



ZADÁNÍ BAKALÁ SKÉ PRÁCE

Název:	Analýza využití informa ních technologií p i sb ru odpadu v moderním m st
Student:	Lukáš Ther
Vedoucí:	Ing. Mgr. Pavla Vozárová, Ph.D., M.A.
Studijní program:	Informatika
Studijní obor:	Informa ní systémy a management
Katedra:	Katedra softwarového inženýrství
Platnost zadání:	Do konce letního semestru 2016/17

Pokyny pro vypracování

Popište potenciál využití informa ních technologií p i správ a organizaci tzv. "chytrého m sta" (smart city). Zam te se zejména na problematiku sb ru odpadu a popište technologii Bigbelly. Na základ spolupráce s firmou VERB Group s.r.o. a s pomocí jí poskytnutých dat pro vybraná m sta v R analyzujte výhody použití této technologie ve srovnání s alternativními technologiemi i s tradi ním ešením sb ru odpadu. Pozornost v nujte zejména finan ním náklad m pro m sto a také dopad m na životní prost edí, zamyslete se také nad možným rozší ením služeb, které by technologie mohla poskytovat. Využijte firmou poskytnutý informa ní systém CLEAN pro vizualizaci dat a vyhodno te funkcionalitu tohoto systému z pohledu uživatel , tedy jak firem zodpov dných za svoz odpadu (kontrola zapln nosti jednotlivých nádob) tak institucí zodpov dných za plánování svozu odpadu (monitoring efektivity systému). Zam te se zejména na potenciální využití tohoto systému pro efektivní rozvržení umíst ní nádob.

Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

L.S.

Ing. Michal Valenta, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Tvrdík, CSc.
d kan

V Praze dne 19. února 2016

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
KATEDRA SOFTWAREVÉHO INŽENÝRSTVÍ



Bakalářská práce

Analýza využití informačních technologií při sběru odpadu v moderním městě

Lukáš Ther

Vedoucí práce: Ing. Mgr. Pavla Vozárová, Ph.D., M.A.

15. května 2016

Poděkování

Děkuji Ing. Mgr. Pavle Vozárové, Ph.D., M.A. za vedení mé bakalářské práce a cenné rady, které mi poskytla. Dále děkuji firmě VERB Group s.r.o. za poskytnutá data, bez kterých by nebylo možné práci zhotovit. Chci také poděkovat mé rodině za neustálou podporu, kterou mi věnovali po celou dobu studia. V neposlední řadě chci poděkovat přítelkyni Evě Janíčkové za výpomoc při jazykové korektuře textu a zabránění tak veřejné ostudě za hrubky, které jsem při psaní práce stvořil.

Prohlášení

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

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou, a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu), licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 15. května 2016

.....

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta informačních technologií

© 2016 Lukáš Ther. Všechna práva vyhrazena.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí, je nezbytný souhlas autora.

Odkaz na tuto práci

Ther, Lukáš. *Analýza využití informačních technologií při sběru odpadu v moderním městě*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2016.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá analýzou využití informačních a komunikačních technologií při správě a organizaci města se zaměřením na problematiku sběru odpadu. Na základě dat poskytnutých firmou VERB Group s.r.o. je provedena analýza výhod technologie Bigbelly ve srovnání s alternativními technologiemi i s tradičním řešením sběru odpadu. Analýza technologie Bigbelly dále řeší finanční výhodnost technologie, dopad na životní prostředí a možnosti rozšíření technologie v budoucnu.

Klíčová slova analýza využití ICT, sběr odpadu, technologie Bigbelly, smart waste, smart city, správa a organizace města, informační a komunikační technologie

Abstract

This thesis deals with the analysis of the use of information and communication technologies in the management and organization of the city, focusing on the issues of waste collection. Based on the data provided by the company VERB Group Ltd. is made an analysis of Bigbelly technology advantages in comparison with alternative technologies and the traditional waste collection solution. Analysis of Bigbelly technology also resolves the financial advantages of technology, environmental impact and possible expansion of technology in the future.

Keywords analysis of ICT use, waste collection, Bigbelly technology, smart waste, smart city, management and organization of the city, information and communication technology

Obsah

Úvod	1
1 Využití ICT při správě městské infrastruktury	3
1.1 Smart City	4
1.2 Elektrická energie	6
1.3 Doprava	8
1.4 Inteligentní budovy	14
1.5 Veřejná správa	20
1.6 Sběr odpadu	24
2 Analýza technologie Bigbelly	29
2.1 Představení technologie	29
2.2 Srovnání s alternativními technologiemi	40
2.3 Finanční analýza	46
2.4 Dopad na životní prostředí	48
2.5 Možnosti rozšíření technologie	49
2.6 SWOT analýza technologie Bigbelly	50
Závěr	53
Literatura	55
A Seznam použitých zkratk	59
B Hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly	61
C Obsah příloženého CD	67

Seznam obrázků

1.1	Model Triple-Helix	4
1.2	Rozšířený model Triple-Helix	5
1.3	Konceptuální doménový model Smart Grid	7
1.4	Klasický model soustavy	8
1.5	ITS zajišťující management měst	10
1.6	ITS zajišťující management dálnic	11
1.7	ITS zajišťující ekologický management	12
1.8	Logická architektura ITS	13
1.9	Pyramida inteligentních budov	15
1.10	Vlastnosti inteligence budovy	17
1.11	Složky systému řízení sběru odpadu	25
2.1	Hlavní benefity technologie Bigbelly	30
2.2	Drátěný model nádob Bigbelly a Smartbelly	31
2.3	Mobilní verze informačního systému CLEAN	34
2.4	Informační panel o aktuálním stavu odpadových nádob	35
2.5	Průměrná četnost svozu odpadu	37
2.6	Efektivita sběru odpadu	37
2.7	Mapy zobrazující míru využití jednotlivých nádob	38
2.8	Typy senzorů technologie Enevo	42
B.1	První strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly	62
B.2	Druhá strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly	63
B.3	Třetí strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly	64
B.4	Čtvrtá strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly	65

