

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**SMART PRAGUE SOUČASTNOST  
A BUDOUCNOST**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. PATRIK JAKEŠ**

**Vedoucí diplomové práce : Doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.**

**2018**





## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: <u>Jakeš</u>	Jméno: <u>Patrik</u>	Osobní číslo: <u>409672</u>
Zadávací katedra: <u>K1125</u>		
Studijní program: <u>Inteligentní budovy</u>		
Studijní obor: <u>Inteligentní budovy</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Smart Prague současnost a budoucnost</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Smart Prague Present and Future</u>	
Pokyny pro vypracování: Seznámení se současnou situací řešení Smart Prague, návaznosti na stávající projekty a současný stav řešení. Porovnání současného stavu Smart Prague se světem (vybrané analogické řešení). Návrh vhodné koncepce řešení Smart Prague a vize. Představení koncepce řešení v rámci urbanistické zástavby Prahy, doporučení některých řešení. Zpracování projektu vybrané oblasti na úrovni systémového pohledu s konkretizací vybrané části případně oblasti Prahy.	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>1.3.2018</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>21.5.2018</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

<u>1.3.2018</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
--	---

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Bc. Patrik Jakeš

v Praze 18. 5. 2018

A grey rectangular box redacting the signature, with a blue ink signature scribble visible above and below it.

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat panu doc. Ing. Bohumíru Garlíkovi, CSc. za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Dále mé poděkování patří současnému zaměstnavateli a jeho týmu, díky kterému jsem získal přehled v projektech Smart Prague. Největší díky je mé rodině za klidné zázemí a podporu.

Obsah:

1	Úvod.....	1
1.1	Cíle práce.....	1
2	Teoretické základy.....	2
2.1	Smart City – Chytré město.....	3
2.2	Smart City Isle – Chytré městské ostrovy .....	3
2.2.1	Rozměry SUI .....	3
2.2.2	SUI v ČR .....	4
2.3	Smart Prague .....	5
2.4	Praha současnosti .....	6
2.5	Úvod do projektů .....	7
2.6	Strategické projekty .....	10
2.6.1	Datová platforma .....	10
2.6.2	Virtualizace Prahy a 3D datový model .....	10
2.6.3	Energetické úspory s využitím metody EPC .....	11
2.6.4	Multikanálový odbavovací systém pro MHD .....	12
2.6.5	Dobíjecí infrastruktura pro automobily .....	13
2.6.6	e-Carsharing.....	13
3	Analýza a měření chytrosti měst.....	14
3.1	Měření chytrosti měst .....	15
3.1.1	Cities in Motion index (CIMI) 2017 .....	15
3.1.2	EasyPark Smart City index 2017 .....	18
3.1.3	European Digital City Index 2016 (EDCi) .....	24
3.2	Souhrn statistiky .....	26
3.3	Koncepce řízení Smart Prague.....	27
3.3.1	Morgenstadt City Lab.....	28
3.4	Porovnání Prahy se světem.....	30
3.4.1	35. Barcelona .....	30
3.4.2	25. Stockholm.....	31
3.4.3	15. Vídeň.....	32
3.4.4	10. Amsterdam .....	33
3.5	Shrnutí a závěr analýzy .....	35
4	Návrh řešení Smart Prague .....	37
4.1	Koncepční řešení.....	39

---

4.1.1	Chytré budovy a energie.....	39
5	Experiment, Řídící energetické algoritmy.....	42
5.1	Cíl experimentu .....	42
5.2	Koncepce platformy .....	43
5.2.1	Předpověď .....	44
5.2.2	Správce odběrů .....	44
5.2.3	Distributor energie .....	45
5.3	Technologie chytré čtvrti.....	45
5.3.1	Chytrá síť.....	46
5.3.2	Teplovod.....	46
5.3.3	Topné systémy .....	46
5.3.4	Systémy výroby elektřiny .....	46
5.3.5	Fotovoltaika .....	47
5.3.6	Baterie.....	47
5.3.7	Kogenerační jednotka.....	47
5.3.8	Micro větrná turbína.....	48
5.3.9	Hybridní fotovoltaika a větrná turbína .....	48
5.4	Metodologie .....	49
5.4.1	Úvod, teorie a data .....	49
5.4.2	Excel data.....	50
5.4.3	Polysun .....	50
5.5	Algoritmus omezitelné zátěže .....	52
5.6	Hlavní tělo SEMS .....	55
5.7	Algoritmus posuvné zátěže.....	57
5.8	Porovnání .....	59
5.9	Výsledky .....	59
6	Závěr .....	60
7	Zdroje a citace .....	61
7.1	Seznam obrázků.....	64

## **ANOTACE**

Tato diplomová práce pojednává o dnes dobře veřejně známém tématu Smart Cities, kterým se snaží pyšnit každé město, které integruje prvky informačních a komunikačních technologií (IKT) do provozu svého města a přibývá jich stále víc. V této práci je analyzováno hlavní město Praha, které s několika dokončenými projekty nyní transformací z "běžného" na "chytré" město prochází. Pomocí analýzy je Praha jako Smart City porovnáno s ostatními metropolemi, které jsou blízká nebo řeší obdobné problémy. Díky této analýze následuje stručný návrh na zlepšení v několika obecných rovinách, a poté v návaznosti na hlavní problém je představen experiment, který se zaměřuje na metodologii dvou řídicích algoritmů v energetické platformě, konkrétně algoritmus omezitelné a v čase posuvné zátěže. Konec práce srovnává navržené řešení s ukázkami ze světa.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Praha, Chytrá Praha, Chytré město, IKT, ICT, analýza, experiment, algoritmus, energetická platforma

## **ANNOTATION**

This diploma thesis deals with today's well-known topic Smart Cities, which attempts to pride on every city that integrates elements of information and communication technologies (ICT) into the operation of its city and the number of these cities is growing more and more. In this work is analyzed the capital city Prague, which with several completed projects now transforming from "normal" to "smart" city is undergoing. Using the analysis, Prague as Smart City is compared with other metropolises that are similar or resolve similar problems. This analysis is followed by a brief proposal for improvements in several general levels, and then, following the main problem, an experiment is presented, which focuses on the methodology of two control algorithms in the energy platform, namely the algorithm for curtailable load and Shiftable load. At the end of the work is compared the suggested solution with examples from the world.

## **KEY WORDS**

Prague, Smart Prague, Smart City, ICT, analysis, experiment, algorithm, energy platform

**SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK**

SC	Smart City
IT	Informační technologie
IKT	Informační a komunikační technologie
ICT	Information and Communication Technologies
CSCC	Czech Smart City Cluster
MHD	Městská hromadná doprava
SUI	Smart Urban Isle
OICT	Operátor ICT a.s.
EPC	Energy Performance Contracting
CIMI	Cities in Motion Index
CO <sup>2</sup>	Oxid uhličitý
HDP	Hrubý domácí produkt
EDCi	European Digital City Index
NZEB	Nearly zero-energy buildings
DB	Deutsche Bahn
EUREF	Europäisches Energieforum
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
SEMS	SUI Energy Management Systems
FVE	Fotovoltaická elektrárna
CHP	Combined heat and power, neboli kogenerace
HVAC	Heating, ventilation, and air conditioning
BIPV	Building Integrated Photovoltaics
CIS modul	Modul z měď-indium-selen
EES	Electric Energy Storage



# 1 Úvod

Smart City nebo také v češtině chytré město se v posledních letech skloňuje ve všech možných směrech. Jelikož se jedná o patrně mladý obor, objevují se místy ustálené definice a během krátké doby vyjdou nebo už jsou dostupné první univerzální manuály na proměnu měst jako Smart City Framework od společnosti CISCO, Project Guide od evropské organizace SmartCities, ale najdeme také manuály z naší země jako je Modrožlutá kniha Smart Písek nebo například metodika Czech Smart City Cluster (CSCC), která je určena především zástupcům municipalit.

Koncepce chytrého města má několik oblastí a dá se dělit na několik oborů, mezi ty hlavní ale patří tři základní úrovně, v jakých se dá na proměnu měst pohlížet. První je politická úroveň města, která ukazuje, jak je město schopné řídit své město, úřady, plánování staveb a projektů navzdory bariérám v politickém dění. Druhá úroveň je společenská, a ta ukazuje, jak jsou obyvatelé města nebo občané daného státu vyspělí a ochotní se přizpůsobovat k šetrnějším, alternativním nebo moderním způsobům žití. Vhodné jsou otázky: Vyměníme svoje auta se spalovacím motorem za elektrické dopravní prostředky MHD z důvodu omezení provozu a znečištěného ovzduší? Chceme sdílet auto se sousedem? Přeměníte všechny své úspory do krypto měny? Všechny tyto otázky se objeví v třetí technologické úrovni, s příchodem nových technologií, které nám mají zlepšovat úroveň života a komfortu, nebo naše chování mírně omezit pro udržitelnou budoucnost světového klimatu. Tyto úrovně se dále dají rozdělit do několika oborů, mezi které patří územní plánování, ekonomie a ekologie, energetika, doprava, sociální a kulturní. Jsme připraveni?

## 1.1 Cíle práce

Tato práce je rozdělena na tři hlavní bloky, které seznámí projekt Smart Prague a pomocí analýzy výsledků ze světových žebříčků a rešerší od předních leaderů chytrých měst je navrženo zlepšení v několika obecných rovinách, kde se práce podrobněji zaměřuje na konkrétní problematiku, kterou jsou Chytré budovy a energie. Tato oblast je popsána a obsahuje experiment, který se zaměřuje na metodologii dvou řídicích algoritmů v energetické platformě, konkrétně algoritmus omezení a v čase posuvné zátěže. Konec práce srovnává navržené řešení s ukázkami ze světa. Cíl této práce je tedy popsat současnost Smart Prague, analyzovat její silné a slabé stránky, na které bude popsán návrh na zlepšení pomocí rešerší od jiných měst. Jeden hlavní problém bude rozpracován na úroveň experimentu a výsledek bude porovnán s podobnými systémy ve světě.

## 2 Teoretické základy

Pro pochopení souvislostí následujících kapitol je třeba definovat některá klíčová slova. Pro představení teoretického rámce bude tato kapitola začínat definicí inteligentního města. Včetně definice Smart City existují také klíčová slova jako Smart Urban Isle a její dimenze. Tyto definice vytvoří dobré základní pochopení pro skutečný cíl této studie a poskytnou obecný pohled na téma Smart City.

Smart City se těžko realizuje, pokud město už stojí. Například budovy se často vyhodnocují, zda je výhodnější rozsáhlá rekonstrukce nebo rovnou demolice a výstavba nové budovy, ať už kvůli technické disfunkci nebo finanční náročnosti rekonstrukce, a stejně se dá pohlížet také na města. Pokud se podíváme na celá města nebo městské čtvrti, která jsou nově vystavěna, tak zde není problém udělat přípravu pro nové technologie, natahat kabely, položit druhé potrubí pro oddělení odpadních vod, rozšířit šachty, navrhnou velkokapacitní dopravní tepny nenarušující vzhled a život města. Pokud ale máme město už vybudované, které je domovem statisíců až miliónů lidí a má historickou hodnotu, tak je nemožné město zničit a vybudovat nové, lepší. Proto je velkým problémem implementace technologií do současných měst a transformace probíhá někdy velmi pomalu. Často města začínají s jednoduchým a dostupným řešením, jako je například bezplatné připojení na Wi-Fi. Každé město dnes přináší Wi-Fi připojení v městském prostoru zadarmo, a pokud ne, tak řetězce fast foodů tuto roli už dávno zastupují. Představme si ale, jak časově náročné musí být vystavět síť dobíjecích stanic pro elektromobily, přeměnit desetitisíce stojících budov z energetické náročnosti G na vrchol stupnice, tedy B a A, nebo rozkopat chodníky a silnice se záměrem rozšířit technické chodby a kolektory z důvodu instalace velkokapacitního potrubí, kabelů nebo dopravníků. Projekty se z toho důvodu musí dělit na komplexní řešení pro města jako celky, například zmíněné Wi-Fi, chytrý městský mobiliář, zjednodušení úředních postupů, lepší informovanost občanů a turistů o dění ve městě, sjednocená mobilita,... Druhý pohled musí být technicky zaměřený na konkrétní budovy, ulice, čtvrti, kde je potřeba implementovat technologie, rekonstruovat zastaralé sítě, zateplit obálky budov, instalovat generátory energií z obnovitelných zdrojů, instalovat senzory a zajistit energetickou správu pro vytvoření chytrých částí, které s dalšími částmi budou tvořit chytrou čtvrť, a poté z jednotlivých chytrých čtvrtí celek, tedy Smart City. Z toho důvodu je tedy nutné popsat vedle Smart City také Smart Urban Isles, jakožto Chytré městské ostrovy nebo čtvrtě, které se snaží o vybudování soběstačného celku uvnitř rozsáhlého města.

## 2.1 Smart City – Chytré město

Kvůli urbanizaci bude muset každé budoucí město očekávat řadu problémů, jako je výroba energie, dodávky vody, znečištění životního prostředí nebo dokonce normální životní podmínky v oblastech s vysokou hustotou. Kvůli těmto problémům musí být město, oblast nebo dokonce malé budovy chytré.

Definice inteligentního města není primárně zjevná, často používána jinými autory jiným způsobem. Inteligentní město je více způsobů, jak využít stávající technologie k tomu, aby se stalo udržitelnou městskou oblastí, která má nízkou spotřebu energie, je šetrná k životnímu prostředí a má společenský a přitažlivý život. Jak víme, technologie se stává obrovskou součástí našeho každodenního života. Níže vypsání technologie jsou v inteligentním městě velmi důležité: <sup>[1]</sup>

- Aktivní využití velkých dat (Big data)
- Síťová infrastruktura prostřednictvím informačních a komunikačních technologií (IKT)
- Využití obnovitelných zdrojů energie (výroba, distribuce a spotřeba)
- Efektivní mobilita z hlediska zdrojů

## 2.2 Smart City Isle – Chytré městské ostrovy

Smart City Isle (SUI) jsou městské oblasti v malém měřítku s bioklimatickými budovami v mini-síti, kde se energie vyrábí, distribuuje, ukládá a veškerá data jsou řízena platformou.<sup>[2]</sup> V dalších kapitolách budou vyjasněny rozměry Chytrého městského ostrovu.

### 2.2.1 Rozměry SUI

SUI lze charakterizovat ve třech hlavních rozměrech. Tato kapitola poskytne hrubý pohled na tři dimenze: bioklimatický design, řídicí platformu a mini-sítě.

#### 2.2.1.1 Bioklimatický design

Hlavním cílem architektury v bioklimaticky navržené budově je dosažení maximální komfortu s velmi nízkými energetickými náklady. Tento způsob architektury by měl být považován za příklad udržitelné budovy pro veřejnost. Ve veřejných budovách je třeba zdůraznit aspekty bioklimatického návrhu, které nejsou viditelné, aby si každý uvědomil svou udržitelnou velikost. <sup>[2]</sup>

Existují čtyři různé typy bioklimatických budov: pasivní domy, ekologické domy, energetické domy a pozemní domy. Pasivní dům má dobře zateplenou stavební obálku, což vede k obrovským úsporám energie z hlediska tepla. Domy se současnými standardy potřebují

tepelnou energii přibližně o 150 kWh / m<sup>2</sup> ve srovnání s pasivními domy, které vyžadují zhruba 15 kWh / m<sup>2</sup>. Orientace ke slunci, instalované výměníky tepla a další aspekty umožňují ušetřit toto obrovské množství energie. <sup>[4]</sup>

Přesto je také velmi důležité, aby byly pro stavbu domu použity stavební materiály vhodné pro obnovitelnou energii a CO<sub>2</sub>, což jsou ekologické domy. Ve srovnání s pasivními domy se u eko-domů domnívá, že využívá méně energie při způsobu výstavby domu s udržitelnými zdroji. <sup>[4]</sup> Kroky vpřed v budoucnosti budov budou plusové domy. Tyto druhy budov mají pozitivní energetickou bilanci. Vyrábějí vlastní energii a přivádějí nadprodukovanou energii do sítě. <sup>[5]</sup> Poslední typ zmíněný v této studii, který je postavený v bioklimatickém provedení, je Earth House nebo-li dům v zemi. Domy v zemi jsou zapuštěné do země a postaveny směrem k slunci pro dostatečné osvětlení. Z tohoto důvodu jsou tyto domy hermeticky uzavřené a proto potřebují ventilační systém. Vzhledem k nízké vlhkosti vzduchu a vysoké kvalitě ovzduší je v těchto domech zvýšeno pohodlí. <sup>[6]</sup>

#### 2.2.1.2 Management platforma

Platforma pro správu je schopna automaticky měřit všechna potřebná data (například tok energie) v SUI. Aby bylo možné shromažďovat data, je zapotřebí ICT infrastruktura se senzory a pohony. Pokud je každá budova vybavena těmito komponentami, budete mít možnost dálkově ovládat všechny tyto komponenty a podniknout nezbytné kroky ke snížení spotřeby energie na minimum. <sup>[2]</sup> V kapitole Experiment bude představena tato platforma s konkrétní metodologií řízení toků energií pomocí algoritmů.

#### 2.2.1.3 Mini-sít'

V rámci mini-sítě SUI je hlavním aspektem spojení mezi budovami z hlediska výroby, skladování a distribuce energie. Hlavním cílem mini-sítě je dosáhnout autonomního zásobování energií, kde jsou emise CO<sub>2</sub> sníženy na nulu nebo dokonce produkují dostatek energie, aby se mohly dodávat do sítě. <sup>[2]</sup>

### 2.2.2 SUI v ČR

Celková koncepce chytrých městských čtvrtí se nyní objevuje v zahraničí, a to ve stavu, kdy se projekt reálně navrhuje, realizuje nebo také už probíhá hodnocení na dokončeném projektu, jako je například známá Vídeňská čtvrť Seestadt Aspern. V České republice jsou zatím pouhé zmínky o takovýchto plánech, například Praha 7 Bubny nebo Brno areál tepláren<sup>[7]</sup>, ale zatím zde není nic hotové a nejsou ani představeny finální záměry s technickým popisem.

## 2.3 Smart Prague

Hlavní město Praha si nechala udělat na začátku roku 2017 průzkum od společnosti Deloitte Česká republika, zmapování Prahy a nechala si určit priority při přeměně města. Navrhla tedy stručnou koncepci Smart Prague do roku 2030, která se zabývá trendy Smart Cities a pomocí referenčních rešerší navrhuje zlepšení v jednotlivých oblastech, které se nyní dodržují.

*„Praha si vytvořila městskou společnost Operátor ICT a.s. (dále OICT), která pro Hlavní město Praha primárně zajišťuje agendu a řízení projektů Smart City, odborné poradenství v oblasti ICT a realizaci ICT projektů pro městské části a další městské společnosti. Akciová společnost Operátor ICT vznikla přejmenováním společnosti Operátor OPENCARD, a.s., která byla založena přijetím Stanov společnosti jediným zakladatelem.“<sup>[8]</sup>*

*„Smart Prague v současnosti se svolením Hl. m. Prahy aktivně spolupracujeme s Karlovou Univerzitou a ČVUT. Odborníci z akademické sféry pomáhají projekty hodnotit a vytvářet skupiny expertních pracovníků. Na datové platformě pracují společně s Institutem Plánování a Rozvoje (IPR) a podílí se na pořádání akcí, kde vznikají zajímavé nápady, jako jsou např. pražské hackatony. V rámci zapojení veřejnosti poptávají i nápady veřejnosti.“<sup>[9]</sup> Pokud má někdo nápad, jak vytvořit z Prahy lepší místo pro život? Může oslovit přes webový formulář, na Facebooku nebo na Twitteru.*

Hlavním garantem koncepce je Magistrát hlavního města Prahy, projektovou kancelář je Operátor ICT a mezi další partnery patří Institut pro rozvoj hl. m. Prahy, Univerzita Karlova, ČVUT, Dopravní podnik hl. m. Prahy a technická správa komunikací hl. m. Prahy,<sup>[10]</sup> viz obrázek 1.



Obrázek 1 – Hlavní partneři Smart Prague<sup>[10]</sup>

Celkový proces transformace na chytrou Prahu se rozdělil na do čtyř úseků, která jsou popsány za Smart Prague níže. Celý proces ukazuje, že Praha má za sebou analýzu a nyní probíhají opatření a pilotní projekty. <sup>[10]</sup>



### Mapování a určení priorit

Hotovo

„Rešeršujeme všechny možnosti inovací a vytváříme plán, podle kterého je následně budeme zavádět.“ <sup>[10]</sup>



### Návrh opatření

Intenzivně naplňujeme

„Konkrétní návrhy řešení nám pomohou vytyčit si milníky, podle kterých se budou jednotlivé projekty realizovat.“ <sup>[10]</sup>



### Pilotní projekty

Začínáme

„Jednotlivé projekty se začínají objevovat ve veřejném prostoru. Můžete se s nimi setkávat na ulicích i v budovách.“ <sup>[10]</sup>



### Běžný provoz

2025

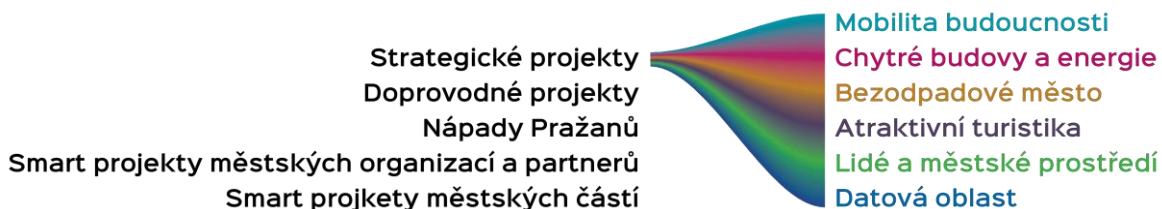
„Moderní technologie, které nám v každodenním životě pomáhají, jsou pro nás automatické a dokážeme naplno využívat jejich potenciál.“ <sup>[10]</sup>

## 2.4 Praha současnosti

„Před českou metropolí stojí nové výzvy. Jak se postavit k rozvoji veřejného prostoru udržitelným způsobem, který přinese obyvatelům větší komfort a nové služby? Jak reagovat na rostoucí počet obyvatel naší metropole, a tedy větší nároky na infrastrukturu města? Svou měrou může přinést odpovědi koncepce Smart Prague 2030, která je postavena na využívání nejmodernějších technologií k proměně metropole v příjemnější místo pro život. Strategie města je odvážná – fundamentálně a strukturálně mění město prostřednictvím osvědčených inovativních technologií.“ <sup>[10]</sup>

## 2.5 Úvod do projektů

Smart Prague rozděluje své projekty do pěti oblastí dle organizací (viz obrázek 2), které je zastřešují, ale hlavně se město zaměřuje na zmíněných šest klíčových oblastí, které svým rozsahem pokrývají problematiku a udržitelné plánování města, tak aby se došlo do cíle v roce 2030, tj. reálného chytrého města.



Obrázek 2 – Oblasti projektů Smart Prague (zdroj: autor práce)

### Strategické projekty

„Strategické projekty tvoří nosné pilíře koncepce Smart Prague, jejich realizace je proto pro Prahu klíčová. Cílem těchto projektů je zvýšení životního komfortu obyvatel Prahy za využití moderních technologií a usnadnění řízení města. Strategické smart projekty přispějí k tomu, že se Praha zařadí mezi inovativní světové metropole. V této kategorii jsou projekty z oblasti veřejné dopravy, sběru a analýzy velkých dat, elektromobility a energetických úspor.“<sup>[10]</sup>

#### 1. Mobilita budoucnosti (19 projektů)

Doprava v Praze bude plynulejší a pohodlnější díky inteligentnímu řízení, chytrému parkování a placení. Sdílení aut pomůže snižovat počet vozidel ve městě a samořídící systémy zvýší bezpečnost na silnicích.

#### 2. Chytré budovy a energie (13 projektů)

Energie budou díky čistým a nezávislým zdrojům levnější a město provozuschopné i v případě blackoutu. Chytré budovy s energiemi efektivně nakládají a automaticky se starají o zdravé klima.

#### 3. Bezodpadové město (4 projekty)

Moderní město zcela zpracovává a využívá komunální odpad i odpadní a dešťovou vodu. Čistotu města zajišťuje optimalizace svozu odpadu na základě aktuálních dat v reálném čase.

#### 4. Atraktivní turistika (2 projekty)

Moderní technologie návštěvníkům nabídnou zajímavosti po celé Praze a univerzální turistická karta usnadní pohyb po městě a vstup na hlavní atrakce.

#### 5. Lidé a městské prostředí (17 projektů)

Chytré technologie zvýší bezpečnost v ulicích, pokročilé asistivní technologie pomohou dlouhodobě udržet vysokou kvalitu života a data ze senzorů umožní zlepšit životní prostředí.

#### 6. Datová oblast (2 projekty)

Díky jednotné, transparentní a bezpečné komunikační síti využijeme data o provozu města pro zvyšování komfortu života a pro další rozvoj města.

