.

Kombinace využití baterie a fotovoltaické energie k výrobě elektřiny tedy umožňuje těmto domům fungovat autonomně bez připojení do sítě. Dříve zmíněné výkyvy v rámci vytváření obnovitelné energie jsou však v některých případech tak významné, že ani toto řešení není ve všech situacích aplikovatelné, jelikož i přes existující baterii může docházet k přebytkům či nedostatkům v některých ročních obdobích. Možným řešením je samozřejmě více fotovoltaických panelů a objemnější baterie, avšak pro plné zamezení problematiky by toto řešení bylo neekonomické.

Druhým řešením je nevyužívat dům čistě v autonomním režimu, ale naopak využít schopností baterie v rámci chytrých sítí. Popsané výkyvy ve výrobě a spotřebě jsou přítomné nejen v rámci samovýroby elektřiny, ale jsou běžným problémem právě pro masivní elektrárny. Tyto elektrárny musí s opatrností vyrábět takové objemy elektřiny, jaké odpovídají poptávanému množství v ten daný moment. V případě nedostatku elektrické energie může dojít dojde k výpadku sítě a v případě přebytku může nastat situace kdy přenosová síť nezvládne přenést přebytečnou energii a zkolabuje (vzniká jalová elektřina).

Řešením tohoto problému je právě ona baterie, která umožní distributorům energie ukládat přebytečnou energii v uživatelských bateriích. Tato skutečnost přináší spoustu nových výhod. První je právě zmíněná stabilita sítě, která bude v tomto případě výrazně omezovat výpadky. Druhým aspektem je levnější energie právě pro domy, které přebytky ukládají. Firma Fenix specificky zmiňuje možnost nového tarifu pro tyto domy, které uloží přebytek za zvýhodněnou cenu, čímž zajistí stabilitu elektrické sítě a zároveň dlouhodobě ušetří. V případě nedostatku energie v přenosové síti mohou tyto koncepční domy naopak dodávat elektřinu do sítě pomocí vlastní fotovoltaiky, či čerpáním z baterie.

V konečném důsledku se tak optimalizuje využití energie a zároveň se zvyšuje využitelnost obnovitelných zdrojů k výrobě elektřiny.

7.2 Robotika

7.2.1 Úvod

5G v kombinaci MEC (Multi-access Edge Compute) zásadně mění robotiku. Díky masivní konektivitě s nízkou latencí mohou roboti rychleji provádět výpočty mohou plnit mnohem více funkcí na vyšší úrovni složitosti, a jejich provoz je efektivnější. Řídící servery účastnických robotů mají větší kapacitu a škálovatelnost, snadnější údržbu a širší možnosti vylepšování. Roboti jsou zároveň lehčí a levnější. Jejich uživatelé mají přístup k četnějšímu hardwaru, softwaru a doplňkovým funkcím takových robotů.

Co jsou 5G roboti schopni dělat?

Roboti jsou v dnešní době nasazeni v maloobchodě, pohostinství, výrobě, zdravotnictví, pohotovostních službách a mnohých dalších oblastech. V kombinaci s 5G mají roboti vyvinutou schopnost vzájemné komunikace a dokážou v týmech dosahovat podstatně lepších výsledků než dnes již zastaralé robotické systémy nevyužívající 5G.

Robotika v průmyslu

Díky nové generaci sítí 5G jsou i řídicí systémy používaných robotů spolehlivější a lépe zabezpečené. Roboti používaní v továrnách se často nevzdalují funkcím původních strojů užívaných k sekvenční výrobě, ale získávají řadu přídavných funkcí. Například v automobilkách jsou roboti využíváni pro detekci výrobních kazů a nedokonalostí, jelikož dokážou díky propojení chytrých kamerových systémů a analytických programů poznávat odlišnosti produktů od přednastavených formátů a předloh. Roboti využíváni v těžebním průmyslu jsou zase schopni zaregistrovat vytiženost těžebních strojů a zpracovatelských linek a dokážou sami regulovat vzájemně komunikující procesy na základě analýze široké základny dat v reálném čase tak, jak se vyvíjí situace na místě.

Asistenční roboti

Na nejmodernějších zdravotnických klinikách a zařízeních na světě se již využívají pokročilí roboti k asistenčním úkonům. Tito roboti jsou schopni obvazových převazů, odebírání krve, aplikování intravenózních injekcí, non-stop dohledu u pacientů ležících na jednotkách intenzivní péče, provádění rentgenových snímků nebo přípravy pacienta na provedení složitějších úkonů. Roboti jsou schopni i realizace základních i pokročilých chirurgických výkonů, vývoj tímto směrem nicméně dnes brzdí hlavně etické regulace a aspekty vývoje technologie.

7.2.2 Světový benchmark a hlavní výhody

7.2.2.1 Automotive

Daimler AG: Factory 56, Sindelfingen, Německo

V modernizovaném výrobním závodě německé společnosti Daimler byla v září 2020 zahájena výroba vlajkové lodi automobilky Mercedes-Benz. Vozidlo vybavené nejmodernějšími technologiemi vyžaduje výrobu v technologicky velice pokročilé továrně. Výrobní závod využívá množství nástrojů a systémů na bázi technologie 5G. Systémy řídicí výrobní procesy v továrně jsou prakticky samostatné. Pod dohledem lidských pracovníků provozu řídí centrální master systém všechny činné samostatné jednotky a skupiny procesů. Na základě analýzy veškerých dat zasílaných všemi účastníky všech procesů vyhodnocuje program v reálném čase vytiženost jednotlivých částí výrobních linek, zohledňuje výrobní plán nastavený provozním řízením a předpovídá průběh výroby. Díky takto získaným či odhadnutým veličinám pak dokáže pružně přizpůsobovat aktuální aktivity v rámci celé továrny. Továrna je díky použití těchto technologií schopna o 25 % zvýšit efektivitu výroby vozidel v porovnání s jejich předchozími generacemi. Zároveň se dokáže přizpůsobit vyráběným modelům – ačkoliv je primárně určena pro výrobu nejdražších modelů značky, dokáže podpořit jiné výrobní závody produkcí i jiných modelů, které značka prodává.

Vedle využití technologické vyspělosti k vysoké efektivitě a flexibilitě výrobního závodu dělá továrna krok dopředu také v otázce ekologie. Jedná se o externě zcela bezemisní výrobní závod s dramaticky sníženou energetickou spotřebou. Toho je dosaženo jednak inovativním konceptem využití energií, ale hlavně chytrým řízením její spotřeby a výroby (továrna generuje značnou část spotřebované energie sama prostřednictvím solárních panelů a využívání odpadních látek a odpadního tepla z výroby). Systém řídicí výrobu je schopen sledovat i energetickou náročnost a nutné potřeby, na základě čehož určuje požadovanou aktuální kapacitu. Továrna tak negeneruje nadbytečnou energii, díky čemuž neprodukuje nadbytečné emise a další škodliviny tehdy, kdy to není třeba.

7.2.2.2 Logistika

Velká logistická centra v Evropě (převážně přístavy přijímající lodní náklady Rotterdam, Antverpy, Hamburg...) i ve světě (Los Angeles, New York, Novorossijsk, Šanghaj...) využívají systémy ke správě a vnitřnímu managementu založené na moderních technologiích, 5G nevyjímaje. Enormní logistická náročnost organizace naskladnění, vyskladnění a přesunu nákladů po přístavech a skladech je dána zejména tím, že jsou u každého nákladu různé požadavky na skladovací podmínky, různý charakter přepravovaného materiálu či zboží a různě dlouhý časový horizont, po který bude každý náklad v depech zůstat. Inteligentní systémy jsou pak schopny – ve stručnosti – optimalizovat logistiku v přístavu pomocí pokročilé analýzy dat o nákladech tak, aby se náklady velmi podobného nebo stejného charakteru s velmi podobnou nebo stejnou plánovanou dobu skladování uchovávaly a manipulovaly najednou. Tím dochází k efektivnímu šetření času a místa a tím ke zjednodušení provozních procesů přístavů a logistických center. Tato uspořádkání představují i reálné nákladové úspory zejména na spotřebovaných energetických zdrojích.

7.3 Vzdělávání

7.3.1 Úvod

V současnosti jsou moderní technologie ve vzdělávání využívány v mnohých zájmových kroužcích na základních školách, gymnáziích, a hlavně technických vysokých školách. Studenti se zájmem o technologie tráví čas studováním možností technologií, jejich využitím i získáváním praktických zkušeností s prací se stroji řízenými chytrými technologiemi nebo se sestavováním takových strojů. Tím vzniká pozitivní vliv většího rozvoje žáků a studentů s dopadem na budoucí zájem o tyto studenty při uplatnění na trhu práce.

Samotné vzdělávání je v době existence nemoci COVID odkázáno právě na bezdrátové a vzdálené technologie, které umožňují žákům být zapojeni do interaktivního vzdělávání s učiteli či profesory i přes nepřítomnost ve škole. Právě 5G technologie mohou napomoci a dodat potřebnou konektivitu studentům a na druhé straně obrazovky profesorům/učitelům, kteří nedisponují jiným obdobně kvalitním způsobem připojení k internetu.

Vzdělání lze obdobně podpořit roboty, kteří napomáhají vzdělávání, dělají ho zábavným a místy mohou dodat potřebný „styk“, který by jindy za nepřítomnosti učitele mohl chybět. Zde máme na mysli zejména asistenční roboty.

7.3.2 Světový benchmark a hlavní výhody

7.3.2.1 Distanční vzdělávání

Význam moderních technologií a jejich role v distanční výuce na základních, středních, odborných i vysokých školách jsou dnes – zvláště po téměř roční zkušenosti během světové pandemie nemoci COVID-19 – nezpochybnitelné. Distanční vzdělávání ale není pouze nutnou alternativou tradiční osobní přítomnosti studentů ve školách pro dobu, kdy není fyzická přítomnost studentů ve vzdělávacích institucích možná. Velký potenciál distančního vzdělávání je především v umožnění absolvování vzdělávacích kurzů a provozování aktivit zaměřených na vlastní rozvoj bez současné fyzické přítomnosti všech stran účastnících se tohoto procesu. Díky vysokorychlostním a vysokokapacitním internetovým připojením, technologicky vyspělým sítím a kvalitnímu hardwaru je dnes možné nabídnout vzdělávací aktivity konané distanční formou v kvalitě odpovídající kurzům fyzickým.

To je umožněno především díky vlastnostem sítě 5G, která se od předchozích generací sítí odlišuje zejména daleko vyšší kapacitou, rychlostí a latencí. Distančně tak mohou být provozovány i aktivity vyžadující sdílení obrazu ve vysokém rozlišení všem účastníkům, přenos velkého množství dat, nekolísající kvalitu spojení apod.

V roce 2020 přešla drtivá většina vysokých škol a univerzit světa na distanční formu vzdělávání v souvislosti s pandemií COVID-19. Díky moderním technologiím je možné zajistit odpovídající kvalitu výuky i prostřednictvím videokonferenčních hovorů, kterých se studenti i vyučující účastní ze svých domovů. S určitým přizpůsobením výuky specifickým doby světové pandemie COVID-19 je nicméně výuka realizována v plném rozsahu, a to včetně povinností studentů během akademického roku a včetně plné, ničím nezjednodušené formy zkoušení a ověřování nabytých znalostí.

7.3.2.2 Virtuální & rozšířená realita

Virtuální či rozšířená realita nenabízejí možnosti širokého využití jen ve vzdělávacím sektoru. V něm mohou nicméně ukázat šíři svého potenciálu v dobách, které neumožňují fyzickou přítomnost studentů a profesorů v učebních prostorách. Prostřednictvím rozšířené reality je tak možné studovat nejrůznější objekty, témata či problémy, kreativita ve vytváření výukových materiálů v rozšířené realitě praktická není limitována. Díky vlastnostem sítě 5G netrpí provoz těchto výukových aktivit nízkou síťovou kapacitou a zasekáváním zobrazování.

Rozšířená realita umožní praktické vzdělávání bez nutnosti navštěvovat specializovaná pracoviště nebo areál školy. V rozšířené/virtuální realitě se může student setkat s přesnou simulací reálného světa, ve které může získat zkušenosti s nejrůznějšími aspekty oboru svého studia. Tyto benefity nemusí být rozšířené jen na studenty škol, kteří studují určitý specializovaný obor. Pomocí virtuální reality se mohou lidé vzdělávat i doma a na dobrovolné bázi – například z čistého zájmu o nové obory a zkušenosti nebo se mohou věnovat rozvojovým aktivitám nad rámec své profesní specializace.

PORG – gymnázium, ČR

Příkladem využití přístupu k moderním technologiím ve vzdělávacích a jiných rozvojových aktivitách je například skupina gymnázií PORG. Na libeňské škole byl před 6 lety založen klub robotiky sdružující studenty se zájmem o technologie, techniku, inženýrství, softwarové inženýrství a další podobné obory, jehož hlavní aktivitou je stavba samostatného robota. Aktivitu klubu jsou motivovány četnými mezinárodními soutěžemi, jichž se studenti účastní a jejichž zadání a požadavky na velikost, pokročilost a specifické dovednosti účastnických robotů musí být splněny pro umožnění participace v soutěži.

Účastí na soutěžích jsou studenti silně motivováni – zahraniční konkurence je velmi kvalitní a rychle se zlepšuje, zároveň škola oceňuje úspěchy studentů a vychází jim vstříc v době soutěží. Studenti jsou též motivováni faktem, že na soutěže cestují společně s robotem v celém týmu do zahraničí – většina soutěží se pořádá v USA, další ve Velké Británii nebo v Izraeli. Robotický tým PORGu často postupuje až do finálových kol a sbírá dobrá umístění z největších soutěží. Díky tomu je motivace studentů podpořena i z této strany a dle hodnocení pedagogického a odborného vedení klubu jsou dovednosti a znalosti získané prostřednictvím účasti v klubu nesrovnatelně větší než z obvyklé výuky technických předmětů na škole (přitom je PORG konzistentně hodnocen jako nejkvalitnější středoškolská vzdělávací instituce v ČR, a to na základě žebříčku MŠMT sestavovaného dle výsledků státních maturit a i dle jiných nezávislých zahraničních médií zaměřujících se na školství a výchovu mládeže).

ČVUT – vysoká škola, ČR

Dalším příkladem využívání moderních technologií ve vzdělávání je pražská vysoká škola ČVUT, konkrétně její Elektrotechnická fakulta. Podobně jako na PORGu zde existuje klub, jehož se studenti účastní ve volném čase a sdružují se zde účastníci se společnými zájmy – robotika, autonomie elektronických systémů, softwarové inženýrství a další. Hlavní aktivitou klubu ČVUT je stavba formule – elektricky poháněného vozidla navrženého ve stylu závodních speciálů světové Formule F1. Podobně jako na PORGu i zde studenti staví vozidlo od úplných základů, kdy si sami navrhují jak platformu, na které je vozidlo stavěno, tak veškeré jeho řídicí i nosné systémy. Klub implementuje moderní technologie ve všech aspektech stavby vozidla – využívá vlastní navržený chytrý systém řízení pohonu vozidla, který je založen na elektrické energii. Soustava baterií pohání přední i zadní nápravu zvlášť a výkon elektromotoru posílaný na obě nápravy je v reálném čase optimalizován programem navrženým přímo studenty. Prostřednictvím svého klubu pak technologie a s ní spojená témata popularizují ve zbytku ČVUT i přímo u veřejnosti během pořádaných dní otevřených dveří s formulími. Tyto akce se pravidelně těší velkému zájmu i díky tomu, že jsou pořádány na veřejném prostranství před budovou NTK v Praze. Každý kolemjdoucí tak má příležitost se zastavit a podívat.

George Heriot's School – střední škola, UK

Ani v zahraničí není zájmová činnost studentů v oblasti moderních technologií ničím neobvyklým. Na edinburské střední škole George Heriot's School jsou pořádány tzv. tech classes. Jedná se o celoroční předměty zaměřené na nejruznější technická a technologická témata. Tyto předměty využívají poznatky a vědomosti studentů nabyté z fyzikálních, chemických a matematických předmětů a dále rozvíjí znalosti studentů tak, aby byli schopni propojit tyto tři obory v jeden komplexní myšlenkový rámec, pomocí kterého se pak vzdělávají v oblasti uplatňování moderních technologií. George Heriot's School patří mezi nejprestižnější a nejkvalitnější britské střední školy a díky kvalitě svých studentů, kteří prochází přísným přijímacím řízením, může být výuka technických a technologických předmětů na velmi vysoké úrovni ještě před nástupem na univerzity. Už na střední škole tak studenti v rámci těchto předmětů například programují vlastní telekomunikační síťové rozhraní, konstruují malé roboty schopné například jezdit po areálu školy a převážet školní aktovky studentů z míst nechráněných před deštěm.

Princeton University – univerzita, USA

Na americké Princeton University existuje zájmový klub věnující se stavbě a využití dronů. Tamní fakulta inženýrství a aplikovaných přírodních věd podporuje rozvoj studentů v oblasti moderních technologií a ti formují množství klubů a spolků, které se zabývají nejruznějšími možnostmi, jak s technologiemi pracovat a jak je využívat. Nejaktuálnějším častým zájmem těchto spolků jsou drony, tento trend pronikl i na další americké (nejen) univerzity. Podobně jako kluby z českých i zahraničních středních škol se i americké univerzitní vědecké kluby účastní nejruznějších soutěží. Typickým rysem amerického školství je spolupráce s velkými technologickými společnostmi světových velikostí – není neobvyklým jevem, že se týmy umístěné na předních místech soutěží stávají oficiálními partnery vývojových týmů technologických společností a společně pracují na problémech, kterými se tyto společnosti zabývají. Dochází tak k propojení soukromého sektoru se školstvím a mladými talenty, což vykazuje značné synergie. Studenti získávají odborné a praktické zkušenosti již při studiu a mnohem dříve získávají detailní přehled o možnostech budoucího pracovního uplatnění, firmy pak získávají cenné kontakty a vazby na talentované studenty ještě dříve,

než tito studenti vstupují do recruitingových procesů a mohou si tak předem zajišťovat přísun talentů do řad svých zaměstnanců.

7.4 Služby města

7.4.1 Úvod

5G technologie nachází široké uplatnění v řízení veřejných služeb. V tomto ohledu jde zejména o řízení a podporu života ve městě pro všechny obyvatele. Jedním z mnoha aspektů využití může být například implementace senzorické sítě pro zpříjemnění života spoluobčanů. Sensorická síť jako taková dává smysl v mnoha koncepčních řešeních a příchodem 5G vznikají nové možnosti a řešení doslova každým dnem. V tomto dokumentu jsou dále prezentovány zejména příklady:

- **City management**
- **Waste management**
- **Dopravní přestupky**
- **Chytré řízení dopravy**
- **Chytrý přechod**
- **Environmental management**

Samotné technologie umožňující realizaci senzorické sítě jsou zmíněny na konci dokumentu v poslední kapitole s názvem „Senzorická síť“.

7.4.1.1 City management

Populárním řešením v rámci trendu smart city je realizace městských ekosystémů (city management), které slouží jednak jako základní vrstva (síť) a zároveň akumuluje různorodé senzory, které poté slouží městu pro jeho další rozvoj. Dochází k počítání, měření a analýze různorodých dat a tím k optimalizaci na úrovni města. Podle výsledků analýz lze adekvátně dimenzovat turistické body zájmu, upravovat lokaci jednotlivých bodů zájmu a dále rozvíjet cílené konkrétní oblasti města. Zároveň lze na základě výsledků upravovat rozložení klíčových bodů ve městě, sledovat tvoření front, popřípadě optimalizovat například městskou dopravu. Obdobně lze poté v rámci digitálního dvojčete města optimalizovat například záchytné body (parkoviště) a interaktivně dimenzovat toky občanů a vozidel ve městě.

Nedílnou součástí je možnost řízení energetické vrstvy města. V tomto ohledu Energy management (též známý jako smart grid) znamená řízení výroby, toků a spotřeby energie tak, aby nedocházelo jednak k přetížení distribuční sítě, docházelo k maximálnímu využití energie (omezení vzniku jalové energie) a v neposlední řadě optimalizace spotřeby například efektivním nabíjením elektromobilů či práci s akumulátory. Jedním z témat relevantním pro Energy management je vznik energetických komunit spojujících lokální tvorbu s lokální spotřebou, kdy přes pronájem částí přenosové sítě od DSO dochází ke vzniku samostatného ekosystému, který si sám energii produkuje, přenáší i spotřebovává.