Seznam tabulek

1.1	Prvky rozšířeného modelu Triple-Helix	6
2.1	Přehled parametrů odpadových nádob Bigbelly a Smartbelly	32
2.2	Srovnání způsobů řešení sběru odpadu	45
2.3	Pořizovací náklady v Kč při využití běžných odpadových nádob	46
2.4	Pořizovací náklady v Kč při nákupu technologie Bigbelly	47
2.5	Pořizovací náklady v Kč při pronájmu technologie Bigbelly	48
2.6	SWOT analýza technologie Bigbelly	50

Úvod

V dnešní době, kdy hustota zalidnění městských aglomerací neustále stoupá, je potřeba využít všechny dostupné prostředky pro zlepšení fungování města. V souvislosti s rostoucí populací se také zvyšuje produkce odpadu, která má za následek zhoršení životního prostředí. Využití informačních a komunikačních technologií (ICT) pro efektivní správu a organizaci města je jedním z řešení, které může být východiskem i pro problematiku sběru odpadu.

Na základě těchto skutečností jsem se rozhodl analyzovat stávající technologická řešení, které pomáhají optimalizovat řízení sběru odpadu a zaměřit se na technologii Bigbelly.

Cílem bakalářské práce je na základě dat poskytnutých firmou VERB Group s.r.o. vytvořit analýzu technologie Bigbelly, která má zhodnotit efektivitu tohoto řešení problematiky sběru odpadu.

Literární rešerše se zabývá analýzou stávajících řešení, které využívají ICT pro efektivní správu a organizaci města. Hlavním tématem jsou stěžejní části infrastruktury města, mezi které patří budovy, elektrická energie, doprava a další. Literární rešerše popisuje v současnosti využívané technologie a zmiňuje, které technologie by mohly být uplatněny v budoucnu.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na analýzu technologie Bigbelly, která využívá ICT pro řešení problematiky sběru odpadu. Nejprve jsou popsány funkční části technologie Bigbelly. Součástí toho je také hodnocení informačního systému, který se využívá pro optimalizaci řízení sběru odpadu. Analýza se poté zaměřuje na srovnání technologie Bigbelly s alternativními technologiemi i s tradičním řešením sběru odpadu. Dále analýza řeší finanční výhodnost technologie, dopad na životní prostředí a možnosti rozšíření technologie v budoucnu. Na závěr je vytvořena SWOT analýza technologie Bigbelly, která dává komplexní přehled o vlastnostech nabízeného řešení problematiky sběru odpadu.

Využití ICT při správě městské infrastruktury

Tato kapitola se zabývá využitím ICT při správě a organizaci tzv. chytrého města (Smart City). Zaměřuje se především na již existující technologická řešení, které jsou dostupné a reálně využívány. Kapitola ale také zmiňuje technologie, které se zatím ještě nevyužívají a zabývá se i možným využitím ICT u konceptu Smart City v budoucnu. V dnešní době je využití ICT uplatněno v mnoha případech, a proto se kapitola soustředí pouze na témata zásadní z pohledu fungování města a na nově prosazované technologie využitelné při správě a organizaci Smart City.

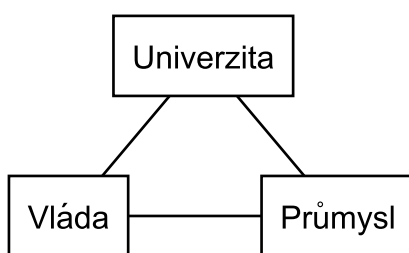
Pojem informační a komunikační technologie neboli ICT se vztahuje na všechny technologie používané u telekomunikace, vysílání médií, inteligentních systémů pro řízení budov, audiovizuálního zpracování, síťových a monitorovacích systémů. ICT je často mylně chápáno jako synonymum pojmu informační technologie (IT), ale rozsah ICT je oproti IT ve skutečnosti širší. [1] Ovšem neexistuje žádná obecně uznávaná univerzální definice ICT, protože pojmy, metody a způsoby aplikace zapojené do ICT se neustále vyvíjí, kdy jsou téměř denně představovány nové technologie spadající pod ICT [2].

Infrastruktura města představuje základní struktury sloužící ke správnému fungování města. Infrastrukturu lze definovat jako soustavy a místa zajišťující všechny služby funkčního města, mezi které například patří doprava, voda, energie, informace a komunikace, správa odpadů, veřejné prostory jako parky a zahrady, sociální programy týkající se zdraví, vzdělávání a rekreace obyvatel [3].

Každé město se musí starat o správné fungování své infrastruktury, kdy k efektivní správě může pomoci právě ICT. Zajistí se tak bezproblémové fungování všech jejích struktur a díky správnému využití dostupných technologií může město výrazně ušetřit na organizačních nákladech. Tyto nově dostupné prostředky může město využít pro další rozvoj a rozšiřovat využívání ICT.