### Doprovodné projekty

Tyto projekty představují například kompresní koše, chytré veřejné osvětlení, budování veřejné Wi-Fi sítě, které patří do chytrého mobiliáře a spolu s informačními aplikacemi tvoří dílčí projekty, které zasahují do mnoha oblastí života v Praze. Často doprovázejí hlavní strategické projekty. <sup>[10]</sup>

### Nápady Pražanů

Díky webu smartprague.eu je možné, aby občané navrhovali své nápady na zlepšení. Nemusí se striktně jednat o stále residenty, ale také o její návštěvníky, kteří mají nápad, jak modernizovat Prahu a pomáhat tak formovat tvář metropole. Chytrá Praha tedy sbírá nápady nejen od široké veřejnosti, ale také studentů, turistů, vývojářů. Nápady ale také sbírá díky rešerším na zahraniční města a nechává se jimi inspirovat. Zajímavé podněty vyhodnocují, a pokud je možné je realizovat, pustí se do toho. <sup>[10]</sup>

### Smart projekty městských organizací a partnerů

*„Na realizaci Smart Prague spolupracujeme s řadou městských společností a firem. Podívejte se na chytré projekty, které plánují a realizují naši partneři.“* <sup>[10]</sup>

### Smart projekty městských částí

Městské části často sami iniciují nové projekty ve svém městské oblasti a pracují tak na modernizaci veřejného prostoru. Hlavní město Praha rozhodla (historicky se jedná o první dotaci pro tyto subjekty na projekty Smart Cities), že poskytne dotace městským částem, které budou posouzeny v koncepci Smart Prague 2030. Poskytnutí dotace schválilo zastupitelstvo hlavního města Prahy. <sup>[10]</sup>



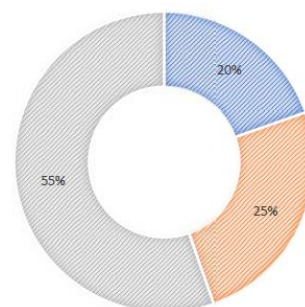
V současné době je tedy celkem 56 projektů, které jsou rozříděné a vypsané v tabulce 1, které můžeme podle stavu rozdělit na dokončené, probíhající a plánované. Obrázek 3 ukazuje, že dokončených je 20%, na 25% projektů se nyní pracuje a 55% se plánuje. Tento kruhový graf vyobrazuje současný stav a nemůže být tak relevantní, protože plánované projekty budou stále přibývat. Graf na obrázku 4 ale už říká trochu víc, a to, že městské organizace mají největší účast v projektech Smart City v Praze, ovšem se většinou jedná o menší lokální projekty, ty hlavní důležité dle koncepce Smart Prague jsou ty strategické, které mají sice menší zastoupení, ale mají hlubší a širší dopad. V další podkapitolách bude stručně rozepsáno 6 významných projektů.<sup>[10]</sup>

Tabulka 1 – Současné projekty Smart Prague<sup>[10]</sup>

Název	Stav	téma	Druh
Datová platforma	probíhající	datová oblast	Strategické
Energetický systém budov	probíhající	budovy a energie	Strategické
Digitální měření energií	probíhající	budovy a energie	Strategické
Airport Express eBus	příprava	mobilita budoucnosti	Strategické
Dobíjecí infrastruktura pro elektromobily	příprava	mobilita budoucnosti	Strategické
MOS pro MHD	probíhající	mobilita budoucnosti	Strategické
Komplexní řízení energetiky v budovách	příprava	budovy a energie	Strategické
Energetické úspory s využitím EPC	příprava	budovy a energie	Strategické
Carsharing	probíhající	mobilita budoucnosti	Strategické
Systém informací o dojezdových dobách	příprava	mobilita budoucnosti	Strategické
Virtualizace Prahy a 3D datový model	probíhající	datová oblast	Doprovodné
Metropolitní systém tísňové a zdravotní péče	příprava	lidé a prostředí	Doprovodné
Testování interaktivního mobiliáře	dokončeno	lidé a prostředí	Doprovodné
Kompresní koše	dokončeno	bezodpadové město	Doprovodné
Inteligentní řízení svazu odpadu	příprava	bezodpadové město	Doprovodné
Senzorická síť veřejného osvětlení	probíhající	budovy a energie	Doprovodné
Prague Visitor Guide	probíhající	atraktivní turistika	Doprovodné
Nové technologie ve veřejném prostoru	příprava	lidé a prostředí	Doprovodné
Aplikace Moje Praha	probíhající	lidé a prostředí	Doprovodné
Smart Prague Wi-Fi	příprava	lidé a prostředí	Doprovodné
Automatický odpovídač	dokončeno	lidé a prostředí	Nápady Pražanů
Pěšky do skoly	příprava	lidé a prostředí	Nápady Pražanů
Vodohospodářský SWIM	dokončeno	budovy a energie	městské organizace
Dobíjecí stanice pro elektromobily - PRE	dokončeno	mobilita budoucnosti	městské organizace
Comfort meter - kvalita vnitřního prostředí	probíhající	lidé a prostředí	městské organizace
Elektromobily jako služební auta DPP	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Inteligentní řízení povrchové MHD	probíhající	mobilita budoucnosti	městské organizace
Připojení k internetu ve stanicích metra	dokončeno	lidé a prostředí	městské organizace
Antikolizní systém pro tramvaje	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Bezkontaktní platba jízdného	dokončeno	mobilita budoucnosti	městské organizace
Nehodové kamery tramvají	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
LCD monitory v tramvajích	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Energetická opatření v DPP	příprava	budovy a energie	městské organizace
Nový informační systém pro cestující	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Zavádění elektrobusů do pražské MHD	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Fotovoltaika a rekuperovaná energie pro provoz tramvají	příprava	budovy a energie	městské organizace
Osvětlení areálu VŠCHT	dokončeno	lidé a prostředí	městské organizace
Energetické úspory s využitím metody EPC	dokončeno	budovy a energie	městské organizace
Využití tepelné energie pitné vody pro ohřev TUV	probíhající	budovy a energie	městské organizace
Modernizace Kongresového centra Praha metodou EPC	dokončeno	budovy a energie	městské organizace
Rozvoj dopravně závislého řízení na SSZ	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Systém navádění pro volná parkovací místa	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Snížení energetické náročnosti Strahovského a Zličovského tunelu	příprava	budovy a energie	městské organizace
Nizkohlikové řešení logistiky odpadů na Praze 1	příprava	bezodpadové město	městské organizace
Vývoj inteligentního způsobu řízení SSZ	příprava	mobilita budoucnosti	městské organizace
Preference vozidel Zdravotnické záchranné služby hl.m.Prahy	probíhající	mobilita budoucnosti	městské organizace
Ekologický systém využití odpadních vod	probíhající	bezodpadové město	městské organizace
Automaticky vedený vozíkový systém ve Fakultní nemocnici v Motole	dokončeno	budovy a energie	městské organizace
Revitalizace parku Riegrovy sady	příprava	lidé a prostředí	městské části
Revitalizace parku Židovské pece	příprava	lidé a prostředí	městské části
Revitalizace cyklostezky pod Vítkovem	příprava	lidé a prostředí	městské části
Bezpečný přechod	příprava	lidé a prostředí	městské části
Monitorování parkovací situace a zajištění datových analýz na území městské části Praha 5	příprava	mobilita budoucnosti	městské části
Numeri	příprava	lidé a prostředí	městské části
Revitalizace parku Portheimka	příprava	lidé a prostředí	městské části
Projekt multifunkčních prvků Smart City v městské části Praha - Šeberov	příprava	lidé a prostředí	městské části

POMĚR STAVŮ PROJEKTŮ

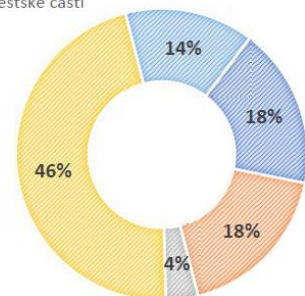
■ dokončeno ■ probíhající ■ příprava



Obrázek 3 – Poměr stavů projektů

POMĚR OBLASTÍ DLE ORGANIZACÍ

■ Strategické ■ Doprovodné  
■ Nápady Pražanů ■ městské organizace  
■ městské části



Obrázek 4 – poměr oblastí dle organizací

## 2.6 Strategické projekty

### 2.6.1 Datová platforma

„Základním stavebním kamenem konceptu Smart Cities jsou data jako obraz života ve městě. Vznik, sběr, vyhodnocování, řízení a vizualizace dat hrají tedy klíčovou roli v efektivním řízení moderního města. Datová platforma zohlední historický i aktuální stav města z pohledu dat a skrze svá rozhraní postupně integruje budoucí datové zdroje (včetně vznikající sítě senzorů na chytrých zařízeních typu lavičky, koše, pouliční lampy).“<sup>[10]</sup>

Platforma má za úkol propojit data ze všech částí Prahy pomocí velkého objemu dat (tzv. Big Data), které se budou shromažďovat na jednom místě. Díky tomuto se data budou moci spravovat, třídit a v rámci technických a právních možností nabízet volně jako open-data, která mohou využívat firmy, společnosti, obyvatelé, zastupitelé a další, kdo bude mít zájem data analyzovat například pro lepší procesy ve městě.<sup>[10]</sup> V tabulce 2 je vidět souhrn informací k projektu dle webu smartprague.eu.

Tabulka 2 – Souhrn informací k Datové platformě<sup>[10]</sup>

<p><b>Funkce</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sběr</li> <li>- vyhodnocování</li> <li>- řízení a vizualizace dat</li> </ul>	<p><b>Projekt</b></p> <p>Datová platforma bude připravena ke spuštění a integraci prvních balíčků dat koncem letošního roku. Následně se do ní budou napojovat další zdroje dat o provozu města.</p>
<p><b>Přínos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efektivní řízení klíčových oblastí v infrastruktuře města</li> <li>- Zvýšení komfortu obyvatel a návštěvníků</li> <li>- Úspora nákladů v oblastech provozu města</li> <li>- Práce s daty pro optimalizaci veřejného prostoru</li> </ul>	<p><b>Realizace</b></p> <p>čtvrtletí spuštění datové platformy</p> <p>čtvrtletí zprovoznění veřejného webového portálu datové platformy</p>

### 2.6.2 Virtualizace Prahy a 3D datový model

„Systém virtualizace Prahy je vyvíjen ve spolupráci se zástupci předních českých výzkumných institucí. Podnětem pro vznik systému virtualizace Prahy byla skutečnost, že Praha v současné době nedisponuje nástrojem pro práci s prostorovými daty v rozšířené realitě, která by poskytla přehlednou vizualizaci simulací a predikcí dějů ve 3D. V kontextu Smart Prague se jedná o klíčový prvek umožňující integrovaný manažerský pohled na území a zpřehledňuje práci s komplexními datovými vstupy.“<sup>[10]</sup>

Na tomto projektu spolupracuje s Prahou velké množství organizací, jakou je Českým institutem informatiky, robotiky a kybernetiky, kde se 23.5. bude společně otevírat Centrum Města Budoucnosti. Dále se spolupracuje s Ústavem informatiky Akademie Věd, s Dopravní fakultou ČVUT a také samozřejmě s městskými společnostmi. Hlavní a klíčový partner je Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, který rozvíjí další technologie v kontextu Smart Prague pomocí 3D modelu a poskytuje ho pro Virtualizaci, tak aby se město dalo v budoucnu navrhovat a řídit efektivněji. Dnes je možné vidět díky virtualizaci dopravu nebo rozptýl škodlivých látek ve vzduchu. Tyto vypočtené data během pár let plánují nahradit senzory ve větším měřítku z celé Prahy, tak aby se mohlo dívat na město v reálném čase. Díky rozšířené realitě tento pohled na město bude jednodušší pro představu nasbíraných dat ve městě. Pohled na data bez virtualizace může být, jako popis velmi složitěho obrazu pomocí slov a čísel, tedy velmi nejasný. <sup>[10]</sup> V tabulce 3 je vidět souhrn informací k projektu dle webu smartprague.eu.

**Tabulka 3 - Souhrn informací k Virtualizace dat v Praze<sup>[10]</sup>**

<p><b>Využití</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Magistrát hl. m. Prahy a příspěvkové organizace hl. m. Prahy</li> <li>- Akademické prostředí</li> <li>- Městské části hl. m. Prahy</li> </ul>	<p><b>Projekt</b></p> <p>Během roku 2017 bude připravena zadávací dokumentace, proběhnou nezbytné přípravné kroky a začátkem roku 2018 se zahájí implementační fáze.</p>
<p><b>Přínos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Podpora analýz dopadů urbanizačních strategií</li> <li>- Možnost neustále analyzovat každodenní život města, reagovat na aktuální potřeby nebo krizové situace (povodně, únik z daného území a další)</li> <li>- Efektivní spolupráce několika řídicích subjektů a bezpečnostních složek díky prostorové časové modelaci</li> </ul>	<p><b>Realizace</b></p> <p>Červenec 2017– červen 2019</p>

### 2.6.3 Energetické úspory s využitím metody EPC

Tento projekt má za cíl vyhodnotit budovy dle energetické náročnosti a navrhnout investice za účelem snížit náklady na provoz budovy. „Během analytické fáze se shromáždí dostupné a nezbytné informace, definuje metodika jejich zpracování a hodnocení podle expertně stanovených kritérií. Následně vznikne finanční model, který bude sloužit jako podklad a doporučení vhodných investic v konkrétních objektech.“ <sup>[10]</sup> Data z více budov budou odesílána do centrálního informačního systému a dojde tím k jasnému přehledu. V roce 2018 dojde k implementaci těchto projektů a další rok budou zprovozněny pilotní

projekty v reálném provozu budov. V roce 2020 se plánuje vyhodnocení a poté následné rozšíření do všech vlastněných budov Prahy. <sup>[10]</sup> V tabulce 4 je vidět souhrn informací k projektu dle webu smartprague.eu.

Tabulka 4 - Souhrn informací k EPC projektů<sup>[10]</sup>

<b>Rozsah</b>	
Zhruba 1.500 komplexů budov ve vlastnictví hl. m. Prahy	
<b>Přínos</b>	<b>Realizace</b>
Úspory za energie, Snížení provozních nákladů	Leden 2019 – leden 2020
Zajištění snadno dostupného komplexní přehledu o hospodaření a stavu budov jako nástroje pro správu i rozhodování vlastníka či správce	

## 2.6.4 Multikanálový odbavovací systém pro MHD

Plánuje se jednotný systém, který propojí dopravce a celkově hromadnou dopravu v Praze a ve Středočeském kraji, a tím se zjednoduší i platba a nosič. To by měla zahrnovat současná karta Lítačka, která se plánuje rozšířit na mnohem chytřejší kartu, která by mohla mít také vlastnosti platební karty, partnerské čipy nebo by se dalo vlastnit také virtuálně v telefonu. <sup>[10]</sup> V tabulce 5 je vidět souhrn informací k projektu dle webu smartprague.eu.

Tabulka 5 - Souhrn informací k multikanálovému odbavovacímu systému<sup>[10]</sup>

<b>Rozsah</b>	<b>Projekt</b>
Integrovaný dopravní systém Prahy a Středočeského kraje	Byla dokončena projekt. dokumentace pro realizaci
<b>Přínos</b>	<b>Realizace</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zvýšení komfortu cestujících při použití veřejné dopravy</li> <li>- Přidání nových možností odbavení a správy jízdních dokladů</li> <li>- Jednotné elektronické odbavení cestujících podporující integraci</li> <li>- Zavedení pravidel odbavení na území Prahy a Středočeského kraje</li> <li>- E-shop pro nákup a správu jízdních dokladů bez nutnosti návštěvy kontaktního místa</li> <li>- Mobilní aplikace pro nákup jednotlivých jízdenek</li> <li>- Využití dalších nosičů (platební karty, mobilní aplikace, InKarta)</li> </ul>	2018

## 2.6.5 Dobíjecí infrastruktura pro automobily

Cílem podpořit rozvoj moderní a ekologické formy cestování po Praze, kterým je elektromobilita. V současné době je v Praze registrovaných 1060 elektromobilů a předpokládá se, že jejich počet poroste. Proto se plánuje navýšení dobíjecích stanic, která bude k dispozici veřejnosti a vhodným komerčním projektům. V současné době je pouze 10% nabíjecích stanic rychlonabíjecích, do roku 2020 se má toto číslo zpětinásobit, kdy se předpokládá 1700 registrovaných elektromobilů a zhruba 300 sdílených elektromobilů, kterých dnes je zatím 17.<sup>[10]</sup> V tabulce 6 je vidět souhrn informací k projektu dle webu smartprague.eu.

Tabulka 6 - Souhrn informací k dobíjecí infrastruktuře<sup>[10]</sup>

Přínos	Realizace
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zvýšení zájmu o elektromobilitu a používání elektromobilů</li> <li>- Úspora emisí v dopravě, zlepšení ovzduší a smogové situace v zimních obdobích</li> <li>- Sběr dat pro další použití a optimalizaci elektromobility ve městě</li> </ul>	2018 - 2019

## 2.6.6 e-Carsharing

„Půjčit si malý elektromobil a zadarmo ho parkovat v centru šlo i doposud.“<sup>[10]</sup> Novinkou je ale to, že je možné si půjčit větší automobil, a to konkrétně vůz běžné velikosti Volkswagen e-Golf. Magistrát hl. m. Prahy spolupracuje nejsem s firmou, které carsharing provozuje, ale také s Pražskou energetikou. Tyto dvě společnosti se snaží s Prahou nastavit lepší podmínky pro rozvoj sdílené elektromobility v Praze.<sup>[10]</sup> V tabulce 7 je vidět souhrn informací k projektu dle webu smartprague.eu.

Tabulka 7 - Souhrn informací k carsharingu<sup>[10]</sup>

Přínos	Funkce
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carsharing neboli sdílení aut je služba vhodná pro ty, kterým se nevyplatí mít auto vlastní, protože ho nevyužívají tak často, anebo například jen občasné potřebují druhé auto v rodině</li> <li>- Elektromobil lze parkovat v centru Prahy na modrých i fialových zónách zcela zdarma</li> <li>- Elektromobil si lze zapůjčit na libovolně dlouhou dobu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Možnost půjčit si auto na krátkodobý pronájem</li> <li>- Objednávání auta probíhá pomocí aplikace</li> <li>- Uživatel si vybírá auto podle velikosti, dostupnosti a adresy, kde se zrovna vůz nachází</li> </ul>

### 3 Analýza a měření chytrosti měst

IQ test nám lidem dokáže napomocť zjistit svojí inteligenci, a to díky hodnocení pozornosti, ti a verbální schopnosti v sérii otázek se zvyšující se obtížností. Město si samo svou míru inteligence nezměří, a proto jsou často stanové obecné roviny/oblasti chytrých měst, které skrývají plno podoblastí a jsou velmi často propojené:

- Ekonomie (carsharing, sdílené bydlení, ekosystém obchodu, hospodaření, ...)
- Mobilit (parking, řízení dopravy, MHD, elektromobilita, autonomnost, ...)
- Prostředí (čistá energie, chytrý svoz odpadů, budovy, ochrana prostředí, ...)
- Řízení města (digitalizace úřadů, hospodaření, plánování, chytré zdravotnictví, ...)
- Život ve měst (zajištění služeb, MHD, internetové připojení, úroveň života, ...)
- Lidé (Vzdělání, sdílená ekonomie, ochrana práv a osobních dat, ...)

Pro každého obyvatele ale chytrost města může znamenat něco trochu jiného nebo dokonce velmi odlišného. V rovině „Prostředí“ někomu bude stačit čistý a bezpečný park, druhý si představuje park s chytrým mobiliářem, který má USB zapojení, Wi-Fi, solární panel a senzor na měření ovzduší, hluku a vlhkosti. V rovině „Mobilita“ někdo chce sdílené automobily a tím snížení provozu, druhý chce autonomní elektromobily a sněť dopravního potrubí jak nad zemí, tak v podzemí pro snížení doby cestování.

Čím dál více lidí se stěhuje do měst za práci nebo za lepší dostupnost služeb. V letech 1950 byla města obydlena v průměru 30% z celkového počtu obyvatel na světě. Nyní se pohybujeme okolo 56% a odhad do roku 2050 je, že každý sedmý bude žít ve městě.<sup>[11]</sup>

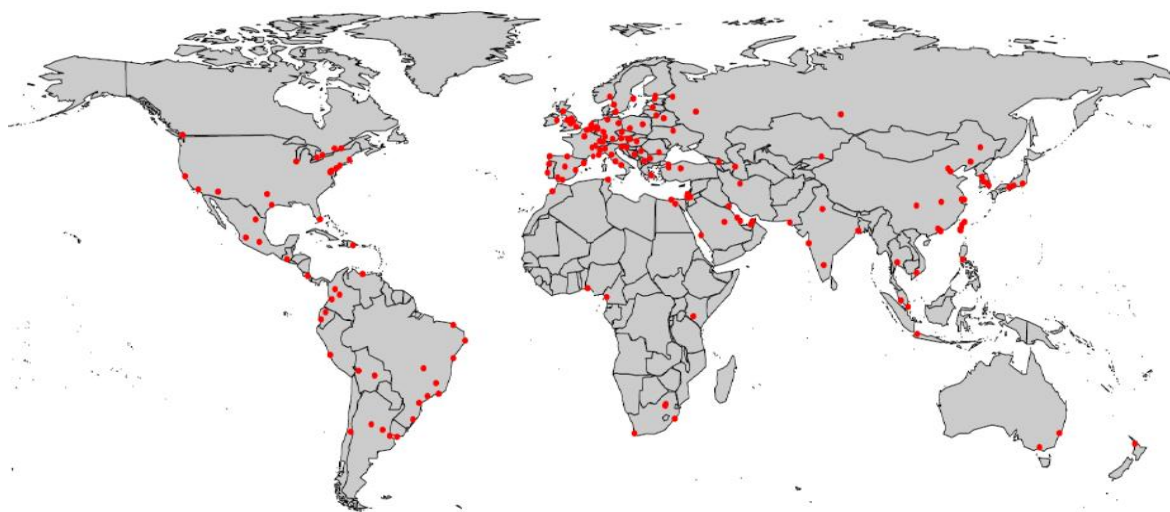
Města obecně jsou pro lidi příslibem změny k lepšímu životu. Pro metropole s narůstajícím počtem obyvatel je ale obtížné udržet úroveň kvality, zvyšující se nároky na dopravu a energii obecně. Aby města tento nápor unesla, musí projít zásadní proměnou. Dnes stojí na začátku, kdy nové technologie přicházejí. Lidstvo už zvládlo použít ocel, parní stroje, motory, budovy, internet a telefony, a nyní půjde o celkové propojení pomocí informačních a komunikačních technologií (ICT) jako jsou chytré telefony, chytré budovy, ulice, auta, města. Města dostanou od člověka svou vlastní nervovou soustavu, tak aby mohla reagovat a v případě nouze volat o pomoc.<sup>[12]</sup>

## 3.1 Měření chytrosti měst

V současné době je dostupných několik žebříčků, které srovnávají ať už evropská nebo světová města podle různých kritérií, které uznali tvůrci, redaktoři nebo university za nejdůležitější. Níže vytvořený soupis indexů představuje vždy jeho původ, metodologii měření a umístění Prahy. Začneme jedním z nejvíce komplexních, a tím je Index Cities in Motion, sestavený odborníky mezinárodní univerzity IESE Business School.

### 3.1.1 Cities in Motion index (CIMI) 2017

Tento index vznikl ve Španělské univerzitě IESE Business School v městě Navarra a seřadil 180 měst po celém světě. Jejich platforma navrhuje koncepční model založený na studii velkého počtu úspěšných příběhů a řadu hloubkových rozhovorů s vedoucími měst, podnikateli, akademickými pracovníky a odborníky spojenými s rozvojem měst. Model navrhuje soubor kroků, které zahrnují diagnózu situace, vývoj strategie a její následnou implementaci, právě první krok k správné diagnóze je analyzovat stav klíčových úrovní. Nyní tedy 10 klíčových dimenzí modelu, jakož i ukazatele použité při výpočtu CIMI. <sup>[13]</sup>



Obrázek 5 – Mapa měřených měst pomocí IESE <sup>[13]</sup>

#### 1. Lidský kapitál

- Hlavním cílem každého města by mělo být zlepšení jeho lidského kapitálu. Město s inteligentním řízením musí být schopno přilákat a udržet si talenty, vytvářet plány na zlepšení vzdělání a podporovat kreativitu a výzkum. <sup>[13]</sup>

#### 2. Sociální soudržnost

- Sociální soudržnost v městském kontextu se týká míry koexistence mezi skupinami lidí s různými příjmy, kulturami, věkem a profesí, kteří žijí ve městě. Obavy ze společenského prostředí města vyžadují analýzu faktorů, jako je přistěhovalectví, rozvoj komunity, péče o seniory, účinnost systému zdravotnictví a veřejné zapojení a bezpečnost. <sup>[13]</sup>

3. **Ekonomie**
  - Tato dimenze zahrnuje všechny aspekty, které podporují hospodářský rozvoj území: plány místního hospodářského rozvoje, plány pro přechod, strategické průmyslové plány a generování klastrů, inovace a podnikatelské iniciativy. <sup>[13]</sup>
4. **Veřejné řízení**
  - Dimenze veřejné správy zahrnuje všechny akce zaměřené na zlepšení efektivity administrativy, včetně návrhu nových organizačních a řídicích modelů. V této oblasti se otevřou velké možnosti pro soukromou iniciativu, což může přinést větší účinnost. <sup>[13]</sup>
5. **Vláda správa**
  - Vládní správa je běžně používaný termín pro popis efektivity, kvality a spolehlivého vedení státní intervence. Vzhledem k tomu, že občan je místem setkávání pro řešení všech problémů, jimž čelí města, je třeba vzít v úvahu faktory, jako je úroveň účasti veřejnosti, schopnost orgánů zapojit vedoucí představitele podniků a místní zainteresované strany a uplatňování plánů státní správy. <sup>[13]</sup>
6. **Prostředí**
  - Udržitelný rozvoj města lze definovat jako rozvoj, který splňuje potřeby současnosti, aniž by ohrozil schopnost budoucích generací uspokojovat své vlastní potřeby. <sup>[13]</sup>
7. **Mobilita a doprava**
  - Města budoucnosti musí čelit dvěma hlavními výzvám v oblasti mobility a dopravy: usnadnění pohybu přes města (často velkých) a usnadnění přístupu k veřejným službám. <sup>[13]</sup>
8. **Územní plánování**
  - Nedostatečné plánování města způsobuje ve střednědobém horizontu snížení kvality života obyvatelstva a rovněž negativně ovlivňuje investiční pobídky, jelikož město bez plánování nebo nedostatečného plánování brání a zvyšuje náklady na logistiku a dopravu pracovníků mimo jiné. <sup>[13]</sup>
9. **Mezinárodní rozsah**
  - Města, která chtějí pokročit, musí se zabezpečit privilegované místo ve světě. Zachování globálního dopadu zahrnuje zlepšení značky města a jeho mezinárodní uznání prostřednictvím strategických plánů cestovního ruchu, přilákání zahraničních investic a zastoupení v zahraničí. <sup>[13]</sup>
10. **Technologie**
  - Ačkoli města nežijí pouze na technologii, informační a komunikační technologie (ICT) jsou součástí páteře jakékoli společnosti, která chce být nazvána "inteligentní". <sup>[13]</sup>



Město Praha se umístilo na 41. místě v celosvětovém žebříčku, kde vyniká nejvíce v dimenzi „Sociální soudržnost“, kde obsadilo 5. místo a dále v dimenzi „Prostředí“. Žebříček dále rozděluje města Evropy na TOP 5 měst západní a východní Evropy, kde si ve východních zemích uhájila první místo. Za Prahou je pak Talin, Varšava, Budapest, Ljubljana.<sup>[13]</sup>

#### TOP 5 EASTERN EUROPE

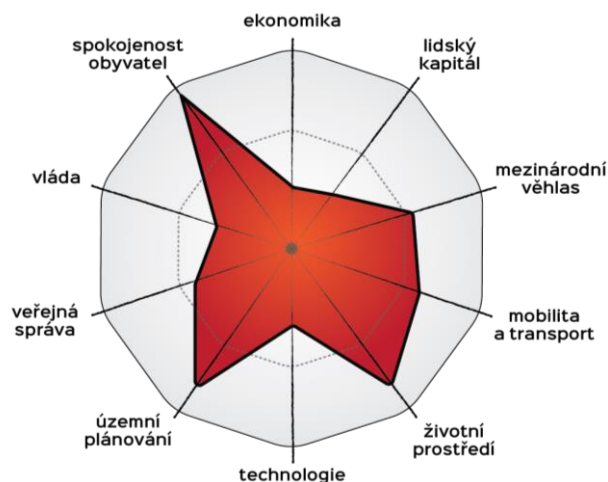
CITY	REGIONAL POSITION	GLOBAL POSITION 2014	GLOBAL POSITION 2015	GLOBAL POSITION 2016
Prague, Czech Republic	1	40	43	41
Tallin, Estonia	2	55	55	53
Warsaw, Poland	3	70	63	54
Budapest, Hungary	4	66	65	67
Ljubljana, Slovenia	5	83	76	70

Obrázek 6 – Žebříček východní Evropy<sup>[13]</sup>

Praha se tedy umístila na 41. místě v celkovém součtu dimenzí. Tabulka 8 ale ukazuje silné a slabé dimenze Prahy, kde mezi dobré patří „Spokojenost obyvatel“ s 5. pořadím ve světě, které ale v hodnocení žádné prvky Smart City nemá, je zde poměr úmrtí, kriminalita, zdravotní index, nezaměstnanost, gendrová rovnost, cena nemovitostí, poměr ženských pracovníků a mírový index. Dalším dobrým výsledkem je „Životní prostředí“ se 14. příčkou, dále „Mezinárodní věhlas“ na 16. místě a „Územní plánování“ na 21. místě. Na středu se Praha umístila s „Mobilitou a transportem“ a „Lidským kapitálem“, ale nejhorší umístění je v dimenzi „Ekonomika“, „Technologie“, „Veřejná správa“ a „Vláda“.<sup>[13]</sup>