Role 5G

Síť technologie 5G nabízí možnost zapojení až milionu zařízení (zde například IoT) na kilometr čtvereční. V tomto ohledu by v případě velmi vysoké penetrace senzory tvořilo 5G ideální ekosystém pro kvalitní, kapacitní a rychlý přenos potřebných dat ze senzorů. Právě takováto síť s vysokou kapacitou, rychlostí a nízkou odezvou nabízí možnost využití nejen pro na trhu existující senzory, ale zároveň umožňuje úsporný rozvoj a testování nových senzorů.

7.4.1.2 Waste management

Chytrá správa odpadu může vést k mnohým a značným snížením nákladů na shromažďování a odvoz odpadu. Snížení transportních aktivit zaměřených na správu odpadu následně může pomáhat i ke snížení dopravních emisí, a tedy k podpoře ekologičnosti provozu městských veřejných služeb. Základem chytré správy odpadového hospodářství jsou senzory instalované v odpadních kontejnerech vysílající informace o jejich naplněnosti. Tato data následně systém zpracuje a optimalizuje četnost vývozu odpadů a rovněž trasy odpadních vozidel, čímž dosahuje zvýšení efektivity.

Systém řídicí správu odpadu je zároveň schopen analýzy časových řad dat poskytovaných odpadkovými koši, na základě, které je schopen predikovat vývoj stavu naplněnosti odpadních kontejnerů v rámci města. Tím je umožněno předcházení přeplnění kontejnerů v městských částech dotčených většími výkyvy průběhu naplněnosti. Navíc platí asymetrie vnímání funkčnosti veřejných služeb, což znamená, že obyvatelé města vnímají bezchybnou funkčnost těchto veřejných služeb neutrálně, zatímco nedostatky ve funkčnosti vnímají negativně. Včasné

zabraňování přepřívání odpadkových košů a popelnic tak městu zajišťuje vedle ekonomických a environmentálních benefitů i pohodlí svých obyvatel a kvalitu jejich života.

Role 5G

Síť 5G umožní větší flexibility a možnost pokrývat sezónní výkyvy. Samotné provozování chytrých řešení waste managementu lze pravděpodobně za velmi nákladných podmínek realizovat například i na optické síti. Ideální řešení se nabízí napojením senzorů na mobilní síť (zde 5G) pro možnost rychlého přenosu aktuální vytiženosti a téměř živého plánování potřebných tras svozu odpadků (ilustrativně na příkladu svozu komunálního odpadu). Zároveň při zapojení do mobilní sítě, lze uvažovat možnost umístování dodatečných kontejnerů na základě aktuálního vytižení v čase. Například v letních měsících lze čekat zvýšenou produkci odpadu v jiných lokalitách, než například o zimních svátcích. Právě mobilita samotného řešení pomocí technologie 5G nabízí možnost měnit počet kontejnerů podle výsledků analýz dat senzorů, a tak optimalizovat samotný svoz odpadů ještě efektivněji s ohledem na sezónnost.

7.4.1.3 Dopravní přestupky

V dopravním systému mohou být instalovány kamery, jejichž záznamy jsou vyhodnocovány pokročilými analýzami a metodami identifikace nedovoleného jednání, nebezpečných situací a sledování dopravních trendů v daném místě. Systém je tímto schopen poznat dopravní přestupky (např. jízda na červenou, nedovolené otočení v křižovatce). Vysoké rozlišení obrazu kamer umožňuje identifikaci vozidel nedovoleně jednajících řidičů a ve spolupráci s dalšími systémy je následně možné automatizovaně ukládat postihy za takto zjištěné a zdokumentované přestupky. Tento systém zároveň může sloužit i jako důkazní materiál ve sporech o škodě způsobené provozem motorových a jiných vozidel a jinou účastí v provozu v daném místě.

Role 5G

Kamery na platformě 5G umožní nejen řešit efektivně a rychle přestupky (rychlý přenos dat), ale zejména měnit lokaci kamer bez závislosti na výskytu optické či jiné dostatečné konektivity. V tomto ohledu lze očekávat zejména využití nejen v rámci sezónnosti, ale i samotná změna lokalit může působit preventivně a represivně na řidiče, aby vnímali platnost pravidel silniční dopravy v celém městě, a nejen v daném místě, kde jsou trvale umístěny kamery. Řešení napomáhá i možnosti instalace kamer na úseky pod konstrukcí či úseky s dočasnou změnou značení.

7.4.1.4 Chytré řízení dopravy

Inteligentní dopravní systémy kombinují telekomunikační a informační technologie s dopravním inženýrstvím při současné podpoře dalších souvisejících odvětví (systémové inženýrství, teorie dopravy) tak, aby byly pro dopravní prostředky i celou infrastrukturu zajištěny moderní postupy řízení dopravních procesů, tedy aby bylo dosaženo efektivního využití dopravního systému, aby bylo možné eliminovat problémy v dopravě, optimalizovat přepravní kapacitu a výkon a dosáhnout zvýšení bezpečnosti dopravy a též komfortu pro cestující i řidiče.

Na základě pokročilé analýzy kamerových záznamů lze v rámci chytrého řízení dopravy využívat optimalizaci světelné signalizace na takto řízených křižovatkách nebo je možné využívat chytré dopravní značení za účelem zvýšení efektivity průjezdu městem se současným zvýšením bezpečnosti dopravy. Systémy chytrého řízení dopravy mohou být schopny zefektivňování území města na více úrovních. Systémy chytrého řízení dopravy jsou schopny nejen dosahovat vyšší efektivity a plynulosti průjezdu městem, ale rovněž přispívají ke hlukové čistotě města prostřednictvím změn povolených rychlostí na určitých úsecích městských komunikací, skrze zvýšenou plynulost a efektivitu pomáhají ke snižování celkových emisí vyprodukovaných dopravou, předchází vznikům dopravních kolon a přetížení důležitých dopravních uzlů města apod.

Role 5G

Sítě 5G posouvají potenciál chytrého řízení dopravy zejména díky své větší datové kapacitě ve srovnání se sítěmi předchozích generací a též díky vyšším přenosovým rychlostem. 5G umožňuje simultánní zpracování mnohem větších objemů dat než předchozí sítě, na základě čehož jsou systémy využívající 5G schopny flexibilněji a rychleji reagovat na aktuální situaci i trendy jejího vývoje. Zároveň lze flexibilně měnit jejich lokaci. Samotná kamera měřící hustotu provozu může v letních měsících dávat smysl v jiných lokalitách než v měsících zimních. Stejně tak lze uvažovat o upozorněních na chytrých přechodech a podobně.

7.4.1.5 Chytrý přechod

Chytré přechody zvyšují bezpečnost chodců přecházejících vozovky, s čímž přímo souvisí celkově nižší počet nehod na těchto přechodech. Chytré přechody disponují technologiemi schopnými v reálném čase analyzovat datové vstupy a na základě výstupů analýz poznat, že se k přechodu blíží vozidlo, chodec, zda hrozí jejich střet, zda je viditelnost v místě přechodu dostatečná a podobně. Chodec může být upozorněn na blížící se vozidlo a na riziko střetu výstražnými signály a podobným způsobem může být upozorněn řidič příjíždějícího vozidla.

S rozvojem chytrých automobilů bude možné upozorňovat řidiče vozidla ne prostřednictvím světelných panelů umístěných před přechodem, ale přímo prostřednictvím systémů samotného vozidla například na palubní desce, head-up displeji nebo zvukovými výstražnými signály.

7.4.1.6 Environmental management

V rámci správy životního prostředí města lze využívat moderní technologie k senzorickému monitorování mnohých ukazatelů kvality životního prostředí, které přímo ovlivňuje životy obyvatel města jako jsou např. stav ovzduší, obsah škodlivin, míra znečištění jak ovzduší, tak vodovodních systémů, teplotní výkyvy apod. Technologie slouží ke sledování těchto údajů a jejich analýze, na základě které může město pružně reagovat na nastalé situace. Příkladem může být pokles teploty a riziko vzniku náledí, zjištění úniku škodlivých látek do vodní distribuce či ovzduší a zajištění adekvátní reakce apod.

Role 5G

Možnost instalace dočasných senzorů pro monitoring například zhoršené situace či v návaznosti na podané oznámení je o to jednodušší, pokud dojde k rozšíření sítě 5G jako zprostředkovatele možného přenosu informací. Právě možnost mít data v reálném čase usnadní případné řešení situace ihned, a ne s odstupem po nahrání dat.

7.4.2 Světový benchmark a hlavní výhody

7.4.2.1 City management

Londýn

Londýn získal v roce 2020 již poněkoličtější titul Smartest City In The World. Každoročně vyhlašovaný žebříček reflektuje využití nejmodernějších technologií a pokrok v jejich implementaci do řízení procesů ve městě na všech úrovních. Hlavním smyslem city managementu je v případě Londýna komplexní pohled na menší městské ekosystémy a jejich koordinace a správa prováděná pohledem shora.

Londýn využívá mnoho chytrých systémů, např. na řízení dopravy ve městě, na optimalizaci utilizace parkovacích kapacit na okrajích města, má chytrý systém řízení úklidu ulic včetně svozu odpadů a mnoho dalších. Tyto systémy jsou samy o sobě funkční a užitečné, nicméně pokročilá úroveň city managementu umožňuje tyto systémy propojit a používat najednou. Synergický efekt komunikace mezi systémy navzájem spočívá hlavně v tom, že bez komunikace mezi systémy je nutná interakce pracovníků řízení města, kteří musí sledovat a interpretovat akce a doporučení každého systému zvlášť a poté rozhodovat, jak reflektovat výsledky a průběžné informace z jednoho systému do rozhodnutí konaných jiným systémem. Pokud mohou systémy komunikovat navzájem přímo, může být řízení města mnohem efektivnější právě díky absenci nutnosti lidského moderátora systémů. Obecná supervize systému je vždy třeba, nicméně optimalizační rozhodnutí a řízení všech ekosystémů ve vztazích, které k sobě navzájem mají, podléhá smart systémům.

Londýn provozuje pět velkých mezinárodních letišť, rozsáhlou síť městské hromadné dopravy, vytíženou silniční infrastrukturu, navštěvuje ho jeden z největších počtů turistů na světě. Všechny tyto systémy a procesy jsou řízeny hlavním city management systémem, který monitoruje procesy ve všech zmíněných a mnohých dalších oblastech a řídí všechny tyto ekosystémy tak, aby dosahoval maximálních synergií a maximální účinnosti.

Barcelona

Barcelona implementovala vedle dalších používaných systémů systém chytrého pouličního osvětlení. Veřejné osvětlení představovalo před implementací chytrého osvětlení zhruba 20 % energie spotřebované na provoz města. Barcelona nahradila původní sodíkové výbojky moderními LED zdroji světla, které nabízí energetickou úsporu 52 %. Zároveň bylo nasazeno osvětlení umožňující regulaci intenzity osvětlení vzhledem k části dne, roku, počasí a obecné viditelnosti s možností rozpoznání pohybu v okolí osvětlení jako jsou např. blížící se cyklisté nebo chodci. To umožnilo energetickou úsporu až 72 % oproti původně užívaným světelným zdrojům.

7.4.2.2 Chytré osvětlení

Praha – Karlín

V rámci pražské čtvrti Karlín byly nainstalovány senzory na veřejné osvětlení. Tyto senzory umožňují monitorovat vybrané ukazatele jako například data o úrovni hluku, prašnosti či data u hustotě průchozích lidí. Posbírané informace jsou za využití konektivity odeslány do datové platformy, která nejen pracuje se získanými daty, ale zároveň nabízí i další vzdálené funkcionality jako zvýšení či snížení intenzity osvětlení vybraných lamp.

Jedním z primárních využití je zejména sbírání dat o kvalitě lokálního ovzduší, které umožní dle umístění jednotlivých lamp lokalizovat kritické oblasti, na základě kterých lze problematiku sofistikovaně řešit. Uvedeným příkladem je možnost selekce optimálních lokalit pro přidání zeleně. I ostatní sbíraná data umožňují optimalizaci lokálního prostředí, například v návaznosti na počty procházejících lidí, či případně upozornit na přílišný hluk ve večerních hodinách. Senzory jsou umístěny 4,5 metrů nad zemí tak, aby efektivně získávali zmíněná data.

Pro představu přikládáme i souhrn jednotlivých využitých senzorů:

Obrázek 15: Senzory na lampách [Zdroj: Golemio.cz]

Požadavek	Produkt	Měřené hodnoty	Vyčítací frekvence
Prach	Vaisala AQT420	PM2,5 a PM10, vzorkovací čas 60s, vzorkovací interval 10 minut, rozsah pro PM2,5: 0 – 2000 mikrog/m ³ , rozsah pro PM10: 0 – 5000 µg/m ³ , přesnost 0,1 µg/m ³	15 min. z brány do platformy, čtení na bráně častější
Ozón	Vaisala AQT420 nebo AQT410*	Rozsah 2000 ppb, detekční limit 5 ppb, přesnost měření ± 60 ppb v typickém vnějším prostředí	15 min. z brány do platformy, čtení na bráně častější
SO ₂	Vaisala AQT420 nebo AQT410*	Rozsah 2000 ppb, detekční limit 5 ppb, přesnost měření ± 50 ppb v typickém vnějším prostředí	15 min. z brány do platformy, čtení na bráně častější
CO	Vaisala AQT410 nebo AQT410 a AQT420	Rozsah 10000 ppb, detekční limit 10 ppb, přesnost měření ± 200 ppb v typickém vnějším prostředí	15 min. z brány do platformy, čtení na bráně častější
NO ₂	Vaisala AQT410 nebo AQT420*	Rozsah 2000 ppb, detekční limit 5 ppb, přesnost měření ± 25 ppb v typickém vnějším prostředí	15 min. z brány do platformy, čtení na bráně častější

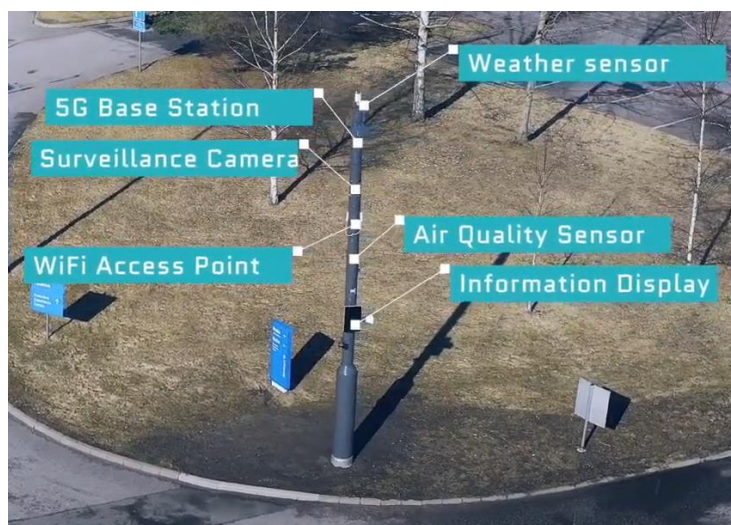
Finsko

Finská projektová skupina vedená firmou Nokia vytvořila pilotní ekosystém LuxTurrin5G, jehož součástí jsou chytré lampy, které nabízejí řadu funkcí včetně sítě 5G. Pilotní projekt pokrývá cestu mezi Nokia HQ kempem a nedalekým nádražím, což zahrnuje 19 chytrých lamp. Celkem je pak zapojeno na tuto síť až 250 propojených zařízení.

Síť nabízí jak senzorickou smart síť, ale i super rychlou konektivitu. Zajímavým konceptem je fakt, že až 3 chytré lampy mají své vlastní vestavěné základnové vysílací stanice 5G, které nabízí právě onu superrychlou konektivitu. Součástí lampy jsou pak dále i typické datové senzory jako například senzory počasí a ovzduší. Lampy dále nabízí i elektrické dobíjení aut, digitální informační tabule a u některých i přístávací a dokovací stanice pro drony na vrchu lampy.

Příkladem je následující lampa:

Obrázek 16: Ukázka inteligentní lampy [Zdroj: LuxTurrin5G]



Celý systém 5G využívá milimetrových pásem, které nabízejí vysoké přenosové rychlosti ovšem se sníženým přenosovým dosahem (vlastnost milimetrových pásem). Systém 5G využívá pásma 26 GHz, s tím že zahrnuje 3 vysílací stanice, a je doplněn 50 zařízeními WI-FI fungující v pásmu 60 GHz. Vysoké rychlosti jsou benefitem zejména z důvodu využití i video kamer, které jsou dalším prvkem chytrých lamp.

Senzorická síť využívá datové platformy, kde se ukládají a zobrazují získaná data, což umožní statistickou analýzu dat pro případnou lokální optimalizaci.

Z pohledu dopravy na trase jsou v současnosti klíčové zejména umístěné kamery, které umožní sledovat dopravu v daném bodě. Ovšem z budoucího pohledu mohou být vysílače 5G umístěné na lampách využity i pro komunikaci samořídících vozidel. V rámci pilotu již byl testován samořídící autobus, který jezdí na zmíněné trase a za pomoci informací z jednotlivých sloupů a přenosu dat pomocí 5G tak tento autobus umožňuje velmi bezpečnou jízdu.

7.4.2.3 Drony

Plzeň

Správa informačních technologií (SIT) nabízí bezpilotní drony pro potřeby integrovaného záchranného systému (IZS). V kritických situacích drony nabízí například vyhledávání pohřešovaných osob, sledování požárů, velkých dopravních nehod a jiných krizových situacích, které benefitují z rozšířeného pohledu z vrchu. Kritické situace však nejsou na každodenním pořádku, a tak mají drony sekundární využití, kdy provádí například inspekce technické infrastruktury. V rámci tohoto využití drony kontrolují například technický stav mostů. Dalším využitím je průzkum lokálních lesů z vrchu, tak aby lesníci mohly identifikovat oblasti stromů na které zaútočil kůrvec. Příznakem zasaženého stromu je bílá špička, která je právě ve skupinách stromů velice viditelná ze snímků dronů.

Základním předpokladem využití dronů v kritický situacích je využití konektivity, tak aby drony mohli živě vysílat záznamy z kamer.

7.4.2.4 Waste management

Austrálie

V Austrálii jsou využívány odpadní nádoby napájené energií vygenerovanou vlastním solárním panelem. Tyto kontejnery využívají senzory zaplněnosti a odesílají tato data do systému správy odpadů, jenž řídí jejich vývoz tak, aby se realizoval jen v případě nutnosti, díky čemuž je dosaženo až 75% snížení svozových aktivit.

Na základě přístupu k datům o naplněnosti odpadních nádob jsou dále optimalizovány trasy odpadních vozidel, díky čemuž je dosaženo snížení požadavků na lidský kapitál, snížení dopravních emisí, snížení spotřeby pohonných hmot a snížení dalších obecných nákladů na vozový park veřejných služeb zaměřených na správu odpadu.

Kontejnery v Austrálii jsou rovněž vybaveny dodatečným systémem, který na základě vyhodnocování počasí na svém místě podává informace do systému správy odpadu. Vzhledem k signifikanci vlivu slunečního svitu na kontejner a následného zahřívání jeho obsahu a vzhledem ke vlivu změn teploty v průběhu dne a noci podléhají obsahy odpadních kontejnerů na různých místech různým vlivům, a tedy musí být jejich obsahy vyváženy s různými frekvencemi. Systém je tímto schopen předcházet diskomfortu obyvatel – včasnou likvidací odpadu je zabráněno jeho chemické deterioraci a následnému šíření nežádoucích pachů, též je snižováno riziko vzniků lokálních ohnisek bakteriálních a jiných hygienických událostí.

Newcastle

V Newcastlu byl po zavedení chytré správy odpadu snížen počet potřebných odpadních vozidel o 50 % díky vyšší míře utilizace vozového parku. Na základě přístupu k datům o míře zaplněnosti kapacit odpadních kontejnerů jsou optimalizovány trasy vozidel i konkrétní časové úseky a četnost svozu odpadu. Vyvážením kontejnerů při vysokém stupni zaplnění je dosaženo snížení celkových nákladů a zároveň snížení dopravních emisí svozových vozů o 49 %.

Systém je rovněž připraven i na analýzu časových řad dat poskytovaných odpadními kontejnery, na základě které je schopen předpovídat průběh jejich zaplněnosti a predikovat budoucí nutné kapacity odvozní logistiky. Tím je efektivně řízeno riziko přeplnění odpadních kontejnerů.

7.4.3 Dopravní přestupky

Praha – křižovatka ulic Evropská, Gymnasijní, Thákurova

Kamerový systém zabírající celou plochu křižovatky řízené světelnou signalizací, na které se provoz pohybuje ve čtyřech směrech a účastní se jej i vozidla tramvají, je schopen rozpoznat pohyb malých osobních aut a velkých nákladních aut a tramvají. Dále je schopen identifikovat přestupek – otočení v prostoru křižovatky, které je v daném místě zakázáno. V současnosti není systém využíván k identifikaci takto jednajících řidičů vozidel a k zahájení blokového řízení o spáchaném přestupku formou uvědomění příslušných orgánů a iniciace odeslání pokuty, nicméně vysoké rozlišení kamer a spojení systému s registrem vozidel a s příslušným městským úřadem vedoucím přestupkovou řízení by takovou funkci systému umožnily.

