

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Hodnocení úspěšnosti projektů Smart Cities

Bc. Petra Líbalová

**Diplomová práce
2019**

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra Líbalová**
Osobní číslo: **E150047**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Regionální a informační management**
Název tématu: **Hodnocení úspěšnosti projektů Smart Cities**
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je nalezení možných způsobů hodnocení úspěšnosti projektů Smart Cities a identifikace společných znaků obcí zapojených ve vybraných projektech.

Osnova práce:

- Základní pojmy a definice
- Způsoby hodnocení úspěšnosti projektů Smart Cities
- Hodnocení měst na základě mezinárodních srovnání
- Identifikace společných znaků obcí zapojených ve vybraných projektech.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **cca 50 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

DAMERI, R.P., SABROUX, C. Smart city and value creation. In: Dameri, R.P., Sabroux, C. (eds.) How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space, pp. 1-12. London: Springer International Publishing, 2014.

RODRÍGUEZ-BOLÍVAR, M. P. Transforming City Governments for Successful Smart Cities. London: Springer Verlag, 2015.

CALDER, K. E. Singapore: smart city, smart state. The Brookings Institution, 2016.

PICON, A. Smart Cities: A Spatialised Intelligence. New York: Wiley, 2015.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Hana Kopáčková, Ph.D.

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce: **1. září 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**

doc. Ing. Romana Provazníková, Ph.D.

děkanka

L.S.

doc. Ing. Pavel Petr, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2017

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 30. 4. 2019

Bc. Petra Líbalová

PODĚKOVÁNÍ:

Touto cestou bych ráda poděkovala svojí vedoucí práce Ing. Haně Kopáčkové, Ph.D., za její odbornou pomoc, cenné rady, trpělivost a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování diplomové práce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině a mým blízkým za podporu při tvorbě této práce a celém mém studiu.

ANOTACE

Tato práce bude sloužit k pochopení důvodů rozmachu konceptu chytrých měst v posledních letech. Chytrá města zavádí moderní a inteligentní technologie, které usnadňují šetření energií, zvyšují životní úroveň obyvatel, šetří životní prostředí a v neposlední řadě také vedou ke snižování nákladů podnikatelské sféry, veřejného sektoru, ale i obyvatel měst. Cílem diplomové práce je analýza metod hodnocení úspěšnosti projektů v rámci tohoto konceptu a identifikace společných znaků konkrétních obcí a měst zapojených v těchto projektech pomocí rozsáhlé rešerše materiálů jednotlivých projektů týkajících se chytrého osvětlení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Smart City, Chytré veřejné osvětlení, Udržitelný rozvoj, LED, Klíčové ukazatele výkonnosti

TITLE

Success evaluation of Smart Cities projects

ANNOTATION

This work will serve for understanding the reasons of expansion smart cities concept in these last years. Smart cities are introducing modern and intelligent technologies which make easier energy saving, raise the living standard of the population, save the environment and last but not least reduce the costs of the business sphere, public sector but also citizens. The aim of the diploma thesis is to analyze of success evaluation methods within this concept and identifying common characters with the extensive research of the individual cities' specific projects concerning smart street lighting.

KEYWORDS

Smart City, Smart Street Lighting, Sustainable Development, LED, Key Performance Indicators

OBSAH

ÚVOD	10
1 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE	11
1.1 UDRŽITELNÝ ROZVOJ	11
1.2 SMART CITY KONCEPT	12
2 ZPŮSOBY HODNOCENÍ ÚSPĚŠNOSTI PROJEKTŮ SMART CITIES.....	15
2.1 KEY PERFORMANCE INDICATORS	15
2.2 UKAZATELE VÝKONNOSTI PODLE EUROPEAN GREEN CITY INDEX.....	18
2.3 UKAZATELE VÝKONNOSTI PODLE 2THINKNOW	19
2.4 UKAZATELE VÝKONNOSTI PODLE LIVEABILITY INDEX	20
2.5 UKAZATELE VÝKONNOSTI PODLE MERCER QUALITY OF LIVING INDEX	21
2.6 UKAZATELE VÝKONNOSTI PODLE ARCADIS	22
2.7 UKAZATELE VÝKONNOSTI PODLE OBCE V DATECH.....	23
2.8 FAKTORY ÚSPĚŠNOSTI	25
3 HODNOCENÍ MĚST NA ZÁKLADĚ MEZINÁRODNÍCH SROVNÁNÍ.....	26
3.1 EUROPEAN CITY GREEN INDEX	26
3.2 INNOVATION CITIES INDEX	28
3.3 LIVEABILITY INDEX	30
3.4 MERCER QUALITY OF LIVING INDEX	32
3.5 SUSTAINABLE CITIES INDEX	34
3.6 INDEX KVALITY ŽIVOTA V ČR	36
3.7 DÍLČÍ ZÁVĚR	38
4 IDENTIFIKACE SPOLEČNÝCH ZNAKŮ OBCÍ ZAPOJENÝCH VE VYBRANÝCH PROJEKTECH	39
4.1 CHYTRÉ VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ	39
4.1.1 Rizika spojená s pouličním osvětlením	40
4.1.2 Barva, intenzita a spotřeba.....	40
4.1.3 Technologie LED.....	41
4.1.4 Měření výkonnosti pro Street Lighting	42
4.1.5 Doporučení.....	42
4.2 VYBRANÉ PROJEKTY MODERNIZACE POULIČNÍHO OSVĚTLENÍ.....	43
4.2.1 Los Angeles.....	43
4.2.2 Sydney.....	46
4.2.3 Jaipur.....	48
4.2.4 Cambridge	50
4.2.5 Miláno	52
4.2.6 Dílčí závěr	54
ZÁVĚR.....	56
POUŽITÁ LITERATURA	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Společné znaky Smart Cities.....	13
Tabulka 2 - Principy KPI podle ITU	16
Tabulka 3 - Ukazatele výkonnosti podle 2thinknow	19
Tabulka 4 - Ukazatele výkonnosti podle EIU	20
Tabulka 5 - Rozdělení KPIs do kategorií podle společnosti Mercer.....	21
Tabulka 6 - Ukazatele výkonnosti podle Arcadis.....	22
Tabulka 7 - Ukazatele výkonnosti podle organizace Obce v datech.....	23
Tabulka 8 - Faktory úspěšnosti.....	25
Tabulka 9 – Žebříček 10 nejlepších měst podle European Green City Index	27
Tabulka 10 – Žebříček 10 posledních měst podle European Green City Index	27
Tabulka 11 – Žebříček 10 nejlepších měst podle The Innovation Cities Index	29
Tabulka 12 - Žebříček 10 nejhorsších měst podle The Innovation Cities Index	29
Tabulka 13 - Žebříček 10 nejlepších měst podle Liveability Index	30
Tabulka 14 - Žebříček 10 nejhorsších měst podle Liveability Index.....	31
Tabulka 15 - 10 nejlepších míst pro život podle žebříčku Mercer Quality of Living	32
Tabulka 16 - 10 nejhorsších míst pro život podle žebříčku Mercer Quality of Living.....	33
Tabulka 17 - 10 nejlépe hodnocených měst podle Arcadis	34
Tabulka 18 - 10 nejhůře hodnocených měst podle Arcadis.....	35
Tabulka 19 - 10 nejlépe hodnocených měst podle Indexu kvality života v ČR	36
Tabulka 20 - 10 nejhůře hodnocených měst podle Indexu kvality života v ČR.....	37
Tabulka 21 - Charakteristika projektu Los Angeles	43
Tabulka 22 - Vyhodnocení projektu v Los Angeles.....	45
Tabulka 23 - Charakteristika projektu v Sydney	46
Tabulka 24 - Vyhodnocení projektu v Sydney	47
Tabulka 25 - Charakteristika projektu ve městě Jaipur	48
Tabulka 26 - Vyhodnocení projektu ve městě Jaipur	49
Tabulka 27 - Charakteristika projektu v Cambridge	50
Tabulka 28 - Vyhodnocení projektu v Cambridge	51
Tabulka 29 - Charakteristika projektu v Milánu	52
Tabulka 30 - Porovnání stavů osvětlení v Milánu	53
Tabulka 31 - Vyhodnocení projektu v Milánu	54

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 - Základní obecné kategorie KPI	17
Obrázek 2 - Města pro European Green City Index	18
Obrázek 3 - Grafické zobrazení umístění měst podle Mercer's Quality of Living Index	33
Obrázek 4 - Znázornění geografického rozložení hodnocení měst v ČR.....	37
Obrázek 5 - Barevná teplota	40
Obrázek 6 - Jak správně svítit?.....	42
Obrázek 7 - Porovnání technologií osvětlení v Los Angeles	43
Obrázek 8 - Příklad systému stmívání.....	50
Obrázek 9 - Porovnání pouličního osvětlení v Miláně před a po modernizaci.	53

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

CCI	Clinton Climate Initiative
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
EIU	Economist Intelligence Unit
EMP	Elektromagnetické pole
EU	Evropská unie
FES	Fakulta ekonomicko-správní
ICT	Information and communication technology
ITU	International telecommunications union
K	Kelvin
KPI	Key Performance Indicator
LADWP	LA Department of Water and Power
LED	Elektroluminiscenční dioda (Light Emitting Diode)
Lm	Lumen
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
PPP	Public Private Partnership
Sb.	Sbírka zákonů
SDGs	Sustainable Development Goals
SLMAF	Street Lighting Maintenance Assessment Fund
SSC	Smart sustainable city
U4SSC	United for Smart Sustainable Cities
UNCSD	United Nations Conference on Sustainable Development
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UUR	Ústav udržitelného rozvoje
W	Watt

ÚVOD

Diplomová práce se zaměřuje na koncept chytrých měst, která pomocí informačních technologií přispívají k podpoře rozvoje města, zkvalitnění života obyvatel, ale také k maximálně efektivnímu využití energií a snižování nákladů jak sféry veřejného sektoru, tak i sektoru podnikatelského. To ale nejsou jediné klady, které chytrá města přináší. Hlubším významem tohoto konceptu je navíc i ochrana životního prostředí a trvale udržitelný rozvoj.

Co ovšem vedlo k samotnému vzniku Smart City? V průběhu posledních desetiletí, dochází po celém světě k velkému nárůstu obyvatel a s největší pravděpodobností bude tento trend i nadále pokračovat. S tím úzce souvisí i fakt, že se čím dál více lidí stěhuje, především kvůli lepším pracovním možnostem, právě do měst. V důsledku stupňující se urbanizace bude potřeba vyžadovat nové inovativní cesty k řízení zvyšující se složitosti městského života. Je tedy potřeba se zaměřit na problémové oblasti jako je například přelidnění, přetížení sítí, spotřeba energie, nedostatek zdrojů, odpadové hospodářství, dopravní situace, ale také na životní prostředí a s tím související zdravotní problémy obyvatel.

Důvodem, proč se města po celém světě začínají zajímat o chytřejší způsoby, jak zvládnout právě uvedené skutečnosti je zejména tlak na snižování nákladů, udržení se v globální propojené ekonomice a udržování životního prostředí. Města by tedy měla zajistit dostatečnou kapacitu bydlení, dopravní infrastrukturu, pracovní místa, bezpečnost, energetiku, čistotu a další základní služby jako vzdělání a zdravotní péči. Důležité je se na tento tlak do budoucna připravit, k čemuž mají pomoci právě technologie.

Cílem práce je využití zkušeností v rámci konceptu Smart Cities zaměřující se na veřejné osvětlení a identifikace společných znaků měst a obcí zapojených ve vybraných projektech. Prvním krokem je seznámení s konceptem a problematikou Smart City, představení nejdůležitějších pojmů týkajících se zadaného tématu. Dalším krokem budou stanoveny metodiky hodnocení úspěšnosti projektů Smart Cities a formou rozsáhlé rešerše stanovení společných znaků těchto (úspěšných) projektů.

1 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE

1.1 Udržitelný rozvoj

Jak uvádí Ústav územního rozvoje (UUR) počátky udržitelného rozvoje sahají do doby, kdy si lidé začali uvědomovat vyčerpatelnost zdánlivě nevyčerpatelných přírodních zdrojů. Začátky sahají do 19. století, kdy došlo k výraznému zhoršování životního prostředí, především jako následky technologických vymožeností průmyslové revoluce. Zřejmě vůbec poprvé termín udržitelný rozvoj (sustainable development) použili v knize Meze růstu (Limits of Growth) v roce 1972 Donella a Dennis Meadowsovi a William Behrens. [37]

Hlavní téma udržitelného rozvoje je vztah člověka k přírodě a snaha o uspokojování potřeb současné generace, aniž by byly ohroženy podmínky života budoucích generací. Do značné míry by mohly být směrodatné následující 2 ustálené definice trvale udržitelného rozvoje:

1. *„Trvale udržitelný rozvoj je takový, který naplňuje potřeby stávajících generací, aniž by ohrozil možnosti generací budoucích uspokojovat jejich vlastní potřeby.“ [20]*
2. *„Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby, a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.“ [20]*

Trvale udržitelný rozvoj je založen na udržení rovnováhy mezi kvalitou života obyvatel, ekonomickým vývojem a zátěží na životní prostředí, dělí se tedy do tří základních pilířů – sociálního, environmentálního a ekonomického, kde je důležitá snaha o to, aby žádný se žádný z nich nevyvíjel na úkor dvou zbývajících. [6]

Otázkou zůstává, jaká je souvislost mezi trvale udržitelným rozvojem a chytrými městy? V současné době máme k dispozici výborně vyvinutou technologii, kterou ale ne vždy dokážeme efektivně využít na konkrétních místech a v určitých situacích. Lidé jsou lhostejní k životnímu prostředí a velká většina stále nevěří na změny klimatu. V posledních letech se ovšem toto téma dostává stále více do popředí, a právě pomocí moderních technologií se snažíme napravit, nebo alespoň zmírnit, chyby, které jsme v minulosti napáchali. Nezbyvá než doufat, že ještě není pozdě.

Jeden z největších dopadů na životní prostředí a životy lidí má například automobilová doprava, kde se skrývá obrovský potenciál pro vylepšení (benzinové a dieselové automobily časem nahradí elektromobily, carsharing, elektrobuses, chytré parkovací systémy), energetika a

spoustu dalších oblastí. Jedna z nejtěžších věcí ovšem bude potřeba změnit celkové myšlení lidí, kdy bude nutné před ekonomikou upřednostnit planetu Zemi a kvalitní vzdělání, protože pouze vzdělaná společnost může tyto vize posouvat blíže k cíli. [3] [25]

1.2 Smart City koncept

Města jsou složité systémy vzájemného propojení lidí, dopravy, komunikačních sítí, obchodu a služeb. Tím, jak města rostou a vyvíjí se, vytvářejí tlak na společnost, technologie a organizace, který ohrožuje hospodářskou a environmentální udržitelnost.

Vzhledem k rostoucímu zájmu o chytrá města, je složité rozlišit, zda konkrétní města opravdu svými projekty míří k plnění cílů tohoto konceptu, a tedy zlepšování života ve městě, či jen využívá tento moderní termín pouze k marketingovým účelům a zviditelněním. Mohou nám k tomu dopomoci následující nejčastější definice.