Tabulka 8 – Umístění v jednotlivých dimenzích

Celkově		41	body (max 100)
Ekonomika	✘	93	32
Lidský kapitál	⚠	73	35
Mezinárodní věhlas	✓	16	62
Mobilita a transport	⚠	67	65
Životní prostředí	✓	14	82
Technologie	✘	105	36
Územní plánování	✓	21	83
Veřejná správa	✘	114	51
Vláda	✘	114	40
Spokojenost obyvatel	✓	5	95

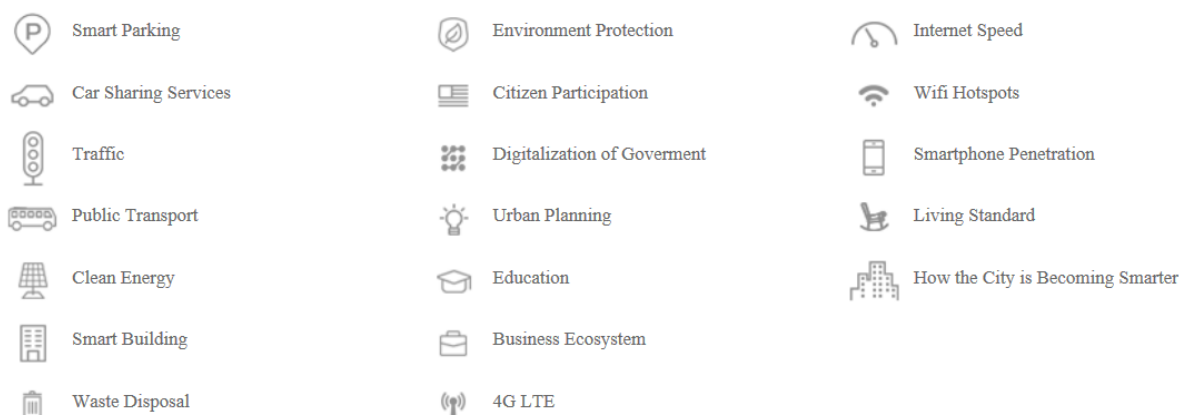


Obrázek 7– Paprskové hodnocení města Prahy

### 3.1.2 EasyPark Smart City index 2017

Společnost EasyPark měla ambici vytvořit místo pro nová města, která chtějí být smart. Nezáleží na tom, jestli jsme liberální nebo konzervativní, studenti nebo profesionálové, chytré město prostě usnadňuje městský život. Tuto studii provedli nejen proto, abychom vyzdvihli metropole, které stojí v čele inteligentního růstu měst, ale také se učí z těch měst, které projevují působivé zrychlení směrem k lepšímu životu občanů digitalizací. <sup>[14]</sup>

Pro zahájení studie se nejprve podívali na faktory, které definují chytré město. Zjistili jsme, že takové město by mělo být digitalizováno v první řadě - s 4G, bohatými hotspoty Wi-Fi a vysokým využitím smartphonů. Doprava a mobilita by měla být založená na znalostech, s inteligentními parkovišti, dopravními senzory a aplikacemi pro sdílení automobilů. Inteligentní město je udržitelné, se zaměřením na čistou energii a projekci životního prostředí. Kromě toho existuje vynikající online přístup k vládním službám a vysoká účast občanů. Obrázek 8 ukazuje jednotlivé obory, které prošli hodnocením. <sup>[14]</sup>



Obrázek 8 – EasyPark oblasti hodnocení <sup>[14]</sup>

Poté EasyPark analyzoval více než 500 měst po celém světě pro všechny tyto faktory a zařadili top 100, aby určili konečný index Smart City. K uzavření studie požádali více než 20 000 technologických a urbanistických novinářů o své odborné názory na to, jak města, ve kterých žijí, pohybují se s křivkou digitalizace. <sup>[14]</sup>

*"Big Data změnila tvář světa, jak ji známe, protože nám umožňuje vytvářet lepší řešení problémů reálného světa. Bez lepších řešení globální urbanizace povede k problémům, jako je dopravní zácpa, nedostatek bydlení a znečištění - pomocí využívání Big Data můžeme pomoci při řešení těchto důležitých globálních problémů. V našem případě se zaměříme na mobilitu a pomáháme snižovat stopy při řízení dopravy a vytvářet mnohem víc zkušeností pro řidiče,"* komentoval Mauritz Börjeson, CBDO společnosti EasyPark Group. *"Každé město v tomto indexu si zaslouží potlesk za své úsilí a zatímco výsledky jasně ukazují ty města, které jsou skokem dopředu, také přináší do pozornosti obdivuhodné úsilí mnoha měst, které se těší na inteligentní budoucnost."* <sup>[14]</sup>

Metodologie hodnocení měst v Smart Cities Index 2017 probíhalo v 7 hlavních oblastech, které byli často reprezentovány vícero podoblastmi, celkem 19. Aby vytvořili index, nejprve studovali více než 500 měst na celém světě a podívali se na země s velmi vysokým a středním rozvojem, jak jsou definovány v Indexu lidského rozvoje. Podívali jsme se také na města, která se objevují na seznamu prosperity OSN a na index digitální města Evropské komise. Potom analyzovali těchto 500 měst o 19 faktorech, týkajících se inteligentních měst, aby určili konečný seznam stovky, zaměřený na pokrytí širokého spektra regionů a upřednostňování hlavních měst, finančních center a dalších zajímavých míst. Nebyla analyzována skutečně nová města, která jsou plánována jako nejchytřejší na světě, ale nejsou kvůli nedostatku dat dosud úplně dokončena nebo není široce známá (např. Masdar City).<sup>[14]</sup>

Každé město v konečném indexu by mělo být oceněno za své úsilí, neboť ukazuje nejen města, které stojí v čele inteligentního městského růstu, ale také ty, které dělají impozantní kroky směrem k digitalizované infrastruktuře. Města ve spodní části žebříčku by proto neměla být interpretována jako "špatná", ale spíše že jsou nově vznikajícími inteligentními městy, které mají prostor k růstu a zlepšení.<sup>[14]</sup>

Analyzovali každé město podle následujících kategorií pro vytvoření konečného skóre; Doprava a mobilita, udržitelnost, správa, inovační ekonomika, digitalizace, životní úroveň a vnímání odborníků.

K vytvoření výsledného skóre zařadili surové údaje z nejvyšší k nejnižší hodnotě a poté získali standardní skóre založené na jejich pořadí následujícím způsobem:<sup>[14]</sup>

$$Score_i = 1 + 9 \left( \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right)$$

Rovnice 1 – Rovnice pro standardní skóre měst<sup>[14]</sup>

*Finální Score<sub>i</sub>*

$$\begin{aligned} &= 25\% \text{ Doprava and mobilita}_i + 12,5\% \text{ Udržitelnost}_i \\ &+ 17,5 \text{ Vláda}_i + 2,5\% \text{ Inovativní ekonomika}_i \\ &+ 17,5\% \text{ Digitalizace}_i + 10\% \text{ Životní standart}_i \\ &+ 15\% \text{ Odborné vnímání}_i \end{aligned}$$

Rovnice 2 – Postup výpočtu finálního score<sup>[14]</sup>

Každý faktor je skóre od 1 do 10, čím vyšší je skóre, tím lepší. Níže je popis, jak byl každý faktor zkoumán.<sup>[14]</sup>

**Inteligentní parkování** (Doprava a mobilita)

- Podíl osob vlastnících automobily (město). Zdroj: statistické údaje NUTS 2 Eurostatu
- Počet parkovacích míst v centru města na klm2
- Penetraci smartphonu. Zdroje: místní zprávy, online databáze
- Dostupnost aplikací pro parkování a využití penetrace

**Služby sdílení vozidel**

- Odhad automobilové flotily (počtu vozů) sdílejících vozidlo ve městě s ohledem na počet obyvatel města. Zdroje: místní zprávy, oficiální stránky car2Go, GoGet, Zipcar, DriveNow, Communauto, Car4away, Autonapůl, LetsGo, Green-Mobility, Autolib, GoCar, Enjoy, XXIimo, Bluemove, Sunfleet, Mobility Carsharing a Flinkster.
- Populační údaje od společnosti Google

**Provoz**

- Úrovně přetížení. Zdroje: Dopravní index TomTom, dopravní značka INRIX (upravená pro TomTom), provoz Google (upravený pro TomTom).

**Veřejná doprava**

- Procenta spokojenosti s veřejnou dopravou Zdroje: místní zprávy, zpráva Evropské komise

**Čistá energie**

- Procento výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Zdroj: zpráva o mezinárodní energetické statistice

**Inteligentní budovy**

- Výzkumná centra: Investice do výzkumu a vývoje (v procentech HDP). Zdroj: Globální inovační index 2017 (zpráva)
- Účinnost budov: HDP na jednotku spotřeby energie. Zdroj: Globální inovační index 2017 (zpráva)

**Nakládání s odpady**

- Procento odpadů uložených na skládce. Zdroje: místní zprávy, Organizace spojených národů

**Ochrana životního prostředí**

- Zelený dům vydává emisi na jednoho obyvatele. Zdroj: Organizace spojených národů

- Emise CO2 na obyvatele. Zdroj: Organizace spojených národů.
- Přizpůsoben počtu obyvatel. Zdroj: údaje o populaci od Googlu.

### Účast občanů

- Volební účast v parlamentu (pro nejnovější místní volby v Hongkongu), v procentech. Zdroj: Mezinárodní institut pro demokracii a volební pomoc. Tam, kde neexistuje žádný parlament, byla použita míra účasti v komunálních volbách.

### Digitalizace vlády

- Pořadí digitální infrastruktury. Zdroj: Digital City Index (podporovaný Evropskou komisí)  
Dopravu místních vládních úřadů jako procento obyvatel.

### Územní plánování

- Pořadí podle procenta zelených veřejných prostor ve městě. Zdroj: Údaje z městských záznamů a satelitních dat (Google)

### Vzdělání

- PC na 1000 obyvatel. Zdroj: Online databáze a místní zprávy.
- Index vývoje informačních technologií (Měření zprávy o informační společnosti). Zdroj: Mezinárodní telekomunikační unie
- Počet univerzit, které má země na seznamu nejvyšších univerzit, na úrovni zemí. Zdroj: World University Rankings 2016
- Počet univerzit v seznamu 10 nejvyšší úrovně, úroveň města. Zdroj: World University Rankings 2016
- Počet studentů v top 3 univerzitách ze seznamu, úroveň města. Zdroj: World University Rankings 2016
- Přizpůsoben městské populaci, populaci zemí (údaje od společnosti Google)

### Obchodní ekosystém

- Zdroj: Globální inovační index
- Počet start-upů registrovaných na webu Angel.co
- Upravené na počet obyvatel (Google)

### 4G LTE

- Mbs, Global Speed Index (mobilní). Zdroj: online test rychlosti

### Rychlost internetu

- Stáhněte si Mbs, Speed Test Global Index (pevné širokopásmové připojení). Zdroj: Globální index rychlosti online testu
- Stáhnout Mbs, zdroj: Ookla
- Stáhnout Mbs, Zdroj: Veřejně dostupná data z Digital City Indexu

### Wi-Fi hotspoty

- Wi-Fi hotspot zdarma (odhad) Zdroje: Online Wi-Fi database
- Přizpůsoben městské oblasti (od společnosti Google).

### Průnik Smartphonů

- Penetrace smartphonu (země). Zdroj: místní zprávy, on-line database

### Životní standard

- Průměrná částka strávená na (rychlé občerstvení, restaurace, oblečení, nájemné, doprava). Zdroj: Expanistan
- Průměrná čistá mzda. Zdroj: Průměrné údaje z průzkumu platů
- Upraveno na úroveň HDP na hlavu. Zdroj: údaje Světové banky

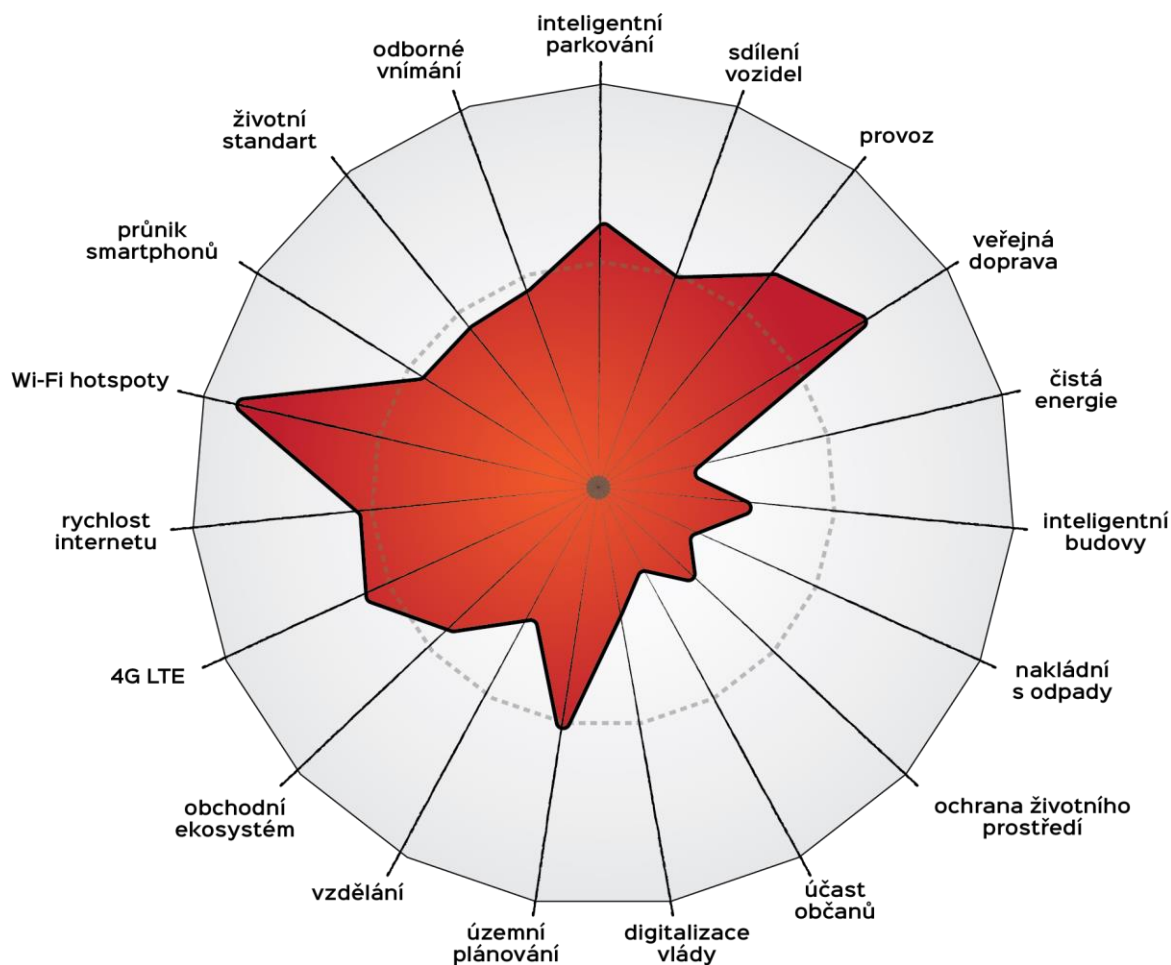
### Odborné vnímání

- 20 000 technologických a urbanistických novinářů bylo požádáno o zhodnocení toho, jak je každé město inteligentní. Zdroj: anketa, pouze v nejlepších 100 městech.

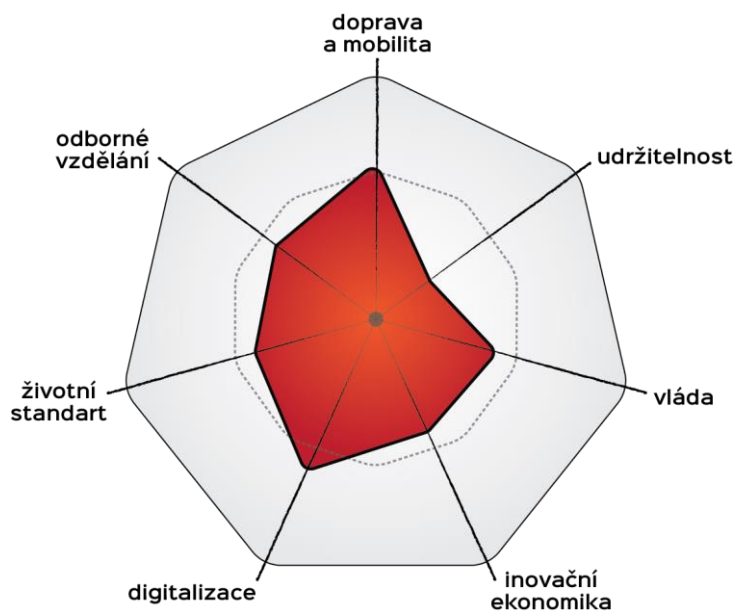
Výsledek tohoto žebříčku je poněkud odlišný od předchozího Cities in Motion. Zde se na prvních pěti městech umístila 1. Kodaň (Dánsko), 2. Singapur (Singapur), 3. Stockholm (Švédsko), 4. Zurich (Švýcarsko), 5. Boston (USA), oproti Cities in Motion, kde je pouze Boston na 4. místě. Praha se zde umístila na 72. místě. Tabulka 9 a grafy na obrázku 9 a 10 ukazují její hodnocení.

Tabulka 9– Hodnocení města Prahy dle Smart Cities Index

Celkem		5,14
Doprava a mobilita	Inteligentní parkování	⚠ 6,54
	Služby sdílení vozidel	⚠ 5,50
	Provoz	⚠ 6,71
	Veřejná doprava	✅ 7,66
Udržitelnost	Čistá energie	❌ 2,13
	Inteligentní budovy	❌ 3,77
	Nakládání s odpady	❌ 2,32
	Ochrana životního prostředí	❌ 3,08
Vláďfa	Účast občanů	❌ 1,98
	Digitalizace vlády	❌ 2,82
	Územní plánování	⚠ 5,94
	Vzdělání	❌ 3,34
Inovační ekonomika	Obchodní ekosystém	⚠ 4,81
Digitalizace	4G LTE	⚠ 6,14
	Rychlost internetu	⚠ 5,76
	Wi-Fi hotspoty	✅ 9,22
	Průnik Smartphonů	⚠ 5,11
Životní standart	⚠ 5,08	
Odborné vnímání	⚠ 5,20	



Obrázek 9 – Paprskové hodnocení Prahy v 16ti podoblastech



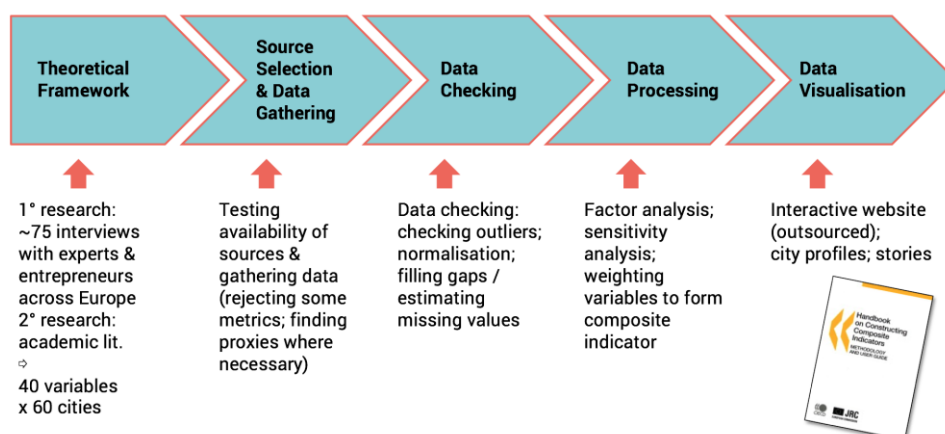
Obrázek 10 – Paprskové hodnocení Prahy v 10ti hlavních oblastech

### 3.1.3 European Digital City Index 2016 (EDCi)

EDCi je Evropský žebříček, vytvořený European Digital Forum, zabývající se digitalizací v obecné rovině, která pomáhá firmám a start-upům při vývoji. Nejedná se tedy přímo o srovnání chytrých měst, ale spíše o technologické a digitální pozadí měst, které pomáhají malým firmám a start-upům, avšak zastoupení oblastí se velmi podobá měření chytrých měst, dalo by se tedy říct, že jde o jiný pohled na měření měst.

Evropský digitální městský index (EDCi) obsahuje kompozitní ukazatele, které popisují, jak dobře různá evropská města podporují digitální podnikání. Tyto ukazatele zkoumají klíčové faktory, jako je dostupnost dostatečných a vhodných finančních prostředků, pracovní síly v dané oblasti a kvalita podpůrné infrastruktury a sítí. Konečným účelem EDF je podpořit digitální podnikání tím, že poskytne holistický a místní pohled v celé Evropě tím, že bude popisovat, jaké ekosystémové faktory jsou pro digitální začínající podniky nejvhodnější. Za tímto účelem obsahuje ukazatele, které se vztahují k různým politickým, ekonomickým, sociálním / kulturním a technologickým faktorům. <sup>[15]</sup>

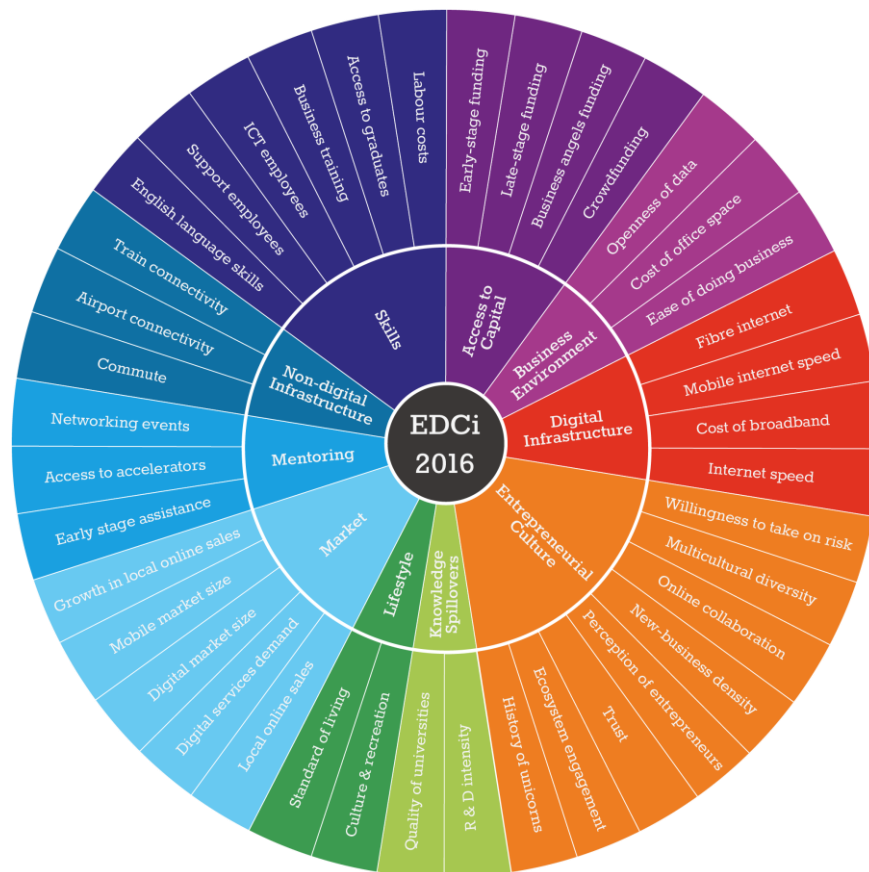
Při výběru zdrojů a shromažďování dat (viz obrázek 11) byly ukazatele vybrány kombinací rozhovorů s digitálními odborníky a přehledem stávajících nedávných indexů. Vyvinuli platformu, která umožnila digitálním odborníkům doporučit zdroje dat. Zdroje zahrnují jak tvrdá (Eurostat, Světová banka, OECD, ITU), tak i inovativní měkká data (scraping of Metup API, Ookla, Teleport, Statista a neveřejné databáze, jako jsou komerční investiční kapitál a angel investiční databáze). Pokud nebyly k dispozici konkrétní údaje nebo byly snadno sestaveny, použili jsme proxy opatření (například počet tweetů pocházejících z města, které mají specifické hashtagy pro podnikání jako proxy pro úroveň digitálního zapojení z Follow the Hashtag). Přibližně asi tucet indikátorů byli nuceni používat z národních údajů, které nebyly k dispozici na úrovni městských informací nebo NUTS2. Tyto údaje také označili (buď podle počtu obyvatel, HDP nebo počtu začínajících podnikatelů), aby bylo srovnání mezi různými městy zůstalo smysluplné. <sup>[15]</sup>



Obrázek 11 – Proces získávání dat EDCi <sup>[15]</sup>



Datová struktura obsahuje 60 evropských měst ve 28 evropských zemích, včetně všech hlavních měst v EU. 40 indikátorů seskupených do 10 oblastí, které jsou také zobrazeny na obrázku 12: přístup ke kapitálu, podnikatelská kultura, mentoring a manažerská pomoc, dovednosti, podnikatelské prostředí, digitální infrastruktura, přelévání znalostí, trh, životní styl, nedigitální infrastruktura.

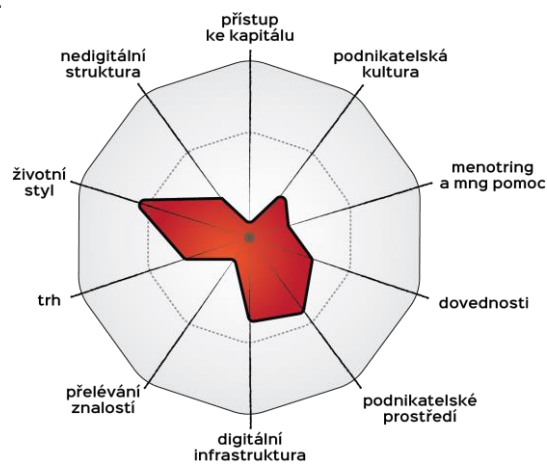


Obrázek 12 - Vizualní reprezentace dat EDCi [15]

Výsledek EDCi žebříčku je rozdělen na výsledky, první je žebříček pro prostředí Star-upů a druhý je pro prostředí malých firem aspoň s 10 zaměstnanci. První Star-upový vychází takto, zde pouze pět prvních míst: 1. Londýn, 2. Stockholm, 3. Amsterdam, 4. Helsinky, 5. Paříž a 37. Praha, a v žebříčku pro malé firmy: 1. Londýn, 2. Stockholm, 3. Paříž, 4. Helsinky, 5. Amsterdam a Praha obsadila 40. místo. [15]

Tabulka 10– Hodnocení města Prahy dle EDCi

Průměr		35
Přístup ke kapitálu	✗	8
Podnikatelská kultura	⚠	32
Mentoring a manažerská pomoc	✗	22
Dovednosti	⚠	37
Podnikatelské prostředí	✓	51
Digitální infrastruktura	⚠	48
Přelévání znalostí	✗	14
Trh	⚠	39
Životní styl	✓	69
Nedigitální infrastruktura	✗	28



Obrázek 13 – Papsrkové znázornění hodnocení

### 3.2 Souhrn statistiky

Srovnání vybraných žebříčků je přestavováno v tabulce 11, která ukazuje prvních 5 míst zastoupených většinou evropskými městy, z kterých se nejčastěji ukazuje Londýn, Paříž, Stockholm, Amsterdam a Zurich, ze světových měst je to potom New York, Boston, Singapur a San Francisko.

