

TRENDY

technologické směry
ve 21. století

Technologické trendy pro inteligentní města

Rodger Lea, Sense Tecnic

Článek poskytuje základní přehled klíčových technologií pro inteligentní města (Smart Cities) a popisuje klíčové technologické trendy, které stimulují jejich rozvoj. Zmíněna je rovněž důležitost standardizace a obchodní aspekty ovlivňující zavádění technologií. Na závěr jsou shrnuty hlavní postřehy a doporučení, které souvisí s úspěšným budováním inteligentních měst.



Úvod

Podle Populačního fondu OSN (United Nations Population Fund, UNFPA) žilo v roce 2014 ve městech a přilehlých oblastech 54 % světové populace, což zahrnuje zhruba 3,3 miliardy lidí. Na základě současných trendů se odhaduje, že do roku 2030 bude v městských oblastech žít asi 66 % populace neboli 5 miliard lidí [1]. To představuje nejen obrovskou výzvu v tom, jak budovat a řídit města, ale také významnou příležitost, jak zlepšit životy miliard lidí.

Inženýři a návrháři po celém světě se v této souvislosti učí využívat nové technologie, jako kyber-fyzické systémy (Cyber-Physical Systems, CPS), síť 5G, nástroje pro analýzu dat, a hledají nové přístupy a řešení, jak zlepšit městskou dopravu, vodní hospodářství, odvoz odpadů, využití energií a celou řadu dalších infrastruktur, které podporují fungování měst a životní styl lidí ve městě.

Pro obecný popis inteligentního města existuje mnoho definic, některé jsou zaměřeny výlučně na infrastrukturu, jiné se více zaměřují na to, aby občané a komunity mohly jednat chytřeji. I když žádná definice nepostihuje všechny aspekty města, užitečnou definici poskytuje Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) [2]: „Inteligentní udržitelné město je inovační město, které využívá informační a komunikační technologie (ICT) a další prostředky ke zlepšení kvality života, efektivity provozu a služeb

a konkurenceschopnosti a současně zajišťuje ekonomické, sociální i environmentální potřeby současných a budoucích generací.“

Tato definice klade důraz na to, že inteligentní město není jen město, které využívá nové technologie, ale že se jedná o složitý ekosystém (obr. 1), který zahrnuje mnoho zúčastněných stran, tj. občany, městské úřady, místní společnosti, průmyslové a zájmové komunity. Je třeba zmínit, že geografické hranice toho, co nazýváme inteligentní město, mohou být širší než samotné město a zahrnovat i další správní orgány a obce s cílem definovat služby na metropolitní nebo regionální úrovni.

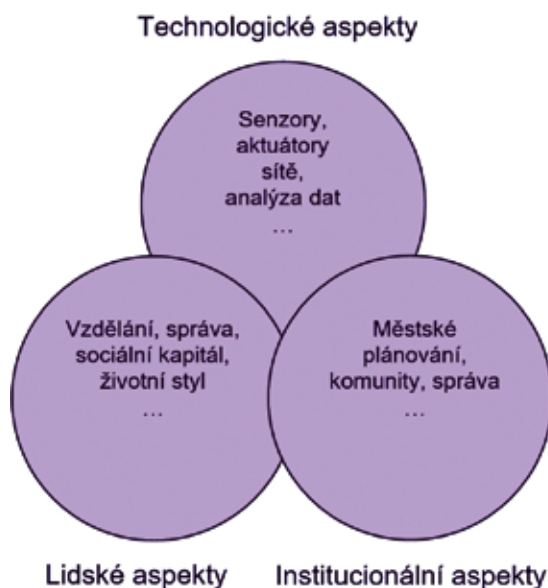
Tento článek se zaměřuje na technologické trendy, které ovlivňují, jak se inteligentní města budou vyvíjet. Nicméně, při řešení městských problémů pomocí zavádění nových technologií je třeba vždy zohledňovat lidské a institucionální aspekty. Hlavním cílem inteligentního města je v zásadě vytvářet hodnotu pro celý ekosystém, ať už se jedná o finance, kvalitu života, zdraví, vzdělání nebo efektivnější využití času. Hodnotu vytvořenou inteligentním městem lze stanovit pomocí kvantitativních i kvalitativních metrik.

