

1. Úvod

Podle odhadů OSN do roku 2050 více než 66 % světové populace bude žít ve městech (United Nations, 2015a), což samozřejmě znásobí problémy s dopravou, čistotou ovzduší, nakládání s odpady i veřejným zdravím (OECD, 2012). Vzhledem k tomu, že Evropská unie (Evropská komise, 2014) i OSN (2016) pro příští roky společně stanovily poměrně ambiciózní klimatické a energetické cíle, potřebujeme co nejrychleji vyvinout taková opatření, která pomohou problémy spojené s urbanizací překonat.

V boji proti klimatickým změnám mají města nezastupitelnou a zásadní roli. Zavádění inovativních chytrých technologií vidíme jako klíčový faktor v procesu snižování emisí skleníkových plynů a zvyšování energetické účinnosti měst. Tyto technologie musí být chytré, úsporné, integrované, nákladově efektivní a jejich dopad by se neměl týkat jen environmentálně-udržitelných cílů, ale i finanční udržitelnosti a občanského blaha.

V posledních letech došlo k určitému posunu a města se namísto udržitelnosti zaměřila na cíle v oblasti smart cities/chytrých měst (Marsal-Llacuna, Colomer-Llinàs, & Meléndez-Frigola, 2015). Tyto dva přístupy jsou však vzájemně propojené a často sdílejí stejné nebo podobné cíle. Definicí pojmu smart city existuje hned několik (Albino, Berardi, & Dangelico, 2015) a zdaleka ne každá reflektuje vztah mezi chytrým městem a udržitelností. Proto je třeba, abychom všichni lépe pochopili souvislost mezi konceptem chytrých měst a konceptem udržitelných měst (Bifulco, Tregua, Amitrano, & D'Auria, 2016).

Evropská unie pohlíží na koncepci smart cities jako na podporu environmentální udržitelnosti, protože jejím hlavním cílem je s využitím inovativních technologií snížit množství emisí skleníkových plynů. V důsledku rostoucího zájmu o koncepci smart city a potřeby řešit problémy související s urbanizací se objevilo několik soukromých i veřejných investičních záměrů ve vývoji a realizaci nových technologií. Vidíme to na skutečně vysokém počtu smart city iniciativ, implementačních projektů a společně financovaných veřejných výzkumných projektů. V roce 2012 probíhalo 143 projektů zaměřených na smart city, 47 z nich v Evropě a 30 v USA (Lee & Hancock, 2012). I města samotná si dávají vysoké cíle, pokud jde o jejich ekologicky čistou budoucnost, a zapojují se do iniciativ a sítí měst, jako jsou Covenant of Mayors (Covenant of Mayors), CIVITAS (CIVITAS), CONCERTO (CONCERTO) a Green Digital Charter (Green Digital Charter). Účelem výše uvedených iniciativ je podpořit úsilí o vyšší energetickou účinnost a nižší emise oxidu uhličitého, které je i součástí cílů EU 2030. Politici a úředníci potřebují nástroje, které jim pomohou podniknout kroky žádoucím směrem, uvést je do praxe, a následně zhodnotit dosažený pokrok města. Z toho důvodu již vzniklo několik rámců pro hodnocení výkonnosti měst, z nichž některé jsou zaměřeny na udržitelnost měst a jiné přímo na samotné technologie smart cities.

Cílem této studie je pochopit podobnosti a rozdíly mezi koncepcí udržitelných měst a koncepcí smart cities a mezi příslušnými rámci pro hodnocení. K tomuto cíli nám pomůže porovnání osmi již existujících systémů pro měření výkonnosti udržitelných měst a chytrých měst. Tohle srovnání bylo zaměřeno na aplikační oblasti a kategorie dopadů použitých indikátorů.

1.1. Udržitelná města

Naše studie srovnává rámce pro hodnocení koncepce smart city s rámci pro udržitelná města, a proto zde uvádíme stručný přehled o vývoji těchto dvou typů hodnocení měst.

V souladu s původní definicí udržitelného rozvoje (WCED, 1987) můžeme město nazvat udržitelným, „pokud jeho výrobní podmínky v průběhu času nedevastují podmínky pro jeho obnovu“ (Castells, 2000). Podle novější definice Hirematha, Balachandra, Kumara, Bansodea, and Muraliho (2013) je pro udržitelný rozvoj města charakteristická „rovnováha mezi rozvojem městských oblastí a ochranou životního prostředí, zohledňující spravedlnost příjmů,

zaměstnání, bydlení, základních služeb, sociální infrastruktury a dopravy v městských oblastech“. Pro stavební sektor byla vytvořena celá řada rámců a nástrojů pro posouzení vlivu na životní prostředí za účelem usnadnění rozhodovacích procesů a zajištění udržitelnosti jak ve stavebnictví, tak v dopravě. V nedávné době došlo v posuzování ke změně - místo jednotlivých budov jsou cílem hodnocení celé čtvrtě a obvody. Tento přístup umožňuje souběžně posuzovat zastavěné prostředí a například dopravu a služby (Haapio, 2012). Začátky monitorování měst se podle Marsal-Llacuna a kol. (2015) datují do 90. let 20. století, kdy v rámci iniciativy Local Agenda (United Nations, 1992) byly stanoveny indikátory pro monitorování udržitelnosti městských aglomerací. V následujícím desetiletí se začala používat analýza kvality života s příslušnými indikátory, jejíž vznik byl iniciován jednoletým průzkumem kvality života (Mercer, 2014) a indexem kvality života (Economist Intelligence Unit, 2005). Koncept města příjemného pro život později prezentovaly minimálně dva známé mediální žebříčky: žebříček Nejlepší město pro život v časopise Monocle (Monocle, 2014) a Index kvality života v časopise International Living (International Living, 2014). Jak uvádí McManus (2012), indikátory udržitelnosti měst vytvářejí především tyto tři typy organizací: environmentální organizace, organizace propagující ekologický způsob života ve městech a konzultační instituce. Nástroje, které jsou k dispozici, slouží buď k hodnocení udržitelnosti měst, nebo jde o nástroje, které umožňují městům porovnat ta nejlepší řešení a najít nejlepší praktická opatření. Několik indikačních systémů vyvinuly i výzkumné organizace a projekty. Podle Tanguaye, Rajaonsona, Lefebvra a Lanoie (2010) indikátory udržitelného rozvoje stále častěji používá veřejná správa s cílem potvrdit strategie udržitelného rozvoje měst, a to především tím, že umožní hodnotící a monitorovací aktivity. Jak ale dodávají Huang, Yeh, Budd a Chen (2009), využití indikátorů udržitelnosti přináší určitá omezení, protože tyto indikátory nereflektují systémové interakce ani neposkytují normativní fakta o směru, kterým je třeba se vydat.