1.1 Smart City

Města, která využívají ICT s cílem zvýšit kvalitu života jejich obyvatel a zároveň poskytují trvale udržitelný rozvoj podle [4] splňují definici Smart City. ICT je stěžejním prvkem, aby město naplňovalo všechny potřeby obyvatel, ale záleží i na dalších aspektech, bez kterých by město nikdy nedosáhlo svého plného potenciálu. Jedním z konceptů je zavedení řízené spolupráce mezi hlavními složkami každého moderního města. Těmito složkami jsou univerzity, vláda a průmysl, které lze zobrazit pomocí Obr. 1.1.



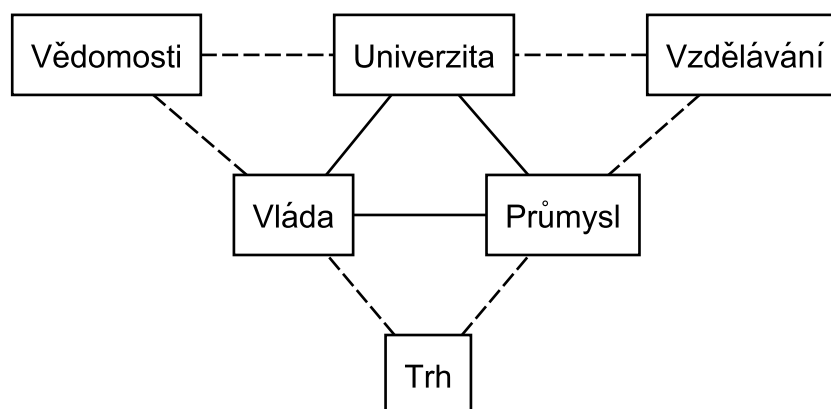
Obrázek 1.1: Model Triple-Helix Zdroj: [5]

Jedná se o koncept, kdy potenciál pro inovace a hospodářský rozvoj leží ve spolupráci univerzit, průmyslu a vlády na regionální, národní i mezinárodní úrovni. Koncept Triple-Helix zavedl v 90. letech Henry Etzkowitz ze Stanfordovy univerzity [6] a je uplatňován například u sdružení SCRAN, které zahrnuje některé z evropských měst jako jsou Bremerhaven, Edinburgh, Groninge, Karlsdat a další.

Z konceptu však není zcela jednoznačné, jak jednotlivé složky spolupracují, jaké jsou výstupy spolupráce a čím jsou si organizace navzájem prospěšné. Pro ujasnění vztahů mezi složkami je navrhnout rozšířený Triple-Helix model, kde jsou vztahy mezi složkami jasně definovány a je tak lépe uplatitelný u problematiky Smart City. Model vyobrazen na Obr. 1.2 se soustředí na modifikaci původního konceptu za účelem přehlednější a přesnější analýzy fungování města – zda splňuje předpoklady stát se Smart City.

1.1.1 Spolupráce univerzit a průmyslu

Vzdělání získané díky spolupráci mezi univerzitami a průmyslem přispívá k vytváření důvěryhodných vztahů mezi oběma stranami a představuje potenciál pro budoucí příležitosti při spolupráci. Vzdelání je výsledkem dlouholeté spolupráce obou stran a právě takovéto interakce mohou poskytnout pozitivní pobídky pro vytvoření úspěšné výzkumné činnosti. [5]



Obrázek 1.2: Rozšířený model Triple-Helix Zdroj: [5]

1.1.2 Spolupráce univerzit a vlády

Mechanismus kolektivního vytváření vědomostí, kdy univerzity a průmysl společně hledají, jak efektivně řešit veřejnou správu, zaručuje kreativní prostředí pro nové inovace. Veřejné instituce se učí od vzdělávacích institucí způsoby, jak zlepšit jejich výkon a využít při tom vzdělanější pracovní síly. Na druhou stranu zase univerzitní systém těží z efektivního řízení veřejných statků. Vzájemné posílení tohoto mechanismu podporuje neustálou tvorbu nových vědomostí. [5]

1.1.3 Spolupráce průmyslu a vlády

Účinnost tržních institucí přímo závisí na efektivitě s jakou si průmysl a vláda vyměňují informace a tím vytvářejí nové inovativní produkty a procesy. Efektivní trh založený na dobře definovaných pravidlech a funkčních institucích zaručuje nejen spolupráci mezi soukromým a vládním sektorem, ale také obohacuje vzájemné vztahy mezi univerzitami, průmyslem a vládou na místní úrovni. [5]

1.1.4 Metriky Smart City

Pro výzkumné účely sdružení SCRAN bylo v rámci modelu Triple-Helix definováno šest prvků, pomocí kterých se dá určit, do jaké míry lze o městu uvažovat, že je chytré. V Tab. 1.1 jsou jednotlivé prvky vyjmenovány a je popsáno, jak se měří. Problematika Smart City je však natolik rozsáhlá, že ani takto komplexní údaje nemůžou být brány jako stavební kameny Smart City. Jako další prvky lze uvažovat například procento domácností s připoje-

ním k internetu, délka městské hromadné dopravy, rozloha nezastavěné plochy určené k rekreaci a další. [5]

Každé město má ale své zvláštnosti a ve své podstatě je jedinečné. Není tak spravedlivé udělovat název Smart City pro všechny dle stejného měřítka. Když si představíme Prahu, jako potenciálního kandidáta nového Smart City, tak ta nikdy nebude schopna stavět z nuly, jako tomu bylo například u Dubaje. Proto je třeba brát v potaz, že na základě [7], to právě Smart City bude muset čelit větším rizikům při nasazování nových technologií, věnovat veškerou energii, vyřešit nesrovnalosti a samo předefinovat, co si pod tímto pojmem představuje, tak aby si tento vznešený titul zasloužilo.