Technologický ekosystém Smart City

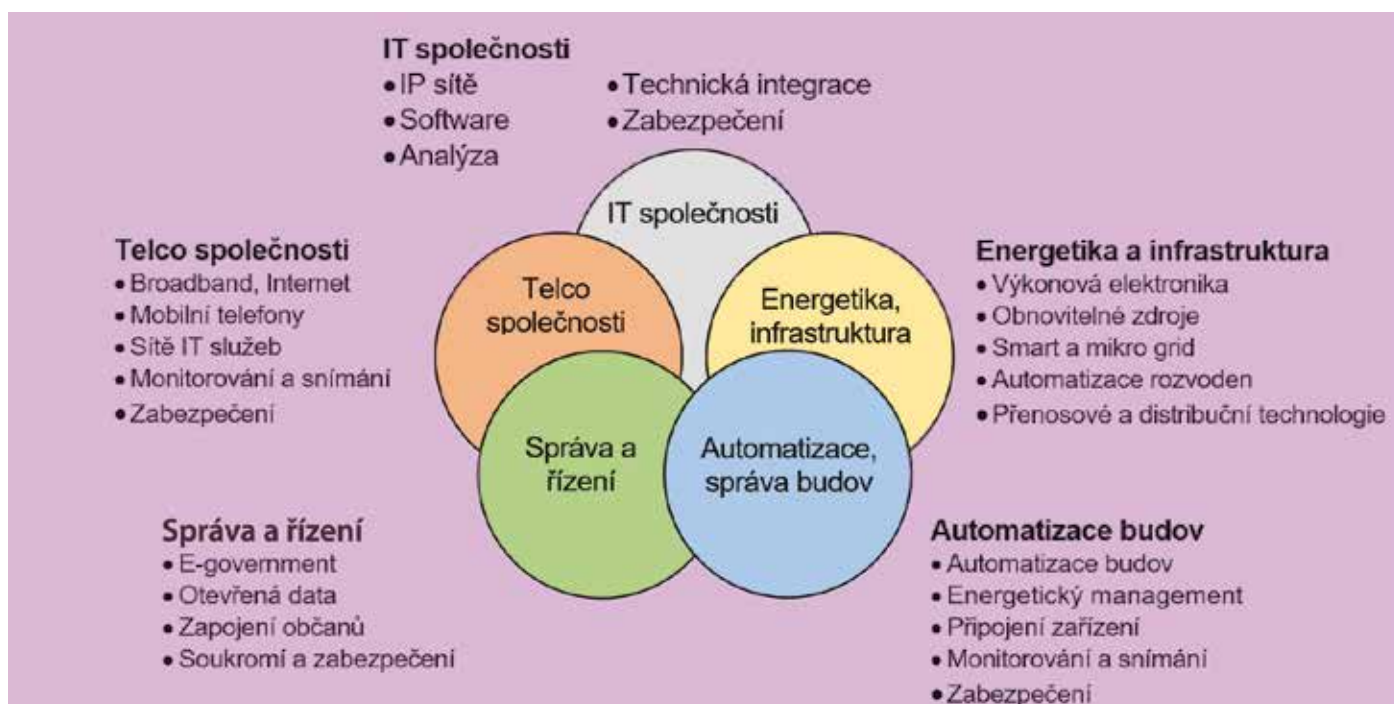
Technologický ekosystém inteligentního města je velmi složitý a zahrnuje řadu oblastí. Velké technologické koncerny poskytují řešení v několika různých oblastech, která doplňují (a někdy překrývají) další menší společnosti. Tyto technologické koncerny jsou schopné poskytovat komplexní řešení pro zajištění technologických potřeb města. Většina společností však nemá takový rozsah a musí spolupracovat s partnery z jiných technologických segmentů. Pro představu technologického ekosystému lze identifikovat pět klíčových skupin technologií (na základě zprávy Frost & Sullivan [3]), jak ukazuje obr. 2.

Protože jsou inteligentní města složité ekosystémy zahrnující řadu zúčastněných stran, vyžaduje vývoj a zavádění nových služeb obecně holistický přístup. Inteligentní města zahrnují řadu dílčích systémů, jako doprava, péče o zdraví či energetika, takže pro stanovení a zajištění potřeb města a jeho občanů je potřeba zvolit systematický přístup.

I když některé velké koncerny budou schopné vyvíjet a poskytovat pro inteligentní města komplexní služby, nebude to normou. Mnohem pravděpodobnější je, že úspěšné řešení inteligentního města bude vyžadovat úzkou spolupráci mnoha různých firem zahrnující různá



Obr. 1 Inteligentní město jako komplexní ekosystém



Obr. 2 Technologický ekosystém inteligentního města

řešení a technologie od senzorů a aktuátorů, efektivní datové komunikace, sběru a analýzy dat až po specifické aplikace v oblasti zdravotnictví, energetiky či dopravy.

Hlavní technologické výzvy a možnosti

Rostoucí trh inteligentních měst je stimulován řadou trendů v oblasti ICT, které dovolují klíčovými segmentům, jako je energetika, doprava a městské plánování, využívat nové technologie pro poskytování inteligentních řešení městům a občanům. V následující části jsou zmíněny některé z těchto hlavních trendů a jejich dopad na inteligentní města.

Sítě a komunikace

Kritickým technologickým trendem, který se týká inteligentních měst, je základní komunikační infrastruktura, která zajišťuje propojení městských infrastruktur, zařízení a lidí a prostřednictvím myriád koncových bodů umožňuje shromažďovat data a poskytovat služby. Složitost ekosystému technologií a služeb inteligentních měst vyžaduje holistický přístup k budování komunikačních sítí, aby byly schopny zajistit různé požadavky na přenosové služby, od monitorování infrastruktury až po propojení digitálních médií či od zabezpečení domácností až po celonárodní monitorování dopravy. Aby bylo možné zajistit rozmanité požadavky na přenosové služby, budou inteligentní města využívat řadu technologií od rádiových prostředků s nízkou kapacitou jako Bluetooth LE a ZigBee, až po speciálně vyhrazená optická vlákna pro propojení na úrovni páteřních sítí. Klíčové technologie, které budou mít vliv na vývoj budoucích inteligentních měst, zahrnují síťové technologie LPWAN (Low Power Wide Area Network), technologie pro mobilní sítě 3G/4G a technologie pro mobilní sítě 5G.