Jednotlivé nástroje hodnocení udržitelnosti měst přistupují k udržitelnosti z různých úhlů. Obecně známé nástroje pro hodnocení udržitelnosti celých městských čtvrtí, mezi které patří LEED, BREEAM a CASBEE a které analyzovali například Sharifi a Murayama (2013), se zaměřují na labelling. Naproti tomu Hedman, Sepponen a Virtanen (2014) představují nástroj, jehož účelem je posoudit energetickou účinnost podrobného plánu města, a to prostřednictvím analýzy energetické náročnosti budov a dopravního systému a analýzy energetického systému a zdroje energie. Několik hodnotících rámců, především těch, které byly vytvořeny pro hustě obydlené oblasti v asijských městech, se zaměřilo i na dopravu: např. Partnerství pro udržitelnou dopravu v asijských městech (PSUTA) (CAI-Asia Program) a Indikátory mobility v Bengalúru (Directorate of Urban Land Transport, 2011). Rozmanitost jednotlivých přístupů však může být problémem v okamžiku, kdy hledáme celostní hodnotící rámec pro řešení integrovaných výzev. Jak poznamenává Tanguay a kol. (2010), „absence univerzálnější, a tedy méně obecné definice pojmu udržitelný rozvoj vede ke vzniku četných interpretací, a především způsobuje přímo explozi velkého počtu indikátorů“.

Ačkoliv podle obvyklé definice je pro udržitelnost charakteristické zohledňování jak ekonomických, tak environmentálních a sociálních důsledků, stávající nástroje hodnocení se obvykle zaměřují především na aspekty environmentální (Berardi, 2013; Robinson & Cole, 2015; Tanguay et al., 2010). Například ty nejznámější hodnotící systémy BREEAM, CASBEE a LEED přisuzují přímým ekonomickým a sociálním opatřením jen velmi malou váhu (průměrně 3 % pro obchod a ekonomiku a 5 % pro blaho obyvatel) (Berardi, 2013). Navíc tzv. „zelené“ nebo „udržitelné“ koncepce bývají dost často kritizovány za to, že pouze zpomalují tempo poškozování životního prostředí (Cole, 2012; Reed, 2007), a proto vznikl termín „regenerační udržitelnost“ pro víc integrující a celostní přístup (Robinson & Cole,

2015). Vzhledem k tomu, že většina hodnotících nástrojů vznikla metodou shora dolů a na jejich vzniku se podílely zejména odborné instituce, celá řada odborníků (Berardi, 2013; Reed, Fraser, & Dougill, 2006; Robinson & Cole, 2015; Turcu, 2013) dnes volá po intenzivní integraci občanských, participativních, lokalizovaných a procedurálních přístupů.

Vhodné řešení vzájemné interakce mezi různými aspekty města vyžaduje systematický přístup. Města musíme chápat jako městské ekosystémy, složené z interakcí mezi sociálními, biologickými a fyzickými složkami (Nilon, Berkowitz, & Hollweg, 2003). Pro dosažení udržitelnosti je nezbytné porozumět vazbám mezi lidmi, jejich aktivitami a životním prostředím. Městská morfologie zkoumá prostorové struktury a charakter města. Prostorové rozložení aktivit a dostupnost služeb - především uspořádání města, jeho funkčnost a provázanost – jsou klíčové aspekty udržitelného města, které umí využívat své zdroje co nejefektivněji (Bourdic, Salat, & Nowacki, 2012; Salat & Bourdic, 2012).

1.1. Koncepce smart city / chytré město

Počátek konceptu smart city spadá do roku 1994 (Dameri & Cocchia, 2013); od roku 2010, kdy se objevila řada projektů v oblasti smart city s podporou EU, počet publikací na toto téma výrazně vzrostl (Jucevicius, Patašienė, & Patašius, 2014). I přes velmi časté využití konceptu obvykle narážíme na neúplné a nejasné chápání jeho významu (Angelidou, 2015; Chourabi et al., 2012; Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011; Hollands, 2008; Marsal-Llacuna et al., 2015; Wall & Stravlopoulos, 2016). Obecná představa, kterou sdílí i Evropská komise, je taková, že v chytrých městech pomáhají dosáhnout udržitelnosti nejrozumnější technologie (European Commission, 2012). Podle posledního uvedeného zdroje se chytrá města a obce zaměřují na průsečík mezi energií, dopravou a informačními a komunikačními technologiemi, což jsou zároveň i oblasti, které získávají největší podíl veřejných financí, podporujících právě koncept smart cities (v rámci programu Horizon 2020 „chytrá města a obce“). Marsal-Llacuna a kol. (2015) uvádí, že hodnocení chytrého města vychází z „předchozích zkušeností s měřením ekologicky šetrných a pro život příjemných měst, která zahrnují i koncepci udržitelnosti a kvalitního života, ale s důležitým a signifikantním přídavkem technologických a informačních prvků“. I když politická i akademická sféra považují využití moderních technologií za neoddělitelnou součást konceptu smart city, objevila se i celá řada definic s poněkud odlišným úhlem pohledu.