Tabulka 1.1: Prvky rozšířeného modelu Triple-Helix Zdroj: [5]

Univerzita	% lidí ve věku 20-24 studující vysokou školu
Průmysl	počet podniků na 1000 obyvatel
Vláda	% pracovních sil ve vládním sektoru
Vzdělávání	pracovní síly s ukončeným krátkým cyklem terciárního vzdělávání nebo vyšším
Trh	HDP na obyvatele
Vědomosti	počet přihlášených patentů u Evropského patentového úřadu na 1000 obyvatel

1.2 Elektrická energie

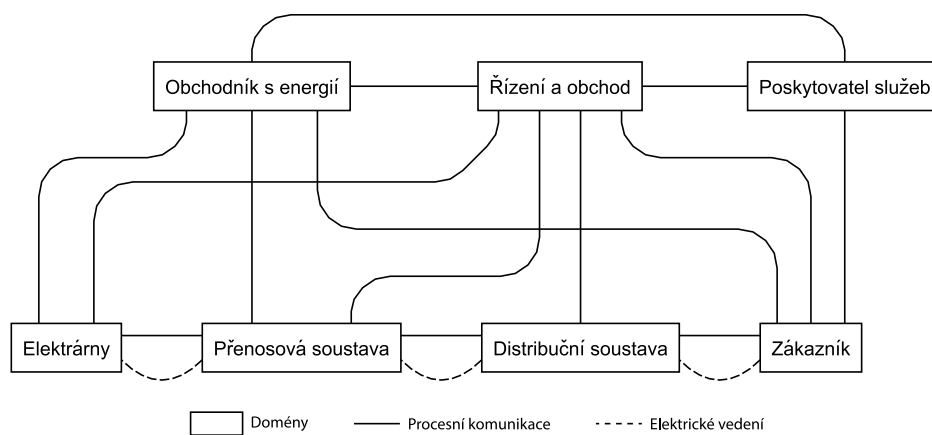
V souvislosti se správou elektrické energie se nejčastěji hovoří o tzv. Smart Grid (inteligentní síti). Jedná se o elektrickou síť, která chytře integruje všechny připojené uživatele, ať už se jedná o dodavatele nebo spotřebitele, za účelem efektivního dodání ekonomicky výhodné a bezpečné elektrické energie. Podle [8] inteligentní síť využívá pokročilé technologie a služby schopné monitorování, kontroly, komunikace a samoléčby s cílem:

- lepšího připojení a provozu generátorů elektrické energie
- umožnění spotřebitelům být součástí optimalizace provozu systému
- poskytnutí více informací spotřebitelům a umožnění volby dodávky elektrické energie

- výrazné snížení dopadu celého systému dodávky elektrické energie na životní prostředí
- zachovat nebo dokonce zlepšit stávající vysokou úroveň spolehlivosti, kvality a bezpečnosti systému dodávky elektrické energie
- zlepšení stávajících služeb
- podpořit integraci trhu směrem k Evropskému integrovanému trhu

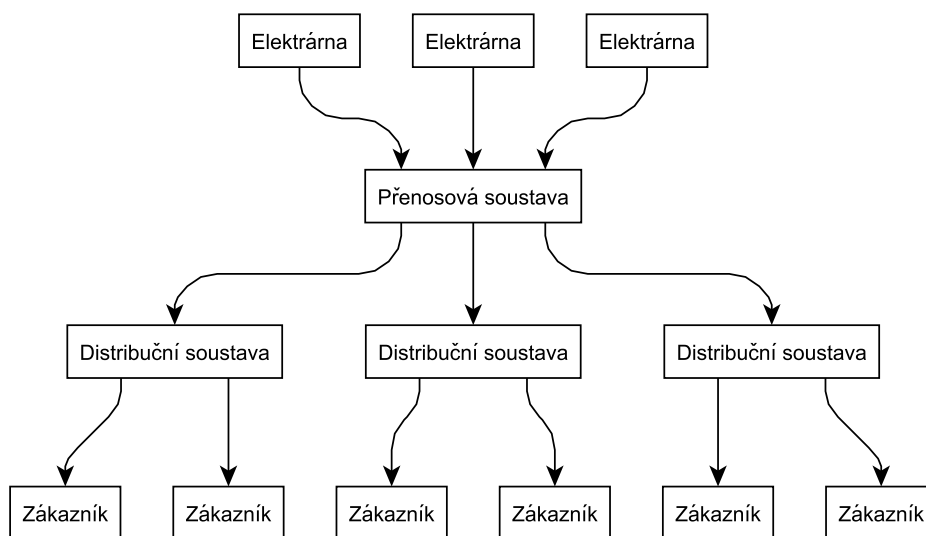
1.2.1 Domény Smart Grid

NIST (The National Institute of Standards and Technology) rozděluje model Smart Grid na domény popisující výrobu elektrické energie, přenos elektrické energie, distribuci, trh s elektřinou, řízení distribuční soustavy, poskytovatele a zákazníka. Na Obr. 1.3 jsou zobrazeny domény, které ovlivňují změny související s implementací konceptu Smart Grid. Důležitost, celková pracnost nasazení konceptu Smart Grid a požadavky na distribuci elektrické energie nejlépe vyniknou při porovnání se současným řešením. [9]



Obrázek 1.3: Konceptuální doménový model Smart Grid Zdroj: [9]

Na rozdíl od konceptu Smart Grid je u klasického modelu navržena topologie sítě tak, aby byla vhodná pro jednosměrný tok elektrické energie. U klasického modelu totiž proces začíná u elektrárny, následně pokračuje přenosová a distribuční soustava až do míst spotřeby energie – odběratele viz Obr. 1.4. Současný model je ale nepřizpůsoben novým trendům, jako je vzrůstající počet malých zdrojů připojených do sítí vysokého a nízkého napětí (fotovoltaické panely, větrné a vodní elektrárny). [9]