Systém je rovněž schopen zaznamenávat četnost provozu i páchané přestupky v čase a tato data ukládat. Kromě potírání a prevence řidičských přestupků je tedy systém schopen sbírat údaje o frekventovanosti místa, na němž je instalován. Taková data jsou následně využitelná k dalším účelům, jako je plánování městské infrastruktury, chytré řízení dopravy apod.

Živý přenos z popisovaného systému je veřejně přístupný na internetové stránce [mall.tv](https://www.mall.tv).¹¹

Následující tabulka je výstupem systému a shrnuje četnost provozu a počty spáchaných přestupků.

¹¹ <https://www.mall.tv/stavby-a-technologie/umela-inteligence-pocita-prestupky>

Tabulka 6: Výstup ze systému CertiConVis [Zdroj: www.mall.tv]

CertiConVis 		Za poslední hodinu	Dnes
Z centra	 Malá vozidla	637	3981
	 Velká vozidla	61	334
Do centra	 Malá vozidla	577	3753
	 Velká vozidla	49	274
Otočení do protisměru	 Malá vozidla	16	86
	 Velká vozidla	3	11

Dubaj

Na křižovatkách v Dubaji jsou instalovány kamerové systémy schopné rozpoznat mnoho různých důležitých aspektů silničního provozu v daném místě. Systém je vybaven kamerami s vysokým rozlišením obrazu, které jsou schopny zaostřit na poznávací značky vozidel účastníků se provozu a za použití čtecího programu odesílat informace do dalších systémů schopných identifikovat provozovatele dotčených vozidel. Systém je též vybaven programem na vyhodnocování kamerových záznamů v reálném čase. Je schopen identifikovat nejen typ vozidla, ale na základě nahraných údajů o platných úpravách pravidel provozu v daném místě je schopen rozpoznat nedovolený pohyb vozidel. Je tak schopen identifikovat přestupky nebo podezření na jejich spáchání jako nedovolené otáčení, přejíždění plné čáry, nedovolené předjíždění, jízdu na červenou, nedání přednosti chodcům na přechodech neřízených světelnou signalizací, nedání přednosti vozidlu jedoucímu z pravé strany nebo z hlavní komunikace apod.

Systém je rovněž doplněn radary schopnými měřit okamžitou rychlost vozidla v daném místě, takže kromě výše uvedených přestupků je tento systém schopen zjišťovat a hlásit i jízdu vyšší než povolenou rychlostí. Dále je schopen rozpoznat četnost provozu a jeho průtok daným místem, což je následně využito systémem chytrého řízení dopravy k optimalizaci povolených rychlostí a průjezdností křižovatkami za účelem maximalizace plynulosti dopravy ve městě.

7.4.4 Chytré řízení dopravy

Kodaň, Dánsko

Od roku 2015 investuje kodaňská radnice do chytrého dopravního systému, jehož možnosti a potenciál s příchodem 5G sítí výrazně vzrostly. Kodaňské řízení dopravy využívá primárně úpravu strategie světelné signalizace v závislosti na počasí a aktuální dopravní situaci.

Systém je schopen využívat data odesílaná z chytrých mobilních telefonů a dalších elektronických osobních zařízení do pouličních senzorů, což umožní křižovatkám řízeným světelnou signalizací prioritizovat různé skupiny účastníků silničního provozu (osobní vozidla, nákladní a přepravní vozidla, vozidla městské hromadné dopravy, cyklisté, chodci apod.) podle jejich počtu v daném místě a podle dynamiky jejich pohybu. Chytrý dopravní systém umí například přímo prioritizovat vozidla městské hromadné dopravy a umožnit jim rychlejší a plynulejší jízdu městem, pokud mají zpoždění nebo jimi cestuje vysoký počet cestujících.

Takto se dostane více cestujících včas na své místo určení, provoz je plynulejší, čímž je dosaženo snížení dopravních emisí. To je v souladu s dlouhodobým cílem Kodaně, tedy ekologičností provozu města a dlouhodobou udržitelností. Kodaňská radnice uvádí mezi výsledky chytrého dopravního systému mimo jiné i snížení cestovních časů po městě až o 30 %.

Warwickshire, Coventry, Nottingham, Velká Británie

Konsorcium měst Warwickshire, Coventry a Nottingham spolupracuje s brněnskou společností Siemens Mobility na provozu a inovaci světelných signalizačních zařízení. V regionu se očekává rostoucí zatížení existující dopravní sítě kvůli plánovaným stavbám a kulturním či sportovním akcím.

Do dopravního systému jsou zaváděny nové prvky pro správu a řízení parkovišť, dynamické dopravní značení a systémy pro rozpoznávání registračních značek. Systém je schopen pracovat s daty získanými z mobilních telefonů obyvatel a účastníků provozu, na základě kterých v reálném čase vyhodnocuje frekvencovanost vybraných dopravních uzlů, plynulost a četnost provozu a jejich trendy. Skrze analýzu je systém schopen řídit dopravu s cílem maximalizovat její plynulost a eliminovat přetížení rizikových míst stejně jako efektivně řídit zaplněnost městských parkovišť nebo vytíženost hlavních komunikací určených pro meziměstskou dopravu.

Systém využívá aplikace pro monitorování a řízení dopravy ve městech, které slouží ke sledování a řízení světelných křižovatek a ke sběru dopravních dat. Využívá též jednotky poskytující doplňující data o aktuální dopravní situaci, čímž je umožněno efektivnější řízení dopravy, snížení počtu dopravních nehod a též snížení dopravních emisí. Systém v reálném čase sleduje červené a zelené a upravuje doporučené rychlosti, vnímá překážky na komunikacích a informace o dopravních nehodách.

Inteligentní parkovací systém města Zlín

V současnosti realizovaný projekt ve městě Zlín, s cílem dokončení do konce roku 2022, bude umožňovat získávat živá data o dostupnosti volných parkovacích míst po celém městě. Tyto získané informace pak budou za pomoci informačních LED tabulí zobrazeny pro místní řidiče. Tabule budou mít i další využití jako například šíření mimořádných informací pro řidiče.

Celý systém je založen na přenosu dat z jednotlivých závorových systémů, které budou postupně počítat jednotlivá příjíždějící a odjíždějící auta. Data jsou pak za pomoci konektivity posílána na zmíněné tabule. Součástí řešení je i vybudování dispečinku, který bude celý ITS systém monitorovat. Monitoring umožní optimálně nakládat se získanými informacemi.

Výsledkem by měla být snížená průměrná doba nutná pro nalezení volného parkovacího místa, a celkově by se tak měla zvýšit průjezdnost města. Projekt je spolufinancován EU Fondem soudružnosti, a to ve vyšší až 85 % oprávněných nákladů. Celkový plánovaný rozpočet činí 38 031 800,94 Kč.

5g Smart city projekt Kelowna – Kanada

Ve městě Kelowna v Kanadě instalovali v roce 2020 chytré světelné senzory LiDAR, které využívají místní 5G síť k přenosu dat. Tyto senzory mají za cíl monitorovat místní dopravu nejprve na dvou křižovatkách, s cílem rozšířit senzory až na 5 křižovatek. Cílem je zjistit statistické informace o místní dopravě, pro její budoucí optimalizaci.

Projekt je součástí průzkumu University of British Columbia (UBC), která studuje možnosti využití 5G a smart řešení pro zjištění nejlepších možností.

Anonymizovaná data jsou ukládána pomocí Microsoft Azure a následně studována pro budoucí optimalizaci.

7.4.4.1 Chytrý přechod

Londýn, Velká Británie

Chytré přechody na vybraných místech v Londýně jsou postaveny na analýze kamerových záznamů v reálném čase. Systém je schopen pomocí klasické a termovizní kamery rozpoznat živé objekty pohybující se v okolí přechodu či přímo přes vozovku. Zároveň systém vidí vozidla pohybující se po vozovce a je schopen zjistit rychlost jejich pohybu.

Na základě disponování těmito informacemi je systém schopen upozornit chodce na nebezpečí v oblasti přecházení silnice zobrazením varovných piktogramů na chodník a vozovku pomocí LED signalizačních bodů. Rovněž je schopen poznat, kdy je situace v oblasti přechodu bezpečná a adekvátně signalizovat chodcům na obou stranách vozovky.

Chytrý přechod je připraven i na rizikové a nebezpečné situace. V případě náhlého pohybu osoby ve vozovce a rizika střetu s blížícím se vozidlem je systém schopen využít signalizační grafiku k upozornění jak příslušného

chodce, tak řidiče blížících se vozidel. Chytrý přechod má variabilní zobrazovací plochu na vozovce, což může využít například právě při podobných rizikových situacích tím, že rozšíří přechod nebo jej posune tak, aby se ohrožený chodec nacházel, co nejdále od začátku přechodu, na němž řidiči vozidel přirozeně instinktivně zastavují a dle nějž se orientují při úpravě rychlosti svého vozidla.

Chytré přechody využívají informace získané z kamer také např. k úpravě osvětlení přechodů. Pomáhají tak snižovat riziko dopravní nehody z důvodu špatné viditelnosti v oblasti přechodu zesilováním osvětlení v noci nebo při obecně snížené viditelnosti. Vyžaduje-li to aktuální počasí, přechody jsou též schopny využít signalizační grafiku na vozovce k upozornění blížících se řidičů i chodců.

Cambrils, Španělsko

V Katalánsku byly chytré přechody uvedeny do provozu zejména za účelem snížení počtu střetů vozidel s chodci ve vytižených oblastech města a k obecnému zvýšení bezpečnosti chodců v dopravě. Funkčnost systému je řešena prostřednictvím množství senzorů zachycujících pohyb osob po vozovce v reálném čase.

Světelné panely instalované přímo na vozovce osvětlují oblast pohybu chodců od okamžiku jejich vstupu do vozovky, díky čemuž jsou řidiči vozidel schopni dříve zaregistrovat možné riziko střetu. Kromě horizontálního osvětlení využívají chytré přechody též vertikálního osvětlení, a to prostřednictvím světelné signalizace umístěné na straně vozovky před přechodem tak, aby byl řidič vozidla o pohybu osob ve vozovce informován ještě před dosažením přechodu. Tento světelný signál je aktivován v momentě, kdy inteligentní systém přechodu vyhodnotí, že denní světlo není dostatečné pro adekvátní přehlednost situace na přechodu.

Použití tohoto systému je úspěšné ve snižování počtu dopravních neštěstí na přechodech vybavených touto technologií. Zároveň dochází ke zvýšení plynulosti provozu na předmětných místech. Se sítí 5G a příchodem chytrých automobilů bude dále možné technologii rozvíjet směrem k přímému upozornění řidiče automobilem, který se bude připojovat k systémům přechodů průběžně při jízdě.

7.4.4.2 Environmental management

Londýn

Systém environmental managementu v Londýně je postaven na rozsáhlé síti senzorů, které zaznamenávají mnoho dat v reálném čase. Jedná se zejména o meteorologická data – teplota, vlhkost, atmosférický tlak, sluneční svit, kvalita ovzduší a srážky. Na základě těchto dat je poté systém řízení města schopen vyhodnocovat situaci ve všech částech města a přizpůsobovat se jí. Systém dále komunikuje s ostatními systémy řídicími dílčí ekosystémy města – v případě rizika poklesu teplot pod bod mrazu informuje správu infrastruktury, která začne ihned jednat, v případě vydatných nebo deletrvujících srážek informuje správu vodovodního a kanalizačního systému, který je schopen včas navýšovat kapacity odtokových potrubí nebo řídit vytiženost kanalizačních sítí.

Dále využívá Londýn systém sledující kvalitu prostředí v řece Temži, která významnou měrou ovlivňuje kvalitu prostředí v celém městě. Sensory v Temži zaznamenávají složení vody po celé délce toku městem (několik stanovišť je též umístěno i desítky kilometrů před dosažením města) a v případě zhoršování kvality vody začne systém adekvátně reagovat. Obsah toxických nebo nebezpečných látek v řece může značným způsobem ovlivňovat kvalitu zeleně rostoucí podél Temže a v přilehlých parcích, může působit na kvalitu ovzduší nejen v blízkém okolí řeky ale i v místech od řeky relativně vzdálených. V Temži jsou zároveň instalovány systémy vyhodnocující riziko zvýšení hladiny a systémy schopné reagovat na rizika povodní přenesených do města z moře.

Stockholm

Stockholm je město kladoucí důraz na ekologičnost provozu, životní prostředí a udržitelnost. Proto je v něm mnoho parků a na většině velkých bulvárů a náměstí lze nalézt množství zeleně. Vedle důrazu na zeleň stojí ale úspěch Stockholmu i na důsledném využití moderních technologií. Pokročilé systémy využívající senzory a kamerové soustavy instalované po celém městě monitorují nejrůznější veličiny ovlivňující životní prostředí. Na základě analýzy těchto dat pak město řídí péči o životní prostředí – upravuje zavlažování a péči o parky podle aktuálních situací i podle předpokládané meteorologické situace, reaguje na přehřívání centra města v létě nebo naopak na vznik náledí a velkých sněhových pokrývek v zimě.

Stockholm leží přímo u moře, a proto je vystaven působení mořské soli, která je vyplavována na pobřežní části města a je též roznášena větrem do jeho vnitřních částí. Sensory vnímající výskyt soli na různých místech ve městě jsou také zapojeny do procesu správy životního prostředí a podávají aktuální obraz o míře zastoupení soli v ovzduší

či v půdě. V teplých, slunných, větrných a na srážky chudších časech je pak systém připraven na přesolení reagovat vysíláním jednotek určených k preventivní údržbě půdy či přímo k odsolování.

7.5 Zdravotnictví a sociální služby

7.5.1 Úvod

Jedním ze způsobů využití moderních technologií v oblasti zdravotnictví je tzv. elektronická zdravotní sestra. Tento přístroj využívá moderní technologie ke správě a organizaci informací o zdraví pacientů v systému zaregistrovaných. Elektronická sestra je odpovědná za kategorizaci lékařských záznamů, pacientů a jejich zpřístupnění a přesnost pro účely zdravotního pojištění, pro podávání informací lékařům, zdravotnickému personálu a pro zavedení údajů do různých databází. Stroje pracující na těchto pozicích jsou součástí širšího oboru nazývaného zdravotnická informatika.

Uplatnění najdou elektronické sestry zejména v nemocnicích a ordinacích lékařů. Mezi hlavní odpovědnosti elektronické sestry patří zejména:

- Elektronické zaznamenávání a kontrola informací o pacientech
- Správa a organizace dat pro klinické databáze
- Analýza a vyhodnocení výsledků pacientů
- Zajištění důvěrnosti a zabezpečení dat o zdraví pacientů

Elektronická sestra též zajišťuje, aby shromažďované informace byly dostupné pro zdravotnický personál. Zlepšení celkové kvality péče a komunikace mezi zdravotníky a zařízeními patří mezi hlavní cíle vývoje technologií v oblasti zdravotnictví.

V medicíně mohou být využiti rovněž asistenční roboti. Tito roboti (např. robot typu Da Vinci Surgical System) jsou v praxi již 15 let a umožňují chirurgické výkony přímo na reálných pacientech. Lidský chirurg je v každém časovém momentu plně přítomen a kontroluje veškeré aktivity těchto robotů, jejichž benefit spočívá především v mnohanásobně lepší hybnosti a flexibilitě pohybů, jež mu jsou prostřednictvím teleskopických nástavců a speciálních dílů umožněny.

O něco méně pokročilí roboti, zato však s mnohem širším záběrem povolených aktivit, na které smějí být nasazeni, jsou asistenční roboti v běžných ordinacích. Tito roboti jsou schopni provádět základní úkony s pacientem jako je zjištění hmotnosti a výšky pacienta, měření saturace krve kyslíkem, měření tlaku krve, měření očního tlaku, příprava pacienta na vyšetření lékařem apod. Tito roboti často komunikují přímo s chytrými systémy lékařské kartotéky nebo elektronické sestry, díky čemuž je pro pacienta návštěva lékaře pohodlnější, rychlejší a celý proces je méně chybový.

Mezi další způsoby implementace 5G do zdravotnictví patří podpora chytrých ambulancí, dronů na přepravu zdravotnického materiálu, operací na dálku či například IoT řešení, které umožní monitoring pacientů v domácím prostředí. Nejznámějším konceptem s relevancí v lokalitách dále vzdálených od větších krajských nemocnic je vzdálená diagnostika (jak s asistencí, tak bez asistence). Níže jsou prezentovány zahraniční příklady možných řešení v praxi.

7.5.2 Světový benchmark a hlavní výhody

7.5.2.1 Chytrá záchranná služba

Koncept chytré záchranné služby je testován ve Velké Británii. Jeho zásadním přínosem je rychlé sdílení informací mezi zdravotnickým personálem vozidla záchranné služby a cílové nemocnice, ale i získávání zdravotních dat přímo od pacienta. Chytrá záchranná služba je schopna využívat inteligentní diagnostický systém, který je schopen v krátkém čase poskytnout základní obraz o pacientovi. Dále je schopen spolupracovat s lékařským personálem při tvorbě kompletní diagnózy, jejím zpracování a dodatečné analýze. Lékařskému personálu, jenž si pacienta převezme v nemocnici, je pak systém schopen rychle a kompletně poskytovat veškeré informace o pacientově stavu. Nemocnice tak získá cenný čas na přípravu na příjem pacienta, který může být ve velmi vážném život ohrožujícím stavu – desítky, ale i jednotky sekund mohou v některých případech rozhodovat o tom, jestli pacient přežije zdravotní komplikace bez trvalých následků, nebo je nepřežije vůbec.

7.5.2.2 Drony

Drony mohou pomoci ke zvýšení efektivity doručování a transportu zdravotnického materiálu. Díky dronům může být dosaženo doručování požadovaných materiálů přesně v momentě potřeby bez ohledu na geografickou polohu destinace. To je užitečné zejména v případě, že je třeba doručit léčiva nebo materiál vyžadující speciální přepravní

nebo skladovací podmínky do odlehklých míst, která nejsou vybavena dostatečně pokročilými přístroji ke skladování a zpracování těchto materiálů způsobem, jaký je nutný k zachování jejich účinnosti. Toto využití dronů se týká základních zdravotnických potřeb a materiálů, ale mohou být využity i pro mnohem krizovější a závažnější účely – například při transportu orgánů k transplantaci, k transportu antiseptických sér a protijedů nebo anti-alergenních preparátů pro podání člověku v náhlé životu nebezpečné situaci.

Drony mohou dopravovat značné množství důležitých životních a hygienických potřeb na obecně špatně přístupná místa, kam je nelze (nebo pouze s obtížemi) dopravovat obvyklými způsoby silniční nebo letecké dopravy, např. osady v horách, nepřístupných vysoko položených sedlech, říčních oblastech, na ostrovech apod. Uplatnění naleznu kromě medicíny a její podpory také v humanitární pomoci – zejména v chudých oblastech Afriky jsou drony využívány k transportu základních životních potřeb jako jsou balené pitné vody, hygienické a zdravotnické potřeby, v posledních měsících též testovací sady na přítomnost viru SARS-CoV-2.

7.5.2.3 IoT senzory

Vyspělé senzory na bázi IoT mohou značnou měrou přispět k vývoji zdravotnictví a zdokonalování zdravotní péče po celém světě. Možností pro jejich využití v medicíně a klinické péči je hned několik.

Rychlý a kompletní přenos informací

V nemocnicích mohou být IoT senzory využity například jako výbava nemocničních přístrojů. Díky těmto sensorům jsou pak přístroje schopny lépe komunikovat s dalšími informačními a komunikačními systémy využívanými v nemocnici, díky čemuž je zajištěn lepší přenos informací. Procesy v nemocnici jsou pak efektivnější, rychlejší, méně chybové a historizace důležitých dat je jednodušší na správu i organizaci.

Prevence

IoT senzory mohou sloužit i jako prostředky preventivní ochrany lidí. Jsou-li součástí vybavení osobního zařízení určeného k monitorování a hlídání zdravotního stavu svého nositele, mohou analyzovat získávaná zdravotní data v reálném čase, uchovávat jejich časové řady, učit se životnímu stylu svého nositele a časem se stát schopnějšími rozpoznat rizikové situace, a to včetně jejich předpovídání na základě neobvyklého vývoje. Senzory jsou schopny vyhodnocovat proměnné jako například krevní tlak, saturaci krve kyslíkem, míru dilatace či kontrakce povrchových cév, nervovou reakci končetin, bilaterální koordinaci sympaticky řízených pohybů apod.