Chytré město je město, které monitoruje a integruje stav všech jeho klíčových infrastruktur, včetně silnic, mostů, tunelů, železnic, metra, letišť, přístavů, komunikačních sítí, vody, elektrické energie, a dokonce i největších budov, a díky tomu lépe optimalizuje své zdroje, plánuje údržbu a zohledňuje bezpečnostní hlediska a při tom poskytuje, co nejlepší služby svým občanům. [10]

ITU ve spolupráci s UNECE uvádějí definici Chytrého města takto: „*Inteligentní udržitelné město je inovativní město, které využívá informační a komunikační technologie (ICT) a další prostředky ke zlepšení kvality života, efektivnosti provozu městských služeb a konkurenceschopnosti, a současně zajišťuje, že bude vyhovovat potřebám současných a budoucích generací s ohledem na hospodářské, sociální, environmentální i kulturní aspekty.*“ [8]

Podle CITYkeys (2016) je projekt smart city takový, který efektivně alokuje a využívá dostupné zdroje, kterými jsou sociální a kulturní kapitál, finance, přírodní zdroje, informace a technologie. Realizací takového projektu se město stává o něco více „chytrým“. Vzhledem k velkému rozsahu realizace, můžeme v každém městě najít naprosto odlišné projekty. Všechny však mají stejný cíl, kterým je zjednodušit a zefektivnit chod města a zvýšit tím svoji atraktivitu nejen pro své občany, ale i pro potenciální investory. [3]

Neexistuje všeobecně uznávaná definice pojmu, avšak Ministerstvo pro místní rozvoj ČR výše uvedené shrnulo následovně: *Inteligentní město (Smart City, SC) je jedním z konceptů uplatnění principů udržitelného rozvoje do organizace města, který se opírá o využití moderních technologií s cílem zlepšit kvalitu života a zefektivnit správu veřejných věcí. Nejširší uplatnění*

tento koncept nalézá v oblasti energetiky, dopravy, které lze efektivněji řešit nasazením vhodných informačních a komunikačních technologií (ICT). Koncept Smart City však nezahrnuje pouze dvě výše uvedené oblasti, lze jej aplikovat i na další, např. vodohospodářství, odpadové hospodářství, e-government. Důležité je také zahrnout odvětví vzdělávání a inteligentní obyvatelé z hlediska úrovně vzdělání a dovedností. [19]

Projekty v konceptu s chytrými městy by měly zohledňovat nejen technologickou část, ale navíc by také měly řešit společenské, organizační a politické problémy. Níže jsou uvedeny základní cíle, kterých by mělo právě Smart City dosahovat [7]:

- 1) Zlepšení efektivity města jako systému
 - Především dlouhodobé snižování nákladů a propojování jednotlivých komponent města (infrastruktura, služby, sdílení informací, obyvatelé)
- 2) Dosahovat dlouhodobého udržitelného rozvoje
 - Tento cíl se týká z velké části právě otázek směřujících k životnímu prostředí, nápravě a minimalizaci škod předchozích počinání, ale také různých neočekávaných a událostí a katastrof ve městě.
- 3) Zvýšení kvality života občanů
 - Zdravotnictví, systémy vzdělávání, okolní prostředí a spokojenost obyvatel.

1.2.1 Společné znaky Smart Cities

Vzhledem k tomu, že chytrá města jsou rychle se vyvíjející obor a různé státy kladou důraz na jiné detaily, každá definice klade důraz na odlišné atributy. Nicméně existuje několik společných aspektů, které mohou být seskupeny v rámci následujících šesti témat uvedených v Tabulka 1:

Tabulka 1 - Společné znaky Smart Cities

Smart Mobility (Chytrá mobilita)	<ul style="list-style-type: none"> • Zlepšení dostupnosti • Bezpečná doprava • Efektivní a inteligentní dopravní systémy • Využívání sítí pro efektivní pohyb vozidel, lidí a zboží • Inovativní "sociální" postoj k dopravě: sdílení automobilů, půjčování automobilů a kombinace automobilů a kol
----------------------------------	--

<p>Smart Economy (Chytrá ekonomika, konkurenceschopnost)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regionální a globální konkurenceschopnost • Podnikání a inovace • Širokopásmový přístup pro obchodní příležitosti pro všechny občany a podniky • Vysoká produktivita • Nezávisle na místě, pomáhá udržet obyvatele ve venkovských oblastech • Elektronické obchodní procesy (např. Elektronické bankovníctví, elektronické nakupování, elektronická aukce)
<p>Smart Living (Chytré bydlení)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lepší kvalita života • Sociální aspekty – vzdělávání, zdravotní péče, veřejná bezpečnost, bydlení • Přístup k vysoce kvalitním službám zdravotní péče (včetně monitorování elektronického zdravotnictví nebo vzdálené zdravotní péče), správa elektronických zdravotních záznamů) • Domácí automatizace, inteligentní dům a inteligentní stavební služby • Přístup k sociálním službám všeho druhu
<p>Smart Governance (Chytrá veřejná správa)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zúčastněné rozhodování • Veřejné a sociální služby • Transparentnost • Demokratické procesy a inkluze • Propojení vládních organizací a správních orgánů • Zlepšení veřejného přístupu ke službám
<p>Smart People (Chytré obyvatelstvo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sociální a lidský kapitál • Kvalifikované, kreativní a vzdělané občanství • Schopnost využívat inteligentní služeb založené na ICT • Poskytování konzistentnějších vzdělávacích programů v městských i venkovských oblastech • Řešení elektronického vzdělávání (online učení a spolupráce) s cílem lépe informovat občany
<p>Smart Environment (Chytré životní prostředí)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorování znečištění • Využívání udržitelných technologií • Environmentální a udržitelná spotřeba energie • Snížení spotřeby energie díky novým technologickým inovacím a podpora úspor energie a opětovného využití materiálu

Zdroj: zpracováno podle [9]

2 ZPŮSOBY HODNOCENÍ ÚSPĚŠNOSTI PROJEKTŮ SMART CITIES

Strategický dokument města, ve kterém je uveden koncept chytrého města, obvykle stanovuje sérii různých ukazatelů, jejichž cílových hodnot město hodlá po implementaci této strategie dosáhnout. Jedná se především o statistické ukazatele typu spotřeba energie na obyvatele, provozní náklady na údržbu nebo snížení emisí oxidu uhličitého. [28]

Jednotlivé součásti inteligentní infrastruktury jsou vždy zasazeny do kontextu pro dané místo a jejich povaha je určena úrovní rozvoje města a jejich specifickými výzvami pro další rozvoj. Záleží tedy na tom, zda je koncept Smart Cities uplatňován v rozvojové nebo vyspělé zemi, kdy každá oblast vždy vyžaduje vlastní přístup a řešení, není proto možné najít univerzální řešení pro všechny projekty, je pouze možné porovnávat města v rámci podobných charakteristik. [3] [26]

Stanovení ukazatelů by mělo respektovat předpokládané výstupy konkrétních připravovaných projektů, jimiž bude koncept Smart City naplňován. Naopak při plánování konceptu Smart City a jeho vrcholových ukazatelů by se mělo včas myslet na potřebné vstupy pro hodnocení konkrétních projektů, jako třeba plánovaný výkon obnovitelných zdrojů energie, rozlišování bezemisních elektrických a nízkoemisních plynových vozidel a podobně. [28]

2.1 Key Performance Indicators

Proč je důležité hodnotit výkonnost měst? Města jsou centry inovací, které pohánějí ekonomický rozvoj, avšak v období růstu města může mít urbanizace nepříznivý vliv na životní prostředí a na jeho občany. Se zvyšující se snahou dosáhnout cílů udržitelného rozvoje, jsou města nabádána k využívání informační a komunikační technologie (ICT) k řešení problémů a poskytování lepší kvality života jejich obyvatel. Využívání ICT nabízí městům přínos efektivity v městských operacích a službách, prostředky ke zlepšení kvality života a rozvíjení environmentální udržitelnosti. [15] [23]

Vzhledem k tomu, že zřízení chytrého udržitelného města (SSC) je dlouhodobý proces, důležitou součástí realizace těchto projektů je možnost měřit výkonnost různých procesů a inovací. Jeden takový přístup k měření poskytují klíčové ukazatele výkonnosti (KPI), které usnadňují sledování dosaženého pokroku města. Je nezbytné definovat soubor ukazatelů, který by nejen umožnil srovnatelnost, ale také podpořil udržitelný rozvoj, přičemž každé město je potom schopno kvantifikovat zlepšení, kterým prochází. Jelikož je ale každé město jiné a jejich cíle se také mohou lišit, je potřeba klíčové ukazatele standardizovat. [15]

Obecně má měření výkonu 4 cíle:

- I. Prokázat odpovědnost projektů a operací prováděných a implementovaných veřejnými prostředky
- II. Podporovat informované rozhodování o strategiích a projektech
- III. Informovat veřejnost o aktivitách města
- IV. Podporovat neustálé zlepšování aktivit financovaných městem a správou samotného města

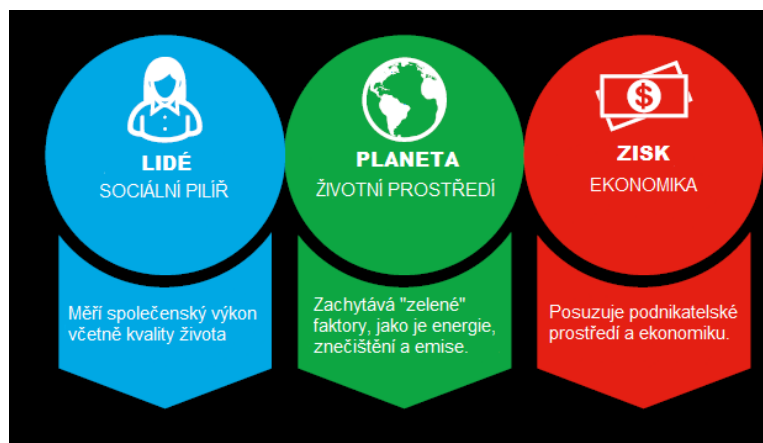
V tomto směru iniciativa United for Smart Sustainable Cities (U4SSC) vyvinula soubor mezinárodních klíčových ukazatelů výkonnosti pro SSC, která umožní městům měřit jejich vývoj v průběhu času, porovnávat jejich výkonnost s jinými městy a prostřednictvím analýzy a sdílení dat umožnit šíření osvědčených postupů. Cílem je stanovit kritéria pro hodnocení příspěvků ICT k tomu, aby se města stala chytřejšími a udržitelnějšími a zároveň s cílem poskytnout jim prostředky pro sebehodnocení k dosaženým cílům. V Tabulka 2 jsou vypsány jednotlivé principy, které by měly být dodrženy při stanovování KPI. [15]

Tabulka 2 - Principy KPI podle ITU

Principy KPI	
Komplexnost	Sada ukazatelů by měla zahrnovat všechny aspekty SSC. Ukazatele hodnocení by měly být sladěny s měřeným tématem, tj. s ICT a jeho dopadem na udržitelnost měst.
Porovnatelnost	KPI by měly být definovány takovým způsobem, aby bylo možné vědecky srovnávat data mezi různými městy podle různých fází rozvoje měst, což znamená, že KPI musí být srovnatelné v čase a prostoru.
Dostupnost	Indikátory by měly být kvantitativní a historická a aktuální data by měla být buď dostupná, nebo snadno zjistitelná.
Jednoduchost	Koncept každého ukazatele by měl být jednoduchý a snadno srozumitelný. Výpočet přidružených údajů by měl být také intuitivní a jednoduchý.
Nezávislost	KPI ve stejné dimenzi by měly být nezávislé nebo téměř ortogonální, tj. mělo by se co nejvíce vyhnout jejich překrývání.
Včasnost	To se týká schopnosti produkovat KPI s ohledem na vznikající problémy v konstrukci SSC.

Zdroj: zpracováno podle [15]

Obecně se klíčové ukazatele dělí na 3 základní podkategorie viz Obrázek 1, jimiž je rozdělení na sociální oblast, oblast životního prostředí a ekonomická část, jako uvádí například společnost Arcadis, přední světová firma zabývající se projekty a poradenstvím v oblastech přírodních zdrojů a staveb. Prostřednictvím svých služeb se snaží vytvářet udržitelné výsledky. [2]



Obrázek 1 - Základní obecné kategorie KPI

Zdroj: zpracováno podle [31]

Sociální pilíř hodnotí míru zdraví (průměrná délka života a obezita), vzdělání (gramotnost a vysoká škola), nerovnost příjmů, rovnováha mezi pracovním a soukromým životem, poměry závislosti (vyjadřuje počet dětí ve věku 0-14 let na 100 osob ve věku 15-59 let, nebo počet osob ve věku 60 a více let na 100 osob ve věku 15-59 let), kriminalita, bydlení a životní náklady. Tyto ukazatele lze obecně považovat za zachycující „kvalitu života“. [31]

Oblast životního prostředí řadí města podle spotřeby energie a podílu obnovitelných zdrojů, zelenému prostoru ve městech, míry recyklace a kompostování, emisí skleníkových plynů, přírodních katastrof, pitné vody, podle kvality kanalizace a znečištění ovzduší. Tyto ukazatele lze považovat za zachycující „zelené faktory“. [31]

Ekonomická oblast zkoumá výkonnost z obchodního hlediska. Kombinuje opatření dopravní infrastruktury (dopravní, železniční a letecké zácpy), snadnost podnikání (bariéry vstupu do odvětví, atd.), turismus a cestovní ruch, HDP na obyvatele, velikost (důležitost) města v globálních ekonomických sítích, mobilní a širokopásmové připojení a míru zaměstnanosti. Tyto ukazatele lze považovat za zachycující tzv. „ekonomické zdraví“. [31]

2.2 Ukazatele výkonnosti podle European Green City Index

European Green City Index (Evropský index zelených měst) měří a hodnotí environmentální výkonnost 30ti předních evropských měst ze 30ti evropských zemí, a to jak celkově, tak i v celé řadě konkrétních oblastí. Zohledňuje 30 individuálních ukazatelů, které se dotýkají široké škály oblastí životního prostředí, od správy životního prostředí a spotřeby vody po odpadové hospodářství a emise skleníkových plynů. Index se skládá z 8 individuálních kategorií, a to: emise CO₂, energie, budovy, doprava, voda, odpady a využívání půdy, kvalita vzduchu a životní prostředí. [27]

Metodika byla vyvinuta společností Economist Intelligence Unit ve spolupráci se společností Siemens. Cílem indexu je umožnit klíčovým skupinám zúčastněných stran, pomocí přiřazeného relativního skóre, porovnat výkonnost svých měst s ostatními celkově a v rámci jednotlivých kategorií. Index také umožňuje srovnání mezi městy seskupenými podle určitých kritérií, jako je například geografická oblast. Jedním z cílů je na naděje, že tento nástroj pomůže evropským městům přejít k řešení klimatických změn a dalších ekologických problémů. Na Obrázek 2 jsou znázorněna sledovaná města. [27]



Obrázek 2 - Města pro European Green City Index

Zdroj:[27]

2.3 Ukazatele výkonnosti podle 2thinknow

Největší klasifikace a žebříček inovativních měst v letech 2016-2017, kde klasifikováno bylo 500 měst z celého světa. Hodnocení měst probíhá na základě interpretace analyzátoru 2thinknow se 162 indikátory rozdělených do 31 segmentů z datového setu City Benchmarking 2thinknow, které jsou navrženy tak, aby pokryly všechny kritické ekonomické, průmyslové a sociální funkce města, které jsou nezbytné pro umožnění inovace. První takovýto žebříček byl publikován již v roce 2007. [13]

Cíly projektu The Innovation Cities je nabízet výkonné nástroje pro implementaci chytrých nápadů ve městech a měřit a porovnávat jednotlivá města pomocí ukazatelů. Od roku 2007 také každý rok odměňují nejlepší města vyznamenáním. [13]

Inovační předpoklady jsou založeny na třífaktorovém skóre, které je přizpůsobeno procesu inovace. Tyto faktory jsou [13]:

1. Kulturní aktiva – měřitelné zdroje nápadů a kreativity (designéři, umělecké galerie, sporty, muzea, tanec, příroda, atd.)
2. Lidská infrastruktura – měkká a tvrdá infrastruktura pro realizaci inovací (doprava, univerzity, podniky, kancelářské prostory, vláda, technologie, atd.)
3. Sítě trhů – základní podmínky a souvislosti pro inovace (umístění, armáda, ekonomika příbuzných subjektů, atd.)