Literatura, která zdůrazňuje právě využití informačních a komunikačních technologií, je velmi obsáhlá (Gonzales & Rossi, 2011; Harrison & Donnelly, 2011; Hung-Nien, Chiu-Yao, Chung-Chih, & Yuan-Yu, 2011; Jucevicius a kol., 2014; Paroutis, Bennett, & Heracleous, 2013; Washburn a kol., 2010). Jedna část literatury na téma smart cities se zaměřuje především na technické a environmentální aspekty města. Podle Lombardiho a kol. (2011) existuje několik definic pojmu smart city, které kladou důraz na využití moderních technologií v každodenním životě města. Vznikají tak inovativní dopravní systémy a ekologické a současně efektivní energetické systémy i nová infrastruktura a logistika. Širší pojetí konceptu smart city sice také zdůrazňuje využití moderních technologií, ale vidí v nich spíše prostředek pro zvyšování kvality života a snižování dopadů na životní prostředí (IEEE, 2014). Například Marsal-Llacuna a kol. (2015) uvádí, že cílem iniciativy smart cities je prostřednictvím informačních technologií a dat zajistit obyvatelům měst kvalitnější služby, dále monitorovat a optimalizovat stávající infrastrukturu, posílit spolupráci mezi ekonomickými subjekty a podpořit inovativní obchodní modely ve veřejném i soukromém sektoru.“ Naopak definice Angelidou (2014) vyzdvihuje roli informačních a komunikačních technologií v úsilí o dosažení prosperity, efektivitu a konkurenceschopnosti.

Další část literatury vedle nových technologií zdůrazňuje, jak zásadní je role lidského kapitálu pro rozvoj chytrých měst s větší ekonomickou, sociální a environmentální udržitelností (Neirotti, De Marco, Cagliano, Mangano, & Scorrano, 2014; Giffinger a kol., 2007; Hollands,

2008; Nam & Pardo, 2011). Podle tohoto celostního chápání propojují chytrá města technologie, vlády a společnosti tak, aby mohla vzniknout a fungovat chytrá ekonomika, chytrá mobilita, chytrá vláda, a aby ve městech žili chytrí lidé chytrým způsobem života (IEEE, 2014). Jako příklad uvádí Caragliu a kol. (2011), že město je chytré, když „investice do lidského a sociálního kapitálu a tradiční (dopravní) i moderní (informační) infrastruktury jsou stimulatorem udržitelného ekonomického rozvoje a vysoké kvality života; k tomu patří moudré nakládání s přírodními zdroji a participativní řízení“. Jako další „měkké faktory“, důležité pro chytrá města, uvádí Lombardi a kol. (2011) participaci, bezpečnost a kulturní dědictví. Dále, podle definice Correiy a Wünstela (2011), je chytré město takové, které propojuje materiální kapitál se sociálním, a vytváří kvalitnější služby a infrastrukturu“. Význam služeb zdůrazňují i Belanche, Casaló, & Orús, 2016 a Lee, Hancock a Hu (2014). Belanche a kol. (2016) upozorňují na to, že postoj města k frekvenci využití služeb má vliv na dosažení udržitelnosti a efektivity, zatímco Lee a kol. (2014) zdůrazňují roli participativní koncepce služeb a otevřeného pohybu dat. Autoři rovněž zmiňují zavedení inteligentní infrastruktury, masivního systému pobídek a centralizované veřejné správy jako nástrojů usnadňujících přijetí koncepce chytrého města. A konečně – Společný program pro chytrá města, vypracovaný Evropskou aliancí pro energetický výzkum (EERA), zdůrazňuje v rámci chytrých měst aspekty environmentální udržitelnosti a uvádí, že „podle očekávání by chytrá města měla směřovat svůj energetický systém na udržitelnou cestu. To ovšem bude vyžadovat integrovaný systémový náhled a inteligentní a inovativní přístupy k plánování i provozování městského energetického systému.“ (EERA Joint Programme on Smart Cities, 2013).

Když to shrneme, vyplývají nám v podstatě dva směry, které vynikají v současné diskuzi o chytrých městech: 1) přístup orientovaný na informační, komunikační a další technologie a 2) přístup orientovaný na člověka. Angelidou (2014) to nazývá rozměrem chytrých měst. Ten se pohybuje od strategií, které cílí na efektivitu a technologický pokrok tvrdé infrastruktury města (tzn. dopravní, odpadní, vodní, energetické), až po strategie zaměřené na měkkou infrastrukturu a obyvatelstvo (tj. sociální a lidský kapitál, znalosti, inkluze, participace, sociální inovace a spravedlnost). Další příklady používané ke kategorizaci přístupů k chytrému městu jsou iniciativy shora-dolů oproti těm zdola-nahoru (Calzada & Cobo, 2015) a přístupy řízené poptávkou a nabídkou (Angelidou, 2015).

Srovnání měst a hodnocení pokroku, který město učinilo žádoucím směrem, umožňují rámce jako Smart Cities Wheel (Boyd Cohen) a European Smart Cities Ranking (Giffinger et al., 2007). Další systémy pro hodnocení výkonnosti chytrých měst prezentovali např. Albino a kol. (2015), Lazaroiu a Roscia (2012) a Lombardi, Giordano, Farouh a Yousef (2012). Specifické rámce, které umožňují srovnání měst podle toho, nakolik inteligentní jsou jejich dopravní systémy, navrhli Debnath, Chin, Haque a Yuen (2014) a Garau, Masala a Pinna (2016). A například Garau, Masala a Pinna (2015) nabízejí městům jasnou metodiku pro posouzení míry inteligence městské mobility; s použitím této metody hodnotili již 17 italských měst.