Technologie LPWAN

Technologie LPWAN jako LoRaWAN nebo WiFi HaLow (IEEE 802.11ah) lze zařadit mezi technologie pro osobní a místní sítě, jako Bluetooth LE, ZigBee a WiFi a licencované mobilní sítě, jako jsou stávající 3G/4G sítě a budoucí sítě 5G. Tyto technologie využívají nelicencované kmitočtové spektrum a jejich hlavní výhodou je nízká spotřeba a nízké provozní náklady. I když panuje názor, že LPWAN jsou pouze překlenovací technologie, než budou k dispozici sítě 5G, jsou předmětem velkého zájmu a existuje již mnoho zkušebních i komerčních provozů, např. společnost NTT v Japonsku, společnost SigFox ve Francii a Austrálii či společnost Comcast ve Spojených státech. Jedním z hlavních důvodů využití LPWAN ve městech je možnost nabízet bezplatné služby při relativně nízkých kapitálových nákladech. Příkladem takového využití je nezisková organizace ThingsNetwork [4].

Sítě 3G/4G

Ačkoliv vývoj standardů pro sítě 5G probíhá relativně rychle, plné nasazení nelze očekávat dříve, než v roce 2020. Mezitím bylo zahájeno několik důležitých projektů, které jsou zaměřeny na vývoj technologií pro existující mobilní sítě. V rámci konsorcia 3GPP bylo vypracováno několik standardů, jako CAT-1 (a CAT-0), a připravují se CAT-M1 a NB-LTE. Tyto standardy jsou odpovědí na požadavky Internetu věcí (Internet of Things, IoT), protože je zde kladen důraz na lepší energetickou účinnost, nižší provozní náklady a vyšší počet připojení v rámci buňky, což je kriticky důležité pro aplikace IoT v inteligentních městech.

Sítě 5G

Nová generace mobilních sítí (5G) je předmě-

tem intenzivních technologických (a obchodních) činností v rámci řady velkých iniciativ. Sítě 5G jsou zaměřeny na řešení některých budoucích klíčových požadavků inteligentních měst, zejména vyšší přenosové rychlosti, garanci kvality a poskytování služeb, vyšší adaptabilitu, vyšší energetickou účinnost a možnost služeb v reálném čase. Vývoj sítí 5G stále probíhá, přičemž se hodně diskutuje o dlouhodobých cílech a technologiích [5]. Podrobnější informace o 5G lze nalézt v trendových článcích na portálu 5G IEEE.

Bez ohledu na další vývoj 4G a případný přechod na 5G existují dva kritické technologické trendy, které jsou založeny na kombinaci několika technologií, a to softwarově definované sítě (Software Defined Network, SDN) a virtualizace síťových funkcí (Network Function Virtualization, NFV). Vysoká složitost sítí 5G představuje velkou výzvu, protože potřeby operátorů i uživatelů vyžadují kombinaci mnoha technologií. Jedním z možných řešení je využití technologií SDN a NFV, které mobilním operátorům umožňují kombinovat a přizpůsobovat služby prostřednictvím SDN a vybavit své sítě vyšší inteligencí (na okrajích sítí) pomocí NFV [6] a [7].

Kyber-fyzické systémy a IoT

Kyber-fyzické systémy a IoT, obecně definované jako připojení a virtuální reprezentace fyzických zařízení na Internetu, jsou kritické pro rozvoj inteligentních měst. I když mnoho částí tradiční městské infrastruktury je monitorováno již mnoho let, např. doprava, rozvody vody nebo elektřiny, toto monitorování využívá proprietární technologie a funguje v podobě samostatných systémů. Nástup IoT však situaci radikálně mění. Městská infrastruktura může být nyní propojena pomocí otevřených standardních protokolů, jako IP a HTTP, a zpřístup-