Tyto 3 faktory jsou založeny na rozsáhlém modelu fází inovačního procesu. Jednoduše řečeno, inovace přecházejí od myšlenky k implementaci a komunikaci. Pro představu je v Tabulka 3 zobrazen vzorek seznamu ukazatelů a seskupen podle výše zmíněných faktorů.

Tabulka 3 - Ukazatele výkonnosti podle 2thinknow

Ukazatele výkonnosti podle City Benchmarking 2thinknow	
Kategorie	Indikátor
Kulturní aktiva	Kina, Divadla, Kulturní festivaly, Muzea, Galerie, Hotely, Klima a počasí, Přírodní katastrofy, Veřejné zelené plochy, Knihkupectví, Noční život, Sportovní stadiony, Fitness, Knihovny, Kavárny, Restaurace, ...
Lidská infrastruktura	Dodávka jídla, Nakládání s odpady, Finance a bankovníctví, Jazyky, Míra nezaměstnanosti, Politická transparentnost, Cestovní poradenství, HDP na obyvatele, Textilní průmysl, Pracovní síla, Železnice, Kriminalita, Internetové připojení, ...
Sítě trhů	Sociální média, Export, Import, Rozmanitost obchodu, Geografická poloha, ...

Zdroj: zpracováno podle [13]

2.4 Ukazatele výkonnosti podle Liveability Index

Liveability Index hodnotí výsledek výzev týkajících se životního stylu, a tedy nejlepší místo pro život. V roce 2017 byl vyhodnocen pro 140 měst po celém světě, kdy se celosvětová životaschopnost poprvé po několika letech zlepšila. Některá města ovšem zaznamenala i výrazný pokles, a to z důvodu pokračující hrozby terorismu. Průzkumy, měření a hodnocení provádí Economist Intelligence Unit (EIU) s ústředím v Londýně. Každému městu je přiřazena relativní hodnota podle více než 30 kvantitativních a kvalitativních faktorů napříč pěti širokými kategoriemi, které jsou zobrazeny v Tabulka 4: stabilita, zdravotní péče, kultura a životní prostředí, vzdělání a infrastruktura. [36]

Každý faktor ve městě je hodnocen jako přijatelný, tolerovatelný, nepříjemný, nežádoucí nebo nesnesitelný. U kvalitativních ukazatelů je hodnocení uděleno na základě úsudku interních analytiků a přispěvatelů ve městě. U kvantitativních ukazatelů se hodnocení vypočítává na základě relativního výkonu řady externích datových bodů. Skóre je pak sestaveno a zváženo tak, aby bylo dosaženo skóre 1–100, kde 1 je považováno za nesnesitelné a 100 je považováno za ideální. Hodnocení životaschopnosti je poskytováno jak jako celkové skóre, tak jako skóre pro každou kategorii. [36]

Tabulka 4 - Ukazatele výkonnosti podle EIU

Ukazatele výkonnosti podle Economist Intelligence Unit	
Kategorie	Indikátor
Stabilita	Drobné trestné činy, Násilné trestné činy, Teroristická hrozba, Hrozba vojenského konfliktu, Hrozba občanských nepokojů/konfliktů
Zdravotní péče	Dostupnost soukromé zdravotní péče, Kvalita soukromé zdravotní péče, Dostupnost veřejné zdravotní péče, Kvalita veřejné zdravotní péče, Dostupnost volně prodejných léků, Obecné ukazatele zdravotní péče
Kultura a životní prostředí	Vlhkost/teplota, Nepohodlí klimatu pro cestovatele, Stupeň korupce, Sociální a náboženská omezení, Úroveň cenzury, Dostupnost sportu, Dostupnost kultury, Jídlo a nápoje, Spotřební zboží a služby
Vzdělání	Dostupnost soukromého vzdělání, Kvalita soukromého vzdělání, Ukazatele veřejného vzdělávání
Infrastruktura	Kvalita silniční sítě, Kvalita veřejné dopravy, Kvalita mezinárodních spojů, Dostupnost a kvalita bydlení, Kvalita zásobování energií, Kvalita vody, Kvalita telekomunikací

Zdroj: zpracováno podle [36]

2.5 Ukazatele výkonnosti podle Mercer Quality of Living Index

Jedna z největších světových poradenských firem v oblasti lidských zdrojů Mercer se sídlem v New Yorku sestavuje každoročně žebříčky měst, kde se lidem žije nejlépe a kde naopak nejhůře. Pro rok 2018 se do průzkumu zapojilo 231 měst z celého světa, v němž si Praha udržela 69. místo a je na tom nejlépe ze všech měst střední a východní Evropy. Analýza pro rok 2018 byla provedena v období mezi zářím a listopadem 2018. [18] [38]

Životní podmínky byly analyzovány pomocí 39 kritérií zařazených v 10 kategoriích viz Tabulka 5. Kvalita života se podle tohoto žebříčku hodnotí v závislosti na vnitřní stabilitě, bezpečnosti, kriminalitě, přírodních katastrofách, klimatu a míře osobní svobody. Každý rok se stanoví základní město, kterému se přiřadí hodnota 100 a od něj se dále odvíjí hodnocení ostatních měst v porovnání s ním. [38]

Tabulka 5 - Rozdělení KPIs do kategorií podle společnosti Mercer

Rozdělení kategorií podle společnosti Mercer	
Kategorie	Popis
Politické a sociální prostředí	Politická stabilita, Kriminalita, Vymáhání práva, atd.
Ekonomika	Devizové předpisy, Kurzy měn, Bankovní služby, atd.
Sociokulturní prostředí	Dostupnost a cenzura médií, Omezení osobní svobody, atd.
Zdravotní péče	Zdravotnické potřeby a služby, Infekční choroby, Kanalizace, Likvidace odpadů, Znečištění ovzduší
Vzdělání	Standardy a dostupnost mezinárodních škol
Veřejné služby a doprava	Elektřina, Voda, Veřejná doprava, Dopravní situace
Rekreace	Restaurace, Divadla, Kina, Sport a volný čas
Spotřební zboží	Dostupnost potravin/ denní spotřeba, Automobily, atd.
Bydlení	Nájem, Domácí spotřebiče, Nábytek, Servisní služby, atd.
Životní prostředí	Podnebí, Přírodní katastrofy, atd.

Zdroj: zpracováno podle [24]

2.6 Ukazatele výkonnosti podle Arcadis

Tento model KPI využívá Index udržitelných měst, nebo jinak Sustainable Cities Index. Žebříček 100 předních světových měst podle organizace ARCADIS z roku 2016 hodnotí města podle tří dimenzí, pilířů udržitelnosti – Lidé, Země, Ekonomika. Jedná se o sociální, environmentální a ekonomickou udržitelnost, která nabízí orientační obraz zdraví a bohatství měst pro současnost i budoucnost viz Tabulka 6. [31]

Tabulka 6 - Ukazatele výkonnosti podle Arcadis

Ukazatele výkonnosti podle Arcadis		
Sociální oblast	Vzdělání	Míra gramotnosti, Žebříčky (hodnocení) univerzit, Podíl obyvatelstva s vysokoškolským vzděláním
	Zdraví	Délka života, Míra obezity
	Demografie	Poměr závislosti
	Nerovnost příjmů	Giniho koeficient
	Cenová dostupnost	Index spotřebitelských cen, Ceny nemovitostí
	Work-life balanc	Roční průměr odpracovaných hodin
	Kriminalita	Míra zabití
Životní prostředí	Rizika životního prostředí	Vystavení přírodním katastrofám
	Zelené prostory	Procento zeleného prostoru ve městě (parky)
	Energie	Spotřeba energie, Podíl obnovitelných zdrojů energie, Spotřeba energie na HDP
	Znečištění ovzduší	Průměrná úroveň znečišťujících látek
	Emise skleníkových plynů	Emise v metrických tunách (na obyvatele)
	Nakládání s odpady	Nakládání s pevnými odpady (skládka vs. recyklace), Podíl zpracované odpadní vody
	Pitná voda a kanalizace	Přístup k pitné vodě (% domácností), Přístup ke zlepšené kanalizaci (% domácností)
Ekonomická oblast	Dopravní infrastruktura	Přetížení, Železniční infrastruktura, Spokojenost s letišti
	Vývoj ekonomiky	HDP na obyvatele
	Dostupnost podnikání	Index dostupnosti podnikání
	Turismus	Mezinárodní návštěvníci za rok (absolutní, na osobu)

	Připojení	Mobilní připojení, Širokopásmové připojení, Význam v globálních sítích
	Zaměstnanost	Počet zaměstnaných osob, % z celkové městské populace

Zdroj: zpracováno podle [31]

2.7 Ukazatele výkonnosti podle Obce v datech

Jako poslední ukázka z této části byla pro porovnání ve světovými metodikami vybrána právě jedna česká organizace, a to společnost Obce v datech, s.r.o., která vznikla jako účelový start-up pro realizaci konkrétního projektu, který prostřednictvím indexů ve třech oblastech porovnává kvalitu života v obcích s rozšířenou působností a Prahou. Tři hlavní pilíře, kterými se projekt zabývá, jsou zdraví a životní prostředí, materiální zabezpečení a vzdělání a vztahy a služby jsou dále rozděleny do 29 detailních indexů viz Tabulka 7. Hlavním výstupem je jednotný index kvality života a je financován Evropskou unií. [21]

Tabulka 7 - Ukazatele výkonnosti podle organizace Obce v datech

Ukazatele výkonnosti podle organizace Obce v datech	
Zdraví a životní prostředí	
Index praktických lékařů	Index dětských lékařů
Index dojezdu do nemocnice	Index lékáren
Index průměrné délky života	Index znečištění ovzduší
Index znečišťovatelů	Index chráněných území
Materiální zabezpečení a vzdělání	
Index nezaměstnanosti	Index nabídky pracovních míst na pracovních
Index finanční dostupnosti bydlení	Index nabídky pracovních míst na Úřadu práce
Index hmotné nouze	Index exekucí
Index kapacity mateřských škol	Index kapacity základních škol
Index kvalitních středních škol	
Vztahy a služby	
Index supermarketů	Index bankomatů
Index restaurací	Index kin
Index silniční sítě	Index železniční dopravy
Index sounáležitosti	Index zájmu o obecní a krajské volby
Index dopravní nehodovosti	Index hazardu
Index stěhování mladých	Index přírůstku obyvatelstva

Zdroj: zpracováno podle [21]

Projekt reaguje na technický pokrok v posledních letech, a to především digitálních technologií a velkého množství informací, čemuž neodpovídají nástroje pro zpracování kvalitních analytických materiálů. Stále více subjektů se rozhoduje při lokalizaci na základě kvality života v dané lokalitě, ale častokrát jsou tato data zkreslena a nevycházejí ze stejné srovnávací základny. [21]

Všechny tyto indexy tvoří dohromady Index kvality života v ČR. Metodika konstrukce celkového skóre kvality života vychází z přístupů OECD a OSN pro porovnání kvality života a pro práci s kompozitními indikátory a dalších matematicko-statistických metod. Níže jsou uvedeny fáze metodiky a postup pro výpočet vah a samotné hodnoty indexu. [21]

2.8 Faktory úspěšnosti

Důležité je uvědomit si, že každé město je jiné a má stanoveny jiné strategie, cíle a priority. Projektová škála umožňuje srovnání a vyhodnocování, to ovšem není možné bez konkrétních cílových hodnot konkrétního města. Měla by být také nastavena určitá rovnováha mezi kvantitativními a kvalitativními KPI.

Jako rozdíly mezi městy můžeme zařadit: velikost a hustota obyvatelstva, klimatické podmínky, úroveň technické vyspělosti, koordinace aktivit ve městech, systémy a postupy pro správu dat. Města musí identifikovat kritické faktory úspěšnosti projektu a sledovat progres proti nim. Měla by zajistit řízení hlavních strategických rizik, které obvykle nesouvisí s technologiemi, ale spíše s obchodními a kulturními změnami, které jsou toho nedílnou součástí. V současné době roste počet výzkumů, které se snaží pochopit, proč některé transformační projekty podporované ICT uspěly a současně, proč některé selhali. SCF proto zahrnuje 9 kritických faktorů úspěšnosti, které jsou shrnuty v Tabulka 8. [33]

Tabulka 8 - Faktory úspěšnosti

<p>Srozumitelnost strategie</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Jasná vize ○ Silný obchodní plán ○ Zaměření na výsledky 	<p>Vedení lidí</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Trvalá podpora ○ Dovednosti leadera ○ Řízení spolupráce 	<p>Zaměření na uživatele</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Celkový pohled na obyvatele města a zákazníka ○ Poskytování služeb obyvatelům ○ Posílení zúčastněných stran
<p>Zapojení zúčastněných stran</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Komunikace ○ Meziobdobí partnerství ○ Spolupráce s ostatními městy 	<p>Dovednosti</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mapování dovedností ○ Integrace dovedností 	<p>Dodavatelské vztahy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Chytrý výběr dodavatelů ○ Integrace dodavatelů
<p>Dosahování výsledků</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Jednotlivé fáze projektu ○ Neustálé zlepšování ○ Řízení rizik 	<p>Budoucnost</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Spolupráce systémů ○ Poskytování webu ○ Sdílené služby ○ Podpora a údržba ○ Výkonnost/ rychlost 	<p>Realizace přínosů</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mapování přínosů ○ Sledování přínosů ○ Poskytování výhod

Zdroj: zpracováno podle [33]

3 HODNOCENÍ MĚST NA ZÁKLADĚ MEZINÁRODNÍCH SROVNÁNÍ

V další části je uvedeno několik mezinárodních indexů, které hodnotí různé oblasti podle mnoha kritérií a ukazatelů, týkajících se chytrých měst, jejich udržitelnosti a také životního prostředí. Každý index je nejprve stručně popsán, dalším krokem je výběr vždy několika konkrétních měst a jako poslední krok je vzájemné porovnání měst napříč všemi indexy.

Index kvality života v ČR není do vzájemného porovnání zahrnutý, jelikož obsahuje pouze obce v ČR, nikoliv mezinárodní. Uveden je pouze pro zajímavost.

3.1 European City Green Index

Jak již bylo zmíněno, více než polovina světové populace žije ve městech, a bohužel ta jsou producentem až 80 % všech skleníkových plynů. Je tedy jasné, že města musí být součástí řešení ekologických problémů, jako je například změna klimatu. Mnohá evropská města se tak dobrovolným připojením k Paktu starostů a primátorů zavázala ke snížení emisí oxidu uhličitého do roku 2020 alespoň o 20 %. Enviromentální výkony se ovšem město od města liší, ale objevují je některé povzbudivé trendy. Z 30 evropských měst, na které se vztahuje tato studie, téměř všechny měly nižší emise CO₂, než je celkový průměr EU (8,46 tun). Část tohoto úspěchu vychází z několika společných znaků. Ve srovnání se světem trvá v EU politická stabilita a obecně se v posledních letech zvýšilo povědomí občanů o důležitosti ochrany životního prostředí. To vše je ještě částečně podpořeno zvyšujícím se počtem právních předpisů EU zaměřených na životní prostředí. [27]

Ale i v ekologicky šetrné Evropě se vyskytují problémy. Ve všech městech se průměrně jeden ze tří obyvatel vydává do práce autem, což přispívá k produkci CO₂. Průměrný podíl energie spotřebované z obnovitelných zdrojů je stále pouze 7,3 %. V současné době se recykluje pouze 1/5 celkového odpadu. [27]

V Tabulka 9 jsou zobrazeny hodnoty výsledného indexu každého města, který se skládá z 8 individuálních kategorií. V Tabulka 10 je naopak zobrazeno 10 měst, která se v žebříčku umístila na posledních místech.