Tabulka 11 – Srovnání jednotlivých žebříčků a umístění Prahy (zdroj: autor práce)

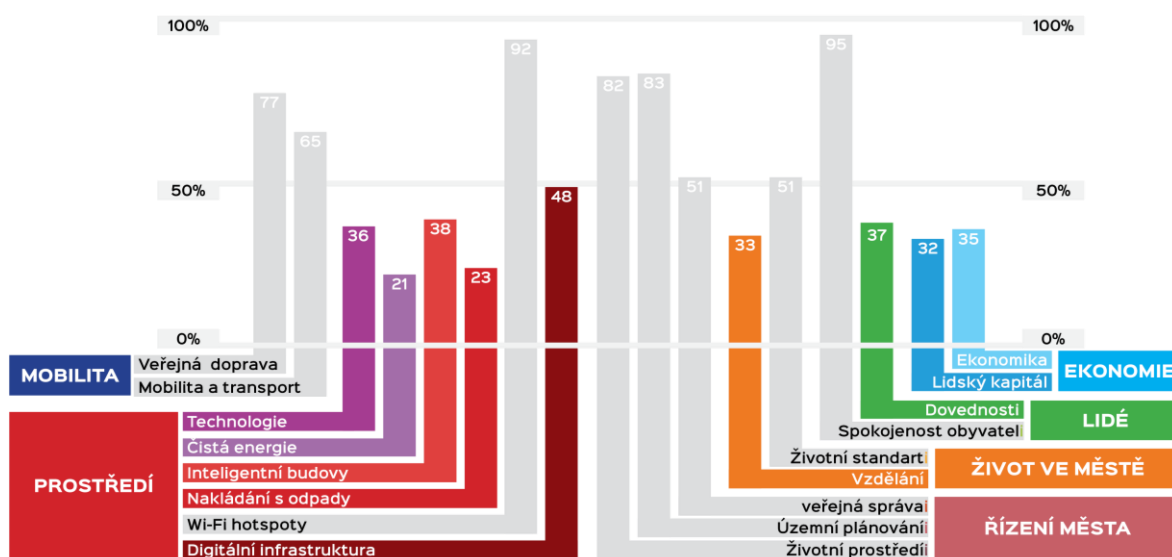
	Svět	Evropa	Svět	Evropa	
Pořadí	Cities in Motion 180 měst		Smart Cities Index 100 měst	EDCI - start-up 60 měst	EDCI - malé firmy 60 měst
1	New York	Londýn	Kodaň	Londýn	Londýn
2	Londýn	Paříž	Singapur	Stockholm	Stockholm
3	Paříž	Berlín	Stockholm	Amsterdam	Paříž
4	Boston	Amsterdam	Zurich	Helsinky	Helsinky
5	San Francisko	Zurich	Boston	Paříž	Amsterdam
34				Gothenburg	
35				Luxembourg	
36				Glasgow	
37				Praha	cardiff
38	Milan			Warsaw	Hague
39	Glasgow			Karlsruhe	Dusseldorf
40	Brusel			Cardiff	Praha
41	Praha				Warsaw
42	Hong-Kong				Bordeaux
43	Řím				Bratislava
44	Auckland				
69			Turin		
70			Reykjavik		
71			Řím		
72			Praha		
73			Vilnius		
74			Marseille		
75			Riga		

Tabulka dále ukazuje umístění Prahy v jednotlivých žebříčcích a její tři sousedy na vyšších místech a tři sousedy na horších místech, mezi časté města v okolí patří Varšava, Glasgow a Řím, ale v žebříčkách je Praha v těsné blízkosti také městu Brusel, Hong-Kong, Vilnius a Dusseldorf. Praha se často porovnává v rozsahu implementace technologií smart cities s evropskými městy jako je Barcelona, Vídeň, Malmö a Českými městy jako je Brno, Ostrava a Písek.

Z jednotlivých žebříčků se dají zjistit silné a slabé stránky Prahy a tím navrhnou které oblasti je třeba udržovat na dobré úrovni a které oblasti je potřeba zlepšit. Tato analýza bude dále sloužit jako podklad pro návrh rozvoje Prahy v oblasti Smart Cities v kapitolách 4, 5 a 6.

Po sjednocení všech tří žebříčků bylo z 38 podoblastí vybráno 17, které byly následně rozřazeny do 6 hlavních oblastí, které jsou zobrazeny v obrázku 14. Hodnoty v grafu jsou za rok 2017, pouze dvě hodnoty jsou za 2016 a to „Digitální infrastruktura“ a „Vzdělání“, které se tedy mohl mírně změnit Graf nám také ukazuje slabé podoblasti Prahy, které jsou: technologie, čistá energie, inteligentní budovy, nakládání s odpady, digitální in-

frastruktura, vzdělání, dovednosti, lidský kapitál a ekonomika. Jelikož se tato práce zabývá spíše technologiemi v oblasti Smart Cities, tak v návrzích bude hlavně využita analýza levé části grafu a bude sloužit také jako podklad, v kterých oblastech se zaměřit na možné zlepšení. Jak bylo poznamenáno nahoře, většina podoblastí i hlavních oblastí se mohou často prolévat, například síť elektro-dobíjecích stanic v Praze není tak velká a celkově oblast Mobility vychází okolo 70%. Dobíjecí stanice bychom mohli zařadit mezi do „technologí“ a „Čisté energie“. Výsledek slabých oblastí na pravé straně může sloužit například jako podklad pro práce v oborech ekonomie a sociologie.



Obrázek 14 – Slabé místa Prahy po sloučení tří žebříčků (zdroj: autor práce)

### 3.3 Koncepce řízení Smart Prague

„Koncepce Smart Prague vychází z celosvětově známého konceptu Smart Cities. Vznikla na základě dlouhodobých priorit města stanovených zejména jeho Strategickým plánem a sledováním světových trendů v technologickém vývoji. Bylo definováno šest klíčových oblastí, kde bude mít zavádění moderních technologií nejvýznamnější pozitivní dopady do života Pražanů: Mobilita budoucnosti, Chytré budovy a energie, Bezodpadové město, Atraktivní turistika, Lidé a městské prostředí a Datová oblast.“<sup>[10]</sup>

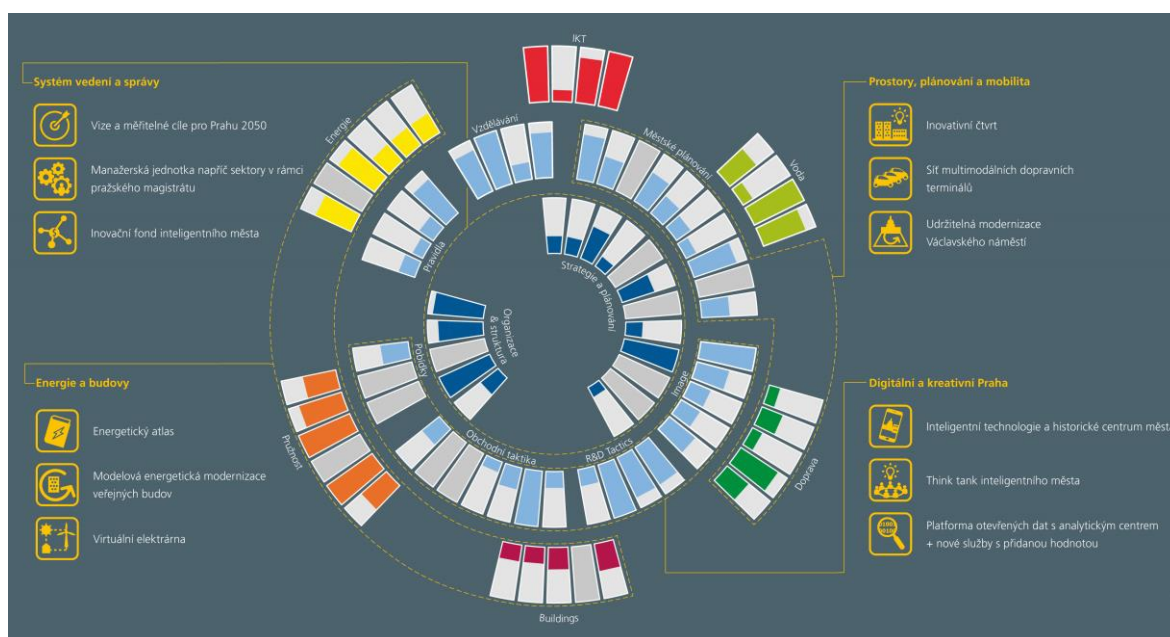
Operátor ICT zastupuje pozici manažera a koordinuje projekty tak, aby se naplnila koncepce, ovšem nemá finální slovo. O tom zda se projekty budou nebo nebudou realizovat rozhodují městské orgány, které na základě doporučení od Komise Rady hl. m. Prahy pro rozvoj konceptu Smart Cities v hl. m. Praze, nebo případně od Výboru pro Smart Cities Zastupitelstva hl. m. Prahy. Hlavní je úzká spolupráce s městskými částmi a společnostmi, jako je například Technická Správa Komunikací, Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy, Dopravní podnik a dalšími, tak aby se všechny projekty maximálně provázali.

Jako další klíčoví partneři jsou z akademického sektoru a to konkrétně ČVUT a Univerzita Karlova.<sup>[10]</sup>

### 3.3.1 Morgenstadt City Lab

„Od roku 2010 se pojem Smart Cities postupně stal součástí evropského odborného i politického diskurzu. V pražském kontextu se tématu od roku 2014 začala věnovat Komise pro rozvoj Smart Cities Rady hl. m. Prahy. Ve spolupráci s Fraunhofer institutem realizoval Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy (dále IPR Praha) studii Morgenstadt City Lab (2015–2016) a podílí se na evropském Smart Cities projektu Triangulum (2015–2020), podporovaného z programu Horizon 2020. Začátkem roku 2016 primátorka Adriana Krnáčová představila sérii tématicky strukturovaných konferencí iniciativu Smart Prague a současně vzniklo webové rozhraní pro přijímání podnětů pro pilotní projekty. Na tuto iniciační fázi je zásadní nyní navázat vypracováním Strategického rámce Smart Cities hl. m. Prahy do roku 2030 (dále Smart Prague) a souběžně realizací prioritních pilotních projektů této agendy.“<sup>[16]</sup>

Morgenstadt City Lab je projekt německé výzkumné organizace Fraunhofer. Cílem projektu je rozvoj a implementace socio-technických inovací a projektů za účelem zajištění udržitelného rozvoje ve městech. V Praze proběhla důkladná analýza současného stavu, nejen v oblasti rozvoje a správy města, ale i z hlediska energetické udržitelnosti, mobility nebo ICT. Po zhodnocení nedostatků a vytvoření udržitelného profilu města navrhli němečtí výzkumníci řadu konkrétních opatření – od oživení historického centra Prahy využitím moderních technologií, přes změny ve strategickém řízení města, až po konkrétní projekty v oblasti energetické udržitelnosti, viz obrázek 15.<sup>[17]</sup>



Obrázek 15 – Analýza a opatření dle Morgenstadt<sup>[17]</sup>

Dle analýzy v odvětví „Systém vedení a správy“ je navrhováno vydefinování jasných a měřitelných rozvojových cílů, protože schází jasná vize pro řízení dlouhodobého rozvoje. Dále zřízení manažerské jednotky napříč sektory, což v dnešní době zastává Operátor ICT. <sup>[17]</sup>

Odvětví „Digitální a kreativní Praha“ by se dalo zlepšit o inteligentní aplikace a technologie v historickém centru, z důvodu lepšího rozdělení toku turistů. Vytvořit je potřeba platformu otevřených dat, kde bude centrum pro analýzu a online tržiště, z důvodu optimalizace městských procesů. <sup>[17]</sup>

V odvětví „Prostory, plánování a mobilita“ je potřeba založit Pražskou inovační oblast, která bude prezentovat kreativní a digitální ekonomii v Praze 21. století a zaujme tak mezinárodní firmy. Dále je navrhováno vytvořit síť multimodulových dopravních hubů, kterélepší dopravu a parkování a sníží produkci emisí. Zatraktivnit centrum města pro návštěvníky, a to modernizací Václavského náměstí a propojení náměstí Winstona Churchilla s mostem. Také je potřeba vytvořit tzv. Energetický atlas, který poskytne chybějící informace o energetické náročnosti fondu budov v Praze. <sup>[17]</sup>

„Energie a budovy“ je oblast, kde je potřeba se zaměřit na energetickou modernizaci pražského fondu budov. Také vytvoření tzv. Virtuální elektrárny, která bude řešit problémy s nedostatečnými energetickými zdroji pro mimořádné situace. <sup>[17]</sup>

### 3.4 Porovnání Prahy se světem

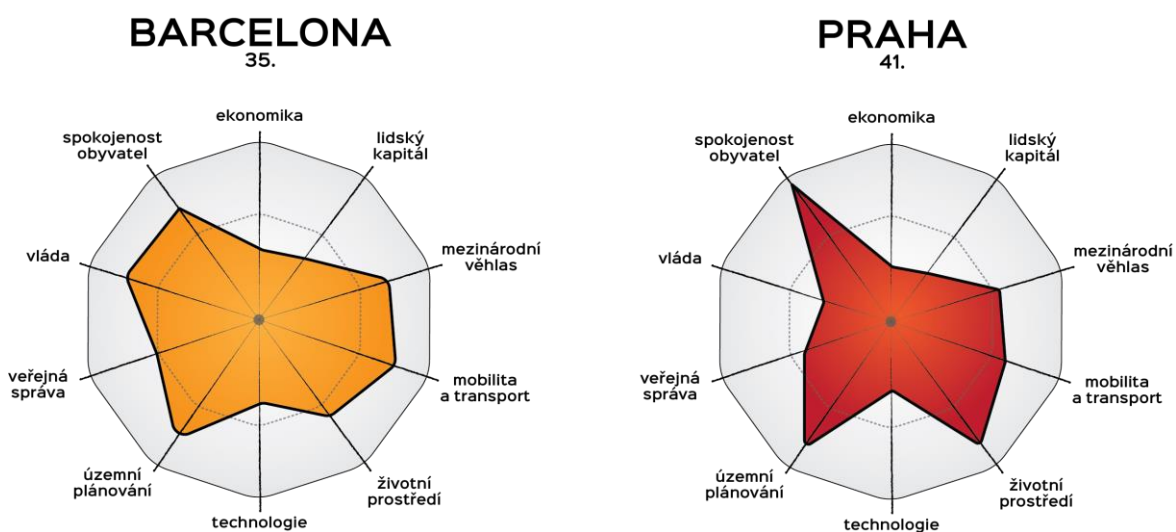
Soutěžení a porovnávání nás posouvá dopředu, proto analýza a porovnání s jinými městy je důležitá i pro Prahu. Dá se zaměřit na města podobná s přibližně stejnou velikostí a historií, nebo se prostě podívat jak to dělají profíci na vyšších příčkách žebříčků. V této kapitole budou stručně popsány přednosti Barcelony, Vídně, Stockholmu a Amsterdamu.

#### 3.4.1 35. Barcelona

Politici v Barceloně nazývají proměnu města doslova technologickou revolucí. Barcelona, jako metropole Katalánska je prý jedno z nejchytřejších měst světa, a to díky tomu, že pomocí nejmodernějších technologií v ulicích a internetu věci zlepšují kvalitu života svých obyvatel, ale také i návštěvníků. Míru hluku a kvalitu ovzduší monitorují senzory rozmístěné podél hlavních tříd a tyto informace přijímají přímo úředníci. Na základě těchto informací může radnice plánovat a navrhopat opatření na místech kde jsou potřeba. <sup>[18]</sup>

Barcelona především vyniká díky dobře zvládnuté dopravě a chytrým aplikacím, pomocí které si mohou řidiči najít volné parkovací místo v okolí, a dokonce si jej zarezervovat i zaplatit. Dále mají širokou síť chytrých lamp veřejného osvětlení. Celkem tři tisíce umí reagovat na pohyb osob, a tím se rozsvítit ve chvíli, kdy je v okolí pohyb. Osvětlení na pláži Llevant navíc díky solárním panelům využívá obnovitelných zdrojů energie.

Bezplatné připojení k internetu na veřejnosti zajišťují Wi-Fi spoty, kterých je zhruba 750 na plážích parcích a ulicích a plánuje se zdvojnásobení tohoto čísla v dalších letech. Turisté zde mohou pomocí telefonů a QR kódů najít informace o památkách v blízkosti, a také kde se nachází, a kde je například nejbližší zastávka. <sup>[19]</sup>

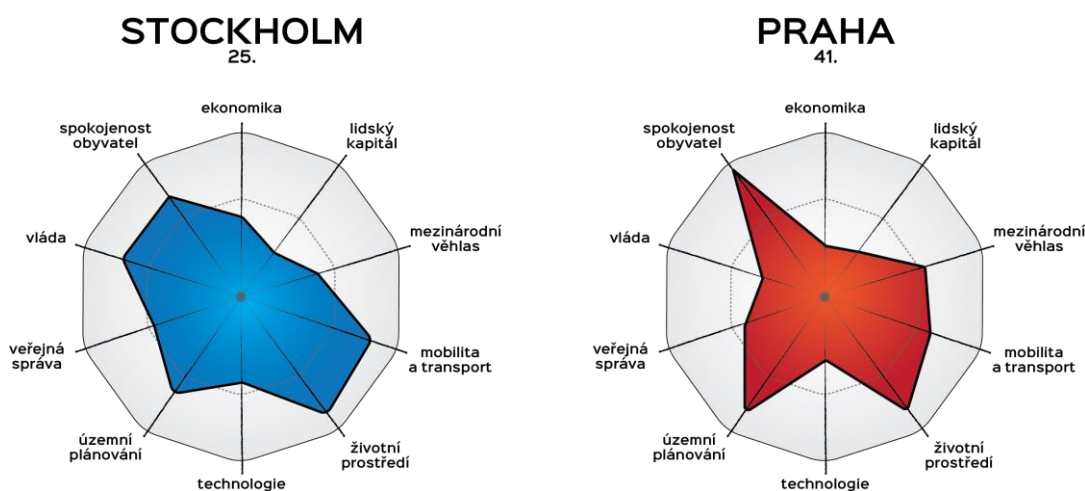


Obrázek 16 – Srovnání Barcelony s Prahou dle IESE (zdroj: autor práce)

### 3.4.2 25. Stockholm

Stockholm dává větší důležitost k dosažení environmentálních cílů města na zásadní účinnou spolupráci mezi obyvateli, soukromým průmyslem, veřejným sektorem a mnoha dalšími hráči. Environmentální a informační technologie jsou oběma klíčovými prioritami rozvoje udržitelné společnosti. Pokročilé chytré energetické sítě tzv. Smart grids, elektromobilita nebo špičkové třídění a zacházení s odpady je pro Stockholm a Švédsko obecně jasnou věcí, na které se pracovalo už mnoho let. Město vytvořilo tzv. Zelené IT, které využívá informačních technologií ke snížení negativního dopadu na životní prostředí a snížení spotřeby energie a dopadů celého IT sektoru na životní prostředí. Efektivní veřejné služby jsou klíčovými faktory prosperujícího města Stockholm a mají být charakterizovány společnou touhou upřednostňovat různé potřeby a touhy občanů. Požadavky na povolení, školy, péči o staré lidi nebo plánování dojížděky do zaměstnání jsou jen několik příkladů nabízených e-sluzeb. <sup>[20]</sup>

Stockholm se dá považovat za jedno z nejvíce spojených měst na světě, díky řešení optických vláken neustále přispívá k tomu, aby se město stalo atraktivnějším pro podniky obecně a zejména pro odvětví technologií. Cílem městských sítí je budování infrastruktury neutrální z hlediska konkurence schopné uspokojit budoucí komunikační potřeby, stimulovat ekonomickou aktivitu, rozmanitost a svobodu volby a minimalizovat narušení městských ulic. Síť optických vláken ve Stockholmu zajišťuje a spravuje společnost Stokab, která je vlastněna městskou radou ve Stockholmu. (Stockholm City, 2018) Nejvýznamnější světový informační cluster (Kista Science City) je nyní přirozeným místem setkávání pro každého, kdo pracuje v informačních a komunikačních technologiích. Od té doby, co se IBM a Ericsson přestěhovali do společnosti Kista v sedmdesátých letech minulého století, následovalo více než 1 000 dalších společností v oblasti informačních a komunikačních technologií. Nyní společně tvoří jeden z nejdůležitějších clusterů informačních a komunikačních technologií na světě. <sup>[21]</sup>



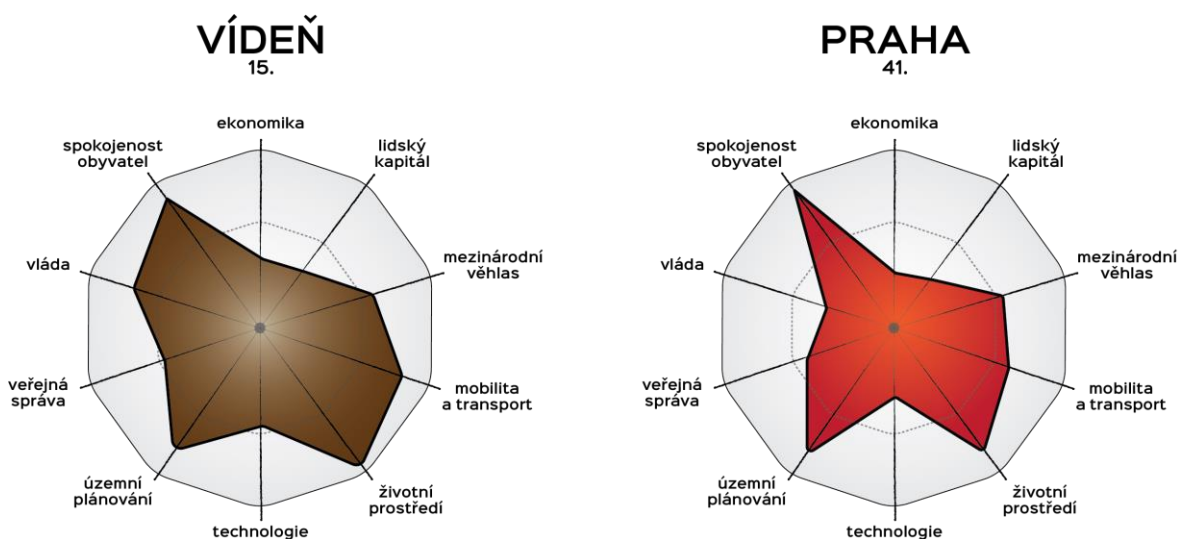
Obrázek 17 - Srovnání Stockholmu s Prahou dle IESE (zdroj: autor práce)

### 3.4.3 15. Vídeň

Vídeň se potýká s poměrně velkým přílivem obyvatel, a to až okolo 30 tisíc lidí za rok. Tento příliv zvyšuje nároky na bydlení, hromadnou dopravu, celkový počet aut v ulicích, roste spotřeba energií a životní prostředí je zatěžováno víc a víc. Proto město začalo se strategickým plánováním s dlouhodobou vizí, a to hned do roku 2050, kdy se plánuje pomocí investic do renovací omezení produkce skleníkových plynů o 80 procent, snížit spotřebu energie o 40 procent oproti současnému stavu. <sup>[22]</sup>

Město plánuje vyzkoušet na nové severní čtvrti Seestadt Aspern, jak by celý tento plán mohl vypadat. Tato nová čtvrť metropole má mít v roce 2030 okolo 20 tisíc obyvatel a stejné množství by zde mělo i pracovat, a to díky propojení metra a vlaku. Nyní se o této čtvrti mluví, jako o pískovišti, kde si hrají s moderními technologiemi v oblasti energetiky a plánuje se plno dalších věcí jako jsou smart grids, které budou fungovat podle zátěže v přímém čase. <sup>[23]</sup>

Už nyní se ve Vídni během jednoho dne v jednom autě zapojeném do carsharingu projede v průměru 8 lidí. Město má i bližší cíle než 2050, například do 10 let chce, aby pouze pětina obyvatel jezdila po městě autem. Samozřejmostí je rozšíření veřejně dostupné Wi-Fi sítě a vytvoření nových aplikací. <sup>[22]</sup>



Obrázek 18 - Srovnání Vídně s Prahou dle IESE (zdroj: autor práce)



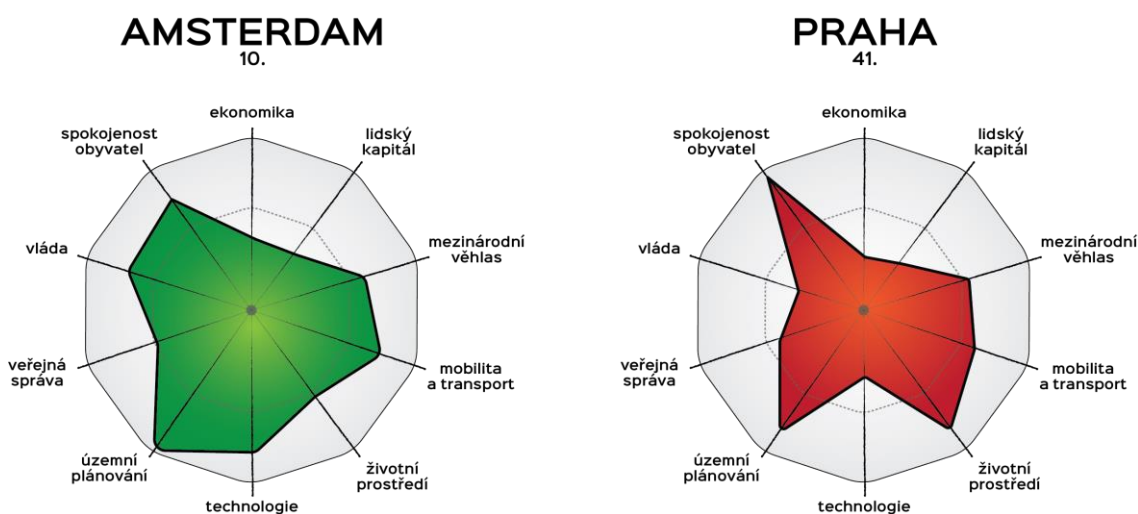
### 3.4.4 10. Amsterdam

Nová případová studie od společnosti MIT Sloan Management Review poukazuje na to, co se Amsterdam naučil - a co další města by si měli půjčit ze sedmi let experimentů s inteligentními městy. Město Amsterdam je již dlouho známé díky svým kanálům, kavárnám a cyklistické kultuře. V posledních letech se však stává známým i jako model pro to, aby se stalo "chytrým městem", využívajícím informační technologie ke zlepšení městských služeb.<sup>[25]</sup>

V dubnu 2016 získalo město Amsterdam Evropskou komisi cenu „Evropský hlavní město inovací“. Tato cena ve výši 950 000 EUR pomůže městu rozšiřovat inovační úsilí o zlepšení způsobu, jakým lidé žijí a podniky pracují. Nová případová studie společnosti MIT Sloan Management Review se zabývá kroky, které Amsterdam přijal od roku 2009, aby se stal inovovaným inteligentním městem, a pohledy, které městské zkušenosti představují ve složitosti, která čelí městským manažerům. Případová studie je nazvaná "Řízení dat městskou správou".<sup>[24]</sup>

Všechny současné projekty zde: <https://amsterdamsmartcity.com/projects>

Mnoho velkých měst uznává příležitost zlepšit městský život pomocí datové analýzy a některé zkoumají, jak využívat data k rozvoji integrovanějších služeb a udržitelnější stopy. Mezi průkopnické města v hnutí inteligentního města patří Rio de Janeiro, Barcelona, Kodaň a Dublin, stejně jako Amsterdam. Datová integrace samozřejmě představuje velké příležitosti, ale výzva je, aby městští manažeři spolupracovali s různorodou skupinou zúčastněných stran, jak ve veřejném sektoru, tak v soukromém sektoru k dosažení těchto cílů.<sup>[24]</sup>