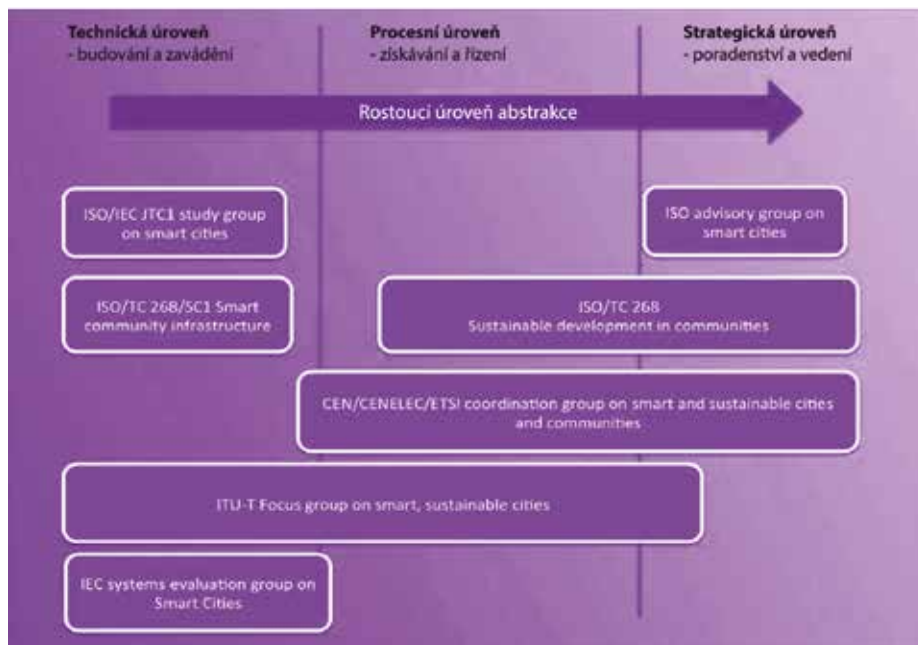
něna prostřednictvím webových technologií, jako REST. Díky nižším nákladům na „připojení“ lze do městské infrastruktury instalovat mnohem více senzorů, což umožňuje mnohem vyšší přesnost monitorování. Dobrým příkladem je řízení spotřeby energie. Ačkoliv v mnoha městech existují systémy pro měření a monitorování spotřeby energie (prostřednictvím

způsob, jakým bude možné využívat IoT.

Obrovské objemy dat generované IoT vyžadují jak platformy pro sběr a ukládání dat, tak nástroje a techniky pro analýzu dat v reálném čase. Nyní se podíváme na cloudové technologie pro inteligentní města a trendy v oblasti technologií pro big data.

popisovaný jako fog computing). Tento termín se používá k popisu zavedení a využití zpracování na okrajích sítě [13], tj. co nejbližší koncovým bodům. Tento trend umožňuje zavádění infrastruktury IoT, která často zahrnuje výkonná zařízení pro sběr, zpracování a přenos senzorových dat v podobě komunikační brány.

Model edge computingu nabízí městům efektivní způsob pro správu a monitorování distribuované infrastruktury, např. ITS nebo systémů pro správu budov zaměřených na energetickou účinnost [14], kde je data potřeba zpracovávat v blízkosti infrastruktury, aby bylo možné zajistit vysokou výkonnost a nízké zpoždění.



Obr. 3 Přehled aktivit velkých standardizačních organizací v oblasti inteligentních měst

veřejných nebo místních sítí), existuje stále více soukromých i komerčních budov připojených prostřednictvím inteligentních měřidel, která následně umožňují zavádění technologií pro malé energetické soustavy (microgrid).

Trend směrem k lepším senzorům (a aktuátorům) není jen o monitorování městské infrastruktury, jako silnice či kanalizace. Cena a dostupnost technologií IoT umožňují soukromým společnostem využívat fyzickou infrastrukturu a různá zařízení, včetně smartphonů, které v současné době vlastní většina občanů. Například výrobci automobilů vybavují vozidla stále častěji nejen senzory pro monitorování uvnitř, ale i vně vozidla, pro monitorování dopravních podmínek nebo dokonce poskytnutí údajů v případě nehody. Stavební inženýrské firmy zase instalují senzory pro monitorování napětí v konstrukcích, jako jsou tunely a mosty, nebo pro sledování kvality povrchu vozovky [8]. Občané se zapojují nasazením levných senzorů pro sledování znečištění ovzduší a úrovně hluku nebo využívají své smartphony jako mobilní senzorové platformy.

Rostoucí zavádění senzorů je podporováno kabelovými i rádiovými sítěmi s nízkým výkonem v mřížové topologii (mesh) a eventuálním přechodem k 5G jako klíčovým technologickým trendem.

IoT je hnací silou revoluce v tom, jak dokážeme vnímat a ovládat svět kolem nás, v prostředí inteligentního města existuje několik technologických trendů, a problémů, které určují

Cloud a edge computing

Cloud computing má významný vliv na rozvoj inteligentních měst, což ovlivňuje způsob, jakým města spravují a poskytují služby a umožňují mnoha společnostem vstoupit na trh řešení inteligentních měst. Cloud computing, který je obecně definován jako poskytování výpočetních prostředků jako služby, nabízí organizacím i městům způsob, jak snížit náklady a zvýšit efektivitu. Vzhledem k obavám ohledně právních aspektů a zajištění soukromí se města k plnému využití veřejných cloudových služeb pro hlavní služby staví spíše opatrně. Nicméně, mnoho měst využívá privátní cloudové služby a některá města experimentují s hybridní cloudovou infrastrukturou [10].