Tabulka 9 – Žebříček 10 nejlepších měst podle European Green City Index

Poř.	Město	Stát	Skóre	CO ₂	Ener.	Budovy	Doprava	Voda	Odpady	Kvalita vzduchu	ŽP
1.	Kodaň	Dánsko	87,31	8,35	8,69	9,17	8,29	8,88	8,05	8,43	10,00
2.	Stockholm	Švédsko	86,65	8,99	7,61	9,44	8,81	7,14	7,99	9,35	10,00
3.	Oslo	Norsko	83,98	9,58	8,71	9,22	7,92	6,85	8,23	7,00	9,67
4.	Vídeň	Rakousko	83,34	7,53	7,76	8,62	8,00	9,13	8,60	7,59	9,44
5.	Amsterdam	Nizozemsko	83,03	7,10	7,08	9,01	8,44	9,21	8,98	7,48	9,11
6.	Curych	Švýcarsko	82,31	8,48	6,92	8,43	7,83	8,88	8,82	7,70	8,78
7.	Helsinky	Finsko	79,26	7,30	4,49	9,11	7,08	7,92	8,69	8,84	10,00
8.	Berlín	Německo	79,01	6,75	5,48	9,44	6,60	9,12	8,63	7,86	9,33
9.	Brusel	Belgie	78,01	8,32	6,19	7,14	7,49	9,05	7,26	6,95	10,00
10.	Paříž	Francie	73,21	7,81	4,66	8,96	5,29	8,55	6,72	7,14	9,44

Zdroj: zpracováno podle [27]

Severská města celkově vévodí nejvyšším místům žebříčku. Celkově index vede Kodaň následovaný Stockholmem a na třetím místě se umístilo Oslo. Existuje silná korelace mezi bohatstvím a vysokým celkovým hodnocením indexu. Devět z deseti top měst v indexu má HDP na obyvatele více než 30 000 EUR. Nejedná se o velice překvapivé zjištění, protože bohatší města mohou investovat více např. do energetiky a životního prostředí. Bohatství ale i tak není vše, neboť Vilnius jako město s nízkými příjmy vede kategorii kvality ovzduší, nebo Berlín s relativně nízkým HDP předčil ostatní města v kategorii budov a celkově se umístil na 8. místě. [27]

Tabulka 10 – Žebříček 10 posledních měst podle European Green City Index

Poř.	Město	Stát	Skóre	CO ₂	Ener.	Budovy	Doprava	Voda	Odpady	Kvalita vzduchu	ŽP
21.	Dublin	Irsko	53,98	4,77	4,55	3,39	2,89	7,14	6,38	8,62	5,44
22.	Athény	Řecko	53,09	4,85	4,94	4,36	5,48	7,26	5,33	4,82	5,44
23.	Talin	Estonsko	52,98	3,40	1,70	1,06	6,64	7,90	6,15	8,30	7,22
24.	Praha	Česká	49,78	3,44	3,26	3,14	4,71	8,39	6,30	6,37	4,22
25.	Istanbul	Turecko	45,20	4,86	5,55	1,51	5,12	5,59	4,86	5,56	3,11
26.	Záhřeb	Chorvatsko	42,36	3,20	4,34	3,29	5,29	4,43	4,04	4,74	4,56
27.	Bělehrad	Srbsko	40,03	3,15	4,65	2,89	3,98	3,90	4,30	4,48	4,67
28.	Bukurešť	Rumunsko	39,14	3,65	3,42	4,79	4,55	4,07	3,62	4,54	2,67
29.	Sofie	Bulharsko	36,85	2,95	2,16	6,25	4,62	1,83	3,32	4,45	3,89
30.	Kyjev	Ukrajina	32,33	2,49	1,50	0,00	5,29	5,96	1,43	3,97	5,22

Zdroj: zpracováno podle: [27]

Mezi východoevropskými městy, která jsou reprezentovány městy s celkově nižšími příjmy a HDP na obyvatele nižší než 21 000 EUR se právě Vilnius umístil ze všech nejlépe, a to na místě 13. Nejbližší následovatel je město Riga. Zbytek východoevropských měst se řadí na konec indexu. Tyto výsledky jsou způsobeny historickým dědictvím a komunistickým režimem, což je vidět i na samotných budovách. Ačkoliv mnoho z nich má inovativní nápady, je potřeba se zaměřit také na otázky nezaměstnanosti a hospodářského růstu. [27]

Obecně byla zjištěna malá korelace mezi velikostí města a jeho výkonností. Nicméně vedoucí města tohoto indexu, jak na východě, tak i na západě, jsou menší a s počtem obyvatel do 1 milionu. Do jisté míry je to logické, jelikož rozlohou menší města usnadňují lidem cykloturistiku nebo chodit pěšky do práce. Na druhou stranu jsou u velkých měst velice platné finance ve spojení se zkušenostmi, jenž využívají úspor z rozsahu, např. díky dálkovému vytápění nebo velké sítí veřejné městské dopravy. Velice důležité je i aktivní zapojení občanů, protože změna vždy začíná u jednotlivce. [27]

3.2 Innovation Cities Index

Největší klasifikace a žebříček zařazených měst v letech 2016-2017, kde bylo klasifikováno 500 měst z celého světa. Hodnocení měst probíhá na základě interpretace analyzátoru 2thinknow se 162 indikátory z datového setu City Benchmarking 2thinknow. První takovýto žebříček byl publikován již v roce 2007. [13]

Cíly projektu The Innovation Cities je nabízet výkonné nástroje pro implementaci chytrých nápadů ve městech a měřit a porovnávat jednotlivá města pomocí ukazatelů. Od roku 2007 také každý rok odměňují nejlepší města vyznamenáním. [13]

Jelikož je do projektu zařazeno 500 měst, bylo pro účely této práce vybráno vždy 10 nejlépe hodnocených měst v Tabulka 11 a 10 nejhůře hodnocených měst více v Tabulka 12.

Tabulka 11 – Žebříček 10 nejlepších měst podle The Innovation Cities Index

Pořadí	Město	Stát	Skóre
1.	Tokio	Japonsko	56
2.	Londýn	Velká Británie	56
3.	San Francisco	Kalifornie – USA	55
4.	New York	New York – USA	55
5.	Los Angeles	Kalifornie – USA	55
6.	Singapur	Singapur	54
7.	Boston	Kalifornie – USA	53
8.	Toronto	Kanada	53
9.	Paříž	Francie	53
10.	Sydney	Austrálie	53

Zdroj: zpracováno podle: [13]

Někdo by řekl, že nejinovativnějším městem na světě bude San Francisco díky Silicon Valley, kde sídlí největší technologické společnosti jako je Apple, Facebook nebo Google. Podle indexu inovativních měst pro rok 2018 ale první příčku obsadilo japonské Tokio, jako první asijské město. Celkově výsledky kopírují trend posledních let, kdy Asie svádí technologický boj s USA. Tokio se o prvenství přihlásilo především zahrnutím inteligentních technologií, a to konkrétně robotika a 3D výroba. [13]

V tomto případě vliv bohatství země na míru vývoje a inovace města lze vidět velice jasně. Města, která se umístila na konci žebříčku jsou ve většině z rozvojových zemí, kde přeci jen nejsou prostředky pro investice do inovací a technologií, ale snaží se především řešit nejzákladnější problémy života.

Tabulka 12 - Žebříček 10 nejhorších měst podle The Innovation Cities Index

Pořadí	Město	Stát	Skóre
1.	Asuncion	Paraguay	23
2.	Addis Abeba	Etiopie	21
3.	Dar es Salaam	Tanzánie	21
4.	Luanda	Angola	21
5.	Dušanbe	Tádžikistán	20
6.	Douala	Kamerun	20
7.	Port Harcourt	Nigeria	20
8.	Dakar	Senegal	20
9.	Chartúm	Súdán	18
10	Kinshasa	Demokratická republika Kongo	16

Zdroj: zpracováno podle: [13]

3.3 Liveability Index

Podle EIU je již sedmým rokem Melbourne v Austrálii nejlepší město pro život z celkového počtu 140 zkoumaných měst, za nímž hned o 0,1 procentního bodu následuje rakouská Vídeň. O další 0,2 a 0,3 procentního bodu se řadí kanadská města Vancouver a Toronto. [35]

Byla zjištěna vzájemná souvislost mezi městy, která dosáhla nejlepších výsledků. Konkrétně se jedná o města středně velká v bohatších zemích s relativně nízkou hustotou obyvatelstva. Ty mohou podpořit řadu rekreačních činností, aniž by vedly k vysoké úrovni kriminality nebo přetížené infrastruktuře, jako například islandský Reykjavík a nizozemský Amsterdam, kteří těží z rostoucí kulturní dostupnosti a nízké míry kriminality. Šest z deseti top měst je v Austrálii a Kanadě, která mají populační hustotu 2,9 a 3,7 obyvatel na km². Jinde v první desítce, Finsko a Nový Zéland mají oba hustotu zalidnění mezi 15 a 18 lidmi na km². Tyto hustoty se srovnávají s globálním průměrem 57 osob na km² a americkým průměrem 35 osob na km², podle nejnovější statistiky Světové banky. [35]

Tabulka 13 znázorňuje, jako v předešlých případech žebříček 10 nejlépe ohodnocených měst a Tabulka 14 naopak 10 měst s nejnižším hodnocením.

Tabulka 13 - Žebříček 10 nejlepších měst podle Liveability Index

Pořadí	Město	Stát	Skóre	Stabilita	Zdravotní péče	Kultura a životní prostředí	Vzdělání	Infrastruktura
1.	Melbourne	Austrálie	97,5	95	100	95,1	100	100
2.	Vídeň	Rakousko	97,4	95	100	94,4	100	100
3.	Vancouver	Kanada	97,3	95	100	100	100	92,9
4.	Toronto	Kanada	97,2	100	100	97,2	100	89,3
5.	Calgary	Kanada	96,6	100	100	89,1	100	96,4
5.	Adelaide	Austrálie	96,6	95	100	94,2	100	96,4
7.	Perth	Austrálie	95,6	95	100	88,7	100	100
8.	Auckland	Nový Zéland	95,7	95	95,8	97	100	92,9
9.	Helsinky	Finsko	95,6	100	100	88,7	91,7	96,4
10	Hamburk	Německo	95	90	100	93,5	91,7	100

Zdroj: zpracováno podle: [35]

V Evropě byla města ovlivněna rozšiřující se vnímanou hrozbou terorismu. Násilné teroristické činy byly hlášeny v mnoha zemích, včetně Austrálie, Bangladéše, Belgie, Francie, Pákistánu, Švédska, Turecka, Spojeného království, Německa a USA. Četnost a šíření terorismu se výrazně zvýšily a staly se ještě výraznějšími. Západní Evropa se stala ústředním bodem pro narůstající obavy a opakované útoky ve Francii a ve Spojeném království, kde měly

nákazový efekt, vyvolaly teroristické výstrahy a snížily skóre stability ve městech v celém regionu. Existují však i další faktory, které by se mohly ukázat jako destabilizující. V některých zemích vzrostly nepokoje, zejména v souvislosti s migrační krizí, dalším faktorem je například samotný BREXIT. Terorismus byl také umocněn neklidem a v krajnějších případech občanskou válkou v některých zemích jako Irák, Libye, Sýrie a Turecko. Mezitím dokonce i relativně stabilní země, jako jsou USA, zaznamenaly narůstající občanské nepokoje spojené s hnutím Black Lives Matter a politikami navrženými prezidentem Donaldem Trumpem. Největší pokles zaznamenalo město Damašek v Sýrii kvůli pobíhajícím válečným konfliktům. Celkové skóre stability tedy vykazuje pokles, a to z průměrné hodnoty 73,4 % v roce 2012 na 71,4 % v roce 2017. [35] [36]

Ačkoliv se předpokládá, že úroveň v rozvojových ekonomikách a městech s probíhajícími konflikty se časemlepší, nebude mít například za následek pouze narušení, nýbrž také poškození infrastruktury, přetížení nemocnic a zhoršenou dostupnost zboží, služeb a rekreačních aktivit.

Tabulka 14 - Žebříček 10 nejhorších měst podle Liveability Index

Pořadí	Město	Stát	Skóre	Stabilita	Zdravotní péče	Kultura a životní prostředí	Vzdělání	Infrastruktura
131.	Kyjev	Ukrajina	47,8	35	54,2	48,6	75	42,9
132.	Douala	Kamerun	44	60	25	48,4	33,3	42,9
133.	Harare	Zimbabwe	42,6	40	20,8	58,6	66,7	35,7
134.	Karáčí	Pákistán	40,9	20	45,8	38,7	66,7	51,8
135.	Alžír	Alžírsko	40,9	40	45,8	42,6	50	30,4
136.	Port Moresby	Papua-Nová Guinea	39,6	30	37,5	47	50	39,3
137.	Dháka	Bangladéš	38,7	50	29,2	43,3	41,7	26,8
138.	Tripolis	Libye	36,6	20	41,7	40,3	50	41,1
139.	Lagos	Nigérie	36	10	37,5	53,5	33,3	46,6
140.	Damašek	Sýrie	30,2	15	29,2	43,3	33,3	32,1

Zdroj: zpracováno podle [35]

3.4 Mercer Quality of Living Index

Podle toho měření je jako nejlepší město pro bydlení, na světě, hlavní město Rakouska viz Tabulka 15. Vídeň je známá jak svými historickými paláci a pomníky, ale i útulnými kavárnami a vinárnami. Nemluvě o nízké míře kriminality, nízkém znečištění, vynikající veřejné dopravě, zdravotní péči, či nízkých nákladech na bydlení. Pro rok 2018 žebříček vede tento žebříček již 9 let. Na druhém místě je Curych, po něm následuje Mnichov, Auckland a Vancouver. Bohužel Mercer nezveřejňuje hodnoty vypočítaných indexů, ale na Obrázek 3 je graficky znázorněna poloha a umístění měst v žebříčku. [24]

Tabulka 15 - 10 nejlepších míst pro život podle žebříčku Mercer Quality of Living

Pořadí	Město	Stát
1.	Vídeň	Rakousko
2.	Curych	Švýcarsko
3.	Mnichov	Německo
4.	Auckland	Nový Zéland
5.	Vancouver	Kanada
6.	Dusseldorf	Německo
7.	Frankfurt	Německo
8.	Ženeva	Švýcarsko
9.	Kodaň	Dánsko
10.	Basilej	Švýcarsko

Zdroj: [24]

Západní evropská města obecně převzala vedení nad městy USA, kde je Lucembursko považováno za nejbezpečnější město vůbec. 13 z celkových 20 míst zaujala právě města Evropy. Jako první metropole USA bylo San Francisco, které se umístilo na 30. místě. Dále se potom umístil Boston na 35. místě a jako 36. Honolulu na Havaji. [38]

Co se týče asijských měst nejvýše se na řadí Singapur na 25. místě, 78. místo patří Jižní Americe a hlavnímu městu Uruguaye, Montevideu. Téměř všechna města z druhého konce žebříčku, tedy ta, která jsou považována jako nejméně příznivá pro život, jsou v Africe nebo na Středním Východě, jako například Bagdád. Nejlépe hodnocené město Afriky je na 83. místě Port Louis. [38]



Obrázek 3 - Grafické zobrazení umístění měst podle Mercer's Quality of Living Index

Zdroj: [24]

Podle žebříčku viz Tabulka 16 a osobní bezpečnosti Merceru se Damašek umístil na dně tabulky na 225. místě a Bangui ve Středoafričké republice na druhém nejnižší místě, a to 230. Bezpečnost jednotlivců je určena širokou škálou faktorů a neustále se mění v závislosti na okolnostech a podmínkách ve městě. Tyto faktory jsou potom důležité pro nadnárodní společnosti, které vysílají své zaměstnance do zahraničí, a to i z hlediska vysokých nákladů na odškodnění.