Obrázek 1.4: Klasický model soustavy Zdroj: [9]

1.2.2 Výhody Smart Grid

Posláním konceptu Smart Grid je implementace inteligentních ICT prvků pro efektivní řízení jednotlivých technologických zařízení distribuční soustavy. Mezi tyto inteligentní ICT prvky patří distribuční trafostanice, jističe a od-pínače, akumulární zařízení, inteligentní elektroměry a další. S nasazením lo-kálních systémů využívajících data z inteligentních ICT prvků, je možné řídit a optimalizovat distribuční soustavu a efektivně tak spravovat výrobu elek-trické energie, akumulaci a spotřebu v regionu. Mezi další výhody konceptu Smart Grid patří možnost autonomního provozu řídicích systémů, zajištění řídicích funkcí v ostrovním provozu a při startu ze tmy. Zásadní je poskyto-vání detailních i agregovaných dat naměřených inteligentním ICT prvky ke zpracování centrálnímu systému energetické společnosti. Díky těmto datům je umožněna kompletní analýza a predikce spotřeby a chodu distribuční sou-stavy. Následně je umožněna pokročilá tarifkace odběratelů. [9]

1.3 Doprava

Doprava je ideální infrastrukturou pro nasazení ICT, nejen že ICT a dopravní infrastruktura jsou často fyzicky kombinované (kabeláž podél přepravních tras), ale také se doplňují a jsou navzájem zaměnitelné [10]. Když se zamyslíme nad využitím ICT v dopravě, každého určitě napadne automatizace světelně řízených křižovatek. Uplatnění ICT je ovšem daleko širšího měřítko. Předpo-kládá se, že ICT v dopravě bude řešit dopravní kongesce, bezpečnost provozu,

ochranu životního prostředí a efektivitu přepravy zboží. [11]

1.3.1 Dopravní telematika

Dopravní systémy, které poskytují informace účastníkům provozu a řídicím centřům, zvyšují účinnost ekonomiky, bezpečnost provozu a zlepšují ekologii – nazýváme Intelligent Transportation Systems (ITS). V České republice a celé Evropě se spíše používá pojem telematika, který vznikl složením slov telekomunikace a informatika. Definice dopravní telematiky podle [12] zní:

„Dopravní telematika integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu komunikací zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost a zvýšila se psychická pohoda cestujících.“

Pod dopravní telematiku patří všechny informační a komunikační technologie, které mohou být použity za účelem zlepšení efektivity a bezpečnosti dopravy. Dopravní telematika poskytuje alternativní řešení dopravních problémů a má potenciál pro snížení časové náročnosti dopravy, četnosti dopravních nehod, nákladů, zlepšení provozu a zvýšení spokojenosti účastníků dopravy. [13]

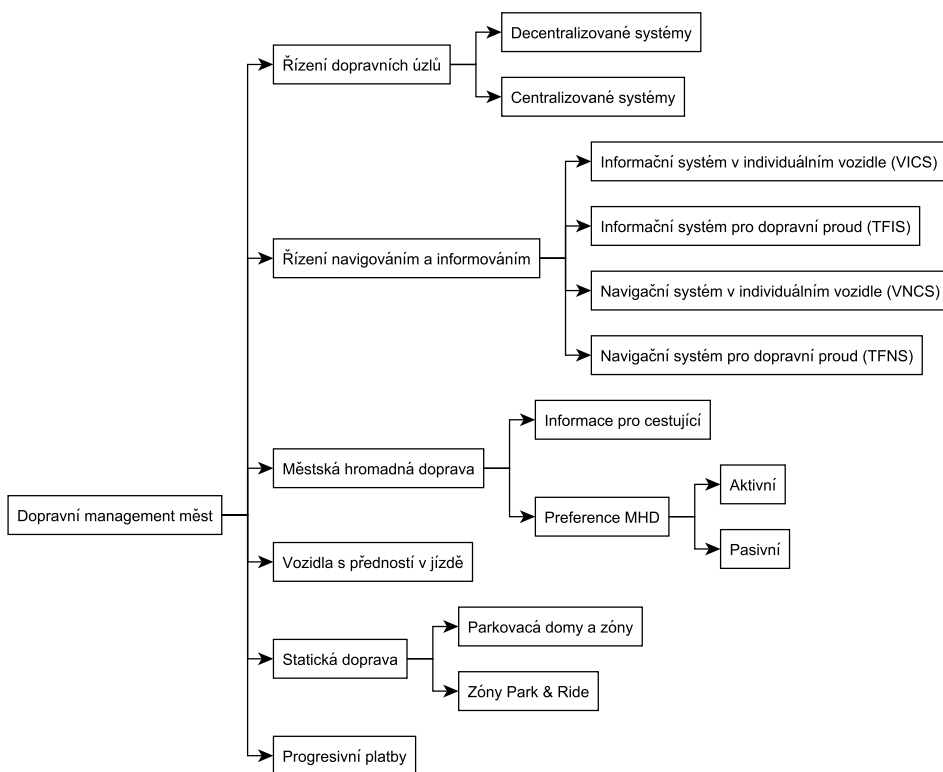
1.3.2 Kategorizace dopravní telematiky

Z důvodu komplexnosti a širokého spektra, které dopravní telematika zaujímá, je potřeba zjednodušit systémovou analýzu při hledání řešení konkrétního problému. Vytvoření kategorií, které shlukují dopravně-telematické subsystémy s podobnými vlastnostmi, je prvním krokem ke zjednodušení přístupu. Podle [11] se telematika dělí na tři klíčové oblasti: dopravní management měst, dopravní management dálnic a ekologický management.