Sekundárním faktorem zavádění cloudových řešení do inteligentních měst je masivní nárůst dat, která jsou generována, ukládána a analyzována, když se začnou využívat technologie IoT. Nové senzorové infrastruktury ve spojení s privátními datovými zdroji a údaji o občanech poskytují městům přístup k obrovskému množství zdrojů dat v reálném čase. I když existuje mnoho příkladů využití cloudové infrastruktury ve městech, nejčastějším případem využití je inteligentní doprava. V tomto ohledu je dobrým příkladem Tchaj-wan, kde využili cloud computingu pro zpracování velkých objemů dat z inteligentních dopravních systémů (ITS) [12].

Zatímco cloud computing je již zavedenou součástí řešení inteligentních měst, novým trend představuje edge computing (někdy také

Otevřená data

Dalším významným trendem je využívání otevřených dat. Otevřená data se v kontextu inteligentních měst týkají veřejné politiky, která vyžaduje nebo stimuluje veřejné úřady k tomu, aby zpřístupňovaly své soubory dat volně pro všechny občany a organizace. Typickým příkladem jsou statistika kriminality města, úroveň městských služeb nebo údaje o infrastruktuře. Mnoho vlád a velkých měst již provozuje portály s otevřenými daty, např. britské či kanadské datové portály (data.gov.uk a open.canada.ca) nebo jako městské portály v San Franciscu (dataSF.org) a Londýně (data.london.gov.uk).

I když otevřená data nejsou sama o sobě technologickým trendem, využívají řadu základních technologií, jako cloud computing a IoT, a jsou zdrojem big data města. Tím, že města budují portály s otevřenými daty a další partnerské strany je využívají, stimulují otevřená data k využívání těchto technologií. Hlavní problémy spojené s big data jsou zabezpečení a zajištění soukromí.

Zavádění portálů s otevřenými daty umožňuje efektivní šíření dostupných informací týkajících se provozu města. Primárním cílem je transparentnost, nicméně významným druhotným cílem je zpřístupnit informace třetím stranám, aby mohly být využívány ke zlepšení městských služeb a podporovat inovace v oblasti nových služeb. V San Franciscu a Londýně se snaží, aby otevřená data využívaly místní společnosti pro vytváření různých mobilních aplikací, které poskytují informace např. o městských parcích [15], turistice, parkování či dopravě [16]. Podobné aplikace jsou k dispozici v různých městech po celém světě. Je zřejmé, že města poskytují stále více informací ve formě otevřených dat. Do budoucna se jeví pravděpodobné, že ekosystém poskytovatelů a provozovatelů otevřených dat se bude vyvíjet tak, že města budou mít menší roli jako provozovatelé otevřených dat a poroste počet třetích stran, které budou poskytovat městská data a přispívat k potřebám občanů a podniků. Zajímavým příkladem v tomto ohledu je výměna městských dat v Kodani [17].

Big data a nástroje pro analýzu dat

Inteligentní města generují v rámci svých každodenních činností obrovské množství dat. Výše zmíněné trendy, jako IoT a otevřená data,

města stimulují, aby shromažďovala a zpřístupňovala velké množství dat, z nich některá jsou statická, ale stále více je jich v reálném čase. Tato data vykazují klasické znaky big data – velké objemy, v reálném čase a extrémně heterogenní z hlediska zdrojů, formátů a charakteristik.

Pokud jsou tato big data správně analyzována a využívána, mohou poskytovat cenné poznatky a ekonomické přínosy. Města i další zúčastněné strany je mohou využít pro zlepšení efektivity nebo pro inovace v podobě nových služeb, které zlepší život obyvatel.

Nové technologie, které se využívají pro sběr, správu a analýzu big data, jsou založeny na technologických trendech jako je cloud computing. To městům umožňuje využívat obrovské výpočetní prostředky, aniž by je muselo vlastnit, což by bylo velmi nákladné. Díky technologiím jako Hadoop/HDFS, Spark, Hive a celé řadě proprietárních nástrojů mohou nyní města využívat big data a analytické nástroje pro zlepšení efektivity provozu a služeb města.

Například Boston využívá big data nejen pro lepší monitorování výkonnosti města v celé řadě ukazatelů, ale také pro identifikaci výmolů na ulicích města a ke zvýšení efektivity svozu odpadků na základě naplnění odpadních kontejnerů [18]. V New Yorku vyvinuli systém Fire-Cast, který analyzuje data ze šesti městských obvodů s cílem identifikovat budovy s vysokým rizikem požáru [19]. V Londýně využívají širokou škálu údajů o městě a pokročilou analýzu pro mapování jednotlivých čtvrtí, aby lépe porozuměli alokaci a plánování zdrojů, které jsou k dispozici, prostřednictvím služby Wheabouts [20]. V Singapuru systém pro monitorování dopravy v reálném čase umožňuje určovat silniční poplatky na základě poptávky, což dovoluje optimalizovat využití silnic na celém ostrově [21].