2. Materiál a metody

2.1. Zvolený rámec pro hodnocení chytrého města a udržitelného města

Abychom mohli studovat systémy pro měření výkonnosti chytrých měst, vybrali jsme k analýze soubor hodnotících rámců. Kromě toho jsme vybrali i stejný počet rámců pro hodnocení udržitelných měst, abychom mohli porovnat, jak se chytrá města liší od udržitelných.

Vzhledem k velké různorodosti definic smart city bylo poměrně obtížné rozhodnout, které rámce/žebříčky hodnocení smart city do analýzy zahrneme. Konečný výběr rámců proběhl na

základě tří kritérií: 1) rámec musí zcela jasně konstatovat, že měří „chytrost“ měst; 2) musí být k dispozici dostatečně podrobné informace o indikátorech a metodách; 3) rámec musí pokrýt několik funkcí města (nejen například dopravu nebo energii). Podle těchto kritérií jsme zvolili osm rámců pro chytrá města (viz [Tabulka 1](#)).

Vybrat konečný soubor rámců pro hodnocení udržitelnosti měst bylo ještě složitější kvůli obrovskému množství systémů pro měření jejich výkonnosti. Ty, které jsme pro naši studii zvolili, jsou dobře známé a hojně využívané. Pro výběr jsme použili stejná výběrová kritéria jako v předchozím případě (pouze „měření chytrosti“ nahradilo „měření udržitelnosti města“). Rozhodli jsme se udržet počet rámců pro udržitelnost měst také na osmi, abychom umožnili odpovídající srovnání těchto dvou hodnotících rámců (viz [Tabulka 2](#)). V případě obou typů rámců jsme se snažili zvolit takové hodnotící systémy, které pokrývají rozsáhlou geografickou oblast (Evropu, Severní Ameriku, Asii).

Podkladem pro analýzu je přehled literatury o systémech měření výkonnosti. Jde o zdroje vědecké i nevědecké, jako např. odborné příručky a webové stránky (v případě, že nebyly k dispozici žádné vědecké publikace).

2.2. Metoda a data

Indikátory jsou čísla nebo jiná měřítka, která umožňují informaci o složitém jevu, např. o dopadech na životní prostředí, zjednodušit do snadno pochopitelné a použitelné formy. Tři hlavní funkce indikátorů jsou kvantifikace, zjednodušení a komunikace (ISO, 2010). Města potřebují indikátory k tomu, aby si stanovila cíle a sledovala vlastní pokrok (ISO, 2014). Jak uvádí [Tanguay a kol. \(2010\)](#), je třeba jasně specifikovat rozdíl mezi údajem/proměnnou a indikátorem. Údaj/proměnná se stane indikátorem, jen pokud je stanovena jeho/její role v hodnocení jevu; to znamená, že změna údaje/proměnné je definovaná jako pozitivní nebo negativní. Indikátory lze kategorizovat několika způsoby. Indikátory výkonnosti měří požadovanou konečnou výkonnost, ale nedokážou určit, která technická řešení k ní vedou ([Gibson, 1982](#)). K tomu slouží normativní indikátory. Další kategorizace, která je podrobnější, rozděluje indikátory do skupin podle toho, zda měří vstupy, výstupy, výsledky nebo dopady ([Segnestam, 2002](#)).

Součástí hodnotících rámců může být i přiřazení určité váhy jednotlivým indikátorům, to znamená, že jejich hodnota nebo přínos je větší nebo menší než hodnota či přínos jiných indikátorů ([Tanguay a kol., 2010](#)). V naší studii však o přiřazení hodnoty neuvažujeme, protože nebylo součástí těch rámců, které jsme vybrali pro analýzu. Přiřazení váhy indikátorům bývá typické v souvislosti s konkrétními cílovými skupinami, protože např. zaměstnanci správy města budou mít jiné priority než projektanti, případně firmy, občané nebo tvůrci politik. Vzhledem k tomu, že v našem průzkumu neanalyzujeme specifické rozdíly mezi uživatelskými skupinami, přiřazování váhy jsme z naší analýzy vyloučili. Navíc nás zajímá pouze měření toho, jak indikátory působí na specifické oblasti nebo aspekty, nehodnotíme to, nakolik každý z indikátorů přispívá ke konečnému výsledku vzhledem k účelu konkrétního systému měření výkonnosti. Zkoumání indikátorů hodnotícího systému co do množství nás informuje o tom, co je v tomto rámci považováno za důležité. Pokud je určitá oblast měřena několika indikátory, naznačuje nám to, že jde o poměrně zásadní záležitost. Součástí naší analýzy není ani normalizace indikátorů, abychom srovnali důležitost jednotlivých hodnotících rámců (počet indikátorů v jednotlivých rámcích se liší). Cílem totiž není srovnání jednotlivých rámců, ale srovnání použití indikátorů pro koncepci udržitelných měst a pro koncepci smart city. A vzhledem k tomu, že rozdíly mezi indikátory smart city a udržitelnosti jsou analyzovány v poměru (v procentech), rozdíl v celkovém počtu těchto indikátorů nemá vliv na výsledky analýzy.