Při identifikaci rizikových faktorů nebo nebezpečných stavů mohou senzory na neobvyklou situaci upozornit svého nositele nebo ústavy zdravotní péče. Již v dnešní době jsou některé chytré telefony nebo chytré hodinky vybaveny funkcí automatického odeslání nouzových zpráv nouzovým kontaktům, pokud je funkce automatického zjištění krizových situací v zařízení aktivovaná. Funkci lze v budoucnu rozvíjet k větší přesnosti rozpoznání těchto situací, o jakou nebezpečnou situaci se jedná, nadále také k automatizaci přivolání pomoci odpovídající závažnosti a akutnosti rizikové situace.

7.5.2.4 Operace provedené na dálku

Distanční operace jsou velkou nadějí světového zdravotnictví. Pacient trpící neobvyklou nebo velmi akutní zdravotní komplikací, která vyžaduje úzce specializovaného odborníka, může být vystaven riziku nepřítomnosti takového lékaře nebo jeho nedostupnosti k okamžitému zákroku nebo nasazení léčby. Technologie 5G umožní provést chirurgický zákrok odkudkoliv ze světa, kdy chirurgický nástroj ovládá přímo chirurg s potřebnou specializací a zkušenostmi – podmínkou je kvalitní datové spojení mezi chirurgem, resp. jím ovládaným nástrojem dálkového řízení operačního přístroje a tímto operačním přístrojem.

Čína

V Číně bylo na bázi 5G zahájeno testování dálkových chirurgických výkonů nejprve na kratší vzdálenost, tato vzdálenost ale velmi rychle roste. Komplikovaný neurochirurgický výkon byl proveden v březnu 2019 – na vzdálenost 3000 km byl operován pacient trpící Parkinsonovou chorobou. Takto náročná operace byla umožněna zejména díky extrémní datové kapacitě 5G sítě a téměř nulovému časovému zpoždění mezi pokynem operátora, pohybem operujícího přístroje a přenosem audiovizuálních záznamů.

7.5.2.5 Asistenční roboti

V případě velkého zatížení nebo nedostatku zdravotnických center a nemocnic je možné využívat robotickou asistenci ke zvýšení výkonnosti těchto zařízení. Roboti řízení skrze 5G technologie se mohou samostatně

pohybovat po budovách a areálech nemocnic a plnit různé úkoly. Mezi velmi praktické způsoby využití těchto robotů patří zejména transport zdravotnického materiálu po nemocničním areálu až k lůžkům pacientů, doprava potravy či potřebných léků, jež si zvládnou pacienti sami aplikovat, doprava podpůrného materiálu (povlečení lůžek, základní zdravotnické pomůcky), přeprava pacientů z lůžek k vyšetřením a zpět apod. Zejména v době světlové pandemie viru SARS-CoV-2 přichází tito roboti do hry v technologicky pokročilých a velkých zdravotnických střediscích po celém světě –využívají je především vyspělé asijské země jako Jižní Korea, Japonsko, Taiwan, Austrálie, ale nasazení jsou také ve velkých městech Spojených států a v silně zasažených regionech, které jsou technologicky dostatečně pokročilé na použití takových robotů (Rusko, Francie, Německo, Velká Británie, Izrael, Belgie...).

7.6 Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu

7.6.1 Úvod

5G umožňuje použití široké škály nástrojů pro řízení provozu turistů a jejich výskytu na turisticky oblíbených místech města. Kromě řízení jejich rozložení umožňuje 5G také popularizaci míst, která by se jinak takovému zájmu turistů netěšila.

Na základě práce s pokročilými analýzami dat získávaných v reálném čase z pohybu mobilních telefonů a dalších elektronických zařízení turistů přítomných ve městě je možné regulovat jejich zájem a rozložení na turisticky oblíbených místech například ovlivňováním umístění vyhledávaných míst v pořadí výsledků na internetových prohlížečích. Do turistických aplikací lze zanášet doporučení, informace o blízkých bodech zájmu nebo přímo o vytíženosti jednotlivých míst, kdy si turisté přirozeně budou volit taková místa, kde se potkají s minimálním množstvím lidí – ať už kvůli lepšímu zážitku z místa nebo kvůli fotografiím bez četných davů. Na místa původně příliš obsazená se vrátí v době, kdy na nich tolik turistů přítomných nebude.

Řízení turismu spolupracuje také se systémy řídicími dopravní infrastrukturu ve městě, zejména pak městskou hromadnou dopravu, kterou turisté často využívají. Na základě dat o pohybu turistů může řízení dopravy upravovat kapacitu hromadné dopravy tak, aby turisté nemuseli ve velkých davech čekat dlouhou dobu na příjezdy vozidel. Zároveň lze přímo upravovat trasy výlučně turistických linek jako jsou hop-on-hop-off autobusové linky, pendlovací spoje mezi velkými hotelovými komplexy na krajích měst a jeho centrem apod.

Další možností využití 5G sítí jsou i virtuální prohlídky nejrůznějších míst. Pokročilé kamerové systémy a fotoaparáty umožní snímat místo zájmu ve vysoké kvalitě, která posléze není ztracena na síti z důvodu nízké přenosové kapacity. To umožní zájemcům zažít virtuální prohlídku v plné obrazové kvalitě.

Jedním z měst využívajícím moderní technologie pro řízení turismu jsou Karlovy Vary. Vydáváním turistických karet za určitou cenu, které umožňují držitelům navštěvovat různá místa zdarma nebo za snížené vstupné, dosahují zvýšené popularity míst, o které bez těchto karet jevila zájem menšina turistů. Zároveň je tím turistům nabídnuto více k prozkoumání, turisté stráví ve městě více času a navštíví více míst, které nemusí být nutně spojeny s turistickými zájmy. Díky těmto kartám je rozložení turistů mezi jednotlivými místy homogennější, neboť se lidé nekoncentrují na několika málo nejznámějších bodech.

Uplatnění 5G ve sportu je zejména popularizační. Komunikace mezi různými elektronickými přístroji sportovců umožňuje lepší sledování různých sportovních statistik, lepší analýzy těchto získaných údajů a na základě toho je pak možné upravovat tréninkové plány, vyhodnocovat posuny za určitá časová období nebo porovnávat výkony mezi jednotlivými lidmi. Zařízení využívající 5G jako jsou chytré hodinky nebo některé jiné senzorické přístroje jsou obecně kompatibilnější s mobilními telefony nebo počítači, na základě čehož je možné dosahovat i většího komfortu při sportu. Chytré hodinky v dnešní době umí například provádět telefonáty, odesílat SMS zprávy, přehrávat hudbu do bezdrátových sluchátek nebo zobrazovat mapy a využívat GPS navigaci, mohou mít i nahrané platební karty a realizovat bezkontaktní platby. Jejich uživatel se pak může vydat běhat nebo na jízdu na kole zcela bez mobilního telefonu, neboť všechny důležité funkce, kvůli kterým telefony lidé nosí s sebou i k aktivitám, při kterých není jejich nesení nebo uložení příliš pohodlné, tak mohou zastat hodinky.

7.6.2 Světový benchmark a hlavní výhody

Svět sportu může z použití 5G technologie významně benefitovat. Mnoho nových možností otevřených skrze 5G je ve sportu relativně snadno implementovatelných, sport se také těší velké oblibě, díky čemuž se budou nové inovace a vývoj velmi rychle dostávat do povědomí celého světa. Technologie 5G mění zážitek sportovních fanoušků, systém fungování sportovních organizací a otevírá nové podnikatelské příležitosti, pomáhá sportovcům analyzovat a zlepšovat výkonnost, tréninkové programy, coaching i sledování dodržování pravidel.

Zážitek diváka

Technologie 5G mění stadiony. Dříve byly synonymem slabého internetového připojení, výpadků sítě a přetížených komunikačních systémů, s příchodem 5G může každý návštěvník využívat výhod vysoké kapacity a rychlosti sítě 5G. Na moderních stadionech může být rovněž využita rozšířená realita – návštěvníci sportovních akcí mohou pomocí specializovaných aplikací sledovat nejrůznější statistiky sportovců v reálném čase jako např. srdeční tep, rychlost, uražená vzdálenost apod.

Osobní elektronická zařízení podporující 5G mohou být během konání sportovní akce použity jako média k bližšímu a interaktivnějšímu sledování závodů a klání. Uživatelé speciálních aplikací si mohou vybírat, co si zobrazí, co je

nejvíc zajímá, nejsou závislí na výběru režie a jejím promítání na velké středové obrazovky nad stadionem ani na konkrétním úhlu pohledu ze svého místa v hledišti. Díky 5G a rozšířené realitě se mohou prostřednictvím svých mobilních telefonů dostat na každé místo stadionu a sledovat dění na něm odkudkoliv a z jakékoliv blízkosti.

Výhody pro sportovce

Pro sportovce a jejich organizační a přípravné týmy je velkou výhodou dramatický nárůst objemu dat, které je možné díky 5G analyzovat, zpracovávat a vyhodnocovat s cílem dosáhnout zlepšování sportovních výsledků sportovců a celého týmu. Senzory určené pro pokročilé snímání výkonnostních, zdravotních a dalších dat mohou být umístěny přímo na těle sportovce a plnit analytické programy daty získanými přímo při fyzických aktivitách sportovce. Tato data jsou následně analyzována a vyhodnocena, na základě čehož mohou trenéři se svými svěřenci upravit tréninkové plány a zohlednit v nich silné a slabé stránky sportovců identifikované právě prostřednictvím senzorických systémů na bázi 5G.

Využití v běžném životě

Jak již bylo uvedeno, technologie posouvá sportovní zážitky na další úroveň i v případě volnočasových aktivit. Kombinace chytrých telefonů nebo hodinek nebo jiných senzorických přístrojů a aplikací umožní každému uživateli analyzovat vlastní sportovní data, sledovat vývoj v čase a upravovat tak své pravidelné sportovní programy. Možnost sledování nejrůznějších statistik a údajů vede k popularizaci sportu jako takového, což je pozitivní externalitou díky svému vlivu na zdraví člověka. Zároveň zvyšuje přítomnost zařízení vybavených 5G pasivní bezpečnost každého člověka.

8 Specifikace 5G sítí v oblastech rozvoje včetně konkrétních návrhů řešení a specifikace požadavků na provoz



8.1 Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník

8.1.1 Řešený problém

Růst OZE je utlumen současným nastavením systému výroby, přenosu a spotřeby elektrické energie. Toto utlumení bude řešeno novým energetickým zákonem, který vejde v platnost v roce 2022 a který, v souladu s Evropskými normami, bude podporovat vytvoření a provoz energetických komunit (dále jako EK). Vytvořením pilotní energetické komunity na Jesenícku se ověří jak organizační, technické, ekonomické i sociální dopady energetické komunity, tak i reakce otevřeného trhu na způsob implementace nové legislativy vyplývající z nového energetického zákona.

Město Jeseník bylo vybráno jako pilotní město pro testování záměru vytvoření EK, a to i s ohledem na připravenost města spolu s existencí dostatečné 5G sítě a přítomnost silného partnera. Tímto partnerem je zmiňovaná společnost Fenix, která již v rámci testování technologických možností a inovací provozuje inteligentní dům a office center, které se chová jako aktivní prvek sítě. Dochází k aktivnímu sledování nZEB a samotné řešení slouží jako pilotní projekt. Samotné sledování je pod záštitou odborné skupiny tvořené zástupci MPO, MŽP, ERU, ČEZ-ESCO, ČEZ – Distribuce, ČEPS a ČVUT. Shromažďování dat o energetické spotřebě a o kvalitě vnitřního prostředí zajišťuje ČVUT-UCEEB. Projekt běží již několik let.

8.1.2 Cíle záměru

Samotný záměr rozvoje lze rozdělit do dvou podskupin. Jedním je ověřit možnosti EK, druhým je poté otestování stipulace nového energetického zákona.

1. Odzkoušet vytvoření Energetické komunity v definovatelné rozloze a prokázat (či vyvrátit), že:
 - a) EK umožní sdílení energie v rámci mikroregionu
 - b) EK podporují rozvoj OZE
 - c) EK snižují závislost na přenosové soustavě, čímž ji dělají robustnější
 - d) EK snižují náklady na výrobu, přenos i spotřebu elektrické energie, čímž podporují elektrifikaci společnosti, a tím snížení emisí.
2. Otestovat stipulace nového energetického zákona.

Cílem je tedy zejména pilotní povaha projektu, dokázat a kvantifikovat dopady vzniku energetické komunity tak, aby bylo možné do budoucna nastavit vhodná legislativní pravidla. Druhořadým cílem je samozřejmě provoz energetické komunity se všemi pozitivními dopady.

8.1.3 Napojení na strategické záměry města

Prioritní osa 1 „Ekonomika města a cestovní ruch“ – Všeobecně

Prioritní osa 2 „Kvalita života ve městě“ – SC 2.2

Prioritní osa 3 „Životní prostředí, doprava, urbanismus“ – SC 3.3

Prioritní osa 4 „Veřejná správa“ – SC 4.3

8.1.4 Oblast rozvoje

Energetika

Služby města

8.1.5 Potenciál využití 5G technologie

Existuje zde vysoký potenciál využití technologie 5G právě pro možnost podružného měření. Samotná technologie 5G nabízí vyšší míru bezpečnosti, která je v případě provozování kritické infrastruktury či kritické informační infrastruktury velmi významná. V případě typické distribuční sítě spadají řídicí prvky právě pod „kritickou“ součást distribuční sítě s velmi vysokými nároky na SLA. V tomto ohledu je významný potenciál 5G. Typicky je distribuční síť pokryta mnoha technologiemi, a to jak optickou, PLC, tak například LTE nebo 5G. Právě rozvoj AMM se očekává zejména pomocí 5G modulů (ať zabudovaných či samostatně stojících) s posíláním komunikace právě do agregačních bodů, ze kterých dojde k návaznému zpracování dat.

Samotný koncept Smart Grid je designován jako ukázkový příklad využití 5G technologií. Je zde potřeba vysoké spolehlivosti (vysoká SLA), nízké latence a dostatečné kapacity na agregačních bodech, kde může jít o tisícovky měření.

V tomto ohledu je samotné technologické řešení v diskusi s partnerem projektu – společností Vodafone.

8.2 Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G

8.2.1 Popis záměru:

Město Jeseník je díky kvalitním vzdělávacím institucím a odborným znalostem v oblasti robotiky velmi známým a úspěšným místem pro rozvoj tohoto specifického oboru. Právě proto je toto město určeno pro testování významu 5G sítí pro rozvoj robotiky v oblastech rychlé komunikace autonomních robotů a rozvoje jemné motoriky autonomních robotů. Díky malé latenci je zde možné trénování a kalibrování jemné motoriky a vývoj autonomních robotů. Současně lze očekávat možnost využití robotů v rámci distanční a hybridní výuky na školách, včetně asistenčních služeb robota v rámci inkluze.

8.2.2 Řešený problém

Problémy, pro které by bylo vhodné využití 5G sítí v rámci robotiky na gymnáziu, lze rozdělit do několika dílčích skupin:

1. Zajištění rychlé komunikace mezi humanoidními roboty navzájem, dále také mezi roboty a řídicím centrem v laboratorních podmínkách i v otevřené síti tak, aby bylo maximálně možné těžit z výhod 5G technologie.
2. Zajištění rychlého přenosu dat mezi autonomním a semiautonomním vozítkem a řídicím centrem v rámci uzavřené laboratoře a v otevřeném prostoru. Jde hlavně o přenos a zpracování velkého množství video záznamů a dat z různých senzorů směrem k řídicímu centru, dále zpětné přijetí řídicích pokynů. Současné technologie jsou pro tento typ dat velkou nevýhodou, a to hlavně co se týče latence při přenosu větších objemů dat (především videa), což je způsobeno nízkou kapacitou sítě.
3. Zajištění některých prvků distanční výuky, či výuky hybridní za podpory robotů. V tomto případě je předpokládána výhodou pro využití 5G sítí poměrně vysoká datová propustnost, zároveň zde může docházet ke kombinaci s technologií VR (virtuální realita).

8.2.3 Cíle záměru

Prvním cílem je vyřešit velkou latenci vznikající při komunikaci v rámci projektu plně autonomního robotického divadla. Půjde o pilotní práci s touto technologií, tato řešení lze později přenést do stále oblíbenějšího robotického e-sportu. Potenciální využití tohoto řešení je při použití těchto robotů v rámci ehealth (péče o handicapované), obchodě, průmyslu a v nemalé míře i ve vzdělávacím procesu.

Cílem druhé oblasti je výsledky získané v rámci tohoto ověřování využít při upgradu již zpracovávaného modelu vozítka, které slouží k demonstraci a ověřování funkčnosti evropského projektu eCall, do kterého je Gymnázium Jeseník zapojeno v rámci projektu Galileo macht Schule. Podstatné je, že výsledky tohoto projektu mohou být později využity ke zmapování dosahu systému eCall v hůře přístupných místech a v husté zástavbě. Zjištění mohou být samozřejmě využita pro průmysl pracující s autonomními vozidly, nebo pro zařízení určená k rekognoskaci prostředí při různých přírodních pohromách nebo při haváriích v objektech.

Dalším cílem (třetího řešení) je využití mobilních robotů a výukových programů, a to jak pro distanční, tak hybridní výuku. Do budoucna se nabízí možnost propojení s virtuální realitou pro možnost dalšího rozvoje výuky.

K tomuto cíli je potřeba vytipovat předměty vhodné pro tento způsob výuky, tvorba vhodných výukových programů a implementace do reálné výuky. Roboti by měli být pomocníky žáků i pedagogů, vzájemné propojení několika vzdálených jednotek by mohlo vést k novým možnostem v oblasti vzdělávání.

Příklad: Robot v laboratoři, kam by se studenti jinak nedostali, může plnit instrukce, které dostane ze vzdálené třídy. Dále komunikace vzdálených robotů v rámci různých komunit a společností, které jsou příliš vzdálené na to, aby se mohli jednoduše setkat. Využití výsledků tohoto projektu je vhodné i pro odvětví v maloobchodě, pohostinství a různých dalších službách. Viz jejich využití jako recepční apod.

8.2.4 Napojení na strategické záměry města

Prioritní osa 2 „Kvalita života ve městě“ – SC 2.1, SC 2.3

Prioritní osa 4 „Veřejná správa“ – SC 4.3

8.2.5 Oblast rozvoje

Robotika

Vzdělávání

8.2.6 Potenciál využití 5G technologie

Technologie 5G hraje v oblasti robotiky klíčovou roli zejména z pohledu vynikající latence a vysokých kapacit přenosu. Několik zahraničních příkladů dokazuje potřebu nízké latence pro zajištění bezproblémového fungování autonomních robotů. Důležitá je tato technologie také pro zajištění vysoké úrovně bezpečnosti v případě plně autonomních řešení.

Z pohledu spolupráce robotů je potřeba velmi vysoká kapacita komunikace, tedy vysoké kapacity přenosu dat (například obrazu) mezi roboty navzájem, a centrálou. Ačkoliv jiná technologická bezdrátová řešení mohou nabízet dostatečnou kapacitu sítě, většinou ji nabízí na úkor jiné vlastnosti (nejčastěji latenci).

5G technologie se nabízí také jako vhodná technologie vzhledem k její očekávané všudypřítomnosti, a tedy jednoduché přenositelnosti z privátní 5G sítě na komerční 5G síť. Tímto je škole nabídnuta možnost aplikace jejich řešení do praxe a testování v semi-veřejném prostředí (například autonomní sekačka na trávu na pozemku školy atd.).

8.3 Oblast rozvoje 3: Ověření využití 5G sítí pro ochranu zdraví a majetku objektů pomocí dronů a dalších bezpečnostních prvků + Využití technologie pro výuku na střední průmyslové škole

8.3.1 Řešený problém

Problematika bezpečnosti, zvláště za použití kamerových systémů je datově náročná. Za použití 5G sítí se zvyšuje datová propustnost umožňující vysoké rozlišení videa, které může být analyzováno pro prevenci rizik. Dron může kromě kamerových systémů nést i senzory měřící environmentální podmínky v těžko přístupných lokalitách. V rámci dodržení legislativy je nutné, aby dron byl pod stálým dozorem pilota.

8.3.2 Cíle záměru

Cílem projektu je ověřit využití 5G sítě pro semi-automatizované řízení bezpilotního letounu - dronu, vysílání a zpracování dat ze senzoriky, kterou nese a zakomponování těchto dat do rozhraní bezpečnostního systému. Pro komplexnost je systém provázán i se statickými a pohyblivými bezpečnostními prvky, na které může dron reagovat změnou své mise.