Zapojení občanů

Zapojení občanů představuje doplňkový aspekt inteligentních měst, a přestože není přísně technickým aspektem, je založeno na shromažďování a správě dat, která se člení na otevřená data a big data. V podstatě jde o využívání technologií na podporu většího zapojení občanů, zčásti ze snahy „využít kolektivní inteligenci“ města a zčásti pro lepší pochopení, co občané dělají a potřebují v každodenním životě. V tomto ohledu nejde pouze o zapojení samotných občanů, ale celých ekosystémů, městských pracovníků, podniků, turistů apod. Ačkoliv je jasné, že města musí zapojit a naslouchat svým občanům, je překvapující, jak málo kanálů existuje pro smysluplný dialog mezi městem a jeho občany. Pro řešení tohoto problému se za posledních pět let v předních inteligentních městech stalo trendem využívání různých digitálních technologií pro zapojení a komunikaci s občany. To zahrnuje různé formy jako:

- Telefonní a webové aplikace, které občanům umožňují hlásit různé problémy města, jako grafity nebo nehody nebo přímo spolupracovat

s městskými službami (v Severní Americe např. služba 311). Na základě prací ve Washingtonu, lze podrobné aktivity ve městech jako Boston, Helsinky, Londýn nalézt na webových stránkách organizace open311 [22].

- Hackatony a další události vývojářů, které se snaží zapojit technické komunity s otevřenými daty a novými službami. Mezi úspěšné příklady patří program Code for America [23] a další technologicky zaměřené aktivity v Evropě [24].
- Spolupráce na návrzích, které občany zapojí do vytváření nápadu, návrhu a poskytování nových služeb. Tento přístup zaměřený na občany se zkouší v mnoha formách v mnoha městech, např. Milton Keynes [25] ve Velké Británii nebo projekty Evropské unie zaměřené na zapojení občanů do řízení města [26].
- Spolupráce s veřejností v rámci crowdsourcingu za účelem lepšího porozumění aktivitám a činnostem městské populace nebo využití občanů k tomu, aby pomohli shromažďovat data, která se jinak těžko získávají. Příklady crowdsourcingu zahrnují informace o povodních v Jakartě pomocí tweetů [27] či využití údajů od občanů k vytvoření map pro bezbariérový přístup vozíčkářů v Böblingenu v Německu [28].
- Zapojení je prvním krokem ke zvýšení duchovní, politické, společenské nebo ekonomické síly občanů. Konečným záměrem je plné zapojení občanů tak, aby byli schopni zlepšovat své každodenní životy prostřednictvím vedení komunity.
- Šest hlavních trendů, které zde byly popsány, jsou rozhodující pro realizaci konceptu inteligentních měst a budou formovat způsob, jakým se technologie budou využívat pro zlepšení života občanů. Nejsou to však jediné faktory, které je třeba brát v úvahu, existují i další oblasti jako bezpečnost, ochrana soukromí, udržitelnost životního prostředí a řada dalších, které jsou spojeny s těmito technologickými trendy a ovlivňují jejich vývoj a zavádění. V další části se podíváme na činnosti v oblasti standardizace, která se vztahuje k těmto šesti oblastem a obecněji k inteligentním městům.

Standardy

Standardy jsou pro rozvoj inteligentních měst velmi důležité, protože významně přispívají k hladkému zavedení nových technologií a poskytují důvěryhodný rámec pro městské úřady i odborníky. Všechny výše popsané technologické oblasti prochází procesem standardizace, a to jak v rámci mezinárodních standardizačních organizací jako ISO, ITU, ETSI či IEEE, tak na národních úrovních. Ucelený přehled o hlavních mezinárodních činnostech poskytuje národní standardizační orgán Velké Británie ve svém dokumentu o inteligentním městě [29]. Obr. 3, který vychází ze standardizačních dokumentů Velké Británie, ukazuje činnosti standardizačních organizací rozdělené do tří úrovní: strategická úroveň je zaměřena na poskytování

poradenství zastupitelům města; procesní úroveň zahrnuje získávání a řízení projektů a činnosti v oblasti inteligentních měst a technická úroveň poskytuje podrobnosti o technologiích využívaných v projektech inteligentních měst. Standardy IEEE jsou zaměřeny zejména na technologickou oblast.

Na strategické úrovni je důležitým standardem ISO 37120 *Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life*. Tento standard je součástí prací technické komise ISO 268 a identifikuje sto ukazatelů, které by města měla sledovat, aby mohla porovnávat pokrok. Existuje několik měst, která se chystají k přijetí těchto standardů a World Council on City Data [30] se snaží podporovat tuto metriku a stimulovat města k jejímu využívání. British Standards Institute se zabýval některými ranými myšlenkami z oblasti strategické úrovně inteligentních měst a nedávno zřídil Smart City Institute společně s centrem Future City Catapult [31].

V oblasti technické úrovně vytváří komise ISO JTC1 užitečné přehledové dokumenty, které se týkají standardů pro inteligentní města a vypracovala dvě technické normy, které jsou stále doplňovány. Jedná se o ISO/IEC AWI 30145 *Information technology – Smart city ICT reference framework* a ISO/IEC AWI 30146 *Information technology – Smart city ICT indicators*, které se zabývají infrastrukturou ICT potřebnou pro inteligentní města.