Rámce/žebříčky pro koncepci smart city, které byly vybrány pro naši studii

Tabulka 2

Osm hodnotících rámců pro udržitelná města, které byly vybrány pro naši studii

Pro studium rozdílů mezi výše uvedenými dvěma typy systémů měření výkonnosti (smart city versus udržitelná města) jsme opustili původní kategorizaci indikátorů, uvedenou v hodnotících rámcích, a indikátory jsme přeskupili do dvou nově vytvořených kategorií:

Pro kategorii dopadů jsme zvolili tři tradiční rozměry udržitelnosti: ekonomický, sociální a environmentální. Od doby, kdy se s těmito rozměry udržitelnosti začalo pracovat (WCED, 1987), celá řada studií obsahuje myšlenku, že udržitelnost měst stojí na těchto třech pilířích (např. Giddings, Hopwood, & O'Brien, 2002), a proto se naše rozhodnutí pro tuto kategorizaci zdálo jako nejvhodnější. Rozdělením indikátorů do těchto tří kategorií jsme dostali odpověď na otázku „jaký typ udržitelnosti daný indikátor měří/kde můžeme vidět dopady?“. Ačkoliv tradičně se tato kategorizace používá pro indikátory udržitelnosti, stejné dopady jsou relevantní i pro chytrá města a měření úspěšnosti dosažení konečných cílů. I když je většinou užitečné měřit indikátorem výstupu výkonnost určité technologie, stálo by za to také vyhodnotit, zda je tato technologie nakonec ekonomicky životaschopná, společensky žádoucí a proveditelná z hlediska životního prostředí. I když to není vždycky jednoduché, lze odhadnout potenciální hlavní kategorie dopadů v indikátorech výstupů, jako jsme to provedli v naší studii. Například indikátor měřící počet instalovaných chytrých elektroměrů bude pravděpodobně používán především pro environmentální dopady, zatímco indikátor „počet otevřených datových souborů“ se pravděpodobně bude týkat sociálních dopadů. A nakonec „počet nových start-upů“ je zcela zjevně ekonomickým indikátorem.

Abychom lépe pochopili zaměření indikátorů, rozdělili jsme je dále do několika sektorů. Tímto způsobem jsme dostali odpověď na otázku „ke kterému sektoru/kterým sektorům se daný indikátor vztahuje?“ Neirrotti a kol. (2014) na základě důkladného zkoumání literatury představuje 12 domén, které jsou uvedeny v celé řadě studií rozvoje měst. Pro výběr našich sektorů jsme zachovali princip těchto domén, ale s jistými úpravami, aby sektory lépe odpovídaly všem základním funkcím města. Zvolených sektorů/kategorií je deset: Přírodní prostředí; Zastavěné prostředí; Vodní hospodářství a nakládání s odpady; Doprava; Energie; Ekonomika; Vzdělání, kultura, věda a inovace; Životní pohoda, zdraví a bezpečí; Správa a občanská angažovanost; Informační a komunikační technologie.

Analýzu jsme provedli tak, že jsme každý z 958 indikátorů rozdělili do tří kategorií dopadů a deseti sektorových kategorií. Obr. 1 znázorňuje celý postup krok za krokem. Protože se velká část indikátorů vztahuje k více než jednomu sektoru, a také se může týkat několika kategorií dopadu, každému z indikátorů jsme přidělili celkem čtyři body, z nichž dva byly přiděleny do jedné nebo dvou sektorových kategorií a další dva do jedné nebo dvou kategorií dopadů (krok 1 v Obr. 1). Jako příklad uvedeme indikátor „Pronikání IKT do vzdělávání“, který jednoznačně souvisí se dvěma sektory: IKT a Vzdělání, kultura, věda a inovace, a proto byl ke každému z nich přidělen jeden bod. Indikátor „Míra chudoby“ se vztahuje ke dvěma kategoriím dopadu: sociální udržitelnosti (životní spokojenost obyvatel), ale současně i k ekonomické udržitelnosti (prosperita/ekonomická prosperita města), a proto obě kategorie dostaly po jednom bodu. Po přidělení čtyř bodů za každý indikátor do příslušné kategorie byla vytvořena matice (se sektorovými kategoriemi ve vertikální řadě a kategoriemi dopadu v horizontální řadě) – výpočtem skalárního součinu mezi vektory, sestávajícími z bodů odpovídajících sektorů a dopadů (krok 2). V rámci kroku 3 byly sečteny body v každé kategorii dopadu a sektorové kategorie v matici.

Nakonec jsme pomocí t-testu zjistili, zda rozdíly mezi našimi dvěma typy hodnotících rámců jsou statisticky významné. Provedli jsme analýzu pro každou ze tří kategorií dopadu a každou z deseti sektorových kategorií a vytvořili dvě skupiny vzorků: skupina 1 obsahuje všech osm rámců hodnocení smart cities a skupina 2 všech osm rámců hodnocení udržitelných měst. Použili jsme oboustranný t-test pro nezávislé vzorky, protože jsme předpokládali nerovné odchylky. Proměnné v této studii byly body (v procentech) přidělované v každé kategorii dopadu a sektorové kategorii. Použití procent místo skutečných bodů bylo nutné vzhledem k proměnlivému počtu indikátorů ve studovaných rámcích.

3. Výsledky

3.1. Rozdělení indikátorů do kategorií dopadu a sektorových kategorií

Tabulky 3 a 4 shrnují výsledky analýzy indikátorů pro chytrá města a pro udržitelná města. Tabulky ukazují (v procentech) rozdělení indikátorů (nebo bodů přidělených ke každému indikátoru v rámci této studie) do 10 sektorových kategorií a 3 kategorií dopadů. Z tabulek lze vyčíst následující: 1) Pokud jde o rámce pro chytrá města, v jejich indikátorech výrazně převažuje rozměr sociální udržitelnosti, který můžeme najít ve více než polovině indikátorů. Ekonomickou udržitelnost poměruje méně než jedna třetina indikátorů, zatímco environmentální udržitelnost je s pouhými 20 % indikátorů zastoupena celkem nedostatečně. To naznačuje, že cíle konceptu chytrých měst souvisí do značné míry se sociálními aspekty, zatímco environmentální otázky se na žebříčku důležitosti nacházejí o dost níž. 2) Rozdělení indikátorů pro chytrá města v deseti sektorových kategoriích potvrzuje výše uvedené zjištění, protože nejvyšší počet bodů získaly kategorie Ekonomika a Vzdělání, kultura, věda a inovace spolu s kategorií Životní pohoda, zdraví a bezpečnost (které pokrývají 19 %, resp. 16 % a 15 % indikátorů). Významný podíl indikátorů pokrývají i kategorie Správa a občanská angažovanost a Informační a komunikační technologie (11 %). Jasná menšina indikátorů patří pod sektory Přírozené prostředí (7 %), Vodní hospodářství a nakládání s odpady (7 %), Doprava a Energie (6 %) a Zastavěné prostředí (4 %).