Obrázek 19- Srovnání Amsterdamu s Prahou dle IESE (zdroj: autor práce)

**Mezi závěry případové studie MIT SMR pro Amsterdam:**

**Údaje soukromého sektoru jsou zásadní součástí změn v politice.** Iniciativa Amsterdam Smart City zahrnuje projekty v osmi kategoriích: inteligentní mobilita, inteligentní život, inteligentní společnost, inteligentní oblasti, inteligentní ekonomika, velká a otevřená data, infrastruktura a životní prostředí. Mnoho z těchto projektů zahrnuje zainteresované strany mimo vládu. Město například začalo využívat údaje z navigačního softwaru a poskytovatele technologií založené na Amsterdamu, které pomáhají spravovat tok dopravy v reálném čase. Tento přínos soukromého sektoru se zlepšuje na modelech řízení provozu, které byly postaveny na datech z roku 2011. Tyto modely potřebovaly modernizaci, protože v roce 2016 má město o 25% méně vozidel a o 100% více skútrů než v roce 2011. <sup>[25]</sup>

**Smart města potřebují vedoucí technologické pracovníky.** Data a analýzy jsou rozhodujícími prvky iniciativy Amsterdamu a Amsterdam jmenoval svého prvního CTO, který koordinoval svou práci v oblasti údajů v roce 2004. Ger Baron převzal místo poté, co strávil šest let ve vedení iniciativy Amsterdam Smart City. <sup>[25]</sup>

**Města musí řídit očekáváníí.** Propagace po internetu věcí a velkých dat vytvořila očekáváníí, že iniciativy inteligentních měst povedou k rychlým průlomům. Doba dojíždění se zkrátila na polovinu, vytvořil se snadný přístup k parkovacím místům a výrazné úspory v energiích. Realita spočívá v tom, že města jako Amsterdam nevidí tak rychlou změnu. CTO Baron řekl, že například firmy, které přicházejí do Amsterdamu, očekávají, že najdou strukturované údaje, ale říká, že existuje mnoho kroků, které se uskutečnily předtím, než je tomu tak ("ani nevíme, kolik mostů máme," poznamenává). Baron říká, že navzdory tomu, jak je již Amsterdam pokročilý, je "pořád na začátku transformace". <sup>[25]</sup>

**Iniciativa inteligentních měst začíná jednoduchým inventářem.** "Základním prvním krokem" pro Amsterdam byl inventarizace toho, co se ukázalo jako 12 000 datových souborů ve 32 městských odděleních. Učinit takový inventář má malou krátkodobou návratnost a je to "nudná, nudná práce", jak říká Amsterdam CTO Baron. "Ale úspěšné projekty v oblasti analýzy jsou závislé na pevných infrastrukturách a důkladných údajích a na budování procesu, (neúnavně) rostoucí dodávky dat. <sup>[25]</sup>

**Města mohou najít úspěch při experimentování s pilotními projekty, učit se od nich a budovat iterativně.** Amsterdamská inteligentní iniciativa města vytvořila více než 80 pilotních projektů na celém světě, které se dotýkají mnoha oblastí městského života. Jeden pilot se zaměřuje na to, že pomáhá popelářským vozům provádět méně vyjížděk kvůli odpadu na úzkých silnicích, které jsou často sotva širší než nákladní automobily a k tomu jsou zde kola, auta, chodci a autobusy, a to tím, že dávají obyvatelům různě ba-

revné pytle pro čtyři typy odpadu. Jiné projekty nahradily většinu parkovacích automatů s telefonními aplikacemi. <sup>[25]</sup>

**Přístup občanů může pomoci rozvíjet iniciativu.** V dubnu 2013 uspořádalo město Amsterdam soutěž návrhů na vytvoření mezinárodního technologického institutu. Vítězný vstup ze spolupráce technologické univerzity Delft, Wageningen University a MIT navrhl výzkumný institut, který pomůže rozvíjet městská řešení prostřednictvím spolupráce mezi akademickými a výzkumnými institucemi, podniky, obcemi a rozhodujícími místními obyvateli. S počáteční investicí 50 milionů dolarů je Amsterdamský institut pro pokročilé metropolitní řešení (Institut AMS) nyní klíčovým hráčem v úsilí o inteligentní město v Amsterdamu. Jedním příkladem je jeho nápad na něco, co nazývá Beautiful Noise. Tento projekt analyzuje příspěvky sociálních médií z webů, včetně Flickr, Twitter a Instagram. Cíl: Podívejte se na obrovské množství "geosociálních dat v okolí", které vytvářejí turisté a místní obyvatelé, aby identifikovali vzory a pak posílali výstrahy o věcech, jako je například zpoždění ve veřejné dopravě. <sup>[25]</sup>

Použití údajů v Amsterdamu k posílení agendy ve veřejném sektoru není novinkou. Nizozemsko je zvyklé, že používá technologii k přežití stále se vyskytující hrozby záplav a spoléhá na systém hrází a překážek na ochranu 55% populace žijící v oblastech povodňových rizik. Pro správu tohoto komplexního systému se využívají informační technologie. Amsterdam je také nadále světovým lídrem v povzbuzování alternativní mobility, jako je infrastruktura elektrických vozidel, parkování a další městské služby, které podpoří silnější obchod, bezpečnost a cestovní ruch. <sup>[25]</sup>

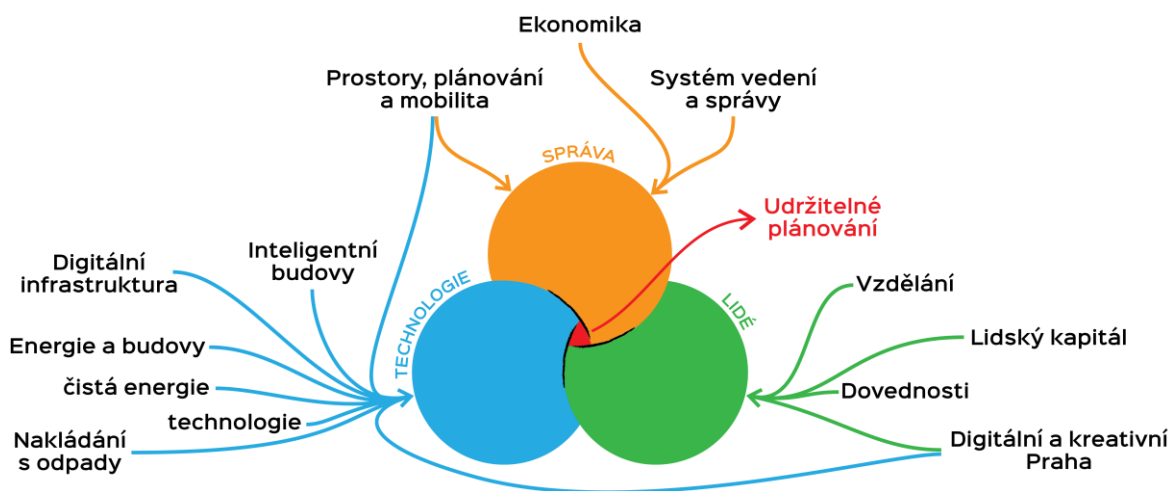
### 3.5 Shrnutí a závěr analýzy

V několika žebříčkách se Praha umístila na několika různých místech. Po sjednocení vznikl graf, který ukazuje silné a slabé odvětví Prahy. Výsledek této analýzy slouží jako ukazatel, v kterých oblastech je potřeba zabrat a systematicky je posunout k lepšímu pro lepší život v Praze. Z grafu na obrázku 14 vyšly tyto podoblasti s nedostatečným výsledkem: technologie, čistá energie, inteligentní budovy, nakládání s odpady, digitální infrastruktura, vzdělání, dovednosti, lidský kapitál a ekonomika.

Doporučení studie od Německého Morgenstadt City Lab z roku 2015–2016 je zlepšení v několika oblastech s konkrétními příklady, jako je definice cílů, vytvoření manažerské jednotky, nové aplikace v historickém centru, datová platforma, vytvoření Pražské inovační oblasti, multimodální dopravní huby, zatraktivnění centra modernizací Václavského náměstí, vytvoření Energetického atlasu a vytvoření Virtuální elektrárny.

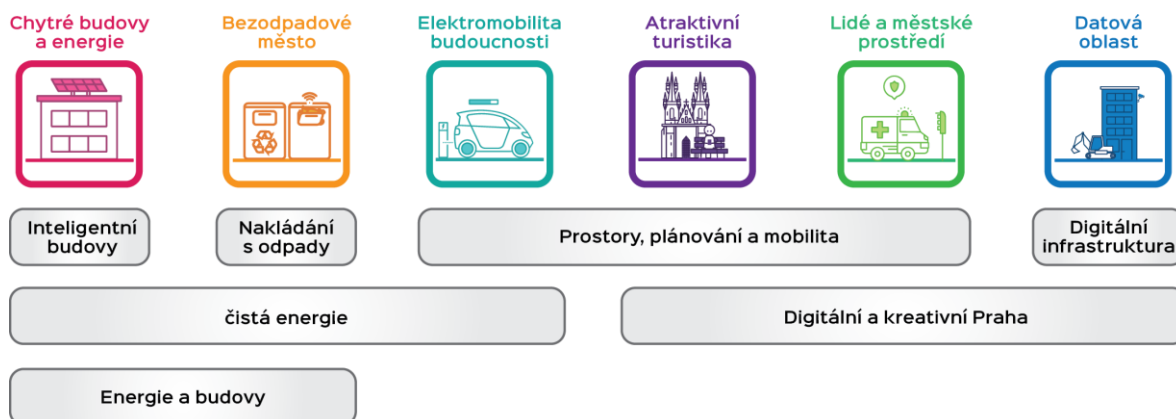
Po prolnutí pouze negativních výsledku z žebříčků a doporučení od Morgenstadt City Lab můžeme tyto nedostatky rozřadit prvně do 3 obecných rovin, jako je správa, technologie a

lidé, které jsou zobrazeny na obrázku 20. Tyto roviny jsou navzájem provázané a ovlivňují navzájem sami sebe. Dá se říct, že bez synergie těchto rovin nemůže dojít k udržitelnému plánování města, pokud budeme mít skvělé technologie na každém rohu, kvalitní správu a silnou ekonomiku, ale lidé nebudou vzdělání, uvědomeni a připraveni, pak město nebude fungovat. Podle výsledků neexceluje Praha ani v jedné rovině, i když má i silné stránky jako je kvalitní síť mobility, spokojenost obyvatel, dobré plánování města a významnou kulturní hodnotu, tak i přesto Prahu čeká ještě dost práce k chytrému městu.



Obrázek 20 – Negativní podoblasti Prahy po shrnutí (zdroj: autor práce)

Oblast správy a lidí jsou oblasti pro možné navázání v jiných oborech jako je ekonomika, politologie, sociologie a psychologie. Oblast blízká této práci je oblastí technologií a její podoblasti můžeme zařadit do 6-ti hlavních oblastí koncepce Smart Prague: Mobilita budoucnosti, Chytré budovy a energie, Bezodpadové město, Atraktivní turistika, Lidé a městské prostředí a Datová oblast. Obrázek 21 ukazuje kam jednotlivé podoblasti spadají, a kde je potřeba se zaměřit. Oblasti jako jsou „prostory, plánování a mobilita“, „čistá energie“, „digitální a kreativní Prahy“ a „energie a budovy“ jsou podoblasti, které mají určitý přesah do vícero hlavních oblastí. Návrhy, které zlepší život v Praze a hodnocení v žebříčkách, by se měli zaměřit na tyto konkrétní podoblasti.



Obrázek 21 – Rozdělení negativních podoblastí do oblastí Smart Prague (zdroj: autor práce, modifikováno podle [www.smartprague.eu](http://www.smartprague.eu))

## 4 Návrh řešení Smart Prague

Praha má velmi dobré hodnocení díky městskému plánování, a to především městskému Institutu plánování a rozvoje hlavního města Prahy. Nově vzniklý Metropolitní plán je dle odborníků kvalitním návrhem, který Praha potřebovala už před 15 až 20 lety. Metropolitní plán tu ale není od toho, aby vytvořil z Prahy chytré město, i když může ovlivnit vzhled města, zpříjemnit veřejný prostor Prahy a navrhnout nová rozvojová místa. Mezi plánované renovace a přestavby patří přestavba Václavského náměstí a dále odklonění magistrály nejspíš za Národní muzeum.

Studie od Morgenstadt City Lab navrhuje změny nebo nové směry, projekty v městském prostoru, ve vedení města, ve správě dat, mobilitě a přístupu k energetické náročnosti budov a celkově města, které sám nezvládne a potřebuje podporu města. V několika směrech Praha už první kroky podnikla a úspěšně se jí daří plnit tyto úkoly. V systému vedení města a správě města se vytvořila zmiňovaná městská společnost Operátor ICT a.s., jako manažerská jednotka napříč sektory, ale například chybí vydefinovat jasné a měřitelné rozvojové cíle, které by se dali převzít od Evropské unie, jako to udělala Vídeň, která tyto cíle už skoro splňuje a sama si dala ještě přísnější cíle. V odvětví „Digitální a kreativní Praha“ města už také pokročilo a vznikly nové aplikace „Moje Praha“ a „Prague Visitor Guide“, které slouží občanům a návštěvníkům Prahy. Aplikace je ale potřeba dále rozvíjet, například aplikace Prague Visitor Guide je v dnešní době na začátku a stále neposkytuje plnohodnotnou službu turistům a je jí potřeba více naplnit zajímavými místy a cestami. Zde by se navrhovalo propojení dat od Prague City Tourism. Datová platforma se pomalu plní daty z městských podniků a nově zapojených senzorů v městském mobiliáři. Dále by bylo potřebné vytvořit inovační oblast, která přiláká mladé chytré lidi a bude prezentovat kreativní a digitální ekonomii v Praze a zaujme tak mezinárodní firmy, zde by se dalo inspirovat od více měst, ale hlavně od Amsterdamu nebo Berlína, které už několik let na této inovační oblasti pracují se společnostmi a univerzitami z celého světa. Multi-modulové dopravní huby Praha má, ale pouze pár těchto míst odpovídá vizi chytrého města, viz stanice metra Nádraží Veleslavín, kde chyběly donedávna eskalátory, dnes tam jsou, ale pouze ve směru nahoru na ulici nebo Hlavní železniční nádraží je kvalitním multimodálním hubem, ale k dokonalosti by ho stačilo pravidelně uklízet a hlídat. Pořádek a čisto dělá mnoho a mohlo by znovu přimět lidi využívat více tyto dopravní prostředky, kteří po několika letech zanevřeli na špinavé vozy, zastávky a nádraží. Tyto multimodální huby dokáží s dobrým návrhem vyřešit více problémů, jako je přetížená doprava a tím zvětšující se produkce emisí. Příkladem může být nedaleký multi-modulový hub Berlínský Südkreuz, kde se kříží železnice s tramvají, a je připojeno autobusové nádraží, kde jedna ze stanic má indukční napájení pro autobusy. Velkým přínosem je ale přidaný prostor ve-

dle nádraží zhruba o rozměrech 12x12m pro e-bikesharing, e-carsharing, uzavíratelné boxy pro kola. Tato malá plocha ukazuje (obrázek 22), jak dopravní uzel může získat na důležitosti/využitelnosti. Celé nádraží je propojeno chytrou energetickou sítí. Uvnitř nádraží bylo příliš mnoho krádeží, a proto je zde nyní rozpoznávání tváří pomocí kamer. Je zde i možnost jít po cestě, kde vás kamera snímat nebude, pokud jste vyloženě proti tomuto projektu.

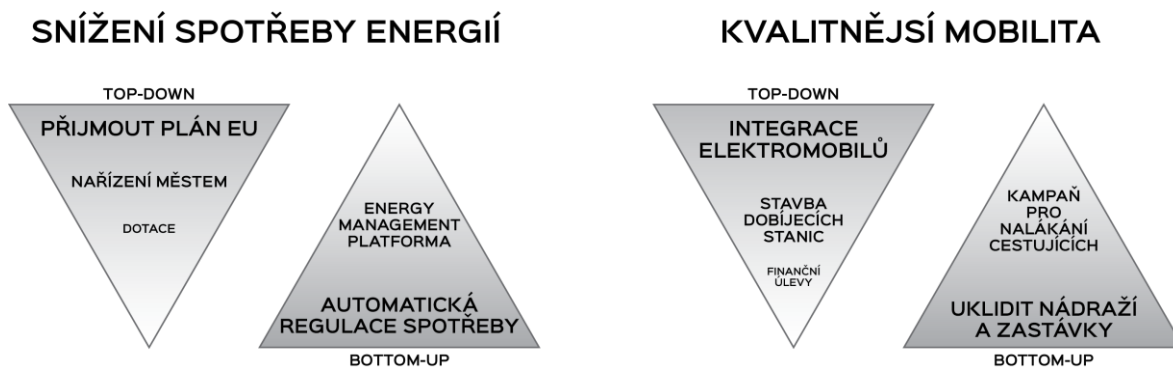


Obrázek 22 - Berlínský multi-modulový hub Südkreuz (zdroj: autor práce)

V oblasti „Energie a budovy“ je potřeba vytvořit tzv. Energetický atlas, který by mapoval energetickou náročnost budov, která by sloužila jako podklad pro další plánování energetických projektů, jak modernizace Pražského fondu budov, tak také soukromého sektoru pro budoucí přijetí energetických cílů Evropské unie. Virtuální elektrárny a management energií na jakékoliv úrovni je budoucností a mělo by se na těchto projektech začít více pracovat.

Navrhování chytrých měst by se dalo dle projektového managementu rozdělit na několik postupů, tato práce bude dále popisovat dva druhy základního plánování, a to retrogradní plánování (Top-Down), která stanoví cíle a způsoby jejich dosažení cestou shora dolů. Nejprve jsou nastaveny globální (rámcové) strategické cíle a způsoby jejich dosahování. Ty pak jsou postupně na nižších a nižších úrovních organizační hierarchie rozpracovávány a konkretizovány. Jde tedy o divergentní přístup. Do tohoto plánování je možno zařadit jakékoliv koncepční vize, jako je koncepce obnovitelné energie pro město, správa odpadů a řízení dopravy. Jako druhé a opačné plánování je progresivní plánování (Bottom-Up), které stanoví cíle a způsoby jejich dosažení cestou zdola nahoru. Nejprve jsou nastaveny relativně detailní dílčí cíle na spodních úrovních organizační hierarchie. Ty jsou postupně na stále vyšších úrovních integrovány až do podoby rámcových globálních cílů a globální strategie. Jde tedy o konvergentní přístup. Tento druh plánování může představovat projekty měření a managementu energií v budovách, které jdou od konkrétních bytových jednotek na bytové domy, bloky a čtvrtě. Nebo jen jednoduchý úklid městského prostoru,

který zlepší celkový pohled na Prahu. Každý cíl vytváří několik možných cest, pro představu obrázek 23 ukazuje pohled na energetické úspory a na kvalitnější mobilitu.



Obrázek 23 – Pohledy na řešení projektů

Návrhy na zlepšení budou zahrnovat všechny zmiňované negativní podoblasti a budou popsány z obecné roviny a koncepce pro Prahu jako metropoli a pár z nich bude popsáno do hlubšího kontextu. Oblast Chytrých budov a energetiky bude rozpracován dopodrobna, a to konkrétně v oblasti managementu energetických toků, kde bude popsána metodologie řízení za účelem co nejvíce ušetřit konečný účet uživatele nebo obyvatele budov.

## 4.1 Konceptní řešení

Zde je popsán návrh pro zlepšení v jednotlivých podoblastí, které mají v žebříčkách slabý výsledek. Každé zlepšení zde bude stručně popsáno pomocí inspirace ze zahraničí, konkrétně z měst, které jsou v těchto podoblastech před námi. Jedna z oblastí, a to konkrétně oblast „Chytré budovy a energie“ bude rozpracována v další kapitole č.5 Experiment – Energetické řídicí algoritmy, kde bude představeno fungování energetické platformy pro řízení energetických toků pro menší městské celky (čtvrti, bloky) na základě algoritmů.

### 4.1.1 Chytré budovy a energie

Téma chytrých budov je v České republice známé, ale stále je to drahé řešení, které si běžní lidé nemohou lehce finančně dovolit, realizují ho tedy bohatší lidé pro zvýšení svého komfortu nebo prostě proto, že je nové technologie baví a jsou do toho zapálení. Další odvětvím jsou větší stavby, jako jsou sklady, haly pro výrobu, továrny, nově vybudované kulturní budovy, s hlavním cílem ušetřit na spotřebě energií. *„Česká republika v této oblasti následuje požadavek na výstavbu budov s téměř nulovou spotřebou energie (Nearly zero-energy buildings NZEB), který vychází ze směrnice Evropského parlamentu a rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov. Na národní úrovni České republiky byla transpozice některých požadavků evropské směrnice, týkajících se kontroly a hodnocení energetické náročnosti budov, provedena prostřednictvím novely zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, a technicky tyto požadavky upřes-*

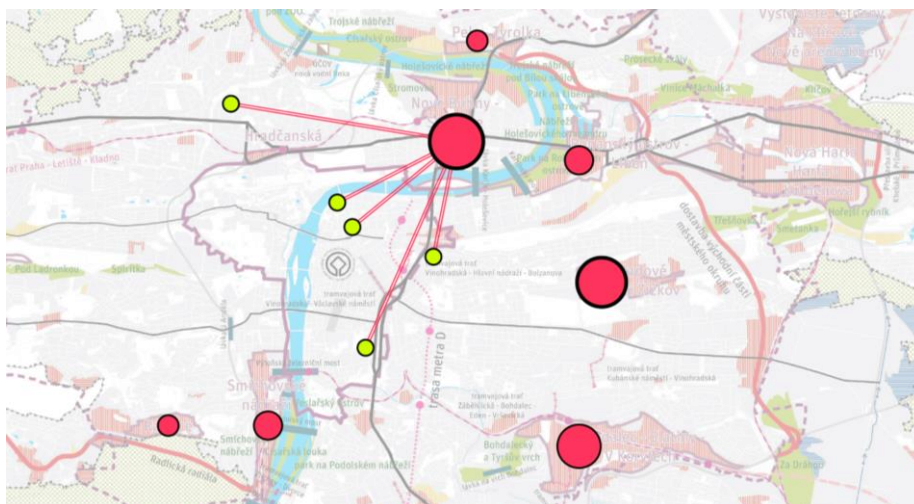
*ňuje prováděcí vyhláška č. 78/2013 Sb., ve znění vyhlášky č. 230/2015 Sb. Požadavky směrnice 2010/31/EU mimo jiné vyžadují, aby projektová dokumentace novostaveb všech budov k datu 1. ledna 2020 splňovala požadavek pro tzv. budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Budovou s téměř nulovou spotřebou energie se rozumí budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů. Vyhláška č. 78/2013 Sb. postupně zpřísňuje požadovanou hodnotu ukazatelů energetické náročnosti – neobnovitelné primární energie  $\Delta ep,R$  a průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em}$  od roku 2016 do roku 2020.“<sup>[26]</sup>*

Tento požadavek je tedy pro všechny, co chtějí stavět, ale jak díky tomu může být Praha chytrá? Jak může testovat jednotlivé systémy, vyhodnocovat je, a hlavně propojovat jak komunikačně, tak třeba i energeticky? V současné době Smart Prague dokončilo několik projektů EPC a také testuje několik pilotních projektů na měření energií. Každé vyspělé město, které je před Prahou v žebříčku, tak má svojí inovační čtvrť nebo oblast, kde testuje projekty chytrých měst, a hlavně chytrých budov, snižování spotřeby společnou synergií, jak ve fungování, tak i ve využívání energií, které dělají naše města poté chytrá, čistá, udržitelná, a hlavně slouží jako testovací prostor pro univerzity, a hlavně město se na tomto modelu naučí plánovat v dalších rozvojových místech. Je tedy potřebné vybudovat novou chytrou oblast, která může být celá čtvrť nebo jen blok několika budov využívajících obnovitelné zdroje energie, chytré technologie a jsou vzájemně propojeni. Tato inovační oblast přiláká mladé chytré lidi a bude prezentovat kreativní a digitální ekonomii v Praze a zaujme tak mezinárodní firmy, kde se dá spolupracovat se společnostmi a univerzitami z celého světa. Evropská města jako Amsterdam, Vídeň nebo Malmö tyto inovační čtvrti mají, nebo dokončují. V Praze tato chytrá čtvrť může být vybudována v nové rozvojové lokalitě, ovšem ideální by bylo co nejbližší ČVUT, pro snadnou dostupnost, například Nové Bubny – Štvanice nebo Smíchovské nádraží. Pokud dnes dokážeme stavět kvalitní a inteligentní budovy, je načase přemýšlet o propojení těchto budov lokální chytrou sítí a řídit toky energií pomocí energetické platformy, která bude analyzovat data ze senzorů, číst aktuální spotřebu a uloženou energii v bateriích, bude využívat předpovědi počasí pro predikci generace elektrické energie ze solárních panelů a větrných turbín a na základě těchto informací zpracovaných v energetické platformě bude řídit příjem energetických zdrojů pro konkrétní chytrou oblast. Je tedy se potřeba zaměřit na čistou energii a snižování odběru energie díky chytré energetické platformě, která na základě algoritmů a predikce dokáže vybrat ten nejlevnější výstup. Další kapitola popisuje tuto problematiku a představuje dva možné algoritmy, kde jeden slouží energetické platformě pro posuvnou energetickou zátěž v čase a druhý slouží pro omezenou zátěž. Více v kapitole 5. Experiment. Energetická řídicí platforma by se také dala přeložit do českého výrazu, který v poslední době vyobrazuje stejnou myšlenku na věc, a tím je Virtuální elektrárna. „Menší



*elektrárny mohou být propojeny do virtuální elektrárny, podobně jako počítače do virtuálního serveru. Toto uspořádání výrazně usnadňuje správu dílčích elektráren. Virtuální elektrárna využívá velká množství dat – od aktuálních cen elektřiny, přes energetickou poptávku, až po předpovědi počasí.” [27]*

Hlavní město Praha nemá svoje vlastní “pískoviště“, kde by mohla zkoušet a testovat nové technologie, chytré sítě, autonomní vozidla, nabíjecí stanice a mnoho dalších technologií, které se začínají objevovat. Praha by tedy potřebovala vybudovat svojí vlastní inovační čtvrť ve spolupráci s technologickými zahraničními a domácími společnostmi, a současně vybudovat velkokapacitní inkubátor pro star-upy, které přilákají mladé, podnikavé a kreativní lidi. Tato inovační čtvrť by měla úzce spolupracovat s Univerzitami jak v české republice, tak by se měla podílet na výměnných programech se zahraničními univerzitami. Berlínský EUREF-Campus financovaný z velké části DB nalákal společnosti Schneider electric, CISCO, GE, E-on a další společnosti, které se v inovační čtvrti podílejí na testování a implementaci nových technologií v Berlíně. Jez de promyšlený program pro start-upy, kde kterýkoliv start-up z Evropy, zde může požádat o záštitu, a pokud budou vybráni, tým dostane rok a půl peníze na vytvoření jejich nápadu. Inovační čtvrť Prahy by měla být dostupná pro univerzity a měla by lákat svojí lokalitou pro technologické společnosti a star-upy. Takových lokalit má Praha několik, a tím jsou hlavně rozvojové a transformační plochy Prahy dle metropolitního plánu, mezi které patří Nákladové nádraží Žižkov, Nové Bubny – Štvanice, Bohdalec, Smíchovské nádraží, a další zajímavé místa v blízkosti centra. Nejzajímavějším místem je lokalita Nové Bubny – Štvanice, která je transformační plochou, je blízko centra a i univerzitám (viz obrázek 24). Experiment v další kapitole bude popisovat energetické toky v této lokalitě, kde bude vybráno několik demonstračních budov, na kterých budou energetické algoritmy popsány. Tento návrh je pouze ilustrační a experiment může být použit aplikován kdekoliv jinde.