1.3.2.1 Dopravní management měst

Dopravní management měst řeší zásadní problém, kdy se neustále větší počet vozidel soustředí do omezeného prostoru, a to především kvůli tomu, že není dále možné rozšiřovat stávající komunikace. Je třeba efektivně optimalizovat kvalitu dopravy prostřednictvím integrace subsystémů vyobrazených na Obr. 1.5. Pro řízení dopravních uzlů slouží především světelná signalizační zařízení. K řízení informování a navigování účastníků dopravy slouží informační a navigační systémy. Pro přenos informací do vozidla jsou využívány systémy VICS (Vehicle Information and Communication System). Systémy TFIS (Traffic Flow Information System), mezi které například patří digitální informační tabule oznamující řidičům aktuální stav dopravy. Informační tabule zobrazující mapy s hustotou dopravy a případně poskytující informace o náhradní trase patří mezi systémy TFNS (Traffic Flow Navigation System). Mezi systémy VNCS (Vehicle Navigation and Communication System) patří

klasické GPS (Global Positioning System) navigace, kdy v kombinaci se sdílením aktuální polohy řídicím centru prostřednictvím DSRC (Dedicated Short Range Communications), je možné efektivně monitorovat a ovlivnit dopravu v reálném čase tak, že se výrazně sníží kongrese v dopravní síti. [11]

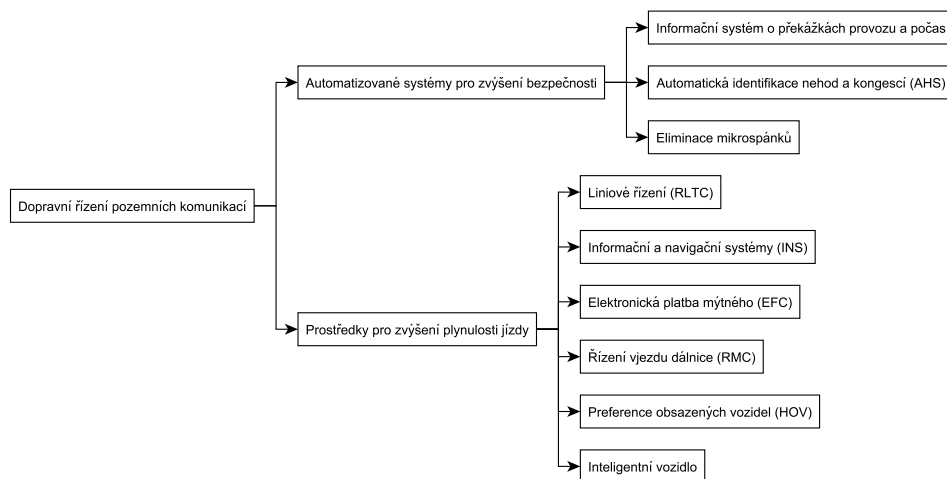


Obrázek 1.5: ITS zajišťující management měst Zdroj: [11]

1.3.2.2 Dopravní management dálnic

Dálnice jsou na rozdíl od městských komunikací liniovými objekty. Telemetrické systémy řeší převážně bezpečnost řidičů a plynulost jízdy, díky čemuž je zajištěna i dostatečná kapacita komunikací. Konkrétní subsystémy, které se uplatňují při managementu dálnic, jsou znázorněny na Obr. 1.6. Systémy AHS (Automated Cruise-Assist Highway Systems) zajišťují získávání věrohodných dopravních informací o celé komunikační síti a na základě těchto dat systém identifikuje případné nehody a tvorbu kongescí. O liniové řízení se starají systémy RLTC (Road Line Traffic Control), kdy díky získaným datům klasifikují dopravní proud, vyhledávají jeho nestability a informují účastníky provozu. Pro řízení distribuce dopravního proudu se využívají systém INS (Information and Navigation Systems), které poskytují důležité informace o stavu dopravy,

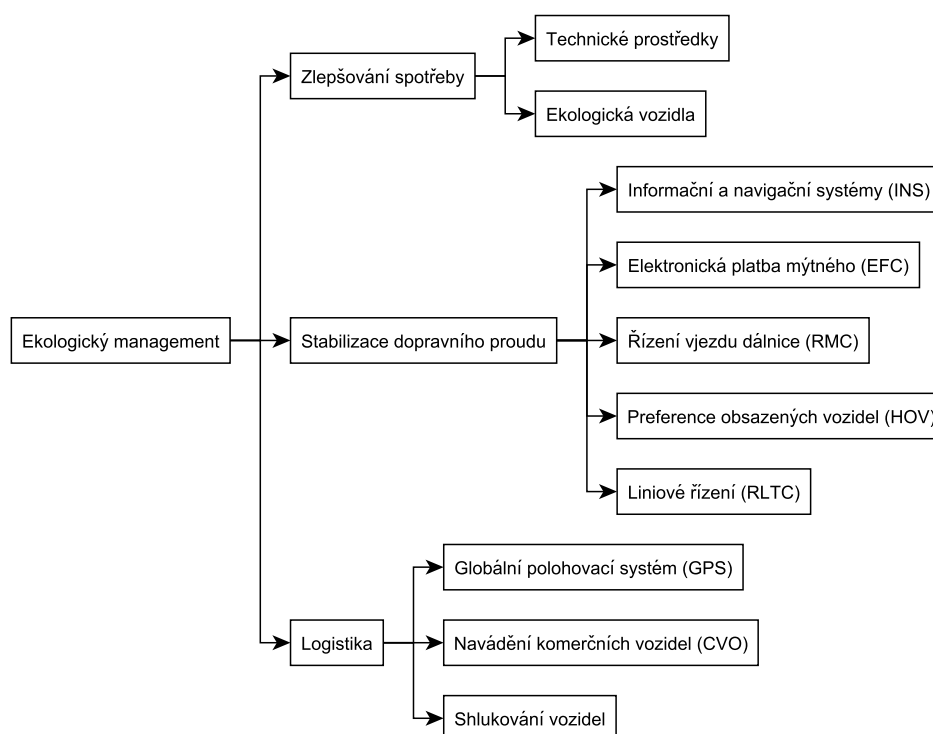
a to i před samotnou jízdou. Platba mýtného prostřednictvím systému EFC (Electronic Fee Collection) je již ve většině evropských zemí standardem. K zajištění bezpečného vjíždění na dálnice slouží systém RMC (Ramp Metering Control), který dávkuje najíždějící vozidla podle aktuálního stavu dopravy. Na komunikacích s více jízdničními pruhy lze zvýhodňovat obsazenější vozidla, která jsou automaticky detekována systémem HOV (High Occupancy Vehicles). [11]