V rámci výuky budou studenti schopni zanést do mapy trasu pohybu dronu a připevnit na něj libovolný senzor. Pod stálým dozorem vyučujícího-pilota bude možné snímat veličiny v rámci automatizovaného letu bezpilotního letounu. Poloha letounu se bude v reálném čase zapisovat do mapových podkladů pro zobrazení jeho polohy z jakéhokoliv místa. Pomocí termokamery bude možné nasnímat porušení simulovaného bezpečnostního perimetru za zhoršené viditelnosti anebo úniky tepla z budov do okolí i v těžko přístupných lokalitách jako jsou například střechy. Průmyslová škola ve školním roce 2021/2022 zajišťuje pro žáky možnost získávání licencí pro provoz dronů. Její ambicí je také v horizontu několika let vybudování dronového centra a možnost využití jeho služeb externími odběrateli, tj. i městem Jeseník.

8.3.3 Návrh klíčových aktivit

Pořízení modulární platformy s modulem inteligentního kamerového a video managementu systému, kombinovaného s bezpilotním prostředkem a externí senzorikou pro ochranu zdraví a majetku areálu školy a města využívající bezdrátovou technologii 5. generace.

8.3.4 Napojení na strategické záměry města

Prioritní osa 2 „Kvalita života ve městě“ – SC 2.4

Prioritní osa 4 „Veřejná správa“ – SC 4.3

8.3.5 Oblast rozvoje

Robotika

Vzdělávání

Služby města

8.3.6 Potenciál využití 5G technologie

V případě realizace záměru autonomního řízení dronů je právě velkokapacitní komunikace s minimální latencí přes 5G klíčovým krokem k bezpečnému provozu. Technologie 5G by mohla přinést dostatečnou míru bezpečnosti a responzivity, aby bylo autonomní létání povoleno. V případě manuálního řízení dronu na dohled pilota bude podstatný přenos videa pomocí 5G modulu do dispečerského střediska či centra.

5G bude tedy zprostředkovávat přenos videa, který by jinak nemusel být možný, dále bude hrát roli v případě aplikace autonomně řízených dronů a nutnosti přenosu dat pro řízení do řídicí jednotky na dálku.

8.4 Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G

8.4.1 Řešený problém

V rámci regionu Jesenicka se aktuálně zahajuje realizace projektu JADECARE (v rámci komunitárního programu Health 2020). Tento projekt má přispět k vytváření inovativních, efektivních a udržitelných zdravotnických systémů, poskytnout odborné znalosti a umožnit sdílení osvědčených praxí (best practice) s cílem pomoci členským státům při provádění reform zdravotnických systémů včetně integrace do jejich politik. Umožní zúčastněným subjektům ve zdravotnictví těžit poznatky z různých evropských zemí a sledovat řešení v rozvoji digitálně integrované péče zaměřené na člověka realizované u prvních osvojitelů, kteří vlastní původní osvědčené praxe (tzv. oGP).

Současně v rámci města Jeseník a jeho okolí probíhá pilotní instalace bezdrátové mobilní sítě 5G. Vzhledem k tomu, že Jesenicko trpí objektivním problémem nedostatku odborných lékařů, z regionu je velmi dlouhá dojezdová vzdálenost (v km i hodinách) do nejbližších center specializované péče (zejména Olomouc, Brno, Ostrava) a vyskytují se zde další problémy se zajištěním kvalitní zdravotní péče pro místní obyvatele, nabízí se možnost zkvalitnit zdravotní péči v regionu pomocí využití telemedicínských postupů a sdílení zdravotnických dat prostřednictvím sítě 5G. To vše je možno realizovat právě s ohledem na budoucí místo těchto služeb v rámci udržitelného systému poskytování péče na Jesenicku s využitím digitálních technologií.

8.4.2 Cíle záměru

Cílem projektu je v návaznosti na projekt JADECARE zmapovat potřeby vybraného pilotního regionu Jesenicka v oblasti zdravotních služeb tak, aby byly efektivnější, lépe koordinované a kvalitnější z pohledu občana, jehož postavení v systému bude posíleno.

Dle potřeb a z pohledu lepší spolupráce, koordinace, resp. integrace zdravotních a příp. i sociálních služeb je cílem vybrat z nabízených komponent dobrých praxí ty, které by mohly nejlépe přispět k řešení potřeb regionu, přičemž se předpokládá významné využití ICT technologií a služeb. Smyslem projektu je následně digitálně podporovaná zdravotní péče s využitím technologií a sítě 5G.

8.4.3 Napojení na strategické záměry města

Prioritní osa 2 „Kvalita života ve městě“ – SC 2.2

Prioritní osa 4 „Veřejná správa“ – SC 4.3

8.4.4 Oblast rozvoje

Služby města

Zdravotnictví a sociální služby

8.4.5 Potenciál využití 5G technologie

Technologie 5G může nabídnout doktorům a lékařům možnost sdílet velmi rychle velké objemy dat, a mít tedy aktuální přístup ke všem potřebným informacím o daném pacientovi. Konceptně je v jiných regionech využíváno právě 5G sítě například pro komunikaci sanitky s nemocnicí, pro vzdálené konzultace, přenos dat před příjezdem do nemocnice nebo například pro využití prodloužené ordinace (sanitní vůz v případě volných kapacit dojíždí do obcí a asistuje s vyšetřením pacientů na dálku podle pokynů vzdáleného lékaře). V tomto ohledu jde zejména o provoz komerční 5G sítě a využití datových sim (může být v režimu sim M2M – IoT tarif, otázka budoucího vývoje cenotvorby 5G).

8.5 Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G

8.5.1 Řešený problém

Jeseník je úspěšným centrem sportu, vyniká zejména v rozvoji běžeckého lyžování a cyklistiky. V rámci gymnázia Jeseník jsou zřízeny i sportovní třídy. Technologie 5G budou využity pro sběr dat ze senzorů umístěných na oblečení sportovců, případně na jejich sportovním náčiní. Tato data budou v reálném čase přenášena na tablet trenérů do specializovaného analytického nástroje vyvinutého Fakultou tělesné kultury UPOL.

Na základě vyhodnocení získaných dat a vizualizace pohybových dovedností bude moci trenér ihned korigovat tréninkový proces sportovců. Mimo pohybová data se budou přenášet i data fyziologická, získaná ze specializovaných senzorů monitorujících fyziologické funkce – tepovou frekvenci, tlak, laktát v krvi apod.

Do budoucna lze očekávat vznik dedikovaného sportoviště (areál naproti společnosti Fenix), kde bude možné testovat a provozovat tato výzkumná řešení s možnou komercializací do budoucna. V případě silného rozvoje může dojít ke zvýšení povědomí o daném sportovišti a vzniku poptávky po pronájmu kapacit daných zařízení.

8.5.2 Cíle záměru

Cílem záměru je zefektivnit tréninkový proces vrcholových a výkonnostních sportovců. Získat v reálném čase objektivní informace o kvalitě tréninkového procesu a pohybových dovednostech jednotlivých sportovců.

V době, kdy je hranice mezi úspěchem a neúspěchem velmi tenká, rozhodují detaily, které mnohdy lidské oko trenéra není schopné postřehnout. Proto se stále více klade důraz na vědecký přístup a datovou analýzu pohybových a fyziologických dat. Právě technologie 5G může nabídnout přímý přenos dat pro vyhodnocení.

8.5.3 Napojení na strategické záměry města

Prioritní osa 1 „Ekonomika města a cestovní ruch“ – SC 1.1, SC 1.2, SC 1.3

Prioritní osa 2 „Kvalita života ve městě“ – SC 2.3

Prioritní osa 4 „Veřejná správa“ – SC 4.3

8.5.4 Oblast rozvoje

Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu

8.5.5 Potenciál využití 5G technologie

Se svým potenciálem nízké latence a zapojení několika tisícovek zařízení se 5G jeví jako ideální technologie pro využití sportovní senzorické sítě pro sledování výkonu sportovců a práci s jejich potenciálem. V tomto ohledu je podstatná zejména dostupnost dané sítě v oblasti očekávaného měření (tréninku). Do budoucna (cca 5 let) lze očekávat cca 70 % pokrytí obyvatelstva, a zároveň 80 % pokrytí území České republiky nejméně jedním operátorem ve standardu 5G.

S ohledem na tento fakt lze očekávat rozšíření schopnosti měření a vyhodnocování dat sbíraných i během tréninků mimo dedikované sportoviště. Tím značně narůstá využitelnost 5G sítí pro navrhovaný záměr.

9 Specifikace dopadů navržených řešení v oblastech rozvoje



9.1 Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník

9.1.1 Fungování města

Primárním cílem energetické komunity je naplnění ekologických cílů, podpora místní komunity, jejího hodnotového nastavení, podpora resilience, podpora rozvoje využití OZE apod. Vznik energetické komunity ve městě mimo jiné napomůže snížení celkové spotřeby energie části města (dané komunity) a podpoří hospodárné zacházení se zdroji. Využívání elektrické energie z OZE je díky EK efektivnější. Pomocí baterií se vykrývá spotřeba ve špičce, zároveň se v nich ukládá jinak jalová elektřina pro budoucí použití.

Pilotní projekt energetické komunity může přinést Jeseníku status pokrokového města jednak samotným proaktivním a inovativním přístupem k testování nových konceptů jako je energetická komunita, ale také jako průkopník testování 5G komunikačních prvků v síti.

Do budoucna lze očekávat v případě pozitivních výsledků možnost rozšíření energetické komunity a benefitů na širší okruh uživatelů města (občanů, podnikatelů, institucí a společností).

9.1.2 Rozvoj podnikatelského prostředí

Samotná přítomnost energetické komunity naváže na již existující inovativní charakter města a umožní zatraktivnit lokalitu pro další podnikatele či společnosti. Koncept energetické komunity může napomoci dalšímu rozvoji technologií, například „chytrých“ domů, baterií, komunikačních technologií a řídicích systémů energetické komunity.

Jeseník se stane pilotním městem co se energetické komunity a správy takové sítě týče a bude průkopníkem tohoto řešení. V případě pozitivních výsledků lze očekávat silnou ambici ostatních podnikatelů zapojit se do této iniciativy, a to jak z hlediska možné úspory nákladů, tak i podílení se na jejím dalším rozvoji.

Vzhledem k využití inovativních řešení 5G (relativně nových řešení) lze očekávat zájem nejen ze strany operátorů pro další testování a rozvoj, ale také DSO, pro které je konektivita přes síť 5G klíčovým krokem do budoucna.

9.1.3 Rozvoj nových vzdělávacích programů

Podstatná je i možnost přenositelnosti tohoto řešení, tedy přenos know-how a do budoucna mentoring/supervize rozvoje dalších energetických komunit. Vznik a pilotování energetické komunity přinese vysoký dopad ve smyslu sdílení závěrů a práce s expertní komunitou. Na vysokých školách mohou vznikat studijní předměty či přednášky zaměřené na problematiku inovací, smart grids, energetiku a podobně. Zájem o výsledky tohoto pilotního projektu lze očekávat napříč odbornou komunitou nejen v rámci ČR, ale i zahraničí.

9.1.4 Zdravotní rizika řešení

Toto řešení žádným způsobem neovlivňuje zdravotní stav zúčastněných i nezúčastněných osob.

9.1.5 Stávající legislativa a její případné změny

Nová evropská legislativa definuje práva nových energetických komunit vycházející ze Zimního energetického balíčku EU a současně také povinnost České republiky tuto novou legislativu implementovat do právního prostředí ČR. V tento moment neexistuje implikace v české právní prostředí, a právě pilot v Jeseníku může napomoci definování pravidel pro fungování energetické komunity.

9.2 Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G

9.2.1 Fungování města

Jeseník patří v oblasti robotiky mezi českou špičku. V soutěžích zaměřených na toto téma je velmi úspěšný také v globálním měřítku. Další rozvoj a využití nových 5G technologií napomůže ještě více zviditelnit lokální gymnázium spolu s městem. Navrhované aktivity umožní vylepšit stávající projekty nebo přinést nové koncepty jako je robotické divadlo, robotický e-sport, autonomní řízení či nové vzdělávací koncepty a způsoby, jak zpestřit výuku.

Testování 5G technologií svými aktivitami přispěje k rozvoji iniciativy eCall. Vzniká zde potenciál spolupráce s institucemi České republiky (například s Odborem kosmických a družicových systémů ministerstva dopravy ČR), ale také světovými hráči v oblasti technologií (například ITS Niedersachsen).

Dalším přínosem těchto aktivit je podpora PR města a regionu jako celku. Region bude atraktivnější pro podnikatele i talentované studenty, což má potenciál zvýšit životní úroveň města.

9.2.2 Rozvoj podnikatelského prostředí

Roboti jsou zejména přidanou hodnotou pro průmysl a případně vznik autonomních vozidel/zařízení, která mohou usnadnit anebo zefektivnit práci. Zde vzniká potenciál možné spolupráce s talentovaným školním týmem. Reálně je možný vznik spolupráce na vývoji autonomních zařízení (například autonomní robotická sekačka na trávu), která je do jisté míry možné testovat spolu s gymnáziem na pozemcích školy.

Existence programu na rozvoj studentů v oblasti programování robotů může přilákat do okolí podnikatele/společnosti s podobnou ambicí, dále také podnítit vznik podnikatelských (start-up) inkubátorů.

9.2.3 Rozvoj nových vzdělávacích programů

S příchodem nových technologií (5G a nové typy robotů) přichází možnost dalšího rozvoje současně vyučovaných předmětů a spolupráce s partnery školy včetně podnikatelských subjektů se specializací na robotiku. Další rozvoj těchto činností pak nabízí možnost silnější spolupráce s podobně zaměřenými školami nejen z tuzemska, ale i EU a celého světa.

Další potenciál je v přenosu technologie do výukových programů, které by se staly pro potenciální studenty atraktivnější. V případě pozitivních ohlasů existuje velmi jednoduchá a nenákladná přenositelnost na jiné instituce.

9.2.4 Zdravotní rizika řešení

Toto řešení žádným způsobem neovlivňuje zdravotní stav zúčastněných i nezúčastněných osob.

9.2.5 Stávající legislativa a její případné změny

Neexistují zásadní dopady stávající legislativy a její případné změny na toto řešení.

9.3 Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů

9.3.1 Fungování města

Záměr cílí na zvýšení bezpečnosti ve vybraných částech města. Monitoring pomocí dronů napomůže předcházet kriminální činnosti a v případě jejího vzniku pomůže s včasným zjištěním této události a následnou identifikací pachatele. Do budoucna lze umožnit návaznou kontrolu dalších oblastí a vybraných částí města. Podstatná je možnost přenositelnosti.

Hlavní dopad projektu je zvýšení bezpečnosti a s tím úzce spojená atraktivita města pro obyvatele a podnikatelské subjekty.

Hlavním prvkem projektu je dron s kamerovým zařízením o vysoké kvalitě. Do budoucna lze uvažovat o použití dronu pro širší spektrum služeb. Příkladem může být pořizování kamerových záznamů z různých městských festivalů a tvorba propagačních materiálů. Průkopníkem bezpečnostního využití dronů je v České republice například město Plzeň. Zde slouží dron jako monitorovací zařízení policie, hasičů a ostatních složek IZS. Nezaměnitelnou přidanou hodnotu mají drony při hledání osob a podobně.

9.3.2 Rozvoj podnikatelského prostředí

Snížená kriminalita zvyšuje všeobecnou důvěru a ochotu podnikat v dané oblasti. Zvýšená bezpečnost napomáhá vzniku nákladných provozů, kde může být krádež materiálu velmi drahou záležitostí. Dron zde působí preventivně, je ale v případě vzniku takové situace nápomocen při rychlém vyřešení případu.

Samotná přítomnost této technologie může být využita podnikatelskými subjekty k jejímu testování, což může zatraktivnit region pro firmy specializující se na technologie a inovace.

9.3.3 Rozvoj nových vzdělávacích programů

S technologií dronů a autonomními navigačními systémy (včetně 5G) lze očekávat propojení nejen v rámci zájmových kurzů, ale v případě gymnázia například napojení na robotickou iniciativu. Vznik dedikovaného středoškolského oboru zaměřeného na technologie, drony, roboty a autonomní dopravu je klíčem k oslovení mladých talentovaných studentů a podniků. V menším měřítku lze uvažovat minimálně o otevření zájmových kroužků a výukových programů na téma technologie.

Již nyní zajišťuje průmyslová škola ve školním roce 2021/2022 pro žáky možnost získávání licencí pro provoz dronů. Jejím ambicí je také v horizontu několika let vybudování dronového centra a možnost využití jeho služeb externími odběrateli, tj. i městem Jeseník.

9.3.4 Zdravotní rizika řešení

Možným negativním vlivem může být hluchost dronů, ve srovnání s výjezdem policie však jde jednoznačně o tišší variantu. Jak bylo zmíněno výše očekává se zejména preventivní povaha tohoto záměru.

Rizikem může být nabourání dronu do okolních překážek, a tedy poškození soukromého nebo veřejného majetku.

9.3.5 Stávající legislativa a její případné změny

Samotný záměr ochrany majetku pomocí autonomně řízených dronů může narážet na několik omezení: pořizování záznamu pro průkaznost kriminality, autonomní řízení dronů a v neposlední řadě rušení nočního klidu.

V tomto ohledu se lze nechat inspirovat u jiných měst či institucí, jenž využívají drony pro bezpečnostní služby soukromé i veřejné (IZS). Podstatné je, zda je možné tento záznam pořizovat a následně využívat pro účely objasnění kriminálního chování. Některá města přišla na způsob, jak tuto problematiku vyřešit. Příkladem může být město Plzeň.

Současná legislativa nedovoluje řízení dronů bez přímého vizuálního kontaktu (na dohled). Z tohoto lze usuzovat, že provoz autonomních dronů bude omezen pouze na případný provoz na dohled nad vlastním pozemkem (v jiném případě lze realizovat navrhovaný semi-autonomní provoz). V tomto ohledu je podstatné usilovat o změnu legislativy a jasně definovat podmínky pro provoz dronu v rámci bezpečnosti a ochrany obyvatel a majetku.

V prozatímní době lze realizovat záměr pomocí řízení na dohled a pouze nad soukromým pozemkem střední školy a areálu společnosti Fenix.

9.4 Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G

9.4.1 Fungování města

Daný záměr zvyšuje dostupnost zdravotnických služeb v regionu. Umožní pacientům podstoupit složitější specializovanou péči v daném regionu, aniž by museli cestovat do nejbližších větších nemocnic jako je Brno, Ostrava nebo Olomouc. Jelikož bude možné za asistence praktického či jakéhokoliv jiného nespecializovaného lékaře provést specializovaná vyšetření a diagnostiku na dálku, dojde k razantnímu zpřístupnění služeb v rámci města.

Rychlé sdílení zdravotnické dokumentace a možnost konzultací se specializovaným lékařem spolu s odbornými vyšetřeními na dálku zvýší dostupnost služeb, zefektivní celý proces a umožní zvýšení kvality těchto služeb. Vysoká kvalita zdravotních služeb je důležitým a v dnešní době téměř nezbytným luxusem, který odráží kvalitu života v dané oblasti. Telemedicína je příležitostí, jak dopřát obyvatelům kvalitní a rychlou zdravotní péči.

Nezanedbatelný je samozřejmě i dopad do vztahů s ostatními institucemi a nemocnicemi. Navázání vztahů a spolupráce s odborníky a specialisty z jiných nemocnic napříč Českou republikou pomůže vybudovat funkční zdravotnický systém založený na odborných znalostech a kvalitní péči.

Navržená fungující řešení implementovaná ve spolupráci s JADECARE a zmíněnými partnery budou sloužit jako jeden z příkladů dobré praxe. Do budoucna lze očekávat silný rozvoj eHealth napříč celým světem. Jeseník má velkou příležitost stát se významným centrem rozvoje inovací v oblasti zdravotnictví

9.4.2 Rozvoj podnikatelského prostředí

Dostatečná a kvalitní péče může udržet občany v daném regionu, a tím zvýšit perspektivu tohoto regionu pro společnosti a podnikatele. Inovativní prostředí může zároveň přilákat společnosti investující do výroby moderních zdravotnických zařízení.

9.4.3 Rozvoj nových vzdělávacích programů

Neexistují zásadní dopady tohoto řešení na tvorbu nebo rozvoj nových vzdělávacích programů.

9.4.4 Zdravotní rizika řešení

V rámci diagnostické činnosti či poradenských služeb na dálku neexistují významná zdravotní rizika. V případě rozvoje vzdálených robotických operací vznikají rizika v souvislosti s technologickým selháním nebo poškozením technického vybavení. Vývoj a implementace těchto zařízení se však v nejbližší budoucnosti neočekává.