Obrázek 24 – Návrh na vybudování inovační čtvrti pro Prahu – Nové Bubny – Štvanice (zdroj: autor práce, modifikovaný Metropolitní plán)

## 5 Experiment, Řídící energetické algoritmy

### 5.1 Cíl experimentu

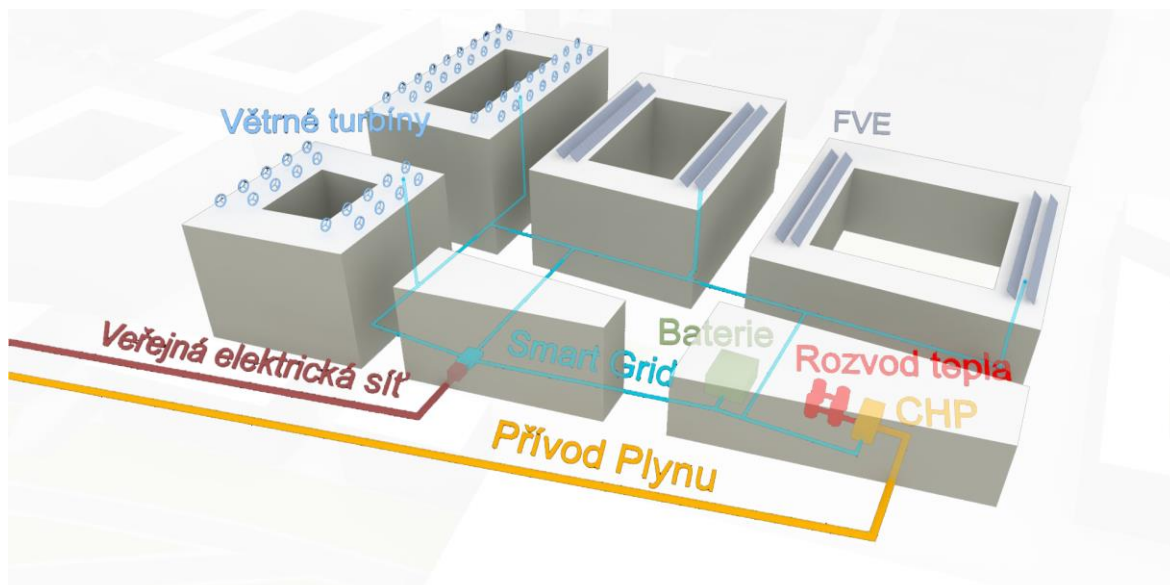
Tento experiment je založen na předchozích pracích ze Švýcarské vysoké školy ZHAW, a to konkrétně "Software Concept" [28] a "Vertiefungsarbeit 3" s názvem "Hodnocení technologie a SWOT analýza výroby a skladování energie v inteligentních městských ostrovech (SUI)" [29]. Cílem v předchozích studiích bylo popsat funkci řídicí platformy chytré čtvrti (SUI Management Platform) a najít technologie, které by mohly hrát roli v chytrých čtvrtích na konkrétním území. V tomto experimentu bude konkrétní územím oblast navrhnuté inovační čtvrtě v kapitole 4, tedy inovační čtvrtě na území železničního nádraží Bubny (obr.25).



Obrázek 25 – Návrh umístění Inovační čtvrti (zdroj: autor práce, po schválení, znázorněno na urbanisťickém projektu Kláry Podolské)

Cílem tohoto experimentu je vyvinout nástroj, který bude procesem řídicí platformy. Tento nástroj je logická cesta, která začíná u činnosti uživatele v budově a končí na logických křižovatkách, kde jsou data porovnávána a vyhodnocována. Tento rozhodovací proces, spolupracující s ostatními systémy se zaměřuje na úspory energie a možnost rozhodovat o konečném procentuálním zastoupení každého možného zdroje energie. Logické cesty jsou vyvíjeny jako algoritmy, které mohou být implementovány do platformy, a budou měřit, sledovat a řídit tok energie a bioklimatických parametrů v chytré čtvrti (viz obrázek 26). Platforma bude číst data ze všech příslušných čidel (globální ozáření, osvětlení in/out, rychlost větru, ...), které jsou instalovány v nebo na budovách nebo odesílány z chytrého telefonu uživatele. Hlavním problémem je uživatelský komfort, který se měří s klíčovými indikátory (KPI), jako je například současný stav provozu budovy: potřeby pro obyvatele

a komfortní stav, osvětlení, teploty, vlhkost, atd. Tyto algoritmy musí spolupracovat s využitím základních modulů, jako je prognóza energetických potřeb a možná výroba energie.



Obrázek 26 – Smart Grid v chytré čtvrti (zdroj: autor práce)

Níže jsou popsány dva hlavní zdroje, které jsou nezbytné pro vývoj algoritmů v chytré čtvrti. První je "Softwarová koncepce" <sup>[28]</sup>, která popisuje hlavní struktury SUI Manažerské platformy s nápady logických cest. Druhým je určení energetických zdrojů a dostupné technologie, které by mohly být použity v chytré čtvrti.

## 5.2 Koncepce platformy

Dokument "Koncepce softwaru" zobrazuje kompletní vizi řídicí platformy chytré čtvrti. Řídicí platforma měří, monitoruje a řídí toky energie a bioklimatické parametry v rámci chytré čtvrti a dohlíží na řízení toku energie, monitorování potřeb uživatelů v reálném čase a průběžně kontrolují pohodlí měřením bioklimatických parametrů.

Řídicí platforma chytré čtvrti bude interpretovat statická data a data v reálném čase, vytvoří inteligentní Hub schopný propojit další platformy a větší infrastrukturu. Platforma bude využívat chytré telefony jako sondy. Smartphony obsahují spoustu senzorů užitečných pro chytrou čtvrť, například: teploměr, osvětlení, vlhkost, mimo jiné. Tyto snímače se stávají ideálními sondami pro tisíce smartphonů uvnitř chytré čtvrti. <sup>[28]</sup>

Na tomto projektu bude provedena experimentální verze uceleného pohledu. V této experimentální verzi budou zobrazeny některé z hlavních rysů úplné vize zaměřené na testování a technologickou validaci platformy.

SUI Energy Management System (SEMS) nebo-li Energetický řídicí systém chytrých čtvrtí je vyvinut na různých matematických modelech, které se snaží analyzovat lidské chování jako analytické modely. Tyto analytické modely jsou založeny na přístupech, založených

na pravděpodobnosti nebo na přístupu založeném na znalostech. Systém by měl pracovat s několika předměty jako místní kapacity pro výrobu a skladování energie v budovách a napájecích podmínkách. Očekávaný vývoj v příštích hodinách ve vztahu k aktuálním / předpokládaným venkovním podmínkám, stejně jako k aktivitám lidí. Víze SEMS není centralizovaným rozhodovacím bodem, nýbrž ústřední koordinací nad několika inteligentními kontroléry, kde inteligentní algoritmy SUI budou optimálně odpovídat poptávce po utilitách. Zvýšení energetické účinnosti (elektrické a tepelné) a distribuce inteligence mezi centrálním koordinátorem a distribuovanými zařízeními dosáhnou nejlepšího energetického výsledku. Například při současném pohledu na tepelnou a elektrickou energii je třeba zvážit nejen pasivní, ale i aktivní součásti SUI, které využívají nebo vytvářejí energii, jako jsou fotovoltaické elektrárny (FVE), větrné turbíny nebo kombinovaný generátor tepla a energie (CHP – kogenerační jednotka).

Dnes osvětlení a HVAC (vytápění větrání a klimatizace) představují zhruba 70 % nákladů na energii v budově. Schopnost kombinovat poptávku po elektrické a tepelné energii do jediného řešení řízení je významným krokem k lepší energetické účinnosti v SUI. Efektivní provoz zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny obvykle vyžaduje minimální provozní dobu delší než 30 minut a využití obou typů energie: elektrické a tepelné. <sup>[28]</sup>

V systému SEMS bude několik hlavních systémových konzolí, které budou spolupracovat:

### 5.2.1 Předpověď

Prognóza poptávky po energii a schopnost výroby obnovitelných zdrojů energie (solární kolektory, fotovoltaické panely, větrné mlýny, ...). Přesná prognóza dat bude mít silný vliv na proces výpočtu, kdy by měla být použita energie pro zatížení s posunem. <sup>[28]</sup>

### 5.2.2 Správce odběrů

Celá víze SEMS rozvíjí algoritmy pro správu odběrů v reálném čase tak, aby byla vybrána nejúčinnější akce, která uspokojí poptávku uživatelů SUI. Druhy energetické zátěže byly klasifikovány jako: <sup>[28]</sup>

- Posuvné (celý cyklus energie musí být dokončen, aby uspokojil funkčnost zařízení): To znamená, že jejich spotřeba musí být dokončena, ale je flexibilní v čase.
- Omezitelné (spotřeba energie není pevná, ale velmi závislá na míře pohodlí uživatele): To znamená, že je možné přerušit jejich provoz, ale je třeba věnovat zvláštní pozornost tomu, aby nedocházelo k degradaci komfortu uživatele.

Budou vyvinuty dva typy algoritmů zatížení: jeden pro světlo a HVAC (omezitelný) a druhý pro elektrické spotřebiče (pračka, ...) (posuvný).

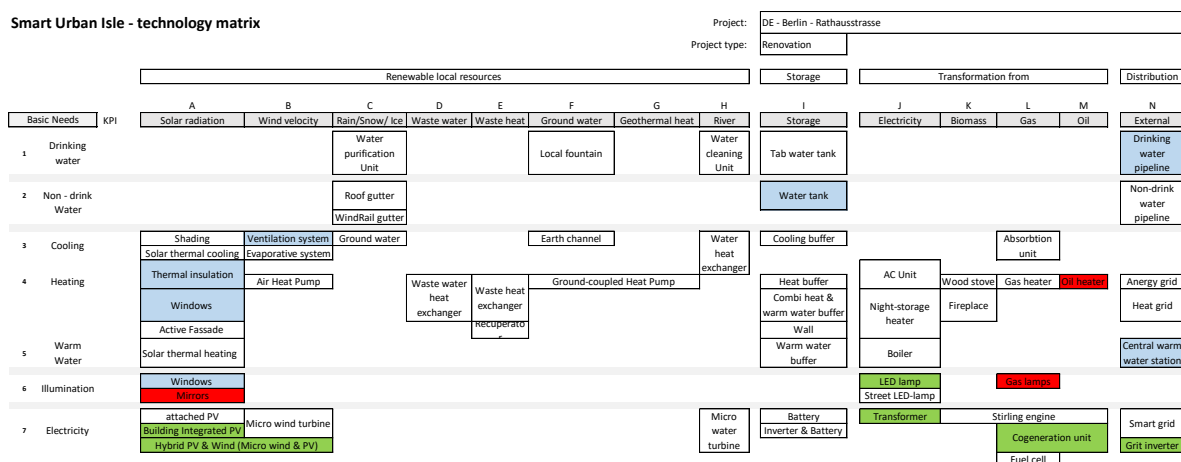
### 5.2.3 Distributor energie

Kompletní vize SEMS zavede inteligentní řídicí strategie, aby bylo dosaženo optimálního využití dostupných zdrojů energie. Optimálním použitím v tomto případě může být minimální účet za energie, který má zákazník platit svým dodavatelům.

Algoritmus založený na bioklimatických požadavcích plánuje provoz regulovatelných energetických generátorů (teplo / elektřina / obojí), skladovacích zařízení, množství elektřiny, která má být zakoupena z rozvodné sítě. Předpovídaná energie vyrobená obnovitelnými generátory a očekávaná spotřeba zátěže spolu s jejich flexibilitou budou hlavní vstupy do algoritmu. Tento plán bude vyladěn v téměř reálném čase, aby byl přizpůsoben skutečné poptávce po energii a místním schopnostem generovat a skladovat energii. Různé strategické algoritmy mohou být navrženy tak, aby dosáhly různých cílů založených na souvztažnosti bioklimatických parametrů, ale hlavně jejich výsledkem bude plán dostupných kontrolovatelných zdrojů a změna charakteristik spotřeby zátěží pro dosažení optimálního využití zdrojů. [28]

## 5.3 Technologie chytré čtvrti

Na začátku je potřeba udělat analýzu všech dostupných technologií a zdrojů energií, které mohou být v dané chytré čtvrti realizovány. Všechny možné technologie a postup toho výběru například popisuje práce: "Hodnocení technologií a SWOT analýza možností výroby a ukládání energie používaných v inteligentních městských ostrovech (SUI)", viz obrázek 25. Takto by se měla udělat potřebná analýza, pro chytrou čtvrť tohoto experimentu uvažujeme několik nejdůležitějších technologií a zdrojů, které se do řídicí platformy dají přidávat nebo z ní odebírat. Pro experiment je tedy tento výběr dostačující. [29]



Obrázek 27 - Ukázka analýzy technologií pro chytrou čtvrť [29]

### 5.3.1 Chytrá síť

Chytré sítě jsou inteligentní sítě, které umožňují optimální rovnováhu mezi poptávkou a výrobou elektřiny nebo jiných forem energie. Inteligentní síť řídí každý tok energie ve své oblasti, a proto je vybavena moderními informačními a komunikačními technologiemi (IKT), které jsou základem inteligentního řízení. Inteligentní měření je povinno měřit a kontrolovat spotřebu energie všech uživatelů v síti. Dále jsou k dispozici spínače, které potřebují řídit napájení zdrojů elektrickou energií (důležité, když jsou obnovitelné zdroje s nestálou výrobou) a řídit systémy ukládání energie v inteligentní síti. Dobře vypracovaná inteligentní síť může být nezávislá na vnějším zdroji energie, je účinnější a snižuje spotřebu energie i energetické ztráty. <sup>[30]</sup>

Dalším důležitým aspektem je inteligentní trh. Koncoví uživatelé mají přístup k platformě, kde mohou vidět svou spotřebu energie v reálném čase a další vizualizace. Části inteligentního trhu jsou řízení poptávky a inteligentní distribuce energie. Dynamické stanovení sazeb energie je další možností, jak poskytnout pobídky k zajištění toho, aby byla energie využita, pokud je k dispozici dostatek dané energie. <sup>[30]</sup>

### 5.3.2 Teplovod

V určitých případech je možné napojení chytré čtvrti na teplovod, časté řešení pokud je v blízkosti například spalovna, která produkuje teplo, jako odpadní energii. Poté se dá dálkově vytápět několik stovek až tisíc bytových jednotek. V tomto experimentu s teplovodem není počítáno.

### 5.3.3 Topné systémy

Nově postavené budovy mohou být připojeny na zmíněný teplovod, nebo využívat solárních kolektorů, nebo musí být nainstalován další topný systém, který pokrývá požadavek na levné vytápění. Pokud ano, centrální systém může být nejlepší volbou pro snížení investice, stejně jako provozních nákladů (např. Údržba). Instalace geotermálního systému by mohla být vhodná, po podrobnější analýze. Další možností by byl systém výměníků tepla na odpadní vodu, který využívá velké množství odpadních vod a kanalizace v chytré čtvrti. Dále by měly být všechny budovy dobře izolovány a vybaveny vhodnými okny, aby se v zimě snížily tepelné ztráty a tepelné zisky v létě. <sup>[31]</sup>

### 5.3.4 Systémy výroby elektřiny

Určíme dvě budovy, které by byly vhodnými místy pro instalaci fotovoltaických elektráren. Obě budovy jsou dostatečně vysoké, takže v okolních budovách není žádný stín. Použití stavebně integrované fotovoltaiky (BIPV - Building Integrated Photovoltaics) by bylo rovněž možné, pokud budou použity dvě fasády ve směru jihozápad a jihovýchod. Toto by

bylo navíc zvýšením estetického vzhledu nové chytré čtvrti. Dokonce i hybridní systém (slunce a vítr) jako Windrail of Anergdy by mohl být proveditelný na střechách těchto dvou budov. Je však potřeba přesné vysvětlení místních údajů o větru.

### 5.3.5 Fotovoltaika

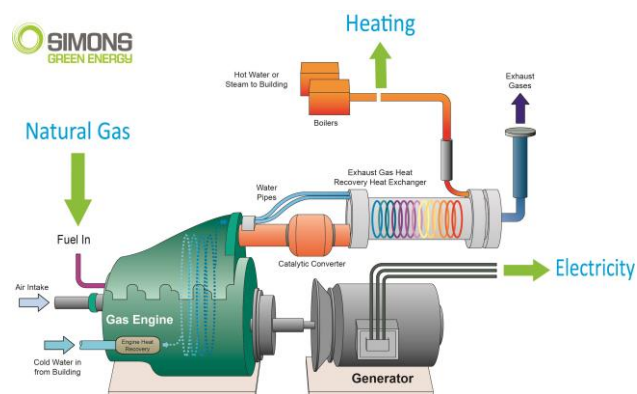
Světelný tok ze slunce se přeměňuje na proud přes fotoelektrický efekt (přenos energie z fotonů na elektrony). To vede k napětí mezi přední a zadní stranou solárního článku, což je přibližně 0,5 až 0,6 V (v závislosti na materiálu). Stavebně integrovaná fotovoltaika (BIPV) je speciální formou využití solárních modulů. Moduly nahrazují prvek budovy (fasáda nebo střechu) a dodávají dodatečně energii. Často jsou potřebné speciální návrhy, které vedou k vyšším investičním nákladům než běžná solární elektrárna. Obvykle se používají solární moduly CIS thin-film, které potřebují pouze 1% polovodičových materiálů ve srovnání se společnou silikonovou solární technologií. <sup>[31]</sup>

### 5.3.6 Baterie

Řešení pro ukládání elektrické energie (EES - Electric Energy Storage) jsou potřebná pro řešení problémů v oblasti přenosu a distribuce energie, které vykazují stále více denních nepředvídatelných a sezónních kolísavých charakterů. Kvůli vynucenému vstupu obnovitelných energií a přeměně stávajících systémů napájení na inteligentní distribuční systém EES jsou vyžadována řešení, která se mohou vypořádat s novými okolnostmi. Systémy pro ukládání baterií mohou hrát důležitou roli, protože systémy baterií jsou k dispozici pro každou aplikaci a poptávku. <sup>[32]</sup>

### 5.3.7 Kogenerační jednotka

Bioplyn jako zdroj obnovitelné energie lze použít pro systémy vytápění, jako palivo pro mobilitu a pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny (CHP). Existuje několik systémů kombinované výroby tepla a elektřiny, jako jsou kogenerační jednotky, mikroplynové turbíny a ORC, což je zvláštní forma parních turbín na bázi biomasy. Používají se většinou kogenerační jednotky, které se skládají ze spalovacího motoru a generátoru. Získané teplo se shromažďuje při chlazení motoru a výměníku tepla z výfukových plynů. Tento systém je dobře vyvinutý a vykazuje účinnost 80–95 % (elektrická 38–40 % a tepelná 42–45%). <sup>[31]</sup>



Obrázek 28 - Schéma typické kogenerační

jednotky (Simons Boilers, 2016)

### 5.3.8 Mikro větrná turbína

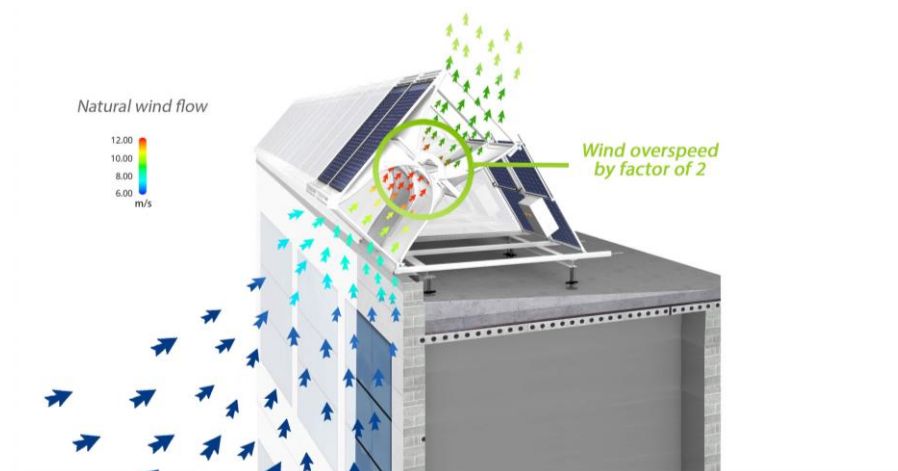
Německý lékař Albert Betz (1885 - 1968) prokázal, že faktor aerodynamické účinnosti je  $16/27 = 0,59$ . To se také nazývá koeficient síly  $c_p$ . Podle toho může být maximálně 59% síly větru použito přes větrnou turbínu. Maximální využitelný výkon lze vypočítat podle následujícího vzorce ( $P$  = maximální výkon,  $d$  = hustota větru,  $R$  = délka lopatek rotoru a  $v$  = rychlost větru):<sup>[31]</sup>

$$P = \frac{16}{27} * \frac{1}{2} * d * \pi * R^2 * v^3$$

Rovnice 3 – Rovnice pro zjednodušený výpočet výkonu větrné turbíny [31]

### 5.3.9 Hybridní fotovoltaika a větrná turbína

Kombinace solární a větrné energie je možná, jak dokazuje společnost Anergdy AG. Anergdy vyvinula modulární systém založený na budovách, který využívá tlakový rozdíl na fasádním rohu budov. Tok větru se zrychluje a generuje se větrná energie, která pohání větrnou turbínu. Navíc jsou na horní straně střechy instalovány solární panely, které jsou chlazené větrem, který proudí uvnitř. To zvyšuje efektivitu. Obrázek 28 ukazuje strukturu modulu WindRail.<sup>[33]</sup>



Obrázek 29 - Instalace modulového řešení hybridní elektrárny na střeše<sup>[33]</sup>

Technické parametry:<sup>[33]</sup>

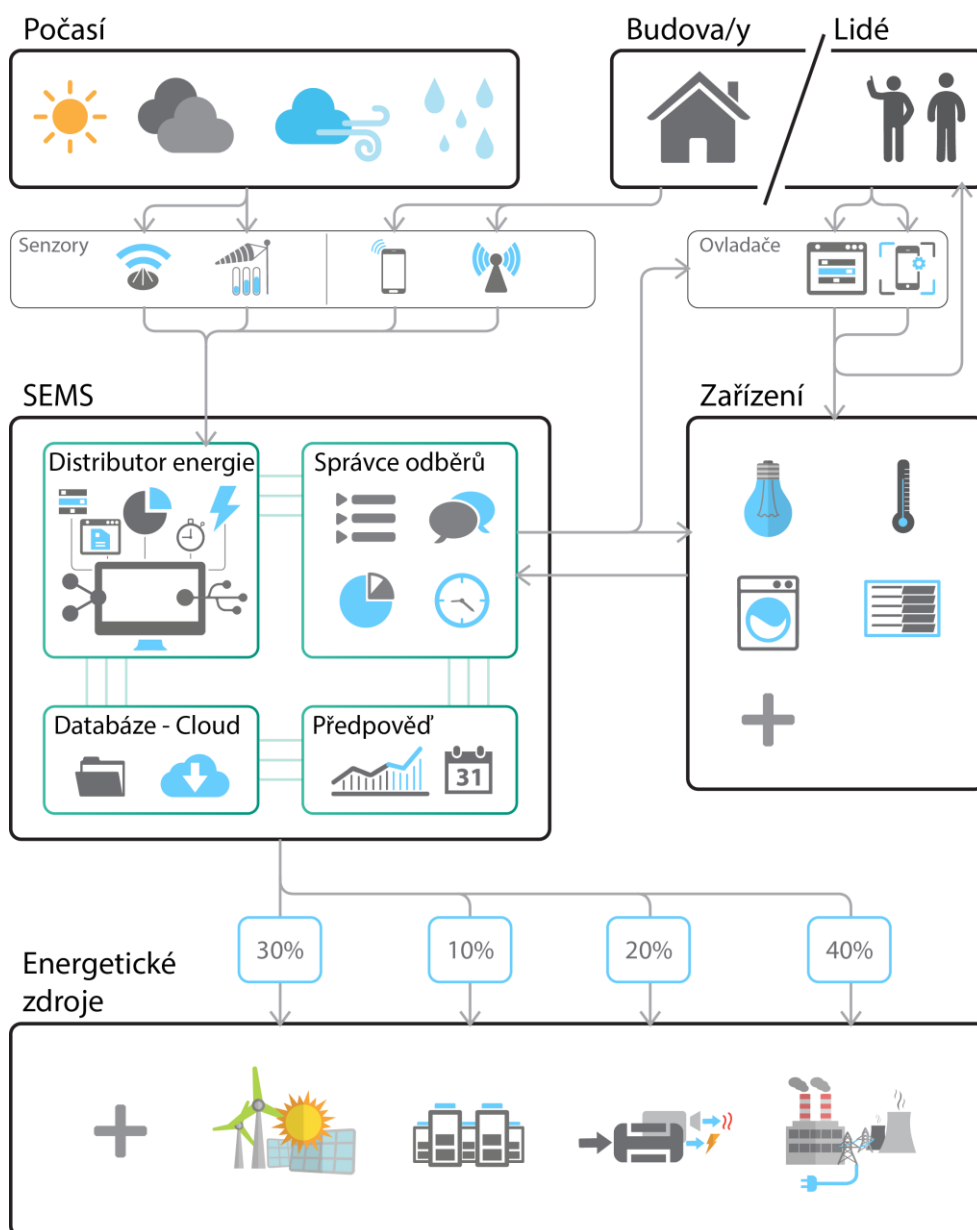
1. Účinnosti: 45 – 95%
2. Doba životnosti: 40 let
3. Investiční náklady: 40.000-60.000 CZK / kW
4. Náklady na výrobu elektřiny: 1 – 3 CZK / kWh



## 5.4 Metodologie

### 5.4.1 Úvod, teorie a data

Postup vytvoření algoritmu jsou poznatky z pozadí "2. Teoretická část"<sup>[28]</sup>, kde jsou popsány příklady obou typů algoritmů, ale závěrečné aspekty budou specifikovány konečnou instalací zařízení a snímačů připojených k systému SUI Energy Management System (SEMS). Tento algoritmus lze modifikovat přidáváním nebo odebráním senzorů, zařízení, budov pro přizpůsobení nové jednotky.



Obrázek 30 - Koncept metodologie postupů pro algoritmy (zdroj: autor práce)

## 5.4.2 Excel data

Jelikož navržená inovační čtvrť je pouze virtuální, údaje o energetických tocích a energetických informacích budov byly převzaty ze souboru Excel "170314\_Werk1\_SIA-Eff-pfad\_en"<sup>[34]</sup>, který sloužil jako podklad pro projekt 2, který jsem vytvořil na zahraniční škole ZHAW. Jedná se o detailní výsledek energetických koeficientů pro 11 nově postavených budov. Tato data byla použita jako vstupní data pro další výpočet v programu Polysun. Důležitými faktory byly poptávka po energii, výroba energie na místě (fotovoltaické elektrárny).