Tabulka 16 - 10 nejhorších míst pro život podle žebříčku Mercer Quality of Living

Pořadí	Město	Stát
222.	Konakry	Guinea
223.	Kinshasa	Demokratická rep. Kongo
224.	Brazzaville	Kongo
225.	Damašek	Sýrie
226.	N'Djamena	Čad
227.	Chartúm	Súdán
228.	Port-au-Prince	Haiti
229.	San'á	Jemen
230.	Bangui	Středoafričká republika
231.	Bagdád	Irák

Zdroj: [24]

3.5 Sustainable Cities Index

Na vrcholu celkového indexu udržitelných měst se umístil švýcarský Curych s vysokým zaměřením na enviromentální stránku života. S výjimkou Singapur a Soulu jsou v první desítce nejlépe hodnocených měst většinou města ze severní a střední Evropy viz Tabulka 17. Ve střední části žebříčku se umísťovala města jižní Evropy, USA a některá města Blízkého východu. [11]

Tabulka 17 - 10 nejlépe hodnocených měst podle Arcadis

Pořadí	Město	Stát	SCI	Sociální pilíř	Životní prostředí	Ekonomika
1.	Curych	Švýcarsko	74,6	64,9	87,9	71,1
2.	Singapur	Singapur	74,1	58,6	75,8	87,9
3.	Stockholm	Švédsko	73,9	67,7	87,1	66,9
4.	Vídeň	Rakousko	73,4	71,4	84,5	64,2
5.	Londýn	Velká Británie	73,2	63,1	76,5	80,1
6.	Frankfurt	Německo	70,6	67,5	84,1	60,2
7.	Soul	Jižní Korea	69,6	76,2	69,7	62,9
8.	Hamburk	Německo	69,2	73,0	76,4	58,1
9.	Praha	Česká republika	69,1	70,8	67,2	69,3
10.	Mnichov	Německo	69,6	69,0	70,3	66,4

Zdroj: zpracováno podle [31]

Dolní polovina žebříčku obsahuje města pevninské části Číny s městy Latinské Ameriky viz Tabulka 18. Méně rozvinuté asijsko-pacifické metropole a města Středního východu jsou také v dolní části indexu. Je zde zřejmé jasné propojení mezi hospodářským rozvojem a udržitelností životního prostředí. Proto jsou města vyspělých ekonomik z velké části v první polovině indexu, a naopak rozvojové země se umísťují spíše ve spodní části. Napětí, které je součástí udržitelného hospodářství je v tom, zda je blahobyt budoucích generací ohrožen současným životním stylem. V současné době totiž vyspělé ekonomiky ohrožují budoucí životní standardy vysokými emisemi skleníkových plynů a obrovským množstvím odpadů tím, že nedostatečně recyklují a čerpají především neobnovitelné zdroje energie. [31]

Tabulka 18 - 10 nejhůře hodnocených měst podle Arcadis

Pořadí	Město	Stát	SCI	Sociální pilíř	Životní prostředí	Ekonomika
91.	Bengalúr	Indie	40,7	53,7	55,2	13,0
92.	Bombaj	Indie	39,9	51,5	50,0	18,1
93.	Čcheng-tu	Čínská lidová rep.	39,4	56,1	42,4	19,7
94.	Wu-chan	Čínská lidová rep.	37,7	56,1	35,5	21,5
95.	Kapské	Jihoafrická republika	37,4	27,2	51,7	33,4
96.	Manila	Filipíny	36,8	46,0	44,5	19,9
97.	Nové Dillí	Indie	36,5	50,3	43,2	16,0
98.	Nairobi	Keňa	34,8	37,6	45,7	21,0
99.	Káhira	Egypt	34,4	48,0	41,8	13,4
100.	Kalkata	Indie	30,8	53,1	30,9	8,3

Zdroj: zpracováno podle [31]

Dalším zjištěním bylo, že ani jedno z měst nebylo úplně efektivní v udržení rovnováhy mezi všemi třemi pilíři dlouhodobé udržitelnosti. Zvláštní důležitost přináší i rozptyl věkových kategorií. Mediány ve 100 hodnocených městech je obrovský, od 18,7 let v Nairobi do 46,6 let v Tokiu. Demografické prvky jsou pro ekonomickou a sociální udržitelnost zvláště důležité, a to z důvodu produkce společnosti, která je závislá na pracovní síle. Životní úroveň je ovlivněna poměrem mezi lidmi v produktivním věku a těmi, kteří jsou mimo něj, protože klíčové veřejné služby, jako je zdravotnictví a vzdělání, jsou většinou využívány osobami mimo produktivní věk, ale financovány těmi, kteří pracují. Částka, kterou je možné vynaložit na zdraví a vzdělání je potom ovlivněna zdroji. Jednoduše pokud jen málokdo poskytuje zdroje, ale mnoho lidí potřebuje služby využívat, kvalita bude klesat. [31]

Aby se zlepšila udržitelnost, jsou představitelé měst vyzýváni k upřednostnění oblasti, která se týká právě lidí a společnosti celkově, tedy sociální oblasti. Jedním z cílů indexu je i pomoci se srovnáním podobných měst po celém světě, a tedy i k učení se od sebe navzájem. [31]

3.6 Index kvality života v ČR

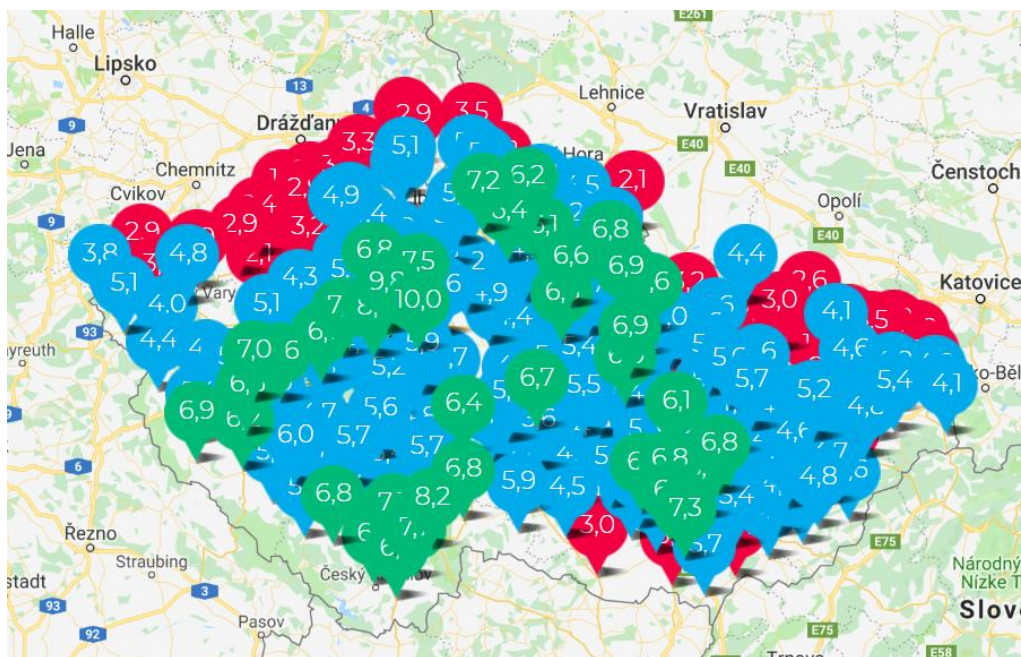
Index kvality života v ČR, který sestavila společnost Deloitte ve spolupráci se společností Obce v datech, s. r. o. a v datech zohledňuje tři základní oblasti, zdraví a životní prostředí, materiální zabezpečení a vzdělání, a vztahy a služby a je v něm porovnávána kvalita života v 206 obcích. [21]

Tabulka 19 - 10 nejlépe hodnocených měst podle Indexu kvality života v ČR

Pořadí	Město	Skóre	Zdraví a živ. prostředí	Mat. zabezpečení a vzdělání	Vztahy a služby
1.	Říčany	10,0	10,0	7,6	7,5
2.	Praha	9,8	8,6	5,8	10,0
3.	Černošice	8,3	8,2	5,2	7,6
4.	Třeboň	8,2	7,0	9,5	4,9
5.	Trhové Sviny	7,7	6,0	10,0	4,4
6.	Beroun	7,5	8,1	3,8	7,0
7.	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	7,5	7,8	5,3	6,0
8.	České Budějovice	7,3	6,8	7,4	5,0
9.	Hustopeče	7,3	7,9	5,9	5,0
10	Turnov	7,2	8,1	5,8	4,7

Zdroj: zpracováno podle [21]

Jak je vidět v Tabulka 19, ale i na Obrázek 4, v top 10 nejlepších umístěních se vyskytují především obce v okolí krajských měst vyjma Moravskoslezského, Zlínského, Karlovarské a Ústeckého kraje. Nejlépe jsou na tom obce v okolí Prahy vzhledem ke kvalitě služeb a zdravotní péče.



Obrázek 4 - Znárodnění geografického rozložení hodnocení měst v ČR

Zdroj: [21]

Závažné důvody pro tak nevyhovující skóre v Moravskoslezském, Zlínském, Karlovarském a Ústeckém kraji jsou především vyšší míra nezaměstnanosti a kvalita životního prostředí a ovzduší, což je způsobeno tamním průmyslem (Ostravsko) a těžbou hnědého uhlí (Ústecko). Nejhůře hodnocená města jsou znázorněna v Tabulka 20 a na Obrázek 4 červenou barvou.

Tabulka 20 - 10 nejhůře hodnocených měst podle Indexu kvality života v ČR

Pořadí	Město	Skóre	Zdraví a živ. prostředí	Mat. zabezpečení a vzdělání	Vztahy a služby
197.	Odry	2,3	3,1	3,1	0,9
198.	Broumov	2,1	3,1	3,3	0,4
199.	Podbořany	2,1	2,9	3,4	0,3
200.	Havířov	2,0	3,1	0,1	2,8
201.	Žatec	1,9	2,6	1,9	1,4
202.	Litvínov	1,5	1,8	0,6	2,5
203.	Most	1,3	1,9	0,0	2,5
204.	Vítkov	1,3	2,0	0,9	1,6
205.	Karviná	0,2	0,2	0,4	1,2
206.	Orlová	0,0	0,0	1,0	0,6

Zdroj: zpracováno podle [21]

3.7 Dílčí závěr

Z pohledu životního prostředí European City Green Index si nejlépe v celkovém měřítku vedou severské státy zastoupené městy jako je například Kodaň, Stockholm, Oslo, nebo Helsinky, a to především díky finančnímu zázemí, protože se jim otevírají další možnosti investování, které si ne tak bohaté země nemůžou dovolit. Na druhou stranu ale byla vyvrácena teorie vlivu velikosti města na jeho výkonnost, a také to, že je velmi důležité do takovýchto záležitostí zapojovat samotné obyvatele města.

Z pohledu inovací a schopnosti zapojit chytré nástroje do běžného chodu města se ne první příčce umístilo japonské Tokio, a to díky úspěšnému vývoji velice populární a žádané robotiky. V The Innovation Cities Index byla naopak korelace mezi bohatstvím a investicemi do inovací velice viditelná.

Liveability Index a Mercer Quality of Living Index se na nejlepších městech pro život více méně shodli, a to konkrétně jde-li o rakouské hlavní město Vídeň, která disponuje vysokou kvalitou života, vysokými příjmy a také bezpečností, která je v posledních pár letech velice ovlivněna migrační krizí a hrozbami terorismu, které otráslы například Francií. Nejhoršími pro život jsou potom města z oblastí probíhajících válečných konfliktů, jako například Damašek v Sýrii nebo Bagdád v Iráku. Tyto konflikty nejen nepřidávají na bezpečnosti civilních obyvatel, ale také ničí kulturní dědictví, objevuje se nedostupnost spotřebního zboží a služeb, přetížené nemocnice, poničená infrastruktura nebo není možnost kulturního vyžití.

Sustainable Cities Index vynesl na nejvyšší příčku Curych, který je velice zaměřen na stránku životního prostředí. Celkově se ale nejvýše v žebříčku udržitelných měst umístilo 8 z 10 evropských měst. Zajímavé je zjištění vlivu rozpětí věkových kategorií obyvatel na další udržitelnost města.

Jako poslední byl uveden Index kvality života v České republice, u kterého se v podstatě jen potvrdilo očekávané. Nejlepší kvalita života v ČR je uváděna ne přímo v rušné Praze, ale v dojezdové vzdálenosti do Prahy, konkrétně v Říčanech. Vysokou kvalitou disponují především města a obce v okolí krajských měst, a naopak kvalita schází v krajích postižených těžkým průmyslem a těžbou uhlí, ale nejen tím, jedná se také o důsledek historických událostí (dřívější Sudety).

4 IDENTIFIKACE SPOLEČNÝCH ZNAKŮ OBCÍ ZAPOJENÝCH VE VYBRANÝCH PROJEKTECH

Tato kapitola se zaměřuje na detailnější charakteristiku principu chytrého osvětlení a na analýzu využití chytrého osvětlení v konceptu Smart City v různých městech.

4.1 Chytré veřejné osvětlení

Hlavním tématem této práce je proniknout hlouběji do problematiky chytrého veřejného osvětlení. Co si tedy můžeme představit pod tímto pojmem?

Pouliční osvětlení je klíčovou službou poskytovanou veřejnými orgány. Dobré osvětlení je nezbytné pro bezpečnost silničního provozu, osobní bezpečnost a samotné městské prostředí. Nicméně mnoho zařízení pro osvětlení je zastaralých, a proto jsou vysoce neefektivní. To vede k vyšším energetickým nárokům a úrovni údržby. Pro řadu obcí, které mají zastaralé systémy, může pouliční osvětlení představovat až 30-50 % veškerých výdajů na energie. Potenciál potom můžeme vidět v pohybových senzorech, které jsou jedním základních stavebních kamenů chytrého osvětlení, WIFI, nabíjení nebo informačních modulech.

Veřejné osvětlení, čerpání vody a budovy představují pro města nejvyšší spotřebu energie. Jak město roste a rozvíjí se, energie potřebná pro tento růst se rychle zvyšuje. S novými, energeticky úspornými technologiemi pro veřejné osvětlení, jako jsou v současné době na trhu dostupné LED diody, představuje tato oblast jednu z nejvýhodnějších příležitostí v oblasti úspory energie, snížení nákladů, a s tím i ruku v ruce emise skleníkových plynů. Hlavní benefity chytrého veřejného osvětlení můžeme rozdělit do dvou kategorií: úspory energie a provozní úspory.