IEEE na základě technologického trendu IoT vypracovala standard IEEE P2413 – *Standard for an Architectural Framework for the Internet of Things (IoT)*, který poskytuje jednotný rámec pro interakce mezi jednotlivými oblastmi, interoperabilitu systémů a funkční kompatibilitu, což stimuluje růst trhu IoT. Rovněž v rámci ITU existuje aktivní standardizační skupina (Studijní skupina 20), která se zabývá oblastí IoT [32].

IEEE je při vytváření standardů známá svým systematickým přístupem. Také lze uvést standard pro smart grid IEEE 2030, *IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads*. Podrobnější seznam standardů IEEE týkajících se inteligentních měst lze nalézt v dokumentu *IEEE Standards Activities for Smart Cities* [33].

Obchodní aspekty

Ačkoliv je tento článek zaměřen na technologické trendy, inteligentní města jsou složité ekosystémy, které přesahují technologické, sociální, organizační a obchodní sféry. Pochopení zaváděných technologií a jejich významu v ekosystému vyžaduje také porozumění obchodním aspektům, které mají vliv na jejich zavádění, a přehled o trhu inteligentních měst.

Rostoucí urbanizace, rozvoj a růst novějších měst a přirozená obnova infrastruktury ve vyspělých městech ukazují, že trh s inteligentními městy neustále roste. I když rozsah a velikost trhu je obtížné přesně kvantifikovat a odhady se liší, všechny odhady velikosti trhu se pohybují

v rozmezí 300 až 700 miliard USD. Například ve zprávě Ministerstva obchodu a průmyslu Velké Británie se říká: „Odhadujeme, že globální trh řešení pro inteligentní města a další služby potřebné k jejich zavedení dosáhne do roku 2020 hodnoty 408 miliard USD. Například Pike Research odhaduje, že globální trh inteligentních dopravních systémů, založených na digitální infrastruktuře, dosáhne v roce 2018 4,5 miliardy USD. Tyto systémy zahrnují řešení pro širší trh ve výši 100 miliard USD do roku 2018, což zahrnuje fyzickou a digitální infrastrukturu pro služby parkování, inteligentní prodej jízdenek či řízení provozu. Do této částky patří také tradiční i nové služby, jako těžká technika, plánování a výstavba silnic či nástroje pro analýzu big data, které jsou potřeba díky investicím do řešení inteligentní dopravy.“

Podobně zpráva analytické společnosti Frost & Sullivan [35] rozděluje celkové výdaje na tržní segmenty a identifikuje tři největší obchodní příležitosti: správu a vzdělávání, zdravotnictví, energetiku (obr. 4).

Trendy a doporučení

Článek popisuje několik technologií, jejichž vývoj a zavádění významně přispívá k rozvoji inteligentních měst. Zde jsou některé hlavní postřehy a doporučení, které souvisí s úspěšným zaváděním inteligentních měst:

- Zaměření na specializovaná řešení: I když mnoho velkých měst již má strategii pro zavádění konceptu inteligentního města, většina se zaměřuje spíše na konkrétní potřeby infrastruktury, např. snížení ztrát vody ze starého potrubí nebo zefektivnění dopravního provozu pomocí monitorování. Společnosti se musí zaměřit na tyto typy projektů a hledat ziskové způsoby, jak propojit jednotlivé systémy, aby zajistily celkovou efektivitu a podporovaly nové služby.
- Využití IoT pro správu a řízení: Jak jsou staré senzory nahrazovány inteligentními senzory a aktuátory, roste podíl městské infrastruktury, která je připojena k IoT. Města, která pro sběr a využití těchto dat zavedou cloudové systémy a odpovídající middleware, získají do budoucna významné výhody.
- Výhody analýzy: V současnosti není mnoho měst, kde probíhá sběr a analýza dat komplexním způsobem. Existuje sice pár projektů, ale většina měst je teprve ve fázi jednání. Vládní i průmyslové organizace musí nejdříve vypracovat strategie pro big data jako součást uceleného rámce a vytvářet řešení na základě cloudových systémů, které zahrnují analýzu dat jako základní schopnost. Lze očekávat, že během následujících deseti let bude této oblasti věnována zvýšená pozornost a dojde k výrazným investicím do analytických nástrojů.
- Různé regiony mají různé potřeby: Je jasné, že potřeby inteligentního města v Indii budou jiné než potřeby inteligentního města v Evropě. Různé regiony se potýkají s různými problémy a budou tedy vyžadovat různá řešení. Nicméně, základní technologické trendy jsou