Obrázek 1.6: ITS zajišťující management dálnic Zdroj: [11]

1.3.2.3 Ekologický management

Dopravní telematické systémy se pozitivně uplatňují také při redukování ekologických dopadů dopravy. V potaz je třeba brát kromě přímého poškozování prostředí i spotřeba více energie, než je nezbytně nutné. Pro úsporu energie a redukcí vytváření zplodin je zapotřebí snížit spotřebu vozidel, stabilizovat dopravní proud a využít efektivní logistiku prostřednictvím systémů vyobrazených na Obr. 1.7. Jednou z možností je zvýhodňování vlastníků elektromobilů a rozšiřování dobíjecích stanic, které budou k dispozici na snadno dostupných místech po celém městě i regionu. Stabilní dopravní proud zajišťují již zmíněné systémy RLTC, INS a další. Nákladní vozidla nejsou ve většině případů optimálně vytěžována a nevyužívají optimalizované trasy pro převoz nákladu. Pro navádění takovýchto vozidel se využívají systémy CVO (Commercial Vehicle Operations). Spotřeba u nákladních vozidel lze výrazně snížit shlukováním nákladních vozidel do kolon (Platooning Operation) s využitím autonomního řízení.



Obrázek 1.7: ITS zajišťující ekologický management Zdroj: [11]

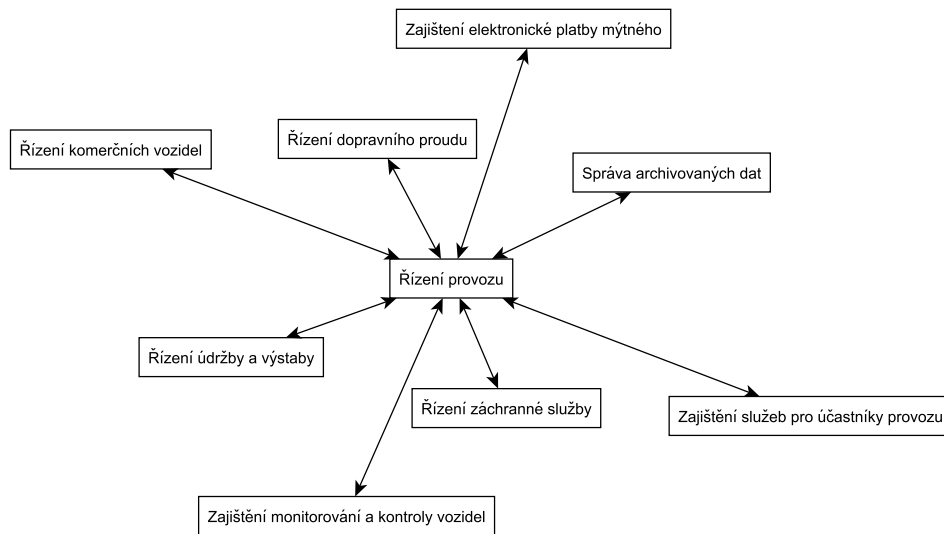
1.3.3 Dopravně telematický systém

Správně koncipovaný dopravně telematický systém má pozitivní ekonomické, sociální, environmentální i politické přínosy na místní, regionální, národní i globální úrovni. Systém celkově slouží k zvýšení bezpečnosti, informovanosti, efektivity a produktivity dopravy. Zároveň minimalizuje dopady dopravy na životní prostředí. Pro úspěšné nasazení dopravně telematického systému je zapotřebí vytvoření infrastruktury, která je z největší části tvořena senzory a aktory měřící okolní prostředí a ovlivňující účastníky provozu. [12]

Architektura takového systému podle [14] poskytuje společný rámec pro plánování, definování a začlenění ITS. Architektura definuje funkce potřebné pro správné fungování ITS viz Obr. 1.8, subsystémy, kde se funkce uplatňují, informační a datové toky, které zajišťují vzájemné propojení jednotlivých částí v jeden integrovaný celek.