Například v Praze se od druhé poloviny roku 2018 rozjíždí pilotní projekt chytrého osvětlení, kdy bylo v oblasti Karlínského náměstí nainstalováno 92 nových svítidel¹. Podle plánu by měly ušetřit nejméně ¼ spotřeby elektrické energie. Stávající lampy byly modernizovány a byla použita technologie LED. Lampy mají v sobě 4 čidla, jedno z nich například mapuje intenzitu pohybu, to znamená, že pokud po ulici nikdo nepůjde, světla se automaticky ztlumí. Při napojení správných senzorů, může lampa například měřit teplotu, hluk, CO₂, SO₂ a další. Součástí projektu je také veřejná síť WiFi poskytovaná městem Praha. Chytré lampy se v Karlíně budou testovat přibližně rok, a pokud se osvědčí, bude následovat implementace i v dalších částech města.

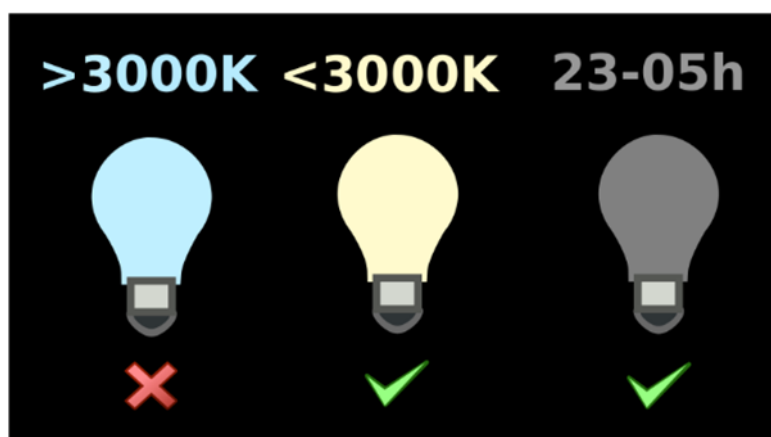
¹ V Praze je celkově více než 135 000 sloupů veřejného osvětlení.

4.1.1 Rizika spojená s pouličním osvětlením

Neosvětlené ulice a silnice tvoří jednu z příčin smrtelných automobilových nehod v noci. Naopak v situacích, kdy pouliční světla příliš září, mohou způsobit tzv. světelné znečištění, které například zpožďuje zrání plodin, znesnadňuje práci astronomům, zhoršuje orientaci volně žijícím živočichům, jako jsou například u přímořských států mláďata mořských želv, které se pohybují směrem do vnitrozemí namísto směrem k moři, kde umírají pod koly aut nebo ulovení dravci. Vystavení vysokému množství umělého světla v noci má také vliv na lidské zdraví. [32]

4.1.2 Barva, intenzita a spotřeba

Teplota chromatičnosti, nebo také barevná teplota je fyzikální veličina, která udává odstín světla na barevném spektru. Čím je hodnota vyšší, tím studenější odstín svítidlo vyzářuje. Její hodnota se udává v Kelvinech (K). Denní světlo se standardně udává mezi 5 000 – 6 000 K. LED žárovky se vyrábějí v rozmezí 2 200 – 6 500 K. Doporučená barevná teplota tak, aby neměla negativní vliv na lidské zdraví se udává do 3 000 K viz Obrázek 5. [32]



Obrázek 5 - Barevná teplota

Zdroj: [32]

Další veličinou využívanou při výběru osvětlení je intenzita světla, svítivost, nebo také světelný tok. Její hodnota se udává v tzv. lumenech (lm). Zde platí čím více lumenů, tím intenzivnější a jasnější světlo dostaneme. [29]

Poslední důležitou jednotkou počet Wattů (W), který udává příkon žárovky. Počet Wattů rozhodoval při koupi spíše v dřívějších letech, protože s vývojem nových technologií si již se samotným příkonem nevystačíme. S přechodem na úsporné a LED žárovky již můžeme dostat více světla při menším příkonu, a tedy menší spotřebě. [29]

4.1.3 Technologie LED

V posledních letech s rychlým vývojem technologií dochází k přechodu na osvětlení založené na bázi LED. Jedním z důvodů je také přirozenější bílé světlo. V předchozí kapitole byl zmíněn negativní vliv modrého světla na lidské zdraví, ke kterému mají právě LED svítidla blíže, než klasické „oranžové“ sodíkové výbojky, které jsou v tomto případě šetrnější. Jelikož se jedná o vcelku novou technologii není zatím jasné jestli, a jaké důsledky bude mít instalace této technologie. Doporučuje se tedy dát přednost teplejšímu odstínu před studeným. [32]

Největším přínosem LED osvětlení s důrazem na snížení nákladů energií jsou následující funkce [32]:

- Nízký příkon – LED diody poskytují značné úspory energie tím, že dodávají stejnou nebo lepší kvalitu světla při nižších výkonech než staré žárovky.
- Stmívání – Díky vysokému světelnému výkonu mohou LED lampy při první instalaci ztlumit až o 50 %. Provozovatelé navíc mohou naplánovat rozsvícení lamp, jak to okolnosti dovolí. Například při nízkých provozních časech, nebo v nezastavěných oblastech uprostřed noci.
- Zkrácený čas svícení – S možností vypnutí/zapnutí plánování, mohou operátoři snadno upravovat provoz pouličního osvětlení tak, aby se shodovalo s měnící se časy svítání/ západu slunce, což snižuje dobu svícení.

Provozní úspory se díky síťovým LED diodám budou lišit v závislosti na nákladech potřebných k momentálnímu udržování osvětlení, a to například:

- Dlouhá životnost: Životnost LED žárovek je 4x až 5x vyšší než starší lampy, vyžadují tedy méně častou výměnu, což snižuje náklady na hardware a instalaci.
- Vzdálený přístup ke správě a monitoringu: Systém pro správu světel na ulicích umožňuje vidět provoz osvětlení (např. kolik energie používá lampa), stejně jako kontrolu nad stmíváním a on/off rozvrhem, což snižuje potřebu svícení po dlouhé časové úseky. Dalším významným bodem je nasazení fotočlánků a instalace energeticky soběstačného veřejného osvětlení. Výhodou je tak plná mobilita a možnost přemístění dle aktuální potřeby. Odstraněny jsou tak náklady na provedení přípojek a zemních prací.

Proč se tedy zabývat chytrým pouličním osvětlením? Řešení jsou více než jasná. Nižší spotřeba energie, snížení nákladů na údržbu, zvýšení bezpečnosti a ekologie. Ulice, parkoviště a veřejné prostory se potom stávají pohodlnější a bezpečnější. V neposlední řadě investice do inteligentního osvětlení zajistí také snížení emisí skleníkových plynů.

4.1.4 Měření výkonnosti pro Street Lighting

Měření výkonnosti je kritickým krokem v procesu Smart Cities, jehož cílem je kvantifikovat úsporu energie vyplývající z prováděných implementací energeticky úsporných aktivit definovaným, disciplinovaným, přísným a transparentním způsobem.

Základním principem k určení energetických úspor je srovnání naměřených hodnot spotřeby před a po implementaci. Měření není jen sbírka úkolů vedených k tomu, aby projekt splnil vybrané požadavky, ale také k posílení a zlepšení provozu zařízení a jeho udržení. Jelikož se jedná o neustále se vyvíjející proces, byly vyvinuty osvědčené postupy a pokyny a uvedeny v Mezinárodních protokolech o měření a ověřování výkonu (International Performance Measurement and Verification Protocols, IPMVP).

Úspory jsou určeny polem klíčových výkonnostních parametrů. Frekvence měření jsou od krátkodobých až po dlouhodobé v závislosti na očekávaných změnách měřeného parametru a délce vykazovaného období. Parametry, které nebyly vybrány pro měření, jsou odhadnuty. Odhady mohou být založeny na historických datech, specifikacích výrobce nebo na technickém posouzení. Nutné je potom odůvodnění odhadovaného parametru. Hlavními měřenými veličinami potom jsou například snížení emisí CO₂, snížení spotřeby elektrické energie, snížení nákladů na opravy a údržbu.

4.1.5 Doporučení

Důraz by měl být také kladen na typy lamp, které jsou určené ke konkrétnímu použití, tzn. k osvětlení komunikací by neměla být používána dekorativní svítidla a, která propouští část světla do širokého okolí, do oken obyvatel a na noční oblohu, ale svítidla, u kterých se může využít účinná směrová optika, které je efektivní a ekonomická viz Obrázek 9. [29]



Obrázek 6 - Jak správně svítit?

Zdroj: [32]

4.2 Vybrané projekty modernizace pouličního osvětlení

4.2.1 Los Angeles

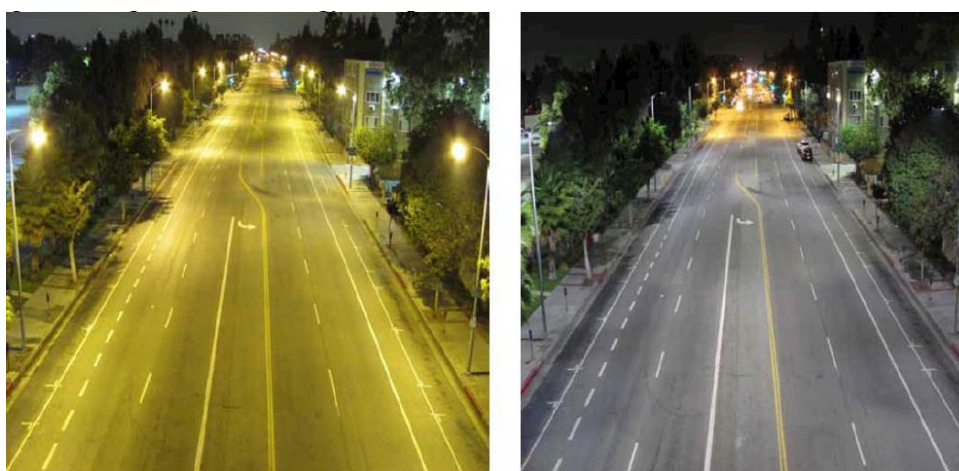
Tabulka 21 - Charakteristika projektu Los Angeles

MĚSTO	
Název města	Los Angeles
Stát	Kalifornie
Rozloha	1 214 km ²
Populace	3,976 milionů (2016)
PROJEKT	
Název projektu	Light Emitting Diode (LED) Street Lighting Retrofit
Sektor	Pouliční osvětlení
Typ projektu	Modernizace pouličního osvětlení
Financování	Půjčka, energetická sleva, fond
Začátek projektu	Únor 2009
Konec projektu	Červen 2013

Zdroj: vlastní zpracování

Los Angeles patří druhý největší systém osvětlení ve Spojených státech Amerických viz základní informace v Tabulka 21, ihned za New Yorkem. V součtu okolo 209 000 pouličních světel, nebo 8 000 kilometrů osvětlených ulic spotřebuje přibližně 29 % celkového městského rozpočtu. Proto je také projekt modernizace veřejného osvětlení v Los Angeles největším svého druhu, na světě. [17]

Na Obrázek 7 je zobrazeno porovnání technologií používaných pro pouliční osvětlení. Levá fotka znázorňuje osvětlenou cestu před zahájením projektu pomocí sodíkových lamp, pravá fotka zobrazuje stejnou cestu pomocí LED lamp.



Obrázek 7 - Porovnání technologií osvětlení v Los Angeles

Zdroj: [17]

Projekt byl financován prostřednictvím půjčky, energetické slevy a z rozpočtu Fondu pro hodnocení údržby osvětlení (SLMAF). SLMAF přispěl 3,6 milionů USD, sedmiletý úvěr ve výši 40 milionů USD byl zajištěn z městských a užitkových fondů a ministerstvo vody a elektřiny pro LA (LADWP) přispělo slevou ve výši 0,24 USD/kWh (přibližně 13,2 milionů USD). Úvěr je splácen úsporami ze současných nákladů na energii a údržbu, aniž by došlo k nepříznivému dopadu na obecný fond předsednictva. Celkové náklady projektu byly 57 milionů USD. [17]

Projekt přináší úspory nákladů na údržbu a spotřebu energie, které vytvoří peněžní tok splácením úvěru a rozpočtovými úsporami v dalších letech. Podle ekonomické analýzy společnosti CCI se očekává, že projekt přinese 8 milionů dolarů ročně na úsporách energie a údržbě a poskytne dobu návratnosti 7 let a vnitřní míru návratnosti ve výši 10 %. Celková finanční návratnost projektu, po započtení faktorů energetických rabatů, je ve výši 10 milionů USD ročně, což zkracuje dobu návratnosti na 5,7 let a vnitřní návratnost zlepšuje na 23 %. Celková plánovaná úspora energie se odhaduje na 68,640 MWh/rok, tedy snížení o 40 % a snížení emisí CO₂ pro město o 40 500 tun. [34]

Kromě toho, že projekt je schopný sám zaplatit za skutečné úspory nákladů, existuje řada dalších výhod. Nejdůležitější byla nejistá rozpočtová situace, které čelilo předsednictvo města ještě před tím, než byl projekt navrhován. Pokud by totiž nebyl uskutečněn, předsednictvo by čelilo fiskálním deficitům a vyžadovalo by obecnou podporu, bylo by nuceno omezit služby, nebo by vyžadovalo opatření, které by upravilo poplatky za služby občanům vyplácené fondem pro údržbu osvětlení. Mezi další výhody patří:

- 1) delší životnost LED, které snižuje údržbu vozového parku a spotřebu paliva při výměnách
- 2) snížení rtuti a jiné chemické složky, které vyžadují postupy likvidace nebezpečnými látkami
- 3) zlepšení úrovně osvětlení a kvality osvětlení
- 4) snížení světelného znečištění (zbytečné osvětlení noční oblohy umělým osvětlením)
- 5) vytváření pracovních míst – předsednictvo najímalo 11 nových zaměstnanců a výrobci LED vytvořili přibližně 300 nových pracovních míst
- 6) dosažení dlouhodobých cílů města pro snížení emisí skleníkových plynů v rámci projektu Zelené LA. Celkově byl projekt pro modernizaci velice kladně přijat i obyvateli města.