Studie rámců udržitelných měst zjistila především to, že příslušné indikátory pokrývají víceméně stejnou měrou environmentální a sociální rozměr (43 % a 47 %), zatímco indikátory, které měří ekonomickou udržitelnost, jsou v jasné menšině (10 %). Pokud jde o rozdělení indikátorů udržitelných měst do 10 sektorů, většina indikátorů pokrývá sektory Přírozené prostředí (16 %), Zastavěné prostředí (13 %), Vodní hospodářství a nakládání s odpady (14 %), Doprava (12 %) a Životní pohoda, zdraví a bezpečnost (16 %). Indikátory, které měří udržitelnost v dalších oblastech, jsou v menšině: Energie (6 %), Ekonomika (9 %), Vzdělání, kultura, věda a inovace (5 %) a Správa a občanská angažovanost (8 %). Pouze sektor Informační a komunikační technologie je zastoupen jen v minimálním počtu indikátorů (2 %).

3.2. Srovnání obou typů hodnotících rámců

Na Obr. 2 je znázorněno, jak indikátory obou systémů měření výkonnosti pokrývají tři rozměry udržitelnosti. Jak je uvedeno již v předchozí části, rámce pro chytrá města kladou důraz v první řadě na sociální aspekty, zatímco především environmentální aspekty se zdají pro tuto koncepci méně důležité. Stejně tak rámce pro udržitelná města se silně zaměřují na sociální aspekty, ale skoro stejnou měrou i na aspekty environmentální, kdežto ekonomický rozměr téměř ignorují.

Pro nás je zajímavé, že oba systémy měření výkonnosti zdůrazňují sociální rozměr udržitelnosti, proto se blíže podíváme na to, jaká pozornost je věnována jednotlivým sektorům, které pokrývají právě sociální rozměr.

Na Obr. 3 vidíme, že pokud jde o sociální udržitelnost, hlavní rozdíl mezi těmito dvěma typy rámců je ten, že zatímco chytrá města se víc zaměřují na Vzdělání, kulturu, vědu a inovace a

na Informační a komunikační technologie, rámce pro udržitelná města se soustředí víc na sektory, které přece jen souvisí s životním prostředím, tj. Přírozené prostředí a Zastavěné prostředí, Vodní hospodářství a nakládání s odpady a Doprava. Do sektoru Životní pohoda, zdraví a bezpečnost spadá asi jedna třetina indikátorů v obou typech hodnotících systémů, což ukazuje, že sociální udržitelnosti se týkají spíše tyto aspekty.

Jak je těchto deset sektorů celkově pokryto našimi dvěma typy hodnotících rámců, to znázorňuje Obr. 4 (v analýze jsou zahrnuty všechny rozměry). Z tabulky vyplývá následující: Vzdělání, kultura, věda a inovace a Ekonomika jsou dva ze tří nejvýznamnějších sektorů pro rámce chytrých měst, ale mnohem méně důležité pro udržitelná města. Také IKT jsou podstatně důležitější pro rámce chytrých měst. Na druhou stranu rámce pro chytrá města téměř ignorují většinu environmentálních sektorů jako Přírozené a Zastavěné prostředí, Vodní hospodářství a nakládání s odpady nebo Doprava, které jsou široce zastoupeny v rámcích pro udržitelná města.

Nakonec jsme potřebovali zjistit, zda jsou rozdíly mezi oběma typy rámců statisticky významné, proto jsme provedli t-test. Jak je vidět v Tabulce 5, rozdíl v rozložení indikátorů v rámci tří rozměrů udržitelnosti je zásadní pro environmentální a ekonomickou udržitelnost, nikoliv však pro udržitelnost sociální. To odpovídá i výsledkům, jak je uvádí Obr. 2.

Pokud jde o sektorové kategorie, rozdíl byl výrazný v případě pěti sektorů (Přírozené prostředí, Zastavěné prostředí, Vodní hospodářství a nakládání s odpady, Ekonomika a Vzdělání, kultura, věda a inovace), pro ostatních pět byl nevýrazný. I tyto výsledky jsou v souladu s údaji na Obr. 4, s výjimkou sektoru Informační a komunikační technologie, který se mnohem víc týká rámce pro chytrá města než rámce udržitelných měst.

Tento zanedbatelný rozdíl, který naznačuje statistická analýza, však můžeme vysvětlit tím, že ačkoliv většina rámců pro chytrá města obsahuje několik indikátorů, které měří oblast IKT, máme zde i pár rámců s žádným nebo jen s velmi málo indikátory IKT (viz Příloha 1).

Tabulka 3

Rozložení indikátorů rámců pro chytrá města v deseti sektorových kategoriích a třech kategoriích dopadu

4. Diskuze

Současná města se stále víc a víc zajímají o problematiku udržitelnosti. S tím souvisí i rostoucí snaha najít způsoby pro zachování přírodních a hospodářských zdrojů. V dřívějších letech se diskuze týkaly udržitelnosti měst, v poslední době však rostl zájem o to, jak k dosažení udržitelnosti mohou přispět chytrá řešení, a s tím vzrůstá především popularita koncepce chytrých měst. Vzniklo již několik systémů pro měření výkonnosti, které městům umožňují zhodnotit vlastní pokrok směrem k chytrému městu.