Tabulka 12 - 170314\_Werk1\_SIA-Eff-pfad\_en<sup>[34]</sup>

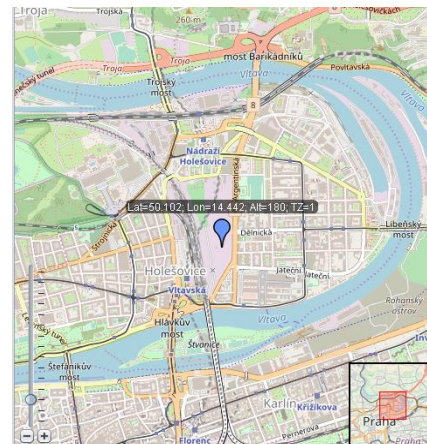
	Panel 1				Panel 2				Panel 3				Panel 4a				Panel 4b			
1 Basic data	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3	4a.1	4a.2	4b.1	4b.2	4b.3	4b.4	4b.5	4b.6		
2 Building	MFH	School	MFH	Specialised dealer	School	School	School	School	School	MFH	Specialised dealer	Grocery	MFH	MFH	MFH	MFH	MFH	MFH		
3 Street name																				
4 Usage	New building	rehabilitation	New building	New building	New building	New building	New building	New building	New building	New building	rehabilitation	rehabilitation	New building	rehabilitation	New building	rehabilitation	New building	rehabilitation		
5 Depth of engagement	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge	Merge		
6 Energy standard	Dwell MFH I	School IV	Dwell MFH I	Sale V	School IV	School IV	School IV	School IV	School IV	Dwell MFH I	Sale V	Sale V	Dwell MFH I	Merge	Dwell MFH I	Merge	Dwell MFH I	Merge		
7 Usage (Building categorisation according to SIA 3801:2015)																				
8																				
9 Way of construction	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(medium)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)	(heavy)		
10																				
11 Energy reference surface [m <sup>2</sup> ]	4.555	3.877	12.735	5.521	10.767	2.586	2.111	425	659	26.509	2.268	3.402	22.840							
12																				
13 Roof area [m <sup>2</sup> ]	1058	2154	2090	1433	1709	958	469	236	395	6356	1602	1890	2342							
14 Floor area [m <sup>2</sup> ]	1058	2154	2090	1433	1709	958	469	236	395	6356	1602	1890	2342							
15 Wall area [m <sup>2</sup> ]	2416	575	4910	1679	2901	572	786	156	395	9743	1286	1974	1954							
16 Window ratio [%]	27%	22%	25%	25%	25%	25%	17%	23%	23%	23%	23%	21%	25%							
17 Window area [m <sup>2</sup> ]	872	192	1618	605	910	205	166	52	120	3375	522	495	388							
18																				
19 U-Value Wall [-]	0.20	0.45	0.20	0.18	0.25	0.30	0.25	0.20	0.15	0.15	0.30	0.20	0.25							
20 U-Value Roof [-]	0.20	0.45	0.20	0.20	0.25	0.30	0.30	0.20	0.15	0.15	0.30	0.25	0.25							
21 U-Value Floor [-]	0.25	0.50	0.25	0.25	0.30	0.35	0.40	0.30	0.18	0.18	0.35	0.25	0.30							
22																				
23 U-Value Window [W/m <sup>2</sup> K]	1.20	1.60	1.20	1.20	1.40	1.40	1.40	1.20	0.90	1.10	1.60	1.60	1.20							
24 G-Value [-]	0.48	0.45	0.45	0.48	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45							
25 Glass ratio [%]	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%							
26																				
27 Red-factor ground [b <sub>g</sub> [-]	0.52	0.29	0.37	0.52	0.37	0.52	0.52	0.52	0.67	0.63	0.37	0.37	0.52							
28 Abt./energy reference area (all areas heated, active or passive within a b <sub>g</sub> )	1.07	0.91	0.74	0.91	0.54	0.88	0.78	1.33	1.21	0.68	1.77	1.46	0.88							
29																				
30																				
31																				
32 Heating demand, Q <sub>h,eff</sub> [MJ/m <sup>2</sup> a]	67.5	157.0	39.4	33.4	51.9	97.3	82.2	122.5	91.5	36.7	200.3	113.6	63.4							
33 Energy demand, standard [MJ/m <sup>2</sup> a]	99.9	179.8	103.8	94.1	89.9	166.6	110.8	144.5	92.8	61.8	234.8	139.0	76.7							
34 Limit value Q <sub>h</sub> 100% SIA 3801:2009 [MJ/m <sup>2</sup> a]	115.9	155.5	95.5	85.2	100.3	121.0	116.2	151.7	176.1	103.0	191.5	167.9	102.6							
35 Limit value Q <sub>h</sub> according to the selected energy standard [MJ/m <sup>2</sup> a]	112.3	186.1	82.9	93.4	100.0	120.7	115.9	151.3	123.0	70.0	223.1	196.1	99.6							
36 Heat demand hot water Q <sub>hw</sub> [W/m <sup>2</sup> ·h]	21	7	21	7	7	7	7	7	7	21	7	21	7							
37 Solar fraction HW [%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%							
38 Power requirement Exax, EV, ELL, EAP, ETS [W/m <sup>2</sup> ·a]	19.8	30.8	19.8	45.1	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	19.8	45.1	257.3	19.8							
39																				
40 Energy demand H+HW without distribution [W/m <sup>2</sup> ] (just informative)	181.147	196.258	406.648	89.927	230.454	88.006	82.964	17.423	21.344	827.289	142.078	131.119	881.810							
41 Power requirement [W/m <sup>2</sup> ]	90.205	119.419	252.154	248.978	331.820	79.659	65.009	13.082	20.288	524.874	102.287	909.355	452.239							
42 Installed PV-plant [kWp]	43	0	65	65	0	0	0	0	0	302	0	0	67							
43 power production on site (PV-plant) [W/m <sup>2</sup> ]	38.790	0	58.230	58.650	0	0	0	0	0	271.890	0	0	50.840							
44																				
45 Utilisation rate heat distribution heating [-]	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98							
46 Utilisation rate heat distribution hot water [-]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							

## 5.4.3 Polysun

Polysun Software je produkt společnosti Vela Solaris, která nabízí profesionální simulační software pro návrh, dimenzování a optimalizaci fotovoltaických a solárních tepelných systémů, tepelných čerpadel, koagulačních jednotek a kombinovaných systémů.

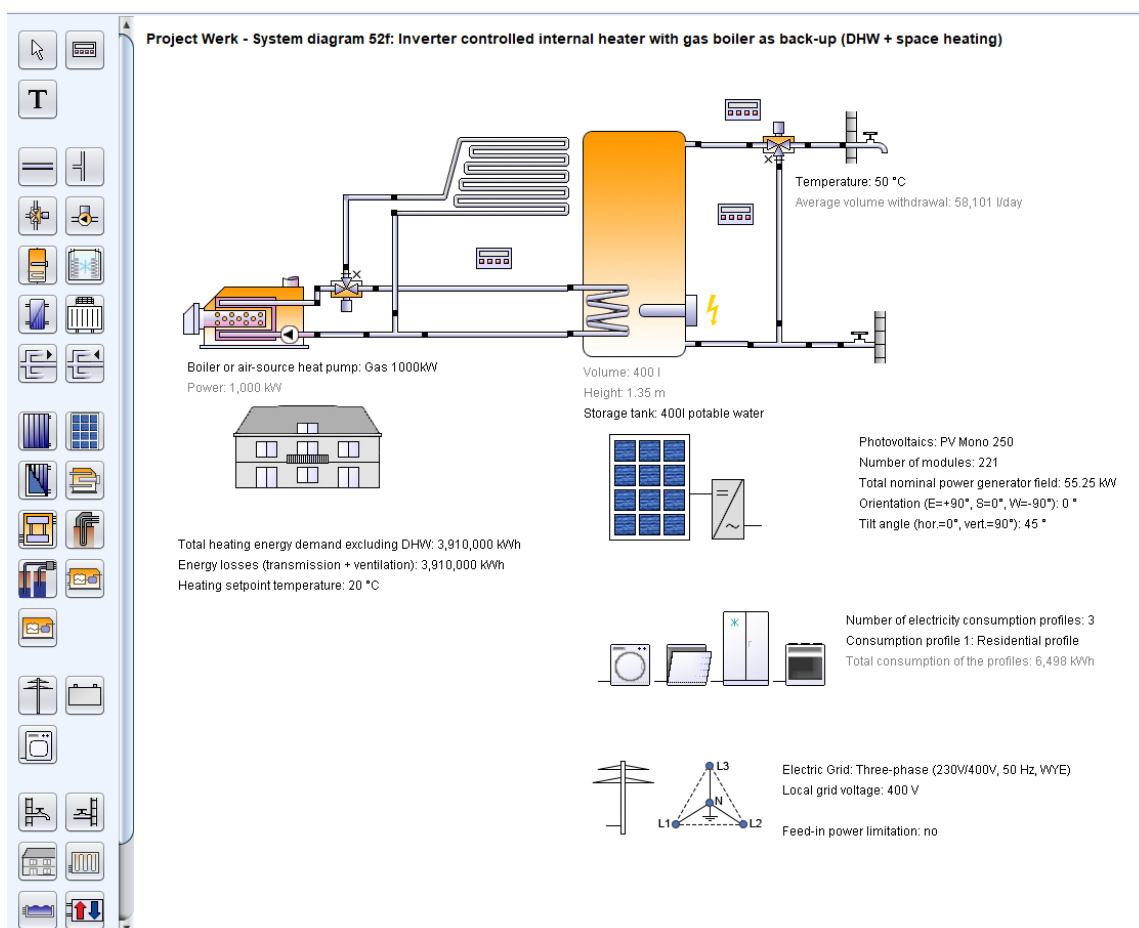
V současné době nejsou pro algoritmy nutné přesné údaje, protože skutečný systém řízení energetické náročnosti SEMS bude připojen ke senzorům a bude dostávat data v reálném čase. Tento program byl použit k výpočtu ročních energetických hodnot ke každé hodině ve všech budovách SUI dohromady za účelem vysvětlení funkčnosti algoritmů. Údaje byly vypočítány tak, aby odpovídaly hodnotám Excel v "170314\_Werk1\_SIA-Eff-pfad\_en".<sup>[34]</sup>

Polysun nemá konkrétní údaje o počasí pro zvolené místo (obrázek 31 - situace Polysun), aktuální program vypočítává data automaticky s geografickým rozdílem od meteorologické stanice, která je v blízkosti na Praze 7 (50.1° 14.43°), která se nachází přibližně 1 km na západ od zvoleného místa. Tyto údaje byly použity jako hodnoty ze senzorů, jako je globální a přímé záření [W / m<sup>2</sup>], Možné záření pro fotovoltaické panely [W], teplotu [°C], vlhkost [% rh], rychlost větru [m / s].



Obrázek 31 – Polysun lokalita

Údaje o poptávce po energii byly také použity jako celková spotřeba energie z přidané tabulky ze ZHAW a byly připojeny v obou algoritmech Excel v druhém listu s názvem "Sensors".



Obrázek 32 - Polysun sestavení

## 5.5 Algoritmus omezitelné zátěže

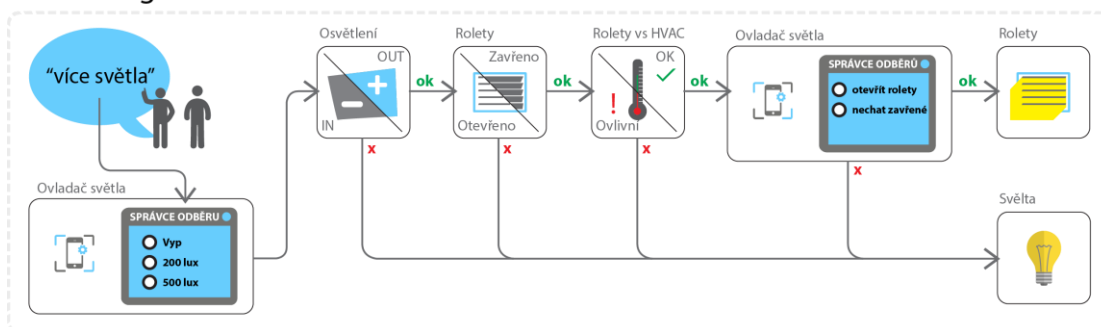
Pro vysvětlení je příklad v D.3.1 Koncepce softwaru: "Omezitelná zátěž (spotřebovaná energie není pevná, ale velmi závisí na míře pohodlí uživatele: To znamená, že jejich provoz může být přerušovaný, ale musí se zabránit zhoršení komfortu uživatele. Algoritmus by měl řešit osvětlení a HVAC." Například: "Okenní roleta je zařízení, které je umístěno u oken a v závislosti na jeho poloze dovolí světlu a energii vstoupit do budovy nebo zablokuje vstup světla do budovy a snižuje ztrátu energie z budovy v podobě chlazení. Tento druh aktivních komponentů bude zohledněn v úvaze při vývoji správce zatížení." [28]

To znamená, že uživatel může ovlivnit rozhodování prostřednictvím správce odběrů. Na obr. 33 je uveden příklad. Uživatel chce v místnosti více osvětlení tím, že zmáčkne vypínač. V tuto chvíli omezitelný algoritmus začne porovnávat data a snaží se dojít k co nejlepšímu řešení, tím je úspora energie. Níže je uvedena metodika pro tento algoritmus.

**Uživatel chce více světla a používá ovladač světla.**

1. **Správce zatížení zkontroluje senzory a ptá se: můžeme použít osvětlení zvenčí?**
  - a. Ano, osvětlení venku je vyšší než uvnitř. **Ok**
  - b. Ne, není dostatek osvětlení venku. **x** (zapnout světlo)
2. **Jsou již rolety otevřeny nebo zavřeny?**
  - a. Zavřeny, mohli bychom je otevřít, aby se zvýšilo osvětlení. **Ok**
  - b. Již otevřeno a intenzita osvětlení nestačí. **x** (zapnout světlo)
3. **Bude otevření žaluzií ovlivňovat HVAC?**
  - a. Solární zisky budou užitečné. **Ok**
  - b. Solární zisky způsobují větší spotřebu energie na chlazení. **x** (zapnout světlo)
4. **To vše se stane okamžitě, a uživatel obdrží otázku: Chcete otevřít žaluzie?**
  - a. Otevřít žaluzie a přinést osvětlení zvenčí. **Ok (úspora energie)**
  - b. Nechte zavřeno, chci soukromí. **x** Zapněte světlo.

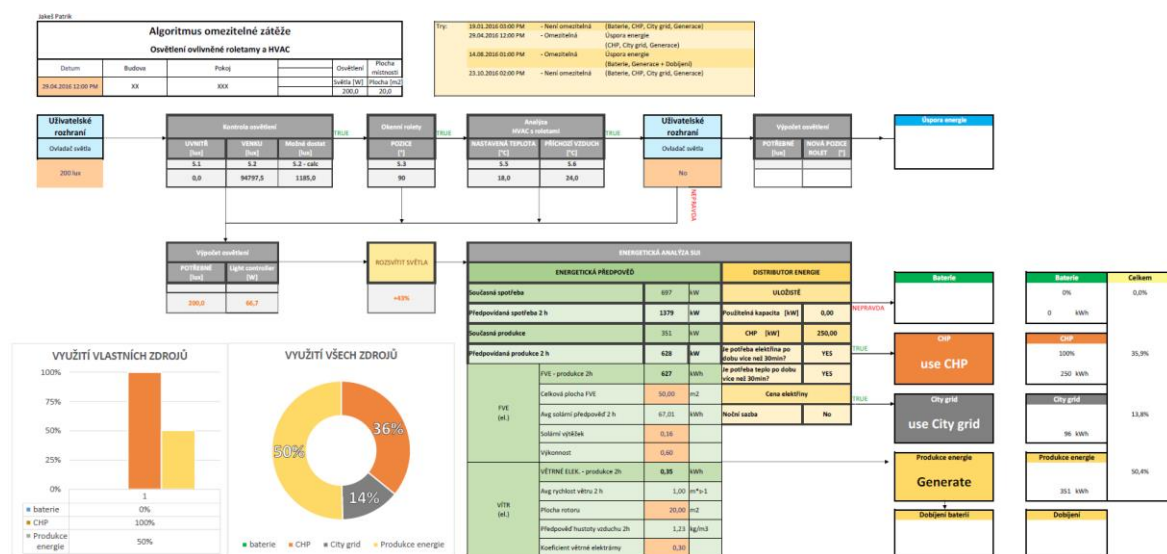
Metodologie omezitelné zátěže



**Obrázek 33 - Metodologie omezitelného algoritmu se správcem odběrů (zdroj: autor práce)**

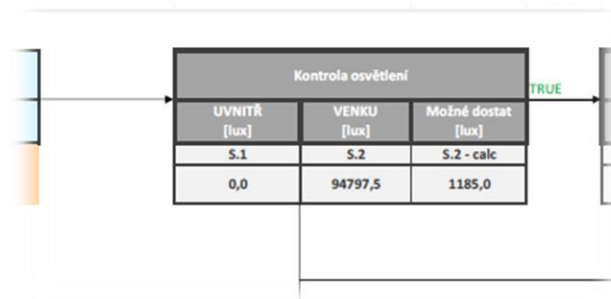
Soubor excel je rozšířením výše uvedeného grafického (teoretického konceptu), kde jsou data potřebná pro nastavení logických funkcí. Obrázek 34 ukazuje algoritmus v excelu. V levém horním rohu se nachází tabulka s informacemi o současném čase, umístění, čísle pokoje a další informace o zařízeních v místnosti. Pod informační tabulkou začíná algo-

rytmus, který tvoří především první dva řádky, které pokračují do hlavního těla SEMS. SEMS obsahuje předpovědi energie a distributor energií, který rozhoduje, který zdroj energie si vybere.

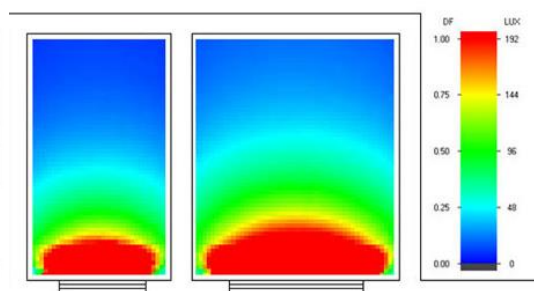


Obrázek 34 - Algoritmus omezené zátěže (zdroj: autor práce)

Pro tento algoritmus v programu Excel byla vytvořena uživatelská příručka. Prostudujte si prosím návod "Manuál pro algoritmus omezené zátěže.pdf" a vyzkoušejte několik nastavení v souboru Excel "Algoritmus omezené zátěže.xlsx". První řádek algoritmu je zvětšen na obrázku 35, kde ukazují první logický uzel "Kontrola osvětlení", který zobrazuje hodnoty snímače osvětlení uvnitř i vně místnosti. Třetí buňka je výpočet osvětlení, které lze použít pro osvětlení místnosti. To se obvykle vypočítává podrobně pomocí programů pro vnitřní osvětlení a spolupracuje v závislosti na mnoha faktorech. Výstup z programu je na obrázku 36. Průměrná osvětlení vnější je vypočítána v algoritmu Excel.

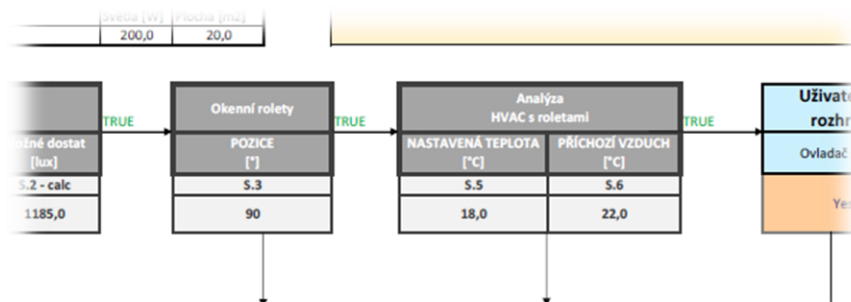


Obrázek 35 - Kontrola osvětlení (zdroj: autor práce)



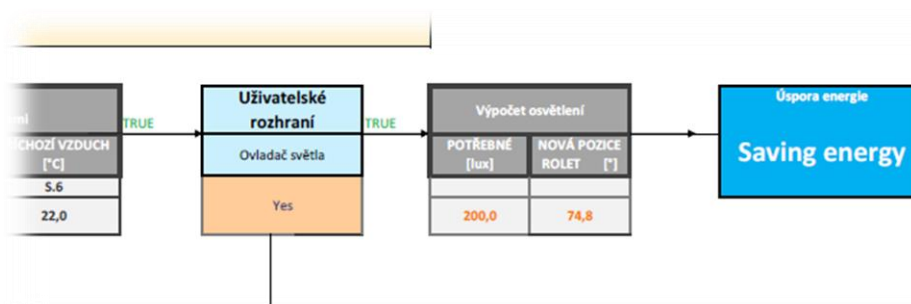
Obrázek 36 - Diagram osvětlení [35]

Dále obrázek 37 ukazuje další logický uzel "Okenní rolety", který čte hodnotu z ovladače rolet. Pokud jsou rolety zavřeny, pak další uzel zkontroluje možné ovlivnění HVAC. V tomto případě se místnost dohřívá, jelikož mezi pokojovou teplotou a přívodem vzduchu je teplotní rozdíl  $+ 4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pokud se uživatel rozhodne otevřít žaluzie, mohlo by to také pomoci HVAC při vytápění místnosti a snížit spotřebu energie. V jiném případě, když je teplota přívodu vzduchu nižší než požadovaná teplota v místnosti, pak logická funkce nebude pokračovat a zapne světlo.



Obrázek 37 – kontrola rolet a HVAC (zdroj: autor práce)

Po pozitivním výsledku z analýzy "HVAC s roletami" se systém uživatele zeptá, zda chce otevřít rolety a nechat světlo vniknout dovnitř, nebo nechat rolety zavřené, a tím zachoval své soukromí. Pokud se rozhodne pro "otevření", vypočítá se požadované osvětlení a regulátor žaluzie nastaví novou pozici žaluzie. To znamená, že uživatel ovlivnil proces a rozhodl se šetřit energii. V případě, že chce nechat žaluzie zavřené, kontrolér světla zapne světlo. Tato poptávka po elektřině se poté vyskytne v SEMS, (obrázek 38).

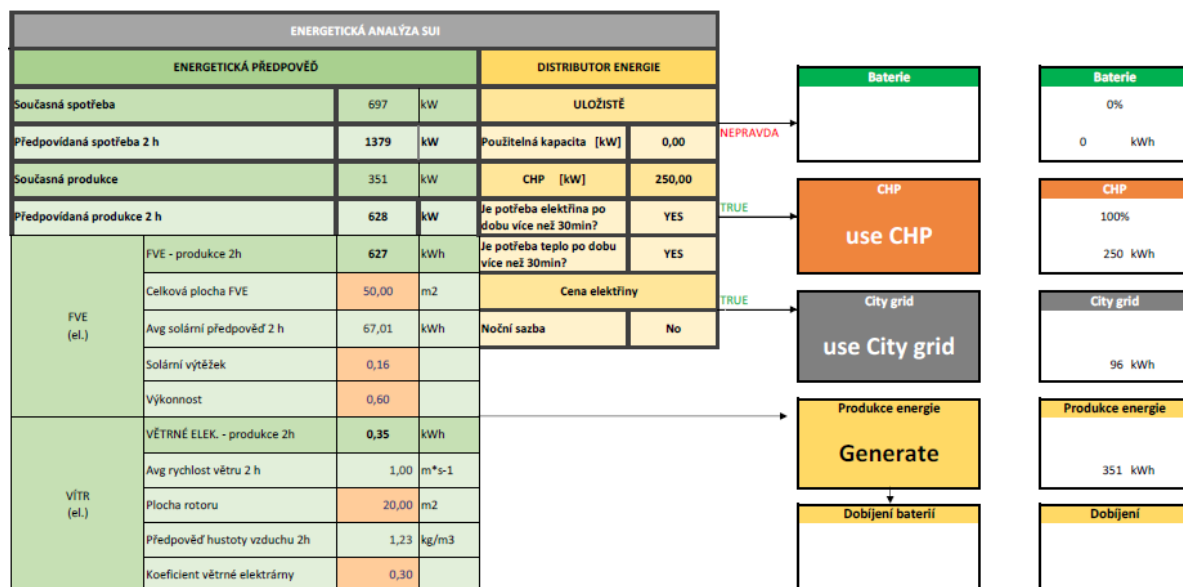


Obrázek 38 – Uživatelské rozhraní s ovladačem rolet (zdroj: autor práce)

Všechny tyto logické výpočty se stanou v čase méně než sekundy, takže uživatel uvidí otázku hned, nebo se světlo jednoduše zapne po obdržení příkazu ke zvýšení osvětlení.

## 5.6 Hlavní tělo SEMS

Hlavní částí SEMS je energetická předpověď a distributor energie, která komunikuje se správcí odběru a vypočítává konečné rozdělení energetických zdrojů (obr. 39, hlavní tělo SEMS). Manažer předpovědi spotřeby energie přečte současnou poptávku po elektřině a výrobu energie a s předpokládaným datem vypočítá očekávanou poptávku a výrobu 2 hodiny dopředu. Prognóza v tomto souboru aplikace Excel se provádí pouze čtením hodnot před námi. V reálném čase by měla být použita předpověď pro získání těchto dat.



Obrázek 39 - Hlavní tělo SEMS (zdroj: autor práce)

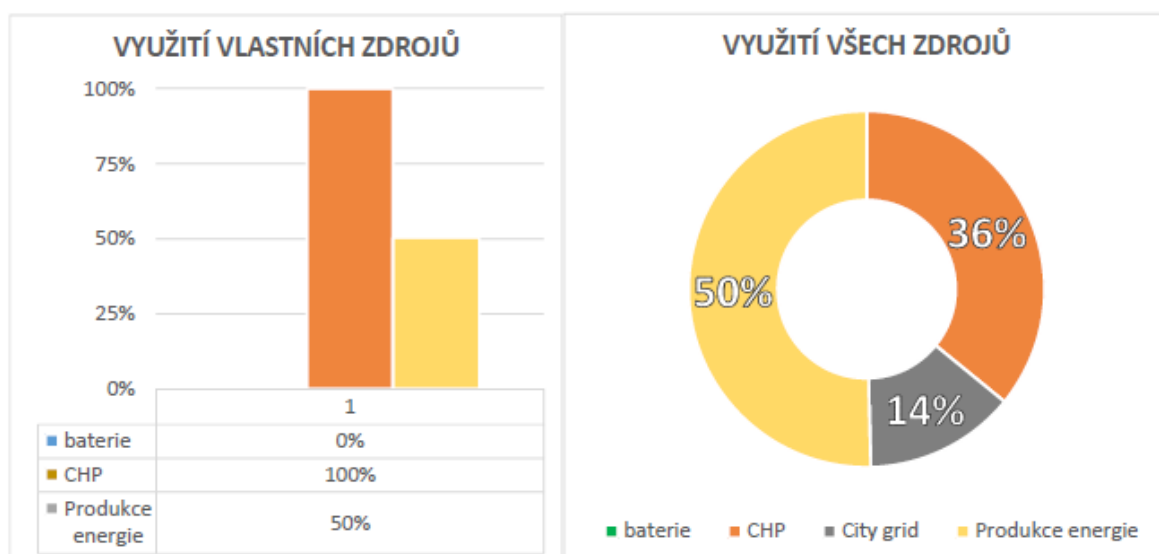
V tomto případě existují dva obnovitelné zdroje pro elektřinu (FVE a větrné turbíny). Tyto dva zdroje používají předpovídané údaje o počasí a pracují s níže uvedenými rovnicemi v tabulce 13.