9.4.5 Stávající legislativa a její případné změny

Neexistují zásadní dopady stávající legislativy a její případné změny na toto řešení.

9.5 Oblast rozvoje 5: Rozvoj sportu za využití 5G

9.5.1 Fungování města

Monitoring sportovců umožní výrazně zkvalitnit tréninkové aktivity, což vede ke zvýšení výkonnosti daného sportovce. Výkonnostní růst a s tím spojená prestiž místních sportovních družstev může mít pozitivní vliv na růst turismu. Využití technologií při sportu přitahuje pozornost národních i soukromých sportovních institucí, které zde například mohou testovat využití 5G řešení.

Tento záměr zvyšující výkonost sportovců může zvýšit také pravděpodobnost konání větších sportovních akcí, které by nalákaly turisty. Detailní informace o zdravotním stavu sportovců pomohou předcházet zdravotním komplikacím způsobeným nadměrným a nevhodným přetížením organismu.

Do budoucna se očekává vybudování nového sportovního areálu, který může sloužit (jak bylo zmíněno výše) nejen pro místní sportovce, ale také pro ostatní sportovní družstva s ambicí využít nejmodernější technologie 5G pro rozvoj výkonu. Tím vznikne další příjem pro klub a město a dojde k celkovému zvýšení atraktivity lokality.

9.5.2 Rozvoj podnikatelského prostředí

Zvýšená návštěvnost města podpoří vznik nových restauračních a ubytovacích zařízení a přiláká do města nové podnikatele. Rozvoj sportovních aktivit zároveň nabídne prostor pro sponzoring a přidružené podpůrné služby.

9.5.3 Rozvoj nových vzdělávacích programů

Monitoring sportovců umožní studovat jejich výkony a případně navázat tyto informace na statistické studie s cílem rozvíjet sportovní vzdělání. Zároveň se očekává silná spolupráce s vysokoškolskými institucemi.

9.5.4 Zdravotní rizika řešení

Toto řešení žádným způsobem neovlivňuje zdravotní stav zúčastněných i nezúčastněných osob.

9.5.5 Stávající legislativa a její případné změny

Neexistují zásadní dopady stávající legislativy a její případné změny na toto řešení.

10 Ekonomická analýza možných řešení v oblastech rozvoje



10.1 Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník

10.1.1 Návrh vhodných partnerů

Mezi hlavní partnery patří kvůli svému postavení v celém ekosystému zejména Město Jeseník. Důležitou pozici má v tomto projektu také společnost Fenix, která má dlouholeté zkušenosti a úspěchy zejména v energetickém sektoru.

Dalšími přizvanými partnery jsou:

- ČEZ Distribuce – ČEZ Distribuce bude jako vlastník distribuční sítě pronajímat potřebnou část kapacit distribuční sítě pro potřeby energetické komunity
- Vlastníci OZE – firmy či soukromé osoby, které projeví zájem o zapojení se do pilotního testování energetické komunity
- Potenciální odběratelé – občané a společnosti mající zájem odebírat lokálně vyrobenou energii z OZE
- Poskytovatelé flexibilní dodávky elektřiny – firmy s regulovatelnou výrobou elektřiny, které mohou napomoci vykrýt výkyvy výroby/spotřeby
- Poskytovatelé výkonů z bateriových úložišť či kogenerace – pro účely vykrývání špiček spotřeby
- Telekomunikační partner nabízející 5G spojení – v tomto ohledu se nabízí zejména možnost spolupráce s partnerem projektu 5G pro 5 měst ve městě Jeseník

10.1.2 Předpokládané financování

Předpokládaná finanční náročnost bude řádově v nižších desítkách milionů korun (cca 25.000.000 Kč). Co se týče technologie 5G, očekává se zejména spolupráce partnera projektu, který bude mít možnost otestovat si reálný dopad provozu v rámci energetické komunity, tedy podružného měření, a své poznatky aplikovat na obdobné témata – například AMM měření nebo smartgrid technologie.

V současnosti existuje potenciál financování projektu z dotačních zdrojů a dalších možných zdrojů v režimu PPP. Žádoucí by bylo případné spolufinancování ze strany státu ve věci potřebné technologie 5G sítě.

10.2 Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G

10.2.1 Návrh vhodných partnerů

Mezi hlavní partnery patří zejména Gymnázium Jeseník. Tato instituce má dlouholeté zkušenosti a množství úspěchů v oblasti robotiky.

Další přizvaní partneři jsou:

- SPŠ Jeseník – Synergický efekt v případě realizace projektů autonomních dronů, robotických a dronových výukových plánů
- Telekomunikační partner nabízející 5G spojení – v tomto ohledu se nabízí zejména možnost spolupráce s partnerem projektu 5G pro 5 měst ve městě Jeseník
- Další instituce – mezi další spolupracující vzdělávací instituce je navržena Univerzita Palackého Olomouc a Univerzita Komenského Bratislava

10.2.2 Předpokládané financování

Předpokládaná finanční náročnost bude řádově v jednotkách až nižších desítkách milionů korun (cca 12.000.000 Kč).

Ačkoliv zde existuje možnost spolupráce s partnerem projektu Vodafone, bez dodatečných finančních zdrojů nebude možné tento záměr realizovat. Partneři projektu jsou připraveni na případnou spoluúcast. Majorita nákladů je však v tento moment bez případného donora nepokryta.

10.3 Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů

10.3.1 Návrh vhodných partnerů

Mezi partnery projektu patří zejména tyto strany:

- Střední průmyslová škola Jeseník – jakožto držitel technologie a jeden z hlídaných/testovacích objektů
- Město Jeseník
- Technické služby Jeseník, a.s.
- Městská policie Jeseník – vzhledem k povaze ochrany majetku je spoluúčast městské policie zásadní
- Telekomunikační partner nabízející 5G spojení – v tomto ohledu se nabízí zejména možnost spolupráce s partnerem projektu 5G pro 5 měst ve městě Jeseník

Potenciálním mentorem projektu by mohlo být město Plzeň, které má k dispozici drony v současnosti provozované za účelem zvýšení bezpečnosti a ochrany majetku a občanů. Podstatná je i jejich zkušenost s legislativními aspekty provozování daného řešení – pořizování záznamů, jejich další využití a samotné řízení dronů.

10.3.2 Předpokládané financování

Předpokládaná finanční náročnost bude řádově v jednotkách milionů korun (cca 4.000.000 Kč).

V tomto ohledu je vitální identifikovat potenciální partnery či finanční zdroje pro definovaný záměr. Možnou synergií může být využití nejen pro ochranu zdraví a majetku, ale případně také pro střední školu v rámci výuky nebo město Jeseník v rámci potřeby adhoc monitoringu okolí.

10.4 Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G

10.4.1 Návrh vhodných partnerů

Mezi hlavní partnery patří zejména město Jeseník a nemocnice Jeseník (Skupina Agel).

Další přizvaní partneři jsou:

- Praktičtí lékaři, specialisté
- Krajská zdravotní záchranná služba
- Nemocnice Jeseník (Skupina AGEL)
- Poskytovatelé sociálních služeb
- Oscar Senior
- Telekomunikační partner nabízející 5G spojení – v tomto ohledu se nabízí zejména možnost spolupráce s partnerem projektu 5G pro 5 měst ve městě Jeseník

Mimo region je mnoho dalších partnerů, kteří mají v JADECARE určitou roli: Fakultní nemocnice Olomouc, kraj, zdravotní pojišťovna, zástupci Společnost praktických lékařů ČLS JEP, experti. Projekt je v gesci Ministerstva Zdravotnictví.

10.4.2 Předpokládané financování

Tento navrhovaný záměr má již zajištěnou část financování. Celkové náklady jsou odhadovány na cca 7 mil. Kč s rozpadem na následující:

- 1 mil. Kč – náklad pro region na smlouvy se zainteresovanými subjekty,
- 3 mil. Kč. na vybavení pro účely komunikace a případně vyšetření a
- Cca 3 mil. Kč. na měkké výdaje.

Projekt mu silnou podporu ze strany iniciativy/projektu JADECARE a aktivních partnerů (například nemocnice Jeseník).

10.5 Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G

10.5.1 Návrh vhodných partnerů

Mezi partnery projektu patří zejména tyto strany:

- Fenix Ski team Jeseník,
- Force team Jeseník
- Gymnázium Jeseník – sportovní třídy
- Vlastivědné muzeum Jeseník
- Fakulta tělesné kultury UPOL
- Telekomunikační partner nabízející 5G spojení – v tomto ohledu se nabízí zejména možnost spolupráce s partnerem projektu 5G pro 5 měst ve městě Jeseník

V případě rozvoje projektu lze do budoucna očekávat partnery napříč širokou sportovní komunitou, aplikace tohoto rozvojového záměru je přínosná pro většinu sportovců.

10.5.2 Předpokládané financování

Předpokládaná finanční náročnost bude řádově v jednotkách milionů korun (cca 6.000.000, - Kč). Podstatná je možnost spolufinancování, tedy zajištění zdrojů na rozvoj 5G technologie tak, aby byla po partnerech projektu požadována pouze spoluúčast na financování projektu. Jejich účast je zejména v rovině vývoje, testování a pilotování provozu.

11 Harmonogram navržených řešení a klíčové aktivity



11.1 Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník

Pro úspěšné splnění cílů záměru je potřeba realizovat následující aktivity:

1. Identifikace potenciálních členů energetické komunity jak na straně výroby, tak na straně spotřeby, kteří se přidají k městu Jeseník a firmě Fenix a budou mít ambici spolupracovat v rámci EK.
2. Identifikace potřebných systémů, jejich designu a nákup (řídících systémů) pro účely energetické komunity, včetně:

- Smart Grid Controller
- CRM / fakturovací systém
- Telekomunikační systém 5G (ve spolupráci s partnerem projektu Vodafone a dalšími partnery záměru)

3. Instalace Smart Měřičů vybavených 5G komunikací (možnost spolupráce s Vodafone) u partnerů projektu generujících spotřebu/výrobu energie či pracujících s jejím uchováním.

4. Provoz a sledování energetické komunity zřízením Operátora EK (bude zřízen Operátor EK, který bude mít na starost zejména provozní zajištění celé komunity, včetně sledování a vyhodnocení pilotního projektu).

5. Na závěr pilotní doby bude vytvořen následující set dokumentu (Studie, souhrn a dokumentace výsledků projektu) pilotního projektu. Tento set poslouží zejména pro účely nastavení regulace EK a bude sloužit jako ukázkový model fungování EK. Dokumenty budou zpracovány v rozsahu:

- Analýza dat (analýza dat spotřeby, výroby a uchování energie, včetně srovnání se scénářem bez provozování EK – vznik vyšších nákladů, vznik jalové elektřiny, neregulace spotřeby)
- Rozbor chování partnerů (definice jejich specifik a dopadů na provoz EK)
- Zodpovězení otázek z cíle záměru
- Doporučení pro budoucí rozvoj EK a prezentace zásadních zjištění formou good practice

Z titulu samotného harmonogramu lze očekávat realizaci definice cílového konceptu do března 2021 (s možným prodloužením do dubna 2021) a poté realizaci samotného záměru do prosince 2021. V návazném roce lze očekávat cca 3měsíční testování s následným vyhodnocením a vytvořením závěrečných dokumentů.

11.2 Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G

Harmonogram projektu je silně závislý na konečném způsobu financování a úspěšném zajištění finančních prostředků spolu s nastavením způsobu spolupráce s technologickým partnerem Vodafone. V rámci rozvoje robotiky je pro úspěšné splnění cílů podstatné realizovat následující klíčové aktivity:

- Vytvoření 5G kampusové sítě v robotické laboratoři Gymnázia Jeseník.
- Pořízení komunikačních modulů 5G pro autonomní roboty a autonomní vozítko.
- Pořízení nástrojů na snímání obrazu ve vysoké kvalitě a jeho přenos v reálném čase.
- Identifikace a úprava vhodných výukových nástrojů pro zapojení robotů do výukového procesu.

Nad rámec budou samozřejmě aktivity spojené s nastavením a kalibrací kampusové sítě, dále zapojením a nastavením komunikačních 5G modulů pro autonomní roboty a vozítko, důležité bude také nastavení a instalace nástrojů pro snímání obrátu a nastavení způsobů a frekvence přenosu v reálném čase (kvalita). Nedílnou součástí bude navržení způsobu využití robotů ve výuce a návrh celkové koncepce vzdělávání tímto způsobem (buď pro případ široké aplikace, nebo dílčí aplikace několika témat).

11.3 Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů

Potřebné kroky pro úspěšnou realizaci tohoto záměru jsou popsány jen zkráceně, podstatný je fakt možné legislativní bariéry samotného záměru, kterou je potřeba dále komunikovat. V případě realizace záměru bude potřeba:

- Vytvoření strategického konceptu fungování celého řešení
- Nastavení platformy pro řízení a sdílení informací
- Pořízení modulární (například AXIOM) platformy s modulem inteligentního kamerového a video management systému,
- Zajistit systém bezpilotního fungování konceptu ochrany zdraví a majetku pomocí dronů
- Napojení na externí senzoriku pro ochranu zdraví a majetku areálu školy a města využívající bezdrátovou technologii 5. generace.

- Definování zodpovědností a provozních pravidel pro řešení bezpilotních dronů

11.4 Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G

Cílem projektu je ověřit funkčnost několika potenciálních řešení, která zefektivňují zdravotní péči. Klíčové aktivity nutné pro jejich spuštění jsou:

- Sdílení elektronického zdravotnického záznamu/zdravotnické dokumentace nemocnicemi (FNOL - NEM. JESENÍK, případně další PSZ v Jeseníku) s využitím nově vytvářené integrační platformy Ol. Kraje (FNOL), 5G mobilní přístup profesionálů (lékařů) k záznamům, např. přes tablet
- Zajištění přístupu občanů k osobnímu zdravotnímu záznamu (PHR) skrze mobilní zařízení
- Telemedicínské intervence a jejich integrace do zdravotní péče o pac. s vybranými chronickými chorobami (např. diabetes, CHOPN, kardio a další)
- Telekonzultace případů mezi praktickým lékařem v Jeseníku a specialistou ve FNOL (mobilní, např. u pacientů v domech pro seniory)
- Telekonzultace pacientů s jejich lékaři v Jeseníku. (mobilní, tablet)
- Vzájemná komunikace pacientů – sdílení poznatků, podpora, soc. sblížení (mobilní)

V rámci JADECARE se plánuje návrh daných intervencí zejména po stránce organizační, medicínské a technicko-koncepční včetně zajištění jejich udržitelnosti, přičemž je možné díky souběhu aktivit již v průběhu tohoto projektu ověřit systém i v praxi s pacienty.

Z titulu samotného harmonogramu lze očekávat realizaci definice cílového konceptu do března 2021 (s možným prodloužením do dubna 2021) a realizaci samotného záměru do prosince 2021. V návazném roce lze očekávat cca 3měsíční testování s následným vyhodnocením a vytvořením závěrečných dokumentů.

11.5 Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G

Oblast Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G se soustředí zejména na využití 5G technologie pro sportovní účely, očekává se však přímý vliv na turismus a cestovní ruch jako takový. Cílem je podstoupení následujících kroků tak, aby bylo možné záměr realizovat:

1. Vytvoření společného projektového týmu;
2. Výběr vhodných lokalit pokrytých signálem 5G;
3. Vývoj a výroba pohybových a fyziologických senzorů kompatibilních se sítěmi 5G;
4. Instalace analytického nástroje na HW s 5G modulem;
5. Testovací provoz;
6. Produkční provoz;
7. Vyhodnocení projektu;
8. Prezentace výstupů projektu na odborných fórech.

V tento moment je projekt ve fázi zajištění dostatečných finančních prostředků, samotná realizace je na této aktivitě závislá. Důležitá je spolupráce výzkumné laboratoře tělesné výchovy. V případě realizace záměru lze očekávat až 3 měsíce trvající fázi realizace prvních dvou bodů, přičemž souběžně může probíhat bod 3 a 4, u kterých očekáváme dobu trvání kolem 6 měsíců. Následuje měsíční testovací provoz a poté produkční provoz alespoň 3-5 měsíců (v závislosti na sezóně). Na závěr proběhne hodnocení projektu a prezentace výstupů. V případě plné funkčnosti řešení se počítá s využitím technologie v soukromém sektoru, zejména u vrcholových sportovců.

12 Analýza rizik v oblastech rozvoje



12.1 Všeobecná rizika 5G technologií

12.1.1 Obecné

Fake News

Velkým tématem souvisejícím s rozvojem moderních technologií jsou Fake News, které způsobují nedůvěru a odmítavost obyvatel k těmto pokrokovým řešením. Negativní informace o technologiích často nejsou postaveny na faktech a jejich šíření skrze sociální sítě je založeno na neznalosti čtenářů. Ukázkou jsou například kritika 5G sítí nebo antivakcinační iniciativy, které v souvislosti s pandemií Covidu-19 zpomalují snahy států o znovuootevření ekonomik.

Síla dezinformačních portálů a webů byla patrná zejména na jaře tohoto roku, kdy se lidé po celém světě rozhodli poškodovat drahou infrastrukturu vybudovanou pro 5G sítě. Jejich záminkou byla celosvětově se šířící teorie o škodlivém záření, kdy zdrojem jsou vysílače 5G signálu. Například obyvatelé Jeseníka ve strachu z 5G sítí podepisovali petici na zrušení plánovaného testování této sítě.

V tomto ohledu je nutné zejména pracovat s informacemi, předávat je občanům buď formou odborných či neodborných diskusí, nebo publikací v místních oběžnících. S příchodem realizace navrhovaných záměrů v oblasti 5G je očekávána další vlna kritiky ze strany obyvatel města. Je proto potřeba trpělivě pracovat s veřejným míněním a informacemi.

Dodavatelé zařízení

5G technologie je stále ve vývoji. Operátoři již implementují první řešení pomocí NSA technologie na přechodnou dobu v pásmech 1800 a 2100 MHz. Toto řešení přináší „ochutnávku“ 5G, ale samotnou možnost maximálního využití služeb získají klienti v momentě implementace plného SA 5G řešení. V tomto ohledu je nutné zejména brát ohled na rozmanitost dodavatelů (mitigace vendorlock) a zajištění interoperability (například pomocí OpenRan). Zároveň existují pouze pilotní zařízení, samotní operátoři prochází fází testování nových technologií a modemů. Samotný vznik sériové výroby, a tedy i zlevnění zařízení vznikne v momentě, kdy se začne ukotvovat spektrum služeb, které budou na síti poskytovány a přinášet monetizaci investic do 5G sítí.

12.1.2 Bezpečnost

Dodavatelé řešení

Jedním ze zásadních témat ve spojitosti s 5G sítěmi je riziko spojené s dodavateli zařízení. Ve světě dochází k razantním krokům jako například ve Velké Británii, kde došlo ke striktnímu omezení dodavatelů síťových prvků. Pro výstavbu nové 5G sítě zakázali použití zařízení od společnosti Huawei a zároveň nařídili odstranění již instalovaných zařízení od této společnosti.

K podobné iniciativě směřuje i jeden se strategických bodů 5G EU Toolboxu, který jasně vyzývá k vydání nejvyššího politického stanoviska ke svému opatření SM03 ohledně rizikových dodavatelů. Samotné stanovisko je nutné předložit Bezpečnostní radě státu. Pan Karel Řehka (ředitel Národního úřadu pro kybernetickou a informační bezpečnost) uvedl: „Některé varianty vyžadují i změnu legislativy. Dokud ale nebude návrh hotov, nechci zacházet do podrobností.“¹²

5G EU Toolbox

Relevantním dokumentem na úrovni EU je zejména dokument *EU toolbox on Cybersecurity*, který si klade za cíl koordinovaný přístup EU ke kyberbezpečnosti ve spojení zejména se sítěmi 5G. Dokument identifikuje hlavní rizika jak na úrovni strategické, tak technické a dále nabízí vedení pro výběr a prioritizaci opatření na národní a EU úrovni mitigace rizik. Cílem je zavedení robustní a adekvátní kyberbezpečnosti napříč EU ve spojení s 5G. Dokument má osm strategických opatření a jedenáct technických opatření.