Cílem naší studie bylo zjistit, do jaké míry řeší koncepce chytrých měst stejná témata a stejné problémy jako koncepce udržitelných měst. Abychom našli případné rozdíly, zaměřili jsme se na studium hodnotících rámců a jejich indikátorů, které se využívají k evaluaci výkonu obou koncepcí. Ačkoliv definování koncepce chytrých měst již bylo předmětem zkoumání celé řady studií, náš přístup, který porovnává chytrá a udržitelná města, je poměrně ojedinělý. Podobnou metodu srovnávající indikátory pro hodnocení chytrých a udržitelných měst používá pouze studie [Monfaredzadeha a Berardiho \(2015\)](#). Naše metoda se ale od výše uvedené liší zkoumanými kategoriemi. Zatímco [Monfaredzadeh a Berardi \(2015\)](#) se zaměřují na nejběžnější uskupení chytrých měst, předmětem podrobného zkoumání naší studie jsou tři tradiční rozměry udržitelnosti a deset sektorových kategorií (chytrých měst). Snažili jsme se tak zjistit a pochopit, jak se tyto dva rámce od sebe vzájemně odlišují.

Váhové faktory nejsou součástí většiny analyzovaných rámců, a i když jsou, mezi zkoumanými cílovými skupinami se často liší. Abychom tedy zajistili konstantnost výzkumné metody, důsledně jsme opomenuli potenciální vliv váhy na význam jednotlivých indikátorů. Rozdíly mezi indikátory pro chytrá města a pro udržitelná města jsou však natolik výrazné, že

hlavní závěry zůstávají platné. Předpokládaným zjištěním naší studie byl mnohem silnější důraz na informační a komunikační technologie i na to, čemu říkáme „smartness“, v případě hodnotících rámců pro chytrá města. Dalším, mnohem překvapivějším zjištěním je to, že zatímco hodnocení udržitelných měst se zaměřuje na rozměr environmentální udržitelnosti, v hodnocení chytrých měst environmentální indikátory chybí a mnohem početněji jsou zastoupeny aspekty sociální a ekonomické.

Naše výsledky analýzy aplikačních domén indikátorů pro hodnocení chytrých měst potvrzují výsledky [Monfaredzadeha a Berardiho \(2015\)](#), podle kterých koncepce chytrých měst kladou důraz na lidské a virtuální prostředí namísto fyzického. Podle naší studie jsou oblasti jako Přirozené prostředí, Zastavěné prostředí, Vodní hospodářství a nakládání s odpady nebo Energie skutečně mnohem komplexněji řešeny v systémech hodnocení udržitelných měst, zatímco problematiku ekonomickou lépe pokrývají rámce pro chytrá města. Když však porovnáme stávající indikátory s oblastmi praktického aplikování koncepce chytrých měst, zjistíme až překvapivou inkoherenci. Jak sektor Doprava, tak sektor Energie mají jen velmi málo indikátorů, a přitom v posledních letech byly v Evropě vynaloženy obrovské zdroje ([Vanolo, 2014](#)) na výzkumné projekty koncepce chytrých měst a zcela nedávno na majákové projekty zaměřené především na oblasti energie, dopravy a IKT ([European Commission, 2012](#)). I podle [Neirottiho a kol. \(2014\)](#) jsou právě v oblasti dopravy a mobility, a také přírodních zdrojů a energie nejčastěji realizovány současné aktivity, které se týkají chytrých měst.

Tabulka 4
Rozdělení indikátorů pro rámce udržitelných měst do deseti sektorů a tří kategorií dopadu
Obr. 2
Rozložení počtu indikátorů pro rámce chytrých i udržitelných měst podle tří rozměrů udržitelnosti

Silný důraz na sociální indikátory v rámci pro hodnocení chytrých měst můžeme vidět jako snahu o zlepšení v reakci na kritiky, podle nichž byly sociální aspekty trvale opomíjeny (např. [Vallance, Perkins, & Dixon, 2011](#); [Murphy, 2012](#)) a obyvatelé měst a obcí měli jen omezenou možnost zapojit se do rozvoje a plánování města (např. [Kathlene & Martin, 1991](#); [Ford, 2010](#)). A podobně, význam, kterého se dostává ekonomické udržitelnosti, naznačuje, že jsme konečně pochopili, že přínosy v oblasti ekonomické nemusí být v rozporu s udržitelnými cíli: usilujeme-li o environmentální udržitelnost města, ekonomické aktivity nemusí být v ohrožení, naopak, i ekonomika může benefitovat z environmentálně-udržitelných cílů ([Geary, 2004](#); [Nixon, 2009](#); [McKinsey and Company, 2011](#)).

Malý počet environmentálních indikátorů v rámci pro hodnocení chytrých měst je však velmi zajímavým nedostatkem, protože snižování hladiny CO₂ a omezování spotřeby energií jsou jedny z hlavních cílů této koncepce ([European Commission, 2012](#); [United Nations, 2015b](#)). Jedním z možných vysvětlení je fakt, že sektory související s environmentálními otázkami, jako jsou energie a doprava, je poměrně jednoduché posoudit a ohodnotit, zatímco taková sociální inkluze nebo správa/řízení věcí veřejných jsou natolik složitá témata, že vyžadují větší počet indikátorů. To však nevysvětluje zcela evidentní nedostatek některých základních environmentálních indikátorů v mnoha rámci pro hodnocení chytrých měst, ačkoliv v hodnocení udržitelných měst tyto indikátory nechybí.