Podle posledních dostupných informací ze září 2011 byl projekt spuštěn ještě před plánovaným termínem a již bylo nainstalováno 52 059 LED osvětlení na ulicích z celkových 140 000 za 5 let. Samotná instalace LED svítidel byla také rychlejší, než se očekávalo (pro tu dobu bylo plánováno 50 000 svítidel), a to částečně díky tomu, že montážní posádky dokázaly zlepšit instalační proces, protože získaly zkušenosti s touto technologií. Výsledky počáteční fáze také ukazovaly vyšší úspory nákladů na energii a údržbu, než se očekávalo, a to 21 800 MWh/rok, tedy 59 % a roční úsporu nákladů ve výši 1,9 milion USD za první dva roky projektu. Tuto úsporu navíc umocňuje pokračující pokles ceny LED svítidel na trhu USA a schopnost města vydražit odstraněné jednotky pouličního osvětlení (na místo recyklace), což v konečném důsledku přispěje celkové době návratnosti projektu. Nejdůležitější ukazatele vyhodnocení projektu jsou zobrazeny v Tabulka 22. [17]

Tabulka 22 - Vyhodnocení projektu v Los Angeles

VYHODNOCENÍ PROJEKTU		
KPI	Plán	Realita
Počet modernizovaných LED lamp	110 000	141 089
Snížení spotřeby energie	40 %	63 %
Snížení emisí CO ₂	o 40 500 tun CO ₂ /rok	o 47 000 tun CO ₂ /rok

Zdroj: vlastní zpracování

4.2.2 Sydney

Tabulka 23 - Charakteristika projektu v Sydney

MĚSTO	
Název města	Sydney
Stát	Austrálie
Rozloha	12 368 km ²
Populace	4,6 milionů (2012)
PROJEKT	
Název projektu	Energy Efficient LED Lighting Retrofit
Sektor	Pouliční osvětlení
Typ projektu	Modernizace pouličního osvětlení
Financování projektu	Public Private Partnership
Začátek projektu	2015
Konec projektu	2021

Zdroj: vlastní zpracování

S přijetím plánu Sustainable Sydney 2030 (Udržitelná Sydney 2030), po jednom z nejrozsáhlejších konzultačních procesů, které kdy město podniklo, městská rada v Sydney navrhla a schválila soubor energetických cílů a plánů, který obsahuje [30]:

- Snížení 70 % skleníkových plynů do roku 2030 oproti roku 2006
- Odstranění spotřeby elektrické energie na bázi uhlí do roku 2030
- 70 % elektrické energie místní samosprávy by mělo pocházet ze tří generací (kombinovaná výroba chlazení, teplo a energie) a 30 % elektřiny z obnovitelných zdrojů

Cíle byly nastaveny na snížení skleníkových plynů (20% snížení emisí do roku 2012 ve srovnání s rokem 2006). Od roku 2006 do roku 2016 město snížilo emise o cca 26 %. V rámci Akčního plánu pro životní prostředí město podstupuje opatření ke snižování emisí skleníkových plynů s cílem snížit emise o 44 % ve srovnání s rokem 2006, což je cca 3 500 tun ročně. [30]

K dosažení výše uvedených cílů bylo klíčové zlepšení právě poskytování pouličního osvětlení, jelikož přibližně 75 % emisí města pochází z distribuční sítě a téměř 40 % elektřiny se týká pouličního osvětlení. Vedení města spravuje jedno z největších portfolií pouličního osvětlení v Novém Jižním Walesu (spolkový stát na východě Austrálie) s 22 000 svítidel. Veřejné osvětlení v Sydney spotřebuje celkem 13 100 MWh/rok a vyprodukuje 14 017 t emisí skleníkových plynů. V rámci plnění stanovených plánů pro udržitelný rozvoj bylo v první fázi plánováno vyměnit 6 450 stávajících svítidel za nová (později se k projektu přidala i společnost Ausgrid). Na základě analýzy nákladů a přínosů, se proces výběru zúžil na použití LED světel,

jelikož jsou vysoce účinná a vyžadují méně energie, jejich životnost je delší než u klasických sodíkových žárovek, což prodlužuje výměnný cyklus a tím se sníží náklady na údržbu a také množství vzniklého odpadu. Použita byla světla s rozmezí intenzity 2 500 K – 4 500 K v závislosti na umístění. [30]

Další z možností bylo zvažováno použití fotovoltaického osvětlení. To ale nebylo vybráno kvůli řadě nedostatků. Náklady na instalaci solárních světel, kdy již existují sítě pro pouliční osvětlení, byly o mnoho vyšší než možnost instalace LED. Samotný výběr fotovoltaických panelů byl problematický. Objevily se také obavy, že by společnosti poskytující tuto technologii nemusely existovat po celou dobu trvání záruky. Životní cyklus baterií pro samotné solární instalace, jejich výroba, údržba a likvidace nebyly tolik šetrné a snadné z hlediska životního prostředí ani nákladovosti. [16]

K úspěchu tohoto projektu přispěla řada faktorů. Město se rozhodlo při výběru poskytovatele LED světel nainstalovat vzorky v různých částech, kde poté zaznamenali různé hodnoty, a tím se zjednodušil výběr pro nejvíce vyhovující zařízení. Samotná zpětná vazba obyvatel byla velice pozitivní, když nové osvětlení uvítalo 90 % lidí. Navíc bylo Sydney podporováno mezinárodními partnery. Skupina Climate Group, mezinárodní environmentální organizace, pořádala studii a zkoušku LED pouličního osvětlení ve spolupráci s Londýnem, New Yorkem, Hong Kongem a Sydney. Z této spolupráce vzešly benefity v podobě technické pomoci, včetně poskytování technického protokolu na míru, který měřil výkon LED světel, nebo například půjčky na zařízení pro měření výkonu. [16]

Do roku 2016 byli již nainstalováno 22 000 nových světel, přičemž 13 500 z nich spravuje společnost Ausgrid (lokální poskytovatel elektrické energie) a zbylých 8 500 město Sydney. Od března 2012 již město ušetřilo minimálně 800 000 USD a snížilo spotřebu energie o více 48 % ročně. Přesné výsledky měření ale budou známy až po ukončení projektu v roce 2021. [30]

Tabulka 24 - Vyhodnocení projektu v Sydney

VYHODNOCENÍ PROJEKTU		
KPI	Plán	Realita
Počet modernizovaných LED lamp	6 500	22 000
Snížení spotřeby energie	50 %	48 %
Snížení nákladů na energii	800 000 USD	> 800 000 USD
Snížení emisí CO2	44 %	47 %

Zdroj: vlastní zpracování

4.2.3 Jaipur

Tabulka 25 - Charakteristika projektu ve městě Jaipur

MĚSTO	
Název města	Jaipur
Stát	Indie
Rozloha	484,6 km ²
Populace	3,073 milionů (2011)
PROJEKT	
Název projektu	Rajasthan Street Lighting
Sektor	Pouliční osvětlení
Typ projektu	Modernizace pouličního osvětlení
Financování projektu	Public Private Partnership
Začátek projektu	2014
Konec projektu	2019

Zdroj: vlastní zpracování

Jaipur je hlavní město severozápadního indického státu Rádžasthán. Charakteristika projektu je zobrazena v Tabulka 25. Vzhledem k omezenému rozpočtu a kapacitě zaměstnanců byla údržba pouličního osvětlení skromná, bez koordinovaného pokroku v technologii. Téměř 30 % světel navíc vůbec nefungovala. Síť pouličního osvětlení v Jaipuru je energeticky náročná s více než 100 000 světel a město obdrželo velké množství stížností týkajících se bezpečnosti a zabezpečení obyvatel a případů špatného osvětlení, které má vliv na pohyb dopravy. Jaipur a státní vláda Rádžasthánů věděli, že přijetí nových technologií by mohlo snížit náklady a spotřebu energie na polovinu. V Indii je sektorem s nejvyššími emisemi právě sektor energetiky, který představuje téměř 70 % celkových emisí. [22]

V Indii čelí místní samosprávy velkým výzvám při poskytování odpovídajících služeb pro obyvatele především z důvodu nestabilní dodávky energie a rostoucích nároků na energie z rychle rostoucí populace, které mohou často vést k slabé a nestabilní elektrické síti. Výsledkem toho je, že většina měst čelí silnému nedostatku elektřiny. Města mohou tyto problémy zmírnit prostřednictvím cílených intervencí ke snížení spotřeby energie ze samotného provozu, a to například právě v oblasti pouličního osvětlení. Město spotřebovává energie v provozních činnostech jako jsou čističky odpadních vod, zásobování pitnou vodou, pouliční osvětlení, doprava a s tím spojené budování dopravních sítí. [16]

S financováním od PIDG DevCo (Private Infrastructure Development Group) se Jaipur zapojil do projektu Mezinárodní finanční korporace (International Finance Corporation, IFC) za účelem transformace pouličního osvětlení. Po výhře ve výběrovém řízení podepsalo město

desetiletou smlouvu o energetické účinnosti s konsorciem Efficient Illumination Private, výrobcem LED osvětlení, které patří mezi energeticky nejúčinnější technologie na trhu. Společnost modernizovala a nyní provozuje 70 000 pouličních lamp ve městě pomocí moderního počítačového centrálního řídicího a monitorovacího systému. [22]

Instalací a údržbou energeticky úsporných LED pouličních svítidel přináší projekt Rajasthan Street Lighting roční úspory ve výši 1 mil. USD při snížení emisí skleníkových plynů o 36 750 tun ročně. Celková investice do projektu byla 12 milionů USD. Roční spotřeba energie pro 70 652 svítidel před modernizací byla 44,326 MWh, kdežto po modernizaci 10,137 MWh. [12]

Po zahájení projektu se úředníci z několika dalších indických měst obrátili na starostu města Jaipur, aby získali informace o obchodním modelu. Zvláštností je, že také starosta Dháky v Bangladéši vyjádřil zájem o replikaci projektu ve svém městě. V Tabulka 26 je uvedeno vyhodnocení projektu po implementaci 1. fáze. [12]

Tabulka 26 - Vyhodnocení projektu ve městě Jaipur

VYHODNOCENÍ PROJEKTU		
KPI	Plán	Realita
Počet modernizovaných LED lamp	70 000	70 652
Snížení spotřeby energie	50 %	77,13 %
Snížení nákladů na energii	1 mil. USD	1 mil. USD
Snížení emisí CO ₂	36 750 t/rok	36 750 t/rok

Zdroj: vlastní zpracování

4.2.4 Cambridge

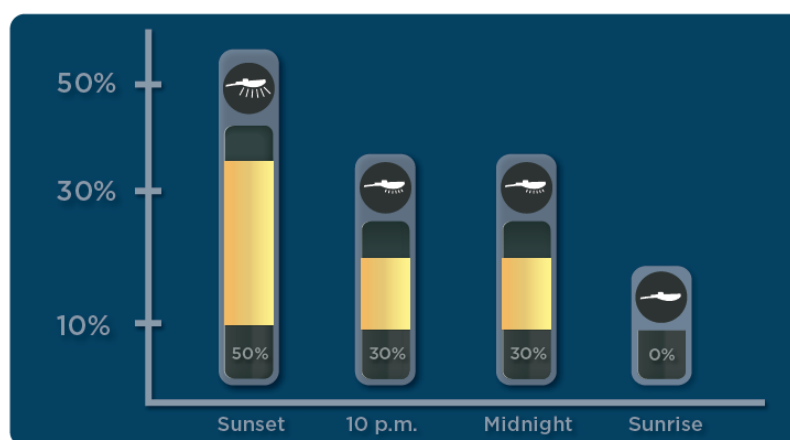
Tabulka 27 - Charakteristika projektu v Cambridge

MĚSTO	
Název města	Cambridge
Stát	Massachusetts
Rozloha	18,47 km ²
Populace	113 630 (2017)
PROJEKT	
Název projektu	LED Streetlight Retrofit Project
Sektor	Pouliční osvětlení
Typ projektu	Modernizace pouličního osvětlení
Financování projektu	Sleva z ceny tarifu 820 000 USD + snížení cen tarifů
Začátek projektu	2014
Konec projektu	2016

Zdroj: vlastní zpracování

Cambridge, základní informace jsou uvedeny v Tabulka 27, je první americké město, které dokončilo rekonstrukci pouličního osvětlení, jehož součástí jsou bezdrátové adaptivní ovládací prvky, které umožňují stmívání osvětlení. Nově nainstalovaná lampa vždy svítí jasněji, než již stávající používané lampy. Jakmile lampa komunikuje se systémem smívání, světlo se rozsvítí pouze na 70 % svého počátečního jasů a později večer se ještě sníží na přibližně 35 % počátečního jasů. Příklad nastavení systému stmívání je vidět na Obrázek 8 [4]

Byl vytvořen systém klasifikace ulic k určení příslušné úrovně osvětlení pro každou ulici. Ulice byly vyhodnoceny z hlediska šířky, rozteče světelných pólů a aktivity vozidel a chodců. Následně byly přiřazeny kategoriím odpovídajícím kritériím osvětlení. Tato kritéria jsou v souladu se směrnicemi Federální správy silnic a Illuminating Engineering Society. [5]



Obrázek 8 - Příklad systému stmívání

Zdroj:[5]

Město nahradilo 7 000 starých sodíkových lamp za energeticky efektivnější LED lampy (4 900 lamp na ulicích a 2 100 lamp v parcích), dosahuje 77% snížení CO₂ a 80% snížení spotřeby elektrické energie. Pro instalaci byly vybrány lampy s intenzitou teploty 4 000 K. To má za následek roční snížení nákladů na energii o 500 000 USD. Je nutno poznamenat, že tomuto obrovskému snížení nákladů dopomohlo vyjednání nových cen tarifů za energie s poskytovatelem, společností Eversource. Eversource navíc dalo městu slevu přibližně 820 000 USD v první fázi projektu. [4]

Celkové náklady první fáze byly přibližně 3 miliony USD, z toho 700 000 USD (23 %) byly náklady na adaptivní systém stmívání. Návratnost projektu je vypočítaná na 4,36 let. Za dalších 20 let tedy Cambridge díky uskutečnění projektu ušetří 20 milionů USD (500 000 USD ročně). Přehledné vyhodnocení projektu je uvedeno v Tabulka 28. [5]

Tabulka 28 - Vyhodnocení projektu v Cambridge

VYHODNOCENÍ PROJEKTU		
KPI	Plán	Realita
Počet modernizovaných LED lamp	7 000	7 000
Snížení nákladů na energie	o 500 000 USD/ rok	o 500 000 USD/ rok
Snížení spotřeby energie	o 80 %	o 80 %
Snížení emisí CO ₂	o 20 %	o 77 %

Zdroj: vlastní zpracování

4.2.5 Miláno

Tabulka 29 - Charakteristika projektu v Milánu

MĚSTO	
Název města	Miláno
Stát	Itálie
Rozloha	181,8 km ²
Populace	1,352 milionů (2017)
PROJEKT	
Název projektu	Milan LED
Sektor	Pouliční osvětlení
Typ projektu	Modernizace pouličního osvětlení
Financování projektu	Public Private Partnership
Začátek projektu	Prosinec 2014
Konec projektu	Srpen 2015

Zdroj: vlastní zpracování

Světová výstava Expo, která se v roce 2015 konala v Miláně byla hlavní inspirací pro dosud největší projekt osvětlení silnic v Evropě, kdy si představitelé města stanovili cíle, aby se Miláno stalo 100% inteligentním městem, využívajícím moderní technologie pro zvýšení výkonnosti a blahobytu, snížení nákladů a spotřeby energií. Základní charakteristika projektu je uvedena v Tabulka 29. Výstavy se zúčastnilo 145 států a navštívilo ji 22 milionů lidí. Tématem této výstavy bylo „Feeding the planet, energy for life“ (Uživit planetu, energie pro život). Energetická účinnost a ekologická udržitelnost tedy byla pro projekt klíčová. Město se také zaměřilo na snížení tvorby odpadu a světelného znečištění. [11]

Cílem bylo omladit osvětlenou krajinu Milána nahrazením 100 000 stávajících svítidel LED svítidly na dálnicích, obytných komunikacích, městských centrech, náměstích, parcích a na chodnicích. Nejvyšší prioritou bylo snížení nákladů, životní prostředí a dlouhodobá udržitelnost. Výsledky jsou přehledně uspořádány do následujících tabulek viz Tabulka 30, kde je zobrazeno porovnání stavu před a po implementaci projektu a vyhodnocení projektu vzhledem k plánu v Tabulka 31. [11]



Obrázek 9 - Porovnání pouličního osvětlení v Miláně před a po modernizaci.