Citlivá data a kyberbezpečnost

¹² Zdroj: https://www.lidovky.cz/domov/nemocnice-se-museji-lepe-chronit-rika-sef-uradu-pro-kybernetickou-bezpecnost-rehka.A201218_220630_in_domov_lihem

Jedním z podstatných aspektů je plnění povinností daných zákonem (181/2014 Sb.) a vyhláškou o kyberbezpečnosti (č. 82/2018 Sb.). O to podstatnější je fakt daný prohlášením v souvislosti s kritickou informační infrastrukturou. Na základě prohlášení, které lze opětovně spatřovat například v rozhovoru s panem ředitelem Řehkou¹³ lze očekávat vnímání 5G sítě jakožto sítě kritické informační infrastruktury. Ve spojitosti s definováním správce a provozovatele KII (typicky pomoci OOP vydané relevantní institucí) lze očekávat zvýšené požadavky na plnění kybernetické bezpečnosti (jak z titulu zákona tak vyhlášky kybernetické bezpečnosti).

12.1.3 Dostupnost služby

V případě 5G bude hrát významnou roli právě dostupnost služeb, tedy pokrytí území, a to nejen v kvalitě handoverů, ale zejména při využívání nových služeb. V případě komplexních řešení jako například autonomní doprava je téměř 100 % dostupnost služeb nezbytná. Při využití služeb technologií 5G pro účely například provozu AMM/Smart grid komunikačních toků bude ze své podstaty KI a KII hrát významnou roli právě neustálá dostupnost služeb pro možnost řízení ze strany DSO.

Samotná dostupnost služeb je silně závislá na případné výstavbě nových budov, přírodních překážkách a podobných aspektech, které způsobují zásadní rušení signálu, a je tedy důležité v případě plánování sítě využít dynamických modelů pracujících s těmito překážkami.

12.1.4 Kvalita služby

Kvalita služeb může být do určité míry ovlivněna samotným způsobem výstavby 5G sítě. Ačkoliv jsou oba modely NSA a SA 5G sítě co do kvality služby několikanásobně lepší než technologie 4G, právě implementace SA 5G řešení, zajištění DSS a Virtualizace přinese signifikantní nárůst ve kvalitě a variabilitě koncových služeb.

12.2 Rizika spojená s daným realizačním záměrem

12.2.1 Oblast rozvoje 1: 5G Energetická komunita Jeseník

Dostatečný signál

Pro zajištění bezproblémového provozu a možnosti řízení sítě (podstata konceptu SmartGrid) je nutná vysoká dostupnost služeb v dané lokalitě výskytu podružného měření (případně přístrojů AMM, koncentrátorů AMM, řízených baterií, chytrých DTS a podobně). V tomto ohledu je nutné zohlednit možnou potřebu dodatečného měření kvality signálu a zajištění dostatečných SLA pro eliminaci případného rušení.

Je nutné podotknout, že operátoři již mají zkušenosti s poskytováním těchto služeb národním DSO, a jsou si tedy vědomi požadavků a typických potřeb energetického odvětví.

Dostatečná bezpečnost

V návaznosti na požadavky dostupnosti služby lze očekávat zejména vysoké požadavky na bezpečnost dané služby. Z titulu provozování DSO služeb jde o provoz KII, a je tedy podstatné dodržovat zásady dané zákonem a vyhláškou o kyberbezpečnosti. I zde platí již existující zkušenosti MNOs s poskytováním těchto služeb. MNOs již nyní poskytují komunikační služby DSO, kdy musí splňovat zvýšené bezpečnostní požadavky.

Existence adekvátní technologie

Možným úskalím může být existence dostatečně výkonných a vhodných zařízení. Samotné 5G je relativně čerstvou technologií, a existence například 5G modulů pro přenos kamerového záznamu nebo řízení dronů je značně omezená. V oblasti energetiky lze očekávat pozitivnější výsledky, jelikož jde o povinnost rozšiřovat AMM měření – existuje zde tedy silný driver vývoje těchto zařízení. I tak je podstatné vnímat možné riziko existence omezeného množství vhodných zařízení pro podružné měření.

¹³ Zdroj: https://www.lidovky.cz/domov/nemocnice-se-museji-lepe-chronit-rika-sef-uradu-pro-kybernetickou-bezpecnost-rehka.A201218_220630_in_domov_lihem

12.2.2 Oblast rozvoje 2: Rozvoj robotiky pomocí 5G

Správné nastavení 5G privátní sítě – bezpečnost

Podstatnou otázkou bezpečnosti je korektní nastavení 5G sítě využívané pro testování a programování autonomních robotů tak, aby nemohlo dojít k porušení bezpečnosti a zneužití sítě pro vstup například do školní sítě. Současně je podstatná ochrana zdrojů tak, aby nemohlo dojít k poškození zařízení nekorektním ovládním například někým „z venku“.

Partner projektu Vodafone, má rozsáhlé zkušenosti s rozvojem privátních IoT sítí a lze v tomto ohledu očekávat jeho expertní vstup a možnou pomoc s nastavením sítě pro maximální bezpečnost. Další důležitým prvkem může být případné oddělení sítě tak, aby nebylo možné přes jednu síť (5G robotická síť) vstoupit do další sítě (školní síť).

Finanční zdroje

Vysoké riziko v současnosti spatřujeme zejména v otázce financování. Ačkoliv jde o činnost rozvíjející jak technologii 5G, tak vzdělávání, není v tento moment zajištěn dostatek finančních zdrojů pro projekt. Samotná realizace projektu je v tomto ohledu značně ohrožena.

Partneři a gestoři projektu jsou připraveni spolupodílet se na financování a spolupráci na projektu, hlavní část rozpočtu je však momentálně nezajištěna. V tomto ohledu je adekvátní vyhradit městům z iniciativy 5G pro 5 měst co nejrychleji část financí právě pro testování konceptu technologie 5G. Důležitým aspektem je i rychlost realizace případného programu podpory, a to z důvodu končícího mandátu ambasadorů/zástupců jednotlivých měst a celkově iniciativy 5G pro 5 měst.

12.2.3 Oblast rozvoje 3: Ochrana zdraví a majetku pomocí dronů

Dostatečná bezpečnost

Klíčové je pro tento záměr zejména korektní nastavení celého ekosystému dronové ochrany majetku a zdraví v kombinaci se senzorickou sítí. Je podstatné mít dostatečně robustní a bezpečné řešení, aby v případě fungování autonomního pohybu dronu nedošlo k nehodě či podobnému incidentu, který by způsobil škodu na majetku či újmu na zdraví. Stejně tak je podstatné mít celý ekosystém řízení dronu zabezpečený proti kyberútokům a jiným typům intervence do systému.

Finanční zdroje

Vysoké riziko v současnosti spatřujeme zejména v otázce financování. Ačkoliv jde o činnost rozvíjející jak technologii 5G, tak celkově služby města občanům (bezpečnost města), není v tento moment zajištěn dostatek finančních zdrojů pro projekt a samotná realizace projektu je v tomto ohledu značně ohrožena.

Partneři a gestoři projektu jsou připraveni spolupodílet se na financování a spolupráci na projektu, hlavní část rozpočtu je však momentálně nezajištěna. V tomto ohledu je adekvátní vyhradit městům z iniciativy 5G pro 5 měst co nejrychleji část financí právě pro testování konceptu technologie 5G. Důležitým aspektem je i rychlost realizace případného programu podpory, a to z důvodu končícího mandátu ambasadorů/zástupců jednotlivých měst a celkově iniciativy 5G pro 5 měst.

Legislativní překážky

Legislativní překážky jsou komunikovány v předchozích kapitolách. Existuje zde riziko spojené s legislativou, které by mohlo ohrozit realizaci celého záměru. Jde zejména o omezení autonomního řízení dronu, řízení dronu mimo dohled ovládající osoby a využití záznamu dronu pro účely vyšetřování ze strany Policie ČR. Možností je zde provoz semi-autonomních dronů Policií ČR.

12.2.4 Oblast rozvoje 4: Zdravotní péče s využitím sítě 5G

Bezpečnost citlivých dat

V návaznosti na požadavky dostupnosti služby lze očekávat zejména vysoké požadavky na bezpečnost dané služby z titulu přenosu citlivých dat o lékařském stavu pacientů. Zároveň lze očekávat již od „základu“ vysoké kybernetické standardy 5G sítě kvůli zavedení 5G sítě pod kritickou informační infrastrukturu, jak indikuje NUKIB.

Základem je přinejmenším šifrování provozu a ochrana vůči kybernetickým útokům, což je ale už v současnost aktuálním tématem nemocničních zařízení.

12.2.5 Oblast rozvoje 5: Rozvoj a podpora cestovního ruchu a sportu za využití 5G

Vysoká dostupnost služeb – geograficky

Ruku v ruce s navrženým řešením jde zejména potřeba dostatečného pokrytí, jak bylo avizováno již v části popisující kroky realizace projektu. V tomto ohledu je podstatně zajistit dostatečnou dostupnost signálu 5G na trasách a místech, kde lze očekávat využívání sportovních 5G doplňků pro zlepšení výkonu. Do budoucna lze sice očekávat zajištění vysoké dostupnosti 5G signálu na většině území, jelikož aukční podmínky spojené s dražbou 5G kmitočtů takto udávají závazek operátorovi, je však podstatné v momentě využívání služeb mít pokryté hlavní sportovní areály a případně přírodní a jiné trasy.

Finanční zdroje

Vysoké riziko v současnosti spatřujeme zejména v otázce financování. Ačkoliv jde o činnost rozvíjející jak technologii 5G, tak sportovní aktivity, není v tento moment zajištěn dostatek finančních zdrojů a samotná realizace projektu je v tomto ohledu značně ohrožena.

Partneři a gestoři projektu jsou připraveni spolupodílet se na financování a spolupráci na projektu, hlavní část rozpočtu je však momentálně nezajištěna. V tomto ohledu je adekvátní vyhradit městům z iniciativy 5G pro 5 měst co nejrychleji část financí právě pro testování konceptu technologie 5G. Důležitým aspektem je i rychlost realizace případného programu podpory, a to z důvodu končícího mandátu ambasadorů/zástupců jednotlivých měst a celkově iniciativy 5G pro 5 měst.

Potenciál růstu turismu – připravenost okolních institucí

Riziko lze spatřit, v případě pozitivních dopadů tohoto záměru, v připravenosti městské infrastruktury na růst turismu. Na základě výsledků lze případně očekávat poptávku dalších sportovních klubů po využití technologií a sportovišť s prvky 5G. V tomto případě bude potřeba navýšení ubytovacích a stravovacích kapacit. V případě úspěšné implementace technologických řešení lze, vzhledem k umístění Jeseníku, očekávat příliv zahraniční klientely.

13 Senzorická síť



13.1 Úvod

Senzorická síť je žádanou součástí městské/metropolitní sítě. Jde o relativně jednoduché napojení senzorů, které generují datové toky a ty jsou dále analyticky vyhodnocovány a používány různými způsoby a různými zařízeními. Mezi nejzákladnější řešení patří

- **City management**
- **Waste management**
- **Chytré řízení dopravy**
- **Chytrý přechod**
- **Environmental management**
- **Přecházení kriminality a její monitoring**
- **Parkovací senzory**

13.2 Technologické řešení senzorů

V rámci konceptu vytvoření senzorické sítě ve Městě Bílina byla zpracována detailní analýza jednotlivých technologií umožňujících monitoring dat jako například počet chodců, cyklistů, vozidel a další. V tomto textu je rozebrána zejména podrobná analýza chodců/občanů, obdobné řešení pak existuje pro zmíněné cyklisty, vozidla a další. Jednotlivé identifikované technologie lze rozřadit na 3 typy, a to následovně:

- využití WI-FI senzorů v kombinaci s GSM senzory a senzory měřícími demografii
- využití senzorů na bázi infratechnologie, laserových technologií a indukčních smyčkách
- skrze pokročilou analýzu kamerových záznamů.

Do jednotlivých typů spadají následující technologie:

- WIFI
- GSM
- pyroelektrická
- infratechnologie
- laserová technologie
- indukční smyčky
- technologie pokročilých analýz videa.

Identifikované technologie jsou dále rozepsány dle jejich technických a aplikačních parametrů, včetně výhod a nevýhod. V návaznosti na zjištění ostatních kapitol, a to zejména na základě doporučeného telekomunikačního řešení, umístění současných kamer, a jiných zařízení, vznikne v závěru této kapitoly vyhodnocení vhodnosti jednotlivých senzorů pro využití ve městě Bílina.

13.3 WIFI

13.3.1 Popis

Prvním zkoumaným typem senzoru je Wi-Fi senzor IEEE 802.11 s SDR (Software-Defined Radio). Tento senzor, fungující právě na protokolu IEEE 802.11x (stejný protokol, který používají telefony Android i Apple pro zlepšení lokalizace), pasivně snímá datové komunikace v rozsahu typicky okolo 150 m, s tím že jsou přizpůsobeny pro venkovní využití. Tento rozsah není vždy fixní a existují i modely u kterých lze vzdálenost rozsahu senzorů korigovat.

Cílem senzoru je v daném rozsahu snímat počet zařízení v dané lokalitě, čímž umožní relativní odhad počtu osob v daném perimetru. Provoz senzoru vyžaduje připojení jak do elektrické sítě (případně využití baterie), tak připojení Ethernetu. Zde existuje právě návaznost na budování 5G sítí, které umožní napojit větší počet takovýchto senzorů na jeden přijímač. Životnost senzorů se dle výrobců pohybuje okolo 5 let.

Velký vliv na funkčnost senzorů má zejména aktivita uživatelů, respektive je-li dané zařízení v rámci perimetru aktivně používané uživatelem, je míra detekce zařízení zvýšená až o zhruba desetinásobek. Výsledná míra detekce je pro neaktivní zařízení jednou za minutu, kdežto aktivní zařízení lze detekovat právě až desetkrát. Detekce zařízení pouze jednou za minutu znamená, že jednotlivé senzory musí pokrývat dostatečnou vzdálenost. Minimální vzdálenost rozsahu senzorů je definována jako zhruba 83 metrů. V případě, že senzor pokrývá menší oblast, může se stát, že daný chodec či cyklista vstoupí a opustí perimetr před započtením zařízení. Pro lokalizaci jednotlivých

zařízení, je nutné oblast pokrýt alespoň třemi senzory, a to v trojúhelníkovém nastavení, čímž se umožní využití triangulace.

Senzory by z hlediska přesnosti neměly být umístěny v oblastech s výskytem veřejné dopravy. V případě, že v rozsahu senzoru pravidelně projíždí tramvaj či autobus, se může stát, že zařízení cestujících budou započtena, a reálný počet lidí v oblasti bude zkreslený.

13.3.2 Výhody

V rámci možností se jedná o relativně levnější variantu monitoringu (cca 2–3 tis. Kč pronájem senzoru na měsíc), která je ideální zejména v menších oblastech, respektive 100–150 m. Tento kratší rozsah umožňuje přesnější informace, respektive lze spočítat počet procházejících osob na úrovni ulice oproti monitoringu větší oblasti. Využití senzoru je dále optimální v oblastech, kde se procházející lidé zdržují delší dobu, respektive čistě neprocházejí a umožní tak přesné započtení.

13.3.3 Nevýhody

Základní nevýhodou celého systému je závislost na mobilních zařízení (či zařízení s Wi-Fi). Počítání zařízení vytváří značný počet nepřesností, počínaje s opakujícím se započtením jednotlivců s více než jedním zařízením či naopak nezapočtením jednotlivců bez telefonního zařízení. Za druhou nevýhodu lze považovat takzvané stínění, respektive nepravidelné rušení signálu mezi zařízením a senzorem. Této nevýhodě se dá zabránit pomocí správného umístění senzorů tak, aby v oblasti měření byl co nejmenší počet objektů, či stromů snižujících sílu signálu. Další komplikací je zajištění GDPR, do kterého spadá právě sledování MAC adres jednotlivých zařízení. Shromažďování a nakládání s GDPR informacemi musí být dle zákona patřičně zabezpečeno a zdokumentováno.

13.4 GSM

13.4.1 Popis

Druhým zkoumaným senzorem je GSM senzor, který dokáže zachytit komunikaci zařízení se základnovou stanicí, a to na základě identifikace kódu IMSI, který je unikátní pro jednotlivé SIM karty. GSM senzor tak pomocí tohoto kódu spočítá počet unikátních kódů v oblasti s tím, že navíc dokáže zjistit informace o dané SIM kartě, respektive zemi původu, včetně operátora. Tato přidaná funkcionalita dokáže například sledovat počet mezinárodních turistů v oblasti, včetně identifikace nejčastějších národností. Tyto informace se dají využít například k optimalizaci oblasti pro jejich spokojenost.

Dosah těchto GSM senzorů je typicky zhruba 1 km s tím, že při správném umístění na vyvýšené místo s malým počtem rušících prvků lze dosáhnout až 5 km rozsahu. Tento rozsah a samotná technologie neumožňuje velkou přesnost v rámci lokalizace a z toho důvodu není například vhodná pro určení směru chodce či jiných směrových a precizních lokalizačních využití.

Stejně jako u Wi-Fi senzorů je i u GSM senzorů nutné zajistit aktivní připojení do Ethernet sítě, a zároveň zajistit dostatečné napájení. Zapojený senzor pak bezpečně pomocí Virtual Private Cloud (VPC) přenáší anonymní data na centralizovaný server.

13.4.2 Výhody

Jednou z hlavních výhod GSM senzorů je opětovná možnost identifikace zařízení, respektive systém rozpozná unikátní zařízení právě díky IMSI kódu i při opětovném navštívení prostoru, což umožňuje vytvářet statistické analýzy návštěvnosti. Součástí této výhody je již zmíněná možnost monitoringu jednotlivých národností, včetně četnosti operátorů.

Druhou výhodou je velký rozsah samotného senzoru, který umožňuje pokrýt značné části města či oblasti, a tudíž pro základní monitoring rozšířené oblasti není třeba větší množství senzorů. To může být výhodou například v situacích, kdy zajištění konektivity pro větší počet senzorů není jednoduše proveditelné. Jednoduše řečeno připojení jednoho senzoru do Ethernetové sítě je daleko jednodušší než připojení rozsáhlé sítě senzorů.

13.4.3 Nevýhody

Mezi nevýhody GSM senzorů patří opět závislost systému na počtu zařízení, nikoliv na reálném počtu lidí. V tomto případě by však nemělo docházet k tak vysokým nepřesnostem jako u Wi-Fi senzorů, jelikož se dá očekávat, že lidé běžně nevyužívají SIM karty pro každé své zařízení.

Druhou nevýhodou je nepřesnost senzorů z pohledu lokalizace a směrovosti, čímž mizí možnost využití některých funkcionalit. Lokalizace lze zajistit za využití více senzorů v jedné lokalitě, ovšem vzhledem k nákladnosti jednotlivých GSM senzorů se toto nejeví jako optimální řešení. Cena je tedy další nevýhodou, tedy alespoň v porovnání s Wi-Fi senzory (vnímanou nevýhodou může být relativně nákladné řešení za 30-50 tis. Kč měsíčně). V neposlední řadě má na přesnost senzorů opět značný vliv stínění, které může znamenat snížený dosah signálu a nepřesnosti v rámci statistik.

13.5 Pyroelektrická

13.5.1 Popis

Další možností monitoringu počtu lidí v dané oblasti je za využití Pyroelektrických snímačů neboli tepelných senzorů, které za pomoci zkoumaného tepelného pole poznají a započítají průchod osoby.

Systém reaguje pouze a přímo na tepelný zdroj a nepozná tak způsob průchodu tepelným polem, jinými slovy nepozná, zdali člověk jede na kole, bruslích, či se jedná o pěší osobu. Zajištění této funkcionality je možné skrze využití dvou senzorů v různé výšce pro analýzu výšky dané osoby, což umožní rozpoznat mezi chodci a cyklisty.

Umístění těchto typů senzorů je ideální na fixní vstupní místo, nejlépe při vstupu například na náměstí. Pokrytím jednotlivých vstupů na náměstí tak lze zjistit relativně přesný počet lidí nacházejících se na náměstí. Odchylka těchto senzorů se pohybuje okolo +/- 5 %. Senzory však lze využít i v rámci mobilního řešení.

Tato technologie typicky neposílá živá data, jelikož je připojena pomocí GSM sítě s tím, že data odesílá vždy jednou za 24 hodin.

Technologie je již od roku 2008 využívána například v Českém Švýcarsku pro účely sledování návštěvnosti.

13.5.2 Výhody

Vzhledem k faktu, že senzory využívají GSM síť, a to pouze k jednorázovým přenosům, se jedná o relativně jednoduché a levné řešení. Současně tak senzor nepotřebuje přímé zapojení do elektrické sítě, jelikož využívá baterie. Tuto baterii je sice potřeba v případě vybití vyměnit, ovšem k tomuto dochází pouze jednou za dva roky. Důvodem je relativně nižší spotřeba způsobená pouze jednorázovými přenosy dat. Další výhodou je nízká chybovost +/- 5 %.