Tabulka 13 – Rovnice pro výpočet generované energie

FVE:	Větrné turbíny:
$E = k * C_p * 0,5 * \rho * A * V^3 * 3600$	$E = A * r * H * PR$
Kde: E = energie (kWh) CP = maximální koeficient výkonu v rozsahu od 0,25 do 0,45, (teoretická maximum = 0,59) ρ = hustota vzduchu, kg/m <sup>3</sup> A = plocha rotoru, m <sup>2</sup> nebo π D <sup>2</sup> /4 (D je průměr rotoru v m, π = 3,1416) V = rychlost větru, m * s <sup>-1</sup> k = 0,000133 konstanta k získávání výkonu v kilowattech.	Kde: E = energie (kWh) A = celková plocha solárních panelů (m <sup>2</sup> ) r = výtěžnost solárního panelu (%) = 250 WP/1,6 m <sup>2</sup> H = hodinové průměrné sluneční záření na nakloněných panelech PR = poměr výkonu, koeficient ztrát (rozmezí 0,5 až 0,9, výchozí hodnota = 0,75)

Distributor energie spravuje všechny zdroje energie, které jsou instalovány v chytré čtvrti, a vypočítá, kolik energie bude použito z jednotlivého zdroje. Tento algoritmus se snaží o největší úsporu, a proto vybírá sestupně zdroje v tomto pořadí: Vlastní současnou produkci, elektrickou energii z baterií, kogenerační jednotka (CHP) a nakonec elektřinu z městské elektrické sítě. Tyto dva manažeři definují konečný poměr všech zdrojů.

Hlavním cílem je omezit využívání nejdražších zdrojů, které jsou v tomto případě elektrická městská síť a následně CHP, která spaluje plyn. Výstupem SEMS jsou grafy, které ukazují využití vlastní výroby a využití všech zdrojů dohromady (Obrázek 40, Využití zdrojů energie).



Obrázek 40 – Využití energetických zdrojů (zdroj: autor práce)



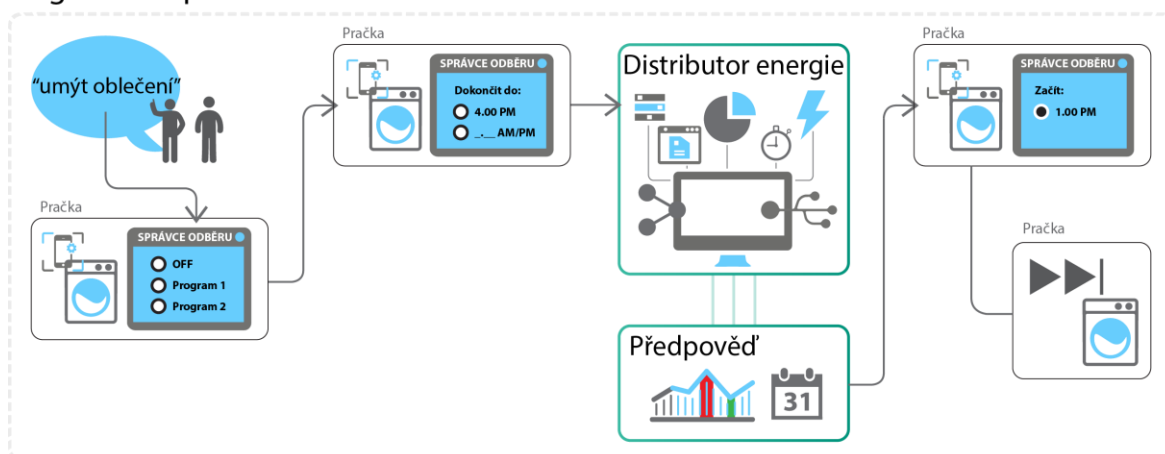
## 5.7 Algoritmus posuvné zátěže

Pro vysvětlení toho, co je posuvná zátěž: "Změna zatížení v čase nabízí možnost změny doby spotřeby pro snížení celkových nákladů." To znamená, že spotřeba musí být dokončena, ale je flexibilní v počátečním čase...“ [28]

To znamená, že uživatel může ovlivnit rozhodování prostřednictvím správce odběrů, a to nastavením rozsahu času, od kdy – do kdy. Na obrázku 41 je ukázána metodologie pro tento algoritmus.

1. **Uživatel si chce umýt oblečení, které je v pračce.**
2. **Nastaví mycí program.**
  - a. Vypnout
  - b. Program 1 = například znamená program, který trvá 1 hodinu.
  - c. Program 2 =....
3. **Správce odběru na chytré pračce nebo v telefonu nastaví poslední čas.**
  - a. Vyprat oblečení, dokud přijdu zpátky domů, to je 16:00.
  - b. Nebo si můžete nastavit, čas v rozmezí 12 hodin.
4. **Energetický manažer vypočte předpověď a zvolí nejlepší čas (levné elektřiny). To vede k šetření energie.**

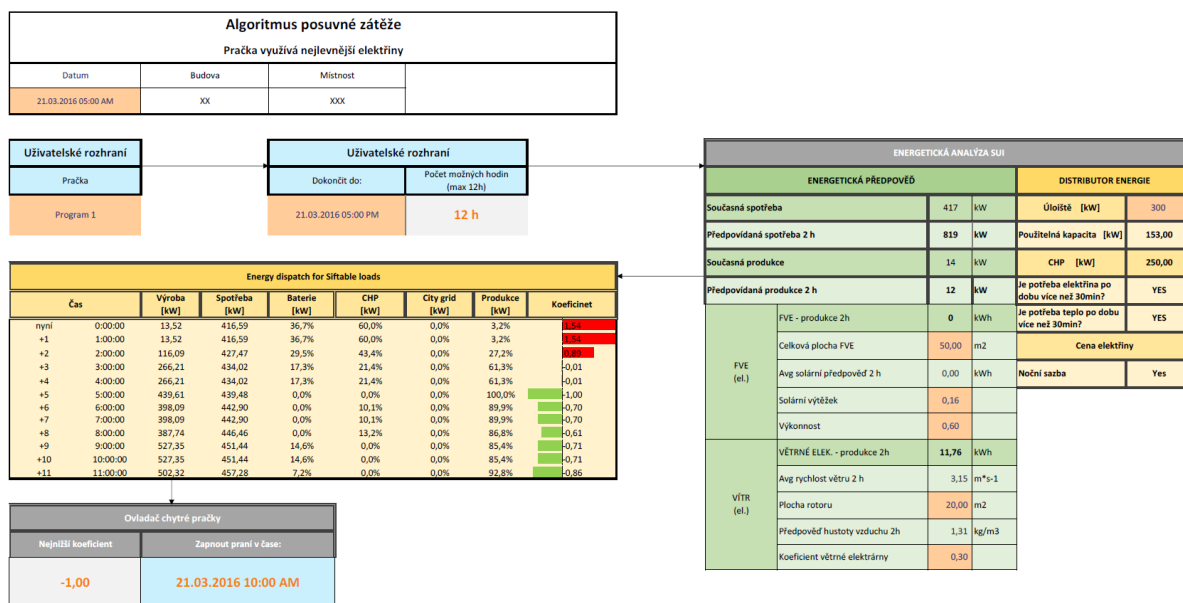
Algoritmus posuvné zátěže



Obrázek 41 - Algoritmus posuvné zátěže s distributorem energie (zdroj: autor práce)

Excel soubor založený na grafické (teoretické koncepci) není příliš odlišný od algoritmu pro omezené zatížení. Správce odběru je menší, protože je potřeba pouze nastavit časy a programy. Tyto údaje jsou vypočítávány u manažera energetické předpovědi a distribu-

tora energií, kteří vypočtou požadovanou spotřebu energie za každou hodinu dopředu v rozsahu nastavení času uživatele. Obrázek 42 ukazuje, že časový rozdíl byl nastaven na maximum 12 hodin dopředu. Podívejte se na "Manuál pro algoritmus posuvné zátěže.pdf" a vyzkoušejte několik nastavení v souboru Excel "Algoritmus posuvné zátěže.xlsx".



Obrázek 42 – Algoritmus posuvné zátěže (zdroj: autor práce)

Energetická distributor předpovídá předpokládané využití zdrojů energie na 12 hodin dopředu. Konečný koeficient ukazuje číslo v rozmezí od -1 do +3. Vyšší číslo znázorňuje horší poměr zdrojů energie (tabulka 14).

- Produkce = -1 (volná elektřina z obnovitelných zdrojů energie) - Nejlepší
- Baterie = 1 (uložená elektřina) - Dobré
- CHP = 2 (kombinovaná teplota a elektřina) - Špatné
- City grid = 3 (využívání drahé elektrické sítě) - nejhorší

Příklad v čase + 8 hodin dopředu: = sum ( 86,8% \* (-1) , 0,0% \* 1 , 13,2% \* 2 , 0,0% \* 3 ) = 0,61 (není nejlepší).

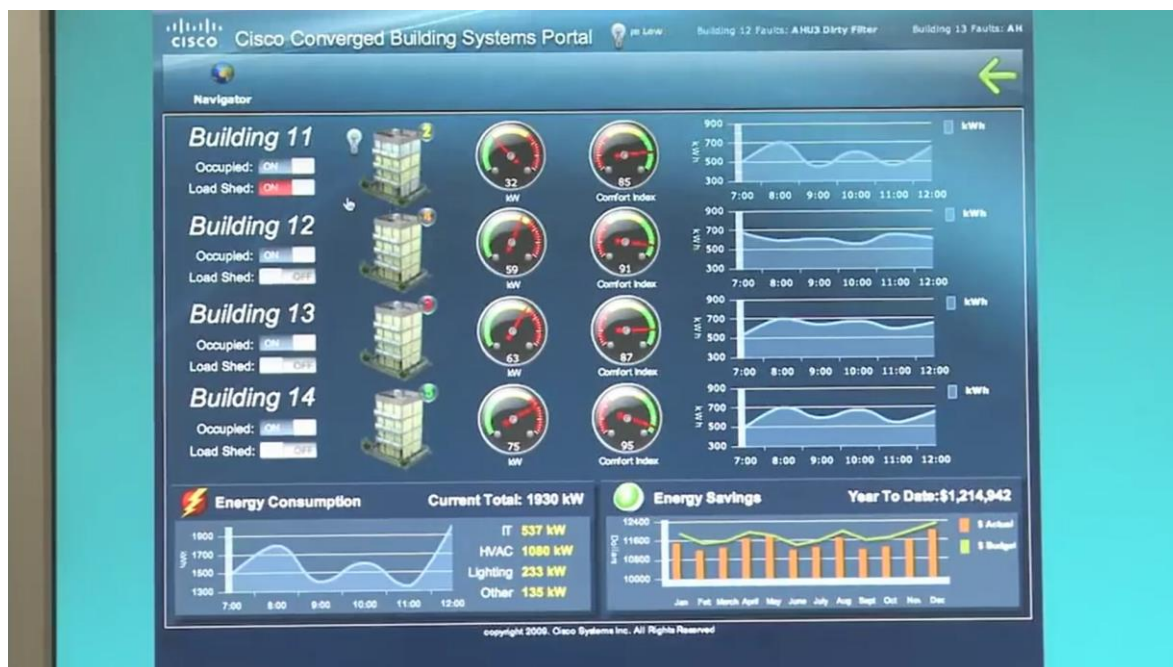
Tabulka 14 – Energetický distributor s předpovědí (zdroj: autor práce)

Energy dispatch for Siftable loads								
Čas	Výroba [kW]	Spotřeba [kW]	Baterie [kW]	CHP [kW]	City grid [kW]	Produkce [kW]	Koeficient	
nyní	0:00:00	13,52	416,59	36,7%	60,0%	0,0%	3,2%	1,54
+1	1:00:00	13,52	416,59	36,7%	60,0%	0,0%	3,2%	1,54
+2	2:00:00	116,09	427,47	29,5%	43,4%	0,0%	27,2%	0,89
+3	3:00:00	266,21	434,02	17,3%	21,4%	0,0%	61,3%	-0,01
+4	4:00:00	266,21	434,02	17,3%	21,4%	0,0%	61,3%	-0,01
+5	5:00:00	439,61	439,48	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-1,00
+6	6:00:00	398,09	442,90	0,0%	10,1%	0,0%	89,9%	-0,70
+7	7:00:00	398,09	442,90	0,0%	10,1%	0,0%	89,9%	-0,70
+8	8:00:00	387,74	446,46	0,0%	13,2%	0,0%	86,8%	-0,61
+9	9:00:00	527,35	451,44	14,6%	0,0%	0,0%	85,4%	-0,71
+10	10:00:00	527,35	451,44	14,6%	0,0%	0,0%	85,4%	-0,71
+11	11:00:00	502,32	457,28	7,2%	0,0%	0,0%	92,8%	-0,86

## 5.8 Porovnání

SEMS je zajímavá platforma, která se dá dále rozvíjet v mnohem složitější systém. Podobný účel by mohla stručně a velmi lehce vysvětlit společnost CISCO ve svém videu o inteligentní distribuční síti, kde je zobrazena inteligentní energetická platforma (obrázek 21) na tomto odkazu:

[https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U\\_kgGM](https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U_kgGM)



Obrázek 43 - CISCO Smart grid platform ([https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U\\_kgGM](https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U_kgGM))

## 5.9 Výsledky

Oba algoritmy byly vytvořeny s podkladovými daty a zdroji. Oba algoritmy byly testovány v excel souborech, které ukazují funkčnost logických výpočtů. Několik kroků/výpočtů je stále velmi jednoduchých a další možné práce by měly být podrobnější. Tato práce také popisuje metodiku těchto algoritmů, která by mohla dále přispět k rozvoji myšlenek nebo k rozvoji nových algoritmů. Tato práce by mohla být přínosem pro další práci na SUI Energy Management Systém.

## 6 Závěr

Praha podle světového a evropského hodnocení nedopadla špatně, 41. místo ze 180 chytrých měst je dobrý výsledek. Tento závod měst o nejlepší hodnocení a výsledek v žebříčkách může každý rok vypadat trochu nebo také velmi jinak, kde první místa zůstanou přibližně stejná, tak místa například od 10. nebo 20. pořadí se mohou pořádně zamíchat, jak se ukázalo v analýze. Praha by se tedy měla zaměřit na svá slabá místa, mezi které podle výsledků analýzy patří využívání technologie obecně a čisté energie, velmi slabá stavba inteligentních budov, nevhodné nakládání s odpady, nedostatečná digitální infrastruktura, podprůměrné vzdělání a dovednosti, nízký lidský kapitál a slabá ekonomika v Praze. Z toho výsledku plyne, že Praha čelí hlavně nedostatku implementaci technologií a horší správě ze strany vedení města. Praha na druhou stranu vyniká v městském plánování, množství zeleně ve městě, kvalitní dopravní síti a spokojenosti obyvatel, tyto roviny pomohly, se Praze umístit na 41. místě.

Jako výstup z analýzy zde bylo představeno několik obecných návrhů, a to konkrétně vytvoření multimodálních hubů pomocí poměrně malé plochy s dobíjecími stanicemi na auta a kola, car-sharingu, e-carsharingu, bikesharingu a e-bikesharingu. Tyto poměrně drobné úpravy na dopravních uzlech a jejich celkové provázání může dopravu posunout na úroveň multimodulový dopravní systém, který vzniká v zahraničních městech. Další hlavní oblastí návrhu je oblast chytrých budov a energií, v které, podle žebříčků, Praha zatím moc nevyniká, tato oblast je více rozpracována do detailu v experimentu na řídicí algoritmy v energetické platformě, který je navrhován v chytré čtvrti, a to konkrétně v inovační čtvrti, která se ilustračně nachází na Praze 7.

Algoritmy byly vytvořeny s nedostatkem podkladů podobných řešení, většinou se postupovalo stylem pokus-omyl, který nakonec vedl k těmto dvěma souborům programu Excel. Tento projekt byl prezentován a po závěrečné diskusi na zahraniční škole se zdá, že by toto mohla být správná cesta, jak by měl vypadat řídicí algoritmus pro omezené a posuvné energetické zátěže v chytrých čtvrtích. Průzkumem bylo zjištěno jen několik málo nápadů, jak konečný výsledek funguje, ale nikde nebylo možné dohledat ukázkou nebo postup těchto logických cest mezi platformou a senzory, za účelem šetřit spotřebu energie. Energetická platforma je vyjádřena firemním videem společnosti CISCO, který ukazuje, že již funguje platová forma pro více budov dohromady: (video: [https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U\\_kgGM&feature=youtu.be&t=238](https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U_kgGM&feature=youtu.be&t=238))

Posuvné zátěže jsou zobrazeny ve videu společnosti „Concept Denmark Smart Grid“. To by mohlo být užitečné pro představu o tom, jak může vypadat správce zatížení: (video: [https://youtu.be/fKytW\\_XUz1E?t=1127](https://youtu.be/fKytW_XUz1E?t=1127))

## 7 Zdroje a citace

- [1] Dameri, R., & Rosenthal-Sabroux, C. (2014). *Smart City - How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*. Genova: Springer.
- [2] Urban Europe. (n.d.). dostupné 28/03/2018, z <http://jpi-urbaneurope.eu>
- [3] Kiraly, J. (2013). *Das Sonnenhaus als Passivhaus*. Berlin: Ernst Wasmuth Verlag Tübingen.
- [4] Artelt, H. (2014). *Biologisch bauen renovieren wohnen*. Berlin: Dietrich Reimer Verlag GmbH.
- [5] MINERGIE. (n.d.). *Minergie - Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch*. dostupné 30/03/2018, z <https://www.minergie.ch/>
- [6] Vetsch, P. (n.d.). *vetsch architektur*. Dostupné 12 01, 2016, z <http://www.erdhaus.ch/vision.html>
- [7] Brněnský deník. 2018. *Brno dostane chytrou čtvrť. V areálu teplárny v ulici Špitálka - Brněnský deník*. [ONLINE] Dostupné na: [https://brnensky.denik.cz/zpravy\\_region/brno-dostane-chytrou-ctvrt-v-arealu-teplarny-v-ulici-spitalka-20170731.html](https://brnensky.denik.cz/zpravy_region/brno-dostane-chytrou-ctvrt-v-arealu-teplarny-v-ulici-spitalka-20170731.html). [Dostupné 04/05/2018].
- [8] Operátor ICT. 2018. Základní info - Operátor ICT. [ONLINE] Dostupné na: <https://operatorict.cz/zakladni-info/>. [Dostupné 04/05/2018].
- [9] Operátor ICT. 2018. *Koncepce Smart Prague do roku 2030 umožní zavádět inovace do provozu města efektivně (05.06.2017) - Operátor ICT*. [ONLINE] Dostupné na: <https://operatorict.cz/koncepce-smart-prague-roku-2030-umozni-zavadet-inovace-provozu-mesta-efektivne/>. [Dostupné 04/05/2018].
- [10] SmartPrague. 2018. *O Smart Prague | Smart Prague*. [ONLINE] Dostupné na: <https://smartprague.eu>. [Dostupné 04/05/2018].
- [11] Anon, 2014. *World Urbanization Prospects 2014: Highlights (Department of Economic and Social Affairs)*. United Nations.
- [12] Velux: Healthy Buildings Day 2016: Tomorrow's Buildings Today [online]. 2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.velux.com/article/2016/healthy-buildings-day-2016>
- [13] BERRONE, Pascual a Joan Enric RICART. *IESE Cities in Motion Index [online]*. Barcelona, 2017 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.iese.edu/research/pdfs/ST-0442->

- E.pdf?\_ga=2.232377567.1327259520.1525543035-1412037324.1522512020. University of Navarra.
- [14] 2017 *Smart Cities Index* [online]. Švédsko, 2017 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://easyparkgroup.com/smart-cities-index/>
- [15] *European Digital City Index* [online]. Londýn: Nesta, 2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://digitalcityindex.eu/>
- [16] *IPR - Smart Cities: Strategické plánování* [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.iprpraha.cz/clanek/308/smart-cities>
- [17] *Morgenstadt. CITY INSIGHTS CITY LAB REPORT PRAGUE. FRAUNHOFER GESELLSCHAFT* [online]. Stuttgart, 2015, 2015, 2015(259730), 209 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: [http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Full\\_Morgenstadt\\_CityReport\\_Prague\\_EN.pdf](http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Full_Morgenstadt_CityReport_Prague_EN.pdf)
- [18] *Barcelona Named 'Global Smart City – 2015'* [online]. Barcelona: Juniper research, 2015 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.juniperresearch.com/press/press-releases/barcelona-named-global-smart-city-2015>
- [19] *Barcelona Digital City* [online]. Barcelona: barcelona.cat, 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/digital-innovation/make-in-bcn/maker-district>
- [20] *Smart City Sweden* [online]. Stockholm: Smart City Sweden, 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://smartcitysweden.com/>
- [21] *Kista Science City* [online]. Stockholm: Kista Science City, 2018 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.kista.com/>
- [22] *Smart City Wien* [online]. Vídeň: City of Vienna, 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://smartcity.wien.gv.at/site/en/>
- [23] *Wien Aspern* [online]. Vídeň: Wien 3420 aspern development, 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.aspern-seestadt.at/en>
- [24] *Amsterdam Smart City* [online]. Amsterdam: Amsterdam Smart City, 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://amsterdamsmartcity.com/projects>
- [25] *Data-Driven City Management A Close Look at Amsterdam's Smart City Initiative* [online]. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2016 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://sloanreview.mit.edu/case-study/data-driven-city-management/>
- [26] KABELE, Karel a Miroslav URBAN. *Téměř nulové budovy* [online]. Praha: TZB-info, 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie>
- [27] *Virtuální elektrárna. TZB-info* [online]. Praha, 2013 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/9435-virtualni-elektrarna>
- [28] COLLADO, Antonio, Romeo CIOBANU a Calin RAGUNA. *Software Concept: Smart Urban Isle - Smart bioclimatic low-carbon urban areas as innovative energy isles in the sustainable*

- city. Winterthur, 2016. Poject work. ZURICH UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES. Vedoucí práce Carabias-Hütter Vicente.
- [29] PODZORSKI, Urs. *Technology assessment and SWOT analysis of energy production and storage possibilities used in Smart Urban Isles (SUI)*. Winterthur, 2017. Projekt 3. ZURICH UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES. Vedoucí práce Carabias-Hütter Vicente.
- [30] Verein Smart Grid Schweiz [online]. Nidau, 2013 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.smartgrid-schweiz.ch/index.asp?Language=DE&page=smartgrid-schweiz-home>
- [31] EICHER, Hanspeter. *Erneuerbare Energien – Umweltfreundliche Versorgung* [online]. 2014. Muttenz: Faktor, 2014 [cit. 2018-05-06]. ISBN 978-3-905711-26-4. Dostupné z: [https://www.infothek-biomas-se.ch/images/253\\_2014\\_FHNWCH\\_Erneuerbare\\_Energien\\_Umweltfreundliche\\_Versorgung.pdf](https://www.infothek-biomas-se.ch/images/253_2014_FHNWCH_Erneuerbare_Energien_Umweltfreundliche_Versorgung.pdf)
- [32] LUO, Xing, Jihong WANG, Mark DOONER a Jonathan CLARKE. *Applied Energy* [online]. Coventry UK: Elsevier, 2014 [cit. 2018-05-06]. ISBN 0306-2619. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914010290?via%3Dihub>
- [33] Anergdy AG. *Anergdy* [online]. Zurich, 2017 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: [www.anagergy.com](http://www.anagergy.com)
- [34] BAUMANN, Robin a Reto MEIER. *Energie-Tool zu Smart Urban Isles*. Winterthur, 2017. Bakalářská práce. ZURICH UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES. Vedoucí práce Carabias-Hütter Vicente.
- [35] ZWIENER, Viktor. *Simulace denního osvětlení v obytných místnostech*. In: TZB-info [online]. Praha: DEKPROJEKT, 2014 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0121/012140o45.jpg>

## 7.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Hlavní partneři Smart Prague <sup>[10]</sup> .....	5
Obrázek 2 – Oblasti projektů Smart Prague .....	7
Obrázek 3 – Poměr stavů projektů .....	9
Obrázek 4 – poměr oblastí dle organizací .....	9
Obrázek 5 – Mapa měřených měst pomocí IESE <sup>[13]</sup> .....	15
Obrázek 6 – Žebříček východní Evropy <sup>[13]</sup> .....	17
Obrázek 7– Paprskové hodnocení města Prahy .....	17
Obrázek 8 – EasyPark oblasti hodnocení <sup>[14]</sup> .....	18
Obrázek 9 – Paprskové hodnocení Prahy v 16ti podoblastech .....	23
Obrázek 10 – Paprskové hodnocení Prahy v 10ti hlavních oblastech .....	23
Obrázek 11 – Proces získávání dat EDCi <sup>[15]</sup> .....	24
Obrázek 12 - Vizuální reprezentace dat EDCi <sup>[15]</sup> .....	25
Obrázek 13 – Paprskové znázornění hodnocení .....	25
Obrázek 14 – Slabé místa Prahy po sloučení tří žebříčků .....	27
Obrázek 15 – Analýza a opatření dle Morgenstadt <sup>[17]</sup> .....	28
Obrázek 16 – Srovnání Barcelony s Prahou dle IESE .....	30
Obrázek 17 - Srovnání Stockholmu s Prahou dle IESE.....	31
Obrázek 18 - Srovnání Vídně s Prahou dle IESE.....	32
Obrázek 19- Srovnání Amsterdamu s Prahou dle IESE .....	33
Obrázek 20 – Negativní podoblasti Prahy po shrnutí .....	36
Obrázek 21 – Rozdělení negativních podoblastí do oblastí Smart Prague (zdroj: autor práce, modifikováno podle <a href="http://www.smartprague.eu">www.smartprague.eu</a> ).....	36
Obrázek 22 - Berlínský multi-modulový hub Südkreuz.....	38
Obrázek 23 – Pohledy na řešení projektů .....	39
Obrázek 24 – Návrh na vybudování inovační čtvrti pro Prahu – Nové Bubny - Štvanice ..	41



Obrázek 25 – Návrh umístění Inovační čtvrti (zdroj: autor práce, po schválení, znázorněno na urbanistickém projektu Kláry Podolské).....	42
Obrázek 26 – Smart Grid v chytré čtvrti (zdroj: autor práce, po schválení, znázorněno na urbanistickém projektu Kláry Podolské) .....	43
Obrázek 27 - Ukázka analýzy technologií pro chytrou čtvrt' <sup>[29]</sup> .....	45
Obrázek 28 - Schéma typické kogenerační jednotky (Simons Boilers, 2016).....	47
Obrázek 29 - Instalace modulového řešení hybridní elektrárny na střeše <sup>[33]</sup> .....	48
Obrázek 30 - Koncept metodologie postupů pro algoritmy (zdroj: autor práce) .....	49
Obrázek 31 – Polysun lokalita.....	51
Obrázek 32 - Polysun sestavení .....	51
Obrázek 33 - Metodologie omezitelného algoritmu se správcem odběrů (zdroj: autor práce) .....	52
Obrázek 34 - Algorithm omezitelné zátěže (zdroj: autor práce).....	53
Obrázek 35 - Kontrola osvětlení (zdroj: autor práce) <sup>[35]</sup> .....	53
Obrázek 36 - Diagram osvětlení.....	53
Obrázek 37 – kontrola rolet a HVAC (zdroj: autor práce) .....	54
Obrázek 38 – Uživatelské rozhraní s ovladačem rolet (zdroj: autor práce).....	54
Obrázek 39 - Hlavní tělo SEMS (zdroj: autor práce) .....	55
Obrázek 40 – Využití energetických zdrojů (zdroj: autor práce) .....	56
Obrázek 41 - Algoritmus posuvné zátěže s distributorem energie (zdroj: autor práce).....	57
Obrázek 42 – Algoritmus posuvné zátěže (zdroj: autor práce).....	58
Obrázek 43 - CISCO Smart grid platform ( <a href="https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U_kgGM">https://www.youtube.com/watch?v=yGk13U_kgGM</a> ) .....	59