Zdroj: [1]

Miláno se rozhodlo použít 2 různé velikosti svítidel pro dálnice a silnice a 3. velikost pro městská centra. Byla vybrána světla s přirozenou chladnou bílou barvou o teplotě 4 000 K. Porovnání pouličního osvětlení před a po modernizaci je graficky znázorněno na Obrázek 9. [11]

Tabulka 30 - Porovnání stavů osvětlení v Milánu

POROVNÁNÍ	PŘED	PO
Průměrný výkon jednoho zdroje světla	150 W	75 W
Roční spotřeba energie	114 milionů kWh	55 milionů kWh
Roční spotřeba energie na obyvatele	87 kWh	42 kWh
Náklady na spotřebu energie a údržbu	42 milionů EUR	29 milionů EUR

Zdroj: vlastní zpracování

Instalace nového LED osvětlení umožnila 62 % snížení spotřeby energie ze 114 mil. kWh na 55 mil. kWh. Průměrná spotřeba na jednu lampu klesla o polovinu ze 150 W na 74 W. Kromě úspor energie se odhaduje snížení nákladů na údržbu o 30 %, protože se očekává, že Miláno ročně zlikviduje o 60 000 méně žárovek ve srovnání s předchozími roky. Díky zlepšené viditelnosti má projekt kladnou zpětnou vazbu i od obyvatel a návštěvníků města, jelikož se snížila kriminalita a lidé si tak připadají bezpečněji. [1] [11]

Financování na realizaci projektu LED nese společnost A2A SpA, dceřiná společnost Městské správy, která získala zakázku na řízení veřejného osvětlení. Investice ve výši přibližně 300 EUR za jedno svítidlo je realizována úsporami energie z LED technologie. [1]

Tabulka 31 - Vyhodnocení projektu v Milánu

VYHODNOCENÍ PROJEKTU		
KPI	Plán	Realita
Počet modernizovaných lamp	100 000 ks	140 000 ks
Snížení spotřeby energie	60 %	62 %
Snížení nákladů na energii	11,3 milionů USD/ rok	13 milionů USD/ rok
Snížení emisí CO ₂	o 23 000 t/ rok	o 23 650 t/ rok

Zdroj: vlastní zpracování

4.2.6 Dílčí závěr

Technický vývoj v tomto odvětví za posledních pár let vzrostl vysokou rychlostí a vzhledem k potřebě snižování nákladů je důležité říci, že pokud některé město chce zvažovat/ implementovat chytré veřejné osvětlení, není nic jednoduššího než začít, protože tyto projekty je možné realizovat kdekoliv. Dalším důležitým bodem je zmínit i velice dostupné zdroje financování. Velice oblíbenou formou se totiž stává tzv. Partnerství veřejného a soukromého sektoru (PPP), které se využívá k obstarání zdrojů a dovedností soukromého sektoru při zajištění veřejných služeb, či infrastruktury.

Dá se říci, že všechny projekty uvedené výše byly úspěšné také z toho důvodu, jelikož města měla velkou podporu, jak ve formě kladné zpětné vazby od obyvatel, ale zejména díky podpoře vlády, a to především z hlediska životního prostředí a snižování emisí CO₂, které mají vliv na oteplování planety a okyselování oceánů a má tedy obrovské dopady na změnu klimatu.

Obrovský potenciál se objevil v samotné LED technologii, kterou si také všechna výše zmíněná města vybrala pro své projekty. Zatím je veřejné osvětlení v drtivé většině stále závislé na elektrické energii, ovšem budoucnost patří obnovitelným zdrojům, a proto by se další modernizace měla ubírat směrem k pohonu solárními panely, jako například v indickém městě Nágpur. Ani Česká republika ovšem v tomto ohledu nezůstává pozadu, protože začátkem roku 2019 v Hrusicích zavedli pouliční osvětlení poháněné solární energií (město za jednu lampu zaplatilo 65 tisíc Kč a celkem jich nainstalovalo 11 ks). Tato forma veřejného osvětlení je ale zatím velice náročná v hlediska pořizovacích nákladů.

V době, kdy se všichni snaží snižovat náklady na minimum je silný důvod pro zvážení použití adaptivních kontrolních systémů, tedy systémů stmívání (dimming), kde je možnost zabudovat pohybové senzory a při pohybu lampy intenzitu světla zvýší viz nový projekt veřejného osvětlení v Praze, nebo pomocí naprogramovaných hodin, kde se v určitou hodinu

světla ztlumí na požadovanou intenzitu viz město Cambridge. V tomto případě se může dosáhnout ještě dalších úspor na spotřebě energie z hlediska opotřebení lamp.

Dalším společným znakem je rozsah projektu. Všechna výše zmíněná města modernizovala více než 7 000 pouličních světel, což přeci jen není malý počet. U všech měst také můžeme říci, že jednalo o středně velká a velká města, protože všechna, kromě Cambridge, jsou města s více než milionem obyvatel. Všechna města byla úspěšná ve snižování nákladů na spotřebu energií, když se jim podařilo celkové roční náklady snížit o 50 – 70 %, což s celkovým rozpočtem města velice zahýbe a díky úsporám z veřejného osvětlení se městům otevírají dveře pro investice do dalších veřejných služeb.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo celkové porozumění tématu hodnocení chytrých měst, kdy bylo pomocí mezinárodních indexů a klíčových ukazatelů zobrazena úroveň v konkrétních městech světa. Dalším cílem byla identifikace společných znaků měst zapojených ve vybraných projektech, které byly zaměřené na chytrém pouliční osvětlení.

Teoretická část byla věnována samotnému vymezení pojmů udržitelného rozvoje a konceptu chytrých měst pomocí vybraných definic společně s charakteristickými znaky Smart City. Pojem Smart City má spoustu definic, žádná ovšem není striktně dána. Můžeme tedy obecně říci, že Smart City je integrace dat a digitálních technologií do strategického přístupu udržitelného rozvoje, životní úrovně obyvatel a ekonomického rozvoje. Koncept chytrého města je vektor do budoucnosti, jelikož máme představu a vizi o tom, kam a jakým směrem se vydat, ale také známe kroky, kterými se k vytyčenému cíli dostat.

Jako velice důležitou poznámku bych uvedla fakt, že Smart city nejsou POUZE technologie. Koncept pouze využívá ICT tam, kde dávají smysl a jsou potřeba. Je totiž možné, že na některých místech, nebo při některých projektech se jeví efektivnější a zároveň levnější varianta bez použití ICT.

V druhé kapitole se práce zabývá hodnocením chytrých měst pomocí KPI. Měření výkonnosti má za cíl zlepšit městské funkce, zlepšit kvalitu života a zajistit ekologickou, ekonomickou a sociální udržitelnost. Na tuto kapitolu plynule navazovala třetí část, která pomocí již představených indexů hodnotila jednotlivá města. Celkově se na předních příčkách umísťovala města Evropy společně s Kanadou a Austrálií na rozdíl od rozvojových zemí Afriky či Asie. Česká republika a Praha se ve většině případech objevovala jako slabší průměr, což může být podle mého názoru nedostatečným zájmem ze strany vlády.

Poslední část se zabývala právě konkrétními projekty realizovanými v různých městech světa náhodného výběru, kdy byla snaha o rovnoměrné rozprostření měst po celém světě. Služby pouličního osvětlení se ukázaly být velkými příležitostmi, protože představují pro města obrovský potenciál v oblasti úspor energie z důvodu jejich rozsahu a viditelnosti ve veřejném prostoru. Velice oblíbené jsou modely financování založené na partnerství veřejného a soukromého sektoru.

Závěrem můžeme říct, že teorie jednoho řešení, které bude sedět pro všechny projekty neplatí, jelikož každé město je jiné a čelí různým výzvám a problémům. Svítit by se ale mělo především na místech, kde je potřeba, v době, kdy je třeba a k tomu přiměřené intenzitě.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] A new public lighting for the city. *European Commission* [online]. 2014 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=7828
- [2] *Arcadis* [online]. [cit. 2018-08-16]. Dostupné z: <https://www.arcadis.com/cs/czech/>
- [3] CALDER, Kent E. *Singapore: smart city, smart state*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, [2016]. ISBN 978-0815729471.
- [4] *Cambridge Streetlight Conversion Fact Sheet* [online]. Nov. 19, 2014 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://www.cambridgema.gov/~media/Files/electricaldepartment/LED-Conversion-Fact-Sheet_FINAL.pdf
- [5] *CAMBRIDGE, MA: Setting the example for adaptive street lighting* [online]. May 16, 2016 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.echelon.com/assets/blt39b6475f3f7acf71/Cambridge%20Case%20Study.pdf>
- [6] Český statistický úřad. *Vymezení pojmu udržitelný rozvoj*. [online]. [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20536500/13-423907t030302.pdf/1bbeb9f7-aa97-425c-a87d-f785697a9c97?version=1.0>
- [7] DAMERI, R. P. a C. SABROUX. *Smart city and value creation: How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space* [online]. London: Springer International Publishing, 2014 [cit. 2019-04-25]. ISBN 978-3-319-06160-3.
- [8] Focus Group on Smart Sustainable Cities: FG-SSC. *International Telecommunication Union: Committed to connecting the world*[online]. 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx>
- [9] GIFFINGER R., FERTNER Ch, KRAMAR H., KALASEK R, PICHLERMILANOVIĆ N. a MEIJERS E.. *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. [online] Vienna: University of Technology, 2007. Dostupné také z: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf
- [10] HALL R., BOWERMAN B., BBRAVERMAN J., TAYLOR J., TODOSOW H. a VON WIMMERSPERG U. *The vision of a smart city*. [online] Paris: 2000. Dostupné také z: <http://www.osti.gov/scitech/biblio/773961>

- [11] In Milan, Sustainable Lighting is for Life. *LUMILEDS* [online]. 2015 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.lumileds.com/uploads/553/CS116-pdf>
- [12] *India: Rajasthan Public Street Lighting: Public-Private Partnership Briefs* [online]. World Bank Group, 2015 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <http://documents.worldbank.org/curated/en/797871468191349075/pdf/96896-P3Briefs-ifc-600371-IndiaRajasthanPublicStreetLighting-Box391454B-PULBIC-Colltitle-PPP-BRIEF.pdf>
- [13] Innovation Cities™ Index 2016-2017 [online]. Melbourne, Austrálie: 2thinknow, 2017 [cit. 2018-06-27]. Dostupné z: <https://www.innovation-cities.com>
- [14] JICHKAR, N. *The City of Nagpur's Road to Low Emission and Inclusive Green Growth* [online]. 2017 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: http://forum2017.asialeds.org/wp-content/uploads/2018/01/3_The-City-of-Nagpur%E2%80%99s-Road-to-Low-Emission-and-Inclusive-Green-Growth.pdf
- [15] KPIs on Smart Sustainable Cities. *Why do cities need KPIs?* [Online] ITU, 10. 02 2015. [Citace: 10. 04 2018.] <http://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/KPIs-on-SSC.aspx>
- [16] Lighting up the streets. *International Renewable Energy Agency* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://seors.unfccc.int/applications/seors/attachments/get_attachment?code=3873RWJONHS07J4TB4IEJ1R4G2MT2CO8
- [17] *Los Angeles street lights: World's largest switch to energy-saving LEDs* [online]. 2012 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://wwf.panda.org/?204576/Los-Angeles-street-lights>
- [18] Mercer: Nejlepším městem pro život je už devět let Vídeň. České noviny [online]. 20.03.2018 [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/mercero-nejlepsim-mestem-pro-zivot-je-uz-devet-let-viden/1599851>
- [19] Metodika Konceptu inteligentních měst. *Ministerstvo pro místní rozvoj* [online]. Brno, 2015 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: https://www.dotaceu.cz/getmedia/9c597c78-8651-43a8-8d94-bc9f19da74c5/TB930MMR001_Metodika-konceptu-Inteligentnich-mest-2015.pdf
- [20] NÁTR, L. *Rozvoj trvale neudržitelný*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0987-8.
- [21] *Obce v datech* [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-06-14]. Dostupné z: <https://www.obcevdtech.cz>

- [22] PANAJYAN. *Lighting up Jaipur's Streets While Cutting Emissions: Jaipur Street Lighting* [online]. International Finance Corporation, 2018 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/1046c000-1e14-4e0b-801e-04e55f22ffa8/10StoriesOfImpact-Jaipur+Lighting.pdf?MOD=AJPERES>
- [23] PICON, A. *Smart Cities: A Spatialised Intelligence*. New York: Wiley, [2015]. ISBN 978-1119075592.
- [24] Quality of Living survey: Vienna tops Mercer's 21st Quality of living ranking. Mercer [online]. March 13, 2019 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.mercer.com/newsroom/2019-quality-of-living-survey.html>
- [25] RODRÍGUEZ-BOLÍVAR, M. P. *Transforming City Governments for Successful Smart Cities: How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space* [online]. London: Springer International Publishing, 2015 [cit. 2019-04-25]. ISBN 9783-3190-3167-5.
- [26] SEDAKOVOVÁ, K. *Rozvoj metropolitní alternativní dopravy ve strategickém plánování*. Praha: ČVUT 2017. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.
- [27] SIEMENS AG. *European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europe's major cities* [online]. Mnichov, Německo: Siemens, 2009 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: https://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_en.pdf
- [28] SLAVÍK, J. *Smart city v praxi: Co nabízí inteligentní město občanům a průmyslu* [online]. březen 2016, 1-4 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: http://www.proelektrotechniky.cz/smart-city/Smart_City_bulletin2.pdf
- [29] Správna intenzita i barva světla za pár Wattů. *NajLampy: Osvetlenie a svietidlá pre Váš dom* [online]. 2018 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.najlampy.sk/s/intenzita-a-barva/>
- [30] STEENSEN V a MCGREGOR, C. *Sydeny Lights: Public Domain Design Code* [online]. 2015 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <file:///C:/Users/plibalova/Downloads/Sydney-Lights-Public-Domain-Design-Code.pdf>

- [31] Sustainable Cities Index [online]. Amsterdam, Nizozemsko: Arcadis, 2016 [cit. 2018-06-27]. Dostupné z: <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-index-2016/>
- [32] *Světelné znečištění: Svitíme s rozumem* [online]. Odborná skupina pro tmavé nebe [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://svetelneznecisten.cz/>
- [33] The British Standards Institution 2014. *BSI Standards Publication: Smart city framework - Guide to establishing strategies for smart cities and communities. BSI Standards Limited 2014*, 2014. ISBN 978-0-580-81856-1.
- [34] *The Case for LED Street Lighting: Los Angeles LED Street Lighting Case Study* [online]. 2012 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.m4ssl.npl.co.uk/wp-content/uploads/2013/01/Marieke-Beckmann-SSL-Apr-25-2013.pdf>
- [35] THE ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT. Global liveability survey January 2010. The Economist Economist Intelligence Unit Store [online]. 2010: The Economist Intelligence Unit Limited [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://store.eiu.com/article.aspx?productid=455217630&articleid=1275218712>
- [36] THE ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT. The Global Liveability Report 2017 [online]. The Economist Intelligence Unit Limited, 2017 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: http://pages.eiu.com/rs/753-RIQ-438/images/Liveability_Free_Summary_2017.pdf
- [37] Ústav územního rozvoje. *Vymezení pojmu udržitelný rozvoj*. [online]. [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: http://www.uur.cz/principy/konference/KapitolaA%5CA11_VymezeniPojmuUdrzitelnehoRozvoje_20060919.pdf
- [38] World's best city to live in is Vienna, says 2018 Mercer Quality of Living Index. Financial Review [online]. 21. 4. 2018 [cit. 2018-06-27]. Dostupné z: <https://www.afr.com/lifestyle/travel/world/worlds-best-city-to-live-in-is-vienna-says-2018-mercer-quality-of-living-index-20180320-h0xqvn>