Inteligentní budovy

9,7 %

Inteligentní zdravotnictví

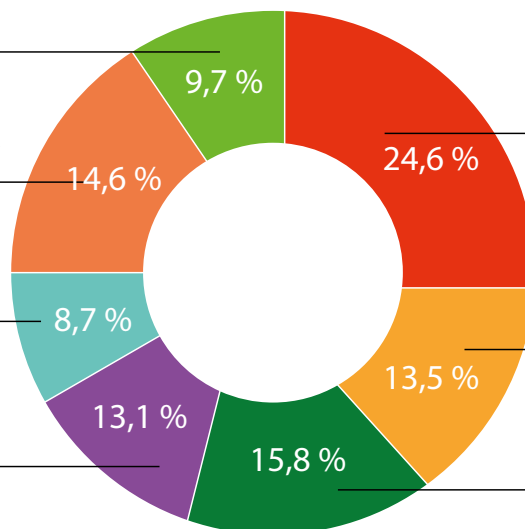
14,6 %

Inteligentní mobilita

8,7 %

Inteligentní mobilita

13,1 %



Správa a vzdělávání

24,6 %

Inteligentní zabezpečení

13,5 %

Inteligentní energetika

15,8 %

Obr. 4 Segmenty trhu řešení pro inteligentní města (globálně 2012–2020)

stejně, takže řešení problému je otázkou nejvhodnější aplikace technologie, která splňuje potřeby města. Společnosti, které budou schopny k řešení problému přistupovat flexibilním způsobem, získají na trhu výhodu.

- Spolupráce je kritická: Jen málo společností (pokud vůbec nějaká) je schopno poskytnout komplexní řešení pro celé město. Společnosti proto budou muset nejdříve identifikovat své místo v ekosystému řešení inteligentních měst a pracovat na rozvoji partnerství umožňujících jim kolektivně nabídnout řešení městům. Hlavní hráči budou moci využít různých fází a akvizic, aby posílili své slabé stránky.
- Aktivní zapojení občanů formuje myšlení měst: Společnosti, které toho dokážou využít, mohou ukázat, že jejich postoje a řešení vychází z angažovanosti občanů, což přináší výhodu diferenciaci. Města, která budou rozvíjet komplexní strategii angažovanosti občanů, budou mít také prospěch ze zapojených občanů i z kolektivního vědění celé komunity. ♦

LITERATURA

- [1] www.unfpa.org/urbanization
- [2] www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx
- [3] www.egr.msu.edu/~aesc310-web/resources/SmartCities/Smart%20City%20Market%20Report%202012.pdf
- [4] www.thingsnetwork.org/
- [5] www.gsma.com/network2020/wp-content/uploads/2015/01/Understanding-5G-Perspectives-on-future-technological-advancements-in-mobile.pdf
- [6] www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf
- [7] www.cio.com/article/2379216/business-analytics/understanding-how-sdn-and-nfv-can-work-together.html
- [8] www.smartinfrastructure.eng.cam.ac.uk/news/future-cities-foresight-thought-piece-robert-mair
- [9] www.fastcoexist.com/3026502/a-grassroots-environmental-sensor-network-so-you-dont-need-the-government-to-say-the-air-is-
- [10] http://images.newsletters.lighting.philips.com/Web/PhilipsLighting/%7Bddcf75e7-1e51-40e6-9df-2-88a2b59a902e%7D_Futureproofing_IT_for_Smart_City_services.pdf

[11] <https://customers.microsoft.com/Pages/CustomerStory.aspx?recid=1939>

[12] www.intel.com/content/www/us/en/connected-transportation-logistics/taiwan-fetc-improves-traffic-modernizes-taiwan-transportation-industry.html

[13] www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing-solutions.pdf

[14] <http://blogs.cisco.com/perspectives/iot-from-cloud-to-fog-computing>

[15] www.greenbiz.com/blog/2013/01/16/how-san-francisco-taps-open-data-city-apps

[16] <http://data.london.gov.uk/case-studies/>

[17] www.vinnova.se/PageFiles/751333230/Copenhagen%20Smart%20City%20Op%20C3%A6g%20%20Stockholm2.pdf

[18] www.economist.com/news/special-report/21695194-better-use-data-could-make-cities-more-efficient-and-more-democratic-how-cities-score

[19] www.govtech.com/public-safety/New-York-City-Fights-Fire-with-Data.html

[20] <http://whereabouts.london.org/#/>

[21] www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/managing-traffic-and-congestion/electronic-road-pricing-erp.html

[22] www.open311.org/

[23] www.codeforamerica.org/

[24] www.nesta.org.uk/blog/power-people-how-cities-can-use-digital-technology-engage-and-empower-citizens

[25] www.mksmart.org/citizens/

[26] <https://eu-smartcities.eu/content/citizen-city>

[27] www.citymetric.com/horizons/making-smart-cities-work-people-no-1-crowdsourcing-flood-maps-jakarta-1228

[28] www.citymetric.com/horizons/making-smart-cities-work-people-no-5-b-blingen-s-crowdsourced-accessibility-maps-1519

[29] www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/PD-8100-smart-cities-overview/

[30] www.dataforcities.org/wccd/

[31] www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/The-Cities-Standards-Institution/

[32] www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2013-2016/20/Pages/default.aspx

[33] <http://standards.ieee.org/develop/msp/smartcities.pdf>

[34] www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/249423/bis-13-1217-smart-city-market-pportuntiesuk.pdf

[35] www.egr.msu.edu/~aesc310-web/resources/SmartCities/Smart%20City%20Market%20Report%202012.pdf