13.5.3 Nevýhody

První nevýhodou je omezený rozsah technologie, který činí pouze 10 m. Senzor má dále určité požadavky na umístění, respektive nesmí se nacházet naproti skleněným výlohám, nebo tramvajové trati. Další nevýhodou je neschopnost rozlišení mezi jednotlivými tepelnými zdroji, jako například chodci, cyklisty anebo i například psy.

V neposlední řadě může docházet k překryvu osob ve sledovaném poli. K tomuto efektu může docházet zejména v místech s vysokým počtem procházejících a ve výsledku senzor může v davu lidí připočítat pouze jednu osobu, jelikož pozná jen jeden tepelný zdroj.

13.6 Infratechnologie

13.6.1 Popis

Infratechnologie snímá z vyvýšené pozice teplotu pozemního čtverce o rozměru typicky 3x3 či 4x4 m. Snímání čtverce umožňuje monitorovat s relativně vysokou přesností pohyb a získávat tak data o průchodnosti oblastí. Samotný senzor je typicky umístěn alespoň 3 metry nad zemí tak, aby snímáním pokryl co největší oblast. Čtverec s rozsahem alespoň 3x3 m umožňuje této technologii zároveň snímat směr pohybu a třídit tak pohyb na příchozí a odchozí z monitorované oblasti.

Podobně jako většina ostatních senzorů vyžaduje provoz senzoru jak ethernet, tak napájení.

Technologie je běžně využívána v národních parcích, jmenovitě například v parku Yosemite v USA. Častým využitím je také monitorování počtu lidí v městské hromadné dopravě.

13.6.2 Výhody

Snímání čtvercové plochy nabízí výhody zejména z pohledu přesnosti, a to například v případech kdy daným úsekem prochází větší skupina lidí, která by nemusela být korektně započítána v případě využití například pyroelektrických senzorů. Rozsah čtverce dále umožňuje relativně velkou přesnost i v případě určení směrovosti. Oproti senzorům WiFi a GSM tento typ senzorů zajišťuje stoprocentní anonymitu, vzhledem k tomu, že procházející nijak neidentifikuje.

13.6.3 Nevýhody

Infratechnologie nedokáže rozpoznat zvíře od člověka, a tudíž může docházet k nepřesnostem například v případě venčení psů. Technologie zároveň neumožňuje rozpoznávat cyklisty a monitorovat vozidla. Technologie zároveň neidentifikuje konkrétní osoby, a tak neumožňuje vytvářet statistiky o návštěvnosti. Samotné nastavení senzorů do výšky alespoň 3 metrů může být problematické v některých oblastech, kde není jak senzor uchytit.

13.7 Laserová technologie

13.7.1 Popis

Laserový senzor pokrývá typicky větší prostranství, na kterém postupně pomocí skenu snímá jednotlivé osoby. Jedná se o neviditelný laser, který umožňuje sken v rozsahu až 13 metrů do šířky. Tento typ senzoru je opět umístěn na vyvýšeném místě, většinou 4-6 metrů nad zemí. Skener musí být aktivně zapojen v elektrické síti.

13.7.2 Výhody

Senzor nabízí relativně velkou přesnost, respektive podobnou jako pyroelektrické senzory, tedy chybovost jen +/- 5 %. Vzhledem ke snímané šířce až 13 metrů, skener dokáže pokrýt většinu běžných průchodů. Výhodou je opět anonymizace, jelikož senzory neidentifikují jednotlivce.

13.7.3 Nevýhody

Technologie musí být umístěna ve výšce alespoň 4 metry, což nemusí být vždy optimální pro monitoring vybrané oblasti s tím, že oblast by neměla zároveň přesahovat více jak 13 metrů. Podobně jako u ostatních pohybových senzorů neumí skener pohyb reálně rozpoznat, a tak může omylem započítávat zvířata a zároveň neumožňuje rozeznání cyklistů či vozidel.

13.8 Indukční smyčky

13.8.1 Popis

Indukční smyčka je senzor dedikovaný pro sčítání dopravy, respektive automobilů a cyklistů. Celý systém je založen na snímání elektromagnetického pole, které vyvolává pohyb kol. Z tohoto důvodu nelze senzor využít pro monitorování pěších osob.

Samotné snímače dokáží dle 13 parametrů identifikovat, zda oblastí projíždí cyklista, automobil, či dokonce kočárek. Snímač lze umístit až 20 metrů od monitorovaného místa, čímž umožňuje výraznou flexibilitu z pohledu umístění. Tato flexibilita a zároveň rozpoznání jednotlivých prostředků dopravy umožňuje řadu využití. Senzor se tak dá využít jak na cyklostezkách, tak v dopravních uzlech.

13.8.2 Výhody

Jednou z hlavních výhod je zmíněná flexibilita, která je dále posílena možností využití mobilní verze senzoru, která umožňuje samotný systém otestovat před fixním nastavením finálního umístění. Senzor je dále napájen pomocí baterií, které vydrží bez výměny v provozu 1 až 2 roky. Poslední výhodou je opět anonymizace jednotlivých cyklistů či automobilů.

13.8.3 Nevýhody

Velkou nevýhodou je nutnost přizpůsobení jednotlivých indukčních smyček pro monitorované typy dopravy, respektive jednou indukční smyčkou nelze sledovat zároveň cyklisty a zároveň automobily. V případě potřeby snímat více dopravních prostředků v jedné oblasti je pak nutné zajistit vícero senzorů.

13.9 Technologie pokročilých analýz videa

13.9.1 Popis

V rámci kamerového dohledu oblasti, ať už HD, FULL HD či 4K, lze využít software technologii analýzy videa, která automaticky rozpozná jednotlivé osoby a může tak s vysokou přesností započítávat jejich průchod (obdobné řešení pro cyklisty, vozidla a podobně). Software lze nainstalovat k již existujícím kamerám s tím, že mohou vzniknout nové nároky na případné napájení či síťové připojení. Možnost instalace softwaru nemusí být dostupná u všech zařízení s tím, že optimálně by kamera měla splňovat následující:

Tabulka 7: Podmínky pro využití pokročilých analýzy videa u kamer [Zdroj: GTA]

Předpoklady pro využití software

Statická kamera
Nevyužívá přiblížení
Dostatečně vyvýšené umístění
Sledovaný objekt je větší než 20x20 pixelů

Tyto rozpoznávací systémy jsou již tak pokročilé, že umožňují určovat jak směrovost, tak například demografii jednotlivých osob a zároveň umožňují analyzovat míru návštěvnosti jednotlivců. Existují i verze kamer a software vhodné spíše pro analýzu dopravy, respektive průjezdnosti osobních vozidel, či cyklistů.

Příklady jednotlivých softwarů jsou zobrazeny v následující tabulce s tím, že se samozřejmě nejedná o jediné možnosti na trhu, ale pouze o příklady již existujících softwarů pro zmíněné funkcionality.

Oproti některým ostatním senzorům je tento typ snímání daleko přesnější zejména v davech, jelikož je-li kamera umístěna ve vyvýšené pozici, dokáže rozpoznávat jednotlivé osoby, a nikoliv například pouze reagovat na tepelný pohyb. Rozsah této technologie je dokonce až 100 m.

V rámci analýzy byl dále proveden benchmark cen pro jednotlivé identifikované možnosti softwarů. Orientační ceny jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka 8: Přehled orientačních cen pro identifikované typy softwarů [Zdroj: GTA]

Typ kamery	Orientační cena za 1 ks, bez DPH
Kamera HD a Full HD, 4K*	Cca 35 000 Kč
Analytický SW	Cca 15 000 – 45 000 Kč
Všeobecná licence (cena za 1 rok)	Cca 4 000 Kč
Počítadlo průchozích	Cca 10 000 Kč
Identifikátor demografie	Cca 15 000 Kč
Rozpoznávač „potloukání“	Cca 2 000 Kč

Využití jednotlivých softwarů lze vidět po celém světě. Demografické softwary jsou vyžívány například ve městech jako New York, Paříž, Auckland či Dublin. Kamerový systém pro analýzu dopravy je využíván například třeba i na Slovensku.

13.9.2 Výhody

Hlavní výhodou je úroveň flexibility, kterou samotná technologie nabízí. Kamery jsou schopné monitorovat velké prostranství (až 100 m) a zároveň dokážou rozlišit dopravní prostředky od chodců a počítat obě informace zároveň.

Možnost využití demografických analýz přináší další výhody, zejména z pohledu koncové analýzy dat, která může umožnit dle demografického typu návštěvníků oblast optimalizovat. Zároveň tyto funkcionality vytváří značné sledovací možnosti pro potřeby zajištění bezpečnosti.

Nedílnou součástí je možnost analýzy videa a vyhodnocení dopravních přestupků, nastavení upozornění na shluk osob v rizikových oblastech, popřípadě v kombinaci s demografickou analýzou například upadnutí (které může znamenat zhoršený zdravotní stav) seniorů.

13.9.3 Nevýhody

Jednou nevýhodou může být zajištění všech legislativních opatření z pohledu GDPR, jelikož některé typy softwarů umožňují identifikaci jednotlivců. Významný vliv na přesnost kamer může mít počasí, jelikož za snížené viditelnosti není software schopný plně identifikovat jednotlivce. Tato nevýhoda se dá částečně řešit zajištěním osvětlení analyzované oblasti s tím, že v případě husté mlhy nemusí ani osvětlení plně zabránit chybovosti softwaru. V případě velkého davu dále může docházet k nepřesnostem v počítání, ovšem s menším efektem než u jiných zmíněných technologií.

Další nevýhodou je náročnost přenosu dat vzhledem k jejich vysokým objemům. Vysoké objemy dat a detail videa včetně softvérové analýzy mají značné nároky jak na výpočetní server, tak na spotřebu energie. Zajištění implementace těchto systémů je tak relativně náročné.

13.10 Legislativní požadavky

Z pohledu GDPR je nutné v případě instalace jakéhokoliv řešení plnit požadavky dané v nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 ze dne 27. 4. 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES. V souvislosti s danou problematikou je nutné po dodavateli analytického SW pro pokročilou analýzu videa požadovat deklaraci shody s požadavky uvedenými ve výše zmíněném nařízení.

Nad rámec výše zmíněného je podstatné pro samotný proces instalace, aby firma instalující dané řešení, popřípadě dodavatel zařízení, měla platnou vyhlášku k práci na elektrických zařízeních, a to konkrétně vyhlášku č. 50/1978 Sb. Současně je nutné mít pro instalaci odborně zaškolené pracovníky (povinnost dodavatele) od výrobce technologie a pracovníci musí splňovat legislativní požadavky, které výrobce technologie požaduje. Další otázkou by bylo řešení instalované přímo v památkové zóně. V tom případě je nutné mít vyjádření relevantního zodpovědného subjektu (památkové orgány apod.). V případě omezení dopravy (instalace pomoci plošin) je nutné zajistit oprávnění pro vjezd vozidel do dané lokality.

V případech, kdy je nutný zásah do komunikací (např. cesta, chodník apod.) pro výstavbu zařízení (např. pro osazení sloupu, rozkopání silnice), bude nutné provést všechny úkony k získání stavebního povolení, a to včetně vyjádření všech dotknutých organizací (provozovatel soustavy pro dodávku plynu, elektřiny, vody, telekomunikačních sítí atd.). Pro upřesnění legislativních nároků je nutné přesně definovat konkrétního výrobce, místo a druh instalace.

13.11 Technologické zajištění

Hlavní součástí každé Smart City je právě technologické zajištění fungování celého ekosystému. Navržená síť je mnohdy přirovnávána k páteři, která umožňuje fungování různých senzorů, propojuje uživatele a umožňuje pokročilou analýzu dat. Existuje několik technologických řešení pro Smart City, kdy mezi nejznámější patří SCADA, WPAN, LPWAN.

13.11.1 SCADA

Mezi známou, často se vyskytující platformu pro senzory (senzorickou sítí) napříč odvětvími je právě síť SCADA. Název SCADA je zkratkou pro „Supervisory Control And Data Acquisition“. Jedná se tedy o systém pro dispečerské řízení a sběr dat. Typickým příkladem využití systému SCADA je zejména odvětví utilit, vodárenství, odpadovém hospodářství nebo energetické sítě (zde zejména využití s PLC). Moderní zařízení na bázi SCADA lze připojit k IP sítí napřímo, oproti dřívější verzi, kdy bylo potřeba IP Gateway za účelem propojení.

13.11.2 WPAN

Dalším známým technologickým řešením je WPAN. Zkratka WPAN je pro „Wireless Personal Area Network“. Tato technologie je navržena pro připojení zařízení s nízkou až střední přenosovou rychlostí fungujících na bateriový zdroj typicky s dosahem na krátkou vzdálenost (tj. 10 až 20 metrů). Tuto vzdálenost lze prodloužit „propojením“ s dalšími zařízeními WPAN. Mezi příklady technologií WPAN patří IrDA, bezdrátové USB, Bluetooth a Zigbee. Technologie WPAN jsou užitečné v aplikacích krátkého dosahu, jako jsou ty v „inteligentní budově“ s blízkým dosahem.

13.11.3 LPWAN

Další technologií je LPWAN, zkratka je pro „Low-Power Wide Area Network“. Tyto technologie jsou navrženy pro připojení zařízení s nízkou přenosovou rychlostí fungujících pomocí baterie, jako jsou senzory, na dlouhé vzdálenosti. Mezi příklady technologií LPWAN patří Lora / LoRaWAN, Sigfox a NB-IOT. Tyto technologie jsou užitečné při nasazování na dlouhou vzdálenost s nízkou hustotou zařízení.

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
5G	Pátá generace mobilní sítě
5GC	5G Core
BB-PPDR	Broadband public protection and disaster relief
BCO	Broadband competence office
BEREC	Body of european regulators for electronic communications
BTS	Base transceiver station
CATV	Cable television
ČTÚ	Český telekomunikační úřad
EK	Evropská komise
EPC	Evolved packet core
ES	Evropská směrnice
FTE	Full time equivalent
FTTx	Fiber to the X
FWA	Fixed wireless access
GDPR	General data protection regulation
GHz	Gigahertz
GSD	General station description
GSM	Global System for Mobile
GTA	Grant Thornton Advisory
GTA	Grant Thornton Advisory
ICT	Informační a komunikační technologie
IOT	Internet of things
LTE	Long term evolution
M2M	Machine to machine
Mbps	Megabits per second
MHz	Megahertz
MNO	Mobile network operator
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
NGA	New Generation Access
NR	New radio
OBAM	Adresní místa v obytných budovách
P2P	Point to point, Bod – bod spoj

Zkratka	Význam
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SIM	Subscriber identity module
SLA	Service level agreement
VHCN	Sítě s velmi vysokou kapacitou
WACC	Weighted average cost of capital
WiFi	Wireless fidelity
xDSL	x Digital subscriber line
ZSJ	Základní sídelní jednotka

Zdroje

Název	Odkaz
5GPP projekty	https://5g-ppp.eu/5g-ppp-phase-3-projects/
Analýza rozvoje sítí NGA v ČR	https://www.mpo.cz/assets/cz/e-komunikace-a-posta/elektronicke-komunikace/koncepce-a-strategie/narodni-plan-rozvoje-siti-nga/2020/2/Zaverecna-zprava_GTA_12_12_2019.pdf
Cenové podmínky pronájmu kmitočtů pro průmyslové účely - Český telekomunikační úřad	https://www.ctu.cz/
Enegetické komunity, Case studies	https://localenergycommunities.net/case-studies/ https://enercommunities.eu/case-studies/
Ericsson 5G	https://www.euractiv.com/section/energy/news/ericsson-5g-could-dramatically-increase-network-energy-consumption/
Forbes - Smart city benchmark	https://www.forbes.com/sites/iese/2019/05/21/these-are-the-smartest-cities-in-the-world-for-2019/
GE Využití IOT	https://asia.nikkei.com/Business/Companies/GE-taps-internet-of-things-to-monitor-Tepco-power-plants
GSMweb.cz	https://gsmweb.cz/
Huawei 5G power	https://www.huawei.com/en/publications/communicate/89/5g-power-green-grid-slashes-costs-emissions-energy-use
Chytré lampy - Finsko	https://www.vaisala.com/en/news/2020-05/unique-smart-city-pilot-goes-live-espoo-finland
Mapové podklady	Mapy.cz
Metodika Smart cities	https://mmr.cz/getmedia/f76636e0-88ad-40f9-8e27-cbb774ea7caf/Metodika_Smart_Cities.pdf.aspx?ext=.pdf%C2%A8
Mezinárodní využití IOT	https://www.engerati.com/energy-retail/open-energi-helps-uks-national-grid-to-balance-supply-and-demand/
Příklady Smart city ČR	http://prosperujiciobecbudoucnosti.cz/wp-content/uploads/2020/03/SMART-Cesko_prikklady-dobre-praxe.pdf
Samsung 3GPP Rel. 16 whitepaper	https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/net-works/insights/white-papers/3gpp-release-16-shifting-gears-to-increase-5g-speeds-on-multiple-network-highways/Samsung-3GPP-Release-16-Whitepaper.pdf
Smart city government benchmark	https://www.smartcitygovt.com
Soutěžní návrh do soutěže 5G pro 5 Měst	https://www.jesenik.org/storage/user-1089/module-1761/priloha4_soutezni-navrh-5g-jesenik_mail-15893546720php0cdg1c.pdf
Technický pohled na 5G	https://www.ericsson.com/en/blog/2019/9/energy-consumption-5g-nr
Thales Group - IoT and Smart city	https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/inspired/smart-cities
Veřejná konzultace - Pokrytí NGA	https://www.verejnakonzultace.cz/
Výstup ze systému CertiConVis	https://www.mall.tv/stavby-a-technologie/umela-inteligence-pocita-prestupky

Seznam obrázků

Obrázek 1: Výhody 5G [Zdroj: Grant Thornton Advisory].....	21
Obrázek 2: Lokalita města Jeseník [Zdroj: Mapy.cz].....	23
Obrázek 3: Pokrytí NGA, Jeseník [Zdroj: Veřejná konzultace 2020].....	30
Obrázek 4: Deklarované rychlosti internetu, Jeseník [Zdroj: Veřejná konzultace 2020].....	31
Obrázek 5: BTS pokrytí [Zdroj: GSMweb.cz].....	32
Obrázek 6: Pokrytí, bezdrátové sítě [Veřejná konzultace 2019]	33
Obrázek 7: Vodafone Pokrytí 5G [Zdroj: https://www.vodafone.cz/mapa-pokryti/]	33
Obrázek 8: Optické sítě [Zdroj: Veřejná konzultace 2019]	34
Obrázek 9: Metalické sítě [Zdroj: Veřejná konzultace 2019]	35
Obrázek 10: Parametry 5G [Zdroj: Samsung 3GPP Release 16 Whitepaper].....	37
Obrázek 11: Typy pásem [Zdroj: GTA]	38
Obrázek 12: Příklad Network slicing [Zdroj: GTA]	39
Obrázek 13: Cenové podmínky pronájmu kmitočtů pro průmyslové účely [Zdroj: Český telekomunikační úřad]....	41
Obrázek 14: Typy FTTx [Zdroj: GTA, publikováno v Analýze rozvoje sítí NGA pro MPO]	42
Obrázek 15: Senzory na lampách [Zdroj: Golemio.cz]	60
Obrázek 16: Ukázka inteligentní lampy [Zdroj: LuxTurrim5G].....	61

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled adresních míst všech ZSJ [Zdroj: Veřejná konzultace 2020]	28
Tabulka 2: Počet provozovatelů technologií [Zdroj: Veřejná konzultace 2019]	29
Tabulka 3: Vyhrazená 5G pásma [Zdroj: GTA]	37
Tabulka 4: Očekávaná 5G pásma [Zdroj: GTA]	38
Tabulka 5: Typy FTTx [Zdroj: GTA]	42
Tabulka 6: Výstup ze systému CertiConVis [Zdroj: www.mall.tv]	63
Tabulka 7: Podmínky pro využití pokročilých analýzy videa u kamer [Zdroj: GTA]	104
Tabulka 8: Přehled orientačních cen pro identifikované typy softwarů [Zdroj: GTA]	104



Grant Thornton
An instinct for growth™

www.grantthornton.cz

© 2021 Grant Thornton Advisory s.r.o., Grant Thornton Valuations, a.s. All rights reserved.

Grant Thornton Advisory s.r.o. je členská firma Grant Thornton International Ltd. (Grant Thornton International). Grant Thornton Valuations, a.s. je dceřinou společností Grant Thornton Advisory s.r.o. Odkazy na Grant Thornton se vztahují ke Grant Thornton International nebo ke členským firmám. Grant Thornton International a členské firmy nejsou mezinárodním partnerstvím. Služby jsou nezávisle poskytovány jednotlivými členskými firmami.