5. Závěry

Účelem rámců pro hodnocení chytrých měst je poskytnout vodítka pro rozhodovací procesy a usnadnit městům strategické plánování a stanovení cílů rozvoje města. Rámce také umožňují zhodnotit, zda rozvoj města postupuje žádoucím směrem. Města mají často problémy se stanovením cílů, kterých chtějí dosáhnout v oblasti smart city, především kvůli vysokému počtu nejrůznějších definic pojmu chytré město. Ukázalo se, že stejný problém panuje i v oblasti udržitelnosti měst ([Tanguay et al., 2010](#)).

Porovnání obou systémů měření výkonnosti naznačuje, že některé rámce pro koncepci chytrých měst dostatečným způsobem neřeší počáteční cíl koncepce, definovaný jako dosažení udržitelnosti města pomocí moderních technologií. Ačkoliv environmentální udržitelnost je základním cílem smart cities, environmentální indikátory jsou zcela nedostatečně zastoupeny v námi analyzovaných rámcích pro hodnocení smart cities. A pokud se podíváme na ambiciózní cíle v oblasti snižování spotřeby energie a objemu emisí skleníkových plynů jak v Evropě ([European Commission, 2014](#)), tak celosvětově ([United Nations, 2016](#)), vychází nám, že úspory energií by měly být jedním z nejdůležitějších cílů koncepce smart cities.

Z naší studie však překvapivě vyplývá, že ve srovnání s hodnocením udržitelných měst používají rámce smart cities jen velmi omezeně právě indikátory, které nějak souvisejí se spotřebou energie. Místo toho jsou v rámcích smart cities hojně zastoupeny indikátory hodnotící ekonomické a sociální aspekty města. Z této skutečnosti můžeme vyvodit, že v rámcích smart cities nejsou v dostatečné míře zohledněny environmentální a energetické aspekty. Proto bude v budoucnu nutné systémy pro hodnocení výkonnosti smart cities upravit, anebo znovu definovat celou koncepci smart city.

Podle našeho názoru by role technologie v chytrých městech měla spočívat v tom, že umožní udržitelný rozvoj města, jak navrhuje [Bifulco a kol. \(2016\)](#), ne v uplatnění nové technologie jako takové ([Marsal-Llacuna & Segal, 2016](#)). Koneckonců platí, že město, které není udržitelné, není ani chytré. V současnosti módní termín „smart city“ se někdy používá pro účely brandingů ([Vanolo, 2015](#)) nebo marketingu ([Shelton, Zook, & Wiig, 2015](#); [Söderström, Paasche, & Klauser, 2014](#)), a v těchto případech se otázky udržitelnosti do termínu zahrnují jen sporadicky. Domníváme se, že hodnocení udržitelnosti by mělo být součástí rozvoje koncepce smart cities. Považujeme proto za důležité integrovat rámce udržitelných měst a chytrých měst tak, aby oba přístupy byly zohledněny v systémech hodnocení výkonnosti. To je důvod, proč doporučujeme používat přesnější termín „chytrá udržitelná města“ (místo termínu „chytrá města“), jak navrhují i [Kramers, Höjer, Lövehagen a Wangel \(2014\)](#).

Používání tohoto termínu by, jak doufáme, mohlo pomoci zajistit lepší postavení udržitelnosti v rozvoji fenoménu dnes nazývaného smart city. Poměrně nedávno tuto terminologii přijaly i některé evropské ([CEN-CENELEC-ETSI, 2015](#)) a mezinárodní ([ITU, 2016](#)) normalizační instituce a úřady. Dále důrazně doporučujeme, aby se při hodnocení výkonu smart cities nepoužívaly jen výstupní indikátory, které měří účinnost zavádění chytrých řešení, ale vždy také indikátory dopadů, které měří, nakolik dané řešení přispívá k dosažení konečných cílů, jakými jsou například environmentální, ekonomická a sociální udržitelnost.

Význam dopadů, které má využití chytrých technologií na životní prostředí, si uvědomuje i Mezinárodní telekomunikační unie ([ITU – agentura OSN odpovědná za informační a komunikační technologie](#)). Standardní doporučení ITU-T L.1440 „Metodika posuzování environmentálních dopadů informačních a komunikačních technologií na úrovni města“ nabízí metodu pro výpočet dopadu IKT na životní cyklus. Podle tohoto standardu se provádí výpočet toho, zda realizované chytré/IKT zařízení nemá větší environmentální dopady než jsou dopady, které tohle zařízení během svého fungování může zmírnit ([ITU, 2015](#)). Tak například v případě chytrých měřičů je čistý dopad rozdíl mezi environmentálními dopady, které jsou způsobeny výrobou a fungováním měřiče, a dopady energie, kterou lze díky nim ušetřit. Takový typ hodnocení dopadů, jenž v současných rámcích obvykle postrádáme, by podle našeho názoru měl být součástí budoucích systémů hodnocení výkonu koncepce smart city.

Naše studie se zaměřuje na analýzu rozdílů mezi udržitelnými a chytrými městy na základě množství indikátorů zařazených do jednotlivých rámcových koncepcí. Budoucí průzkumy by mohly zahrnovat empirické analýzy toho, jaké indikátory města skutečně používají k měření výkonu koncepce smart city a nakolik tyto indikátory slouží svému účelu. Rovněž by bylo

zajímavé porovnat, nakolik spolu vzájemně korelují výkonnosti udržitelných a chytrých měst – pokud je město nějak ohodnoceno v rámci měření výkonu smart city, bude mít stejný nebo podobný výkon i při hodnocení udržitelnosti?

Obr. 3

Rozložení indikátorů udržitelnosti a indikátorů smart city podle jednotlivých sektorů v rámci sociálního rozměru

Obr. 4

Rozložení indikátorů obou rámců pro hodnocení v deseti sektorových kategoriích

Tabulka 5

Výsledky t-testu pro analyzování důležitosti rozdílů mezi oběma typy rámců

Příloha 1 Rozdělení rámců pro hodnocení smart city a udržitelnosti měst do deseti sektorových kategorií a tří kategorií dopadu