1.3.4 Uplatnění dopravní telematiky

Do roku 2020 má v zemích EU25 vzrůst počet osobních vozidel o 25 až 35 % a nákladních dokonce o 55 až 76 %. Takový nekontrolovaný růst je třeba



Obrázek 1.8: Logická architektura ITS Zdroj: [13]

alespoň částečně eliminovat buď stavbou nových kapacitních komunikací, rozšířením inteligentních vozidel nebo právě nasazením dopravně telematických systémů. A právě dopravně telematické systémy mají výhodu v době inovačního cyklu, který dosahuje 18-24 měsíců od úvodní studie po praktickou realizaci. Oproti tomu běžná doba realizace nové dálnice přesahuje 20 let a zavedení nových systémů do sériové výroby u automobilového systému trvá mezi 6 a 12 roky. [15] Investice do nových a stávajících systémů je při současném stavu nejlepší volbou. Uplatnění dopravní telematiky řeší v globálním měřítku nespočet problémů a díky aplikaci je možné podle [11] omezit dopravní kongesci, zvýšit bezpečnost, ochránit životní prostředí a zefektivnit přepravu zboží.

1.3.4.1 Omezení dopravních kongescí

Proměnné dopravní značky a palubní počítače ve vozidlech budou sloužit pro informování řidičů o aktuální dopravní situaci, volných parkovacích místech, orientaci v jakémkoli cizím městě a další funkce pro efektivní a bezpečný provoz. Řízení provozu bude vylepšeno díky vozidlům vybaveným komunikací na krátkou vzdálenost - DCRC (Dedicated Short Range Communication). Tato technologie zajistí informovanost řídicího centra o poloze všech vozidel v dané oblasti a poskytne tak reálný obraz dopravy v síti.

1.3.4.2 Zvýšení bezpečnosti

Proměnné dopravní značky budou dynamicky omezovat maximální povolenou rychlost v závislosti na aktuální situaci dopravy, povětrnostních podmínek a stavu vozovky. Veškerá vozidla budou vybavena protikolizními radary monitorující dopravní situaci po směru jízdy, ale i případné ohrožení vozidlem přibližujícím se zezadu. Dopravní senzory budou zaznamenávat aktuální dopravní situaci a v případě abnormálního zpomalení dopravního proudu můžou identifikovat nehodu, upozornit ostatní účastníky provozu a přivolat záchrannou službu.

1.3.4.3 Přínosy pro životní prostředí

Díky inteligentnímu řízení provozu bude zredukován počet zastavujících nebo popojíždějících vozidel. Prostředky MHD (městské hromadné dopravy) budou mít prioritu v rámci dopravy a pro cestující bude jednodušší plánovat cesty díky aktuálním informacím a možnosti využít jejich platební kartu pro úhradu různých druhů poplatků. Bude rozšířena intermodální doprava díky možnosti reálně volit optimální trasu kombinací různých dopravních prostředků.

1.3.4.4 Efektivnost přepravy zboží

Nákladní vozidla budou neustále sledována a identifikována pomocí elektronických pasů, které popisují převážené zboží. Tím se zkrátí čekací doba na hranicích při zjišťování celních informací a dopravce bude mít neustálý přehled o pohybu zboží. Nákladní vozidla budou také schopna automatické jízdy v kolonách, kdy vytvoří kolonu pohybující se optimální rychlostí při maximálním využití kapacity komunikace.

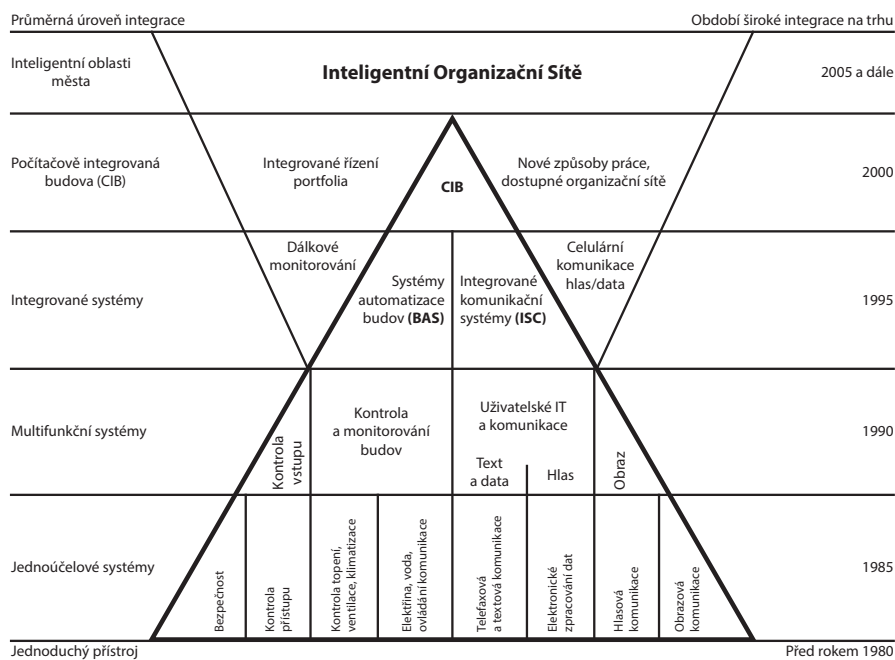
1.4 Inteligentní budovy

Inteligentní budovy jsou jednou z dalších oblastí, kde se dá využít ICT při správě a organizaci města. Je důležité si uvědomit, že se nejedná pouze o budovy určené k bydlení, ale převážně o průmyslové stavby. V literatuře se objevuje spousta definic inteligentních budov, kdy žádná z nich není všeobecně používána. Všechny ovšem víceméně vystihují podstatu tohoto konceptu a kladou důraz na potřebu majitelů budov a jejich koncových uživatelů v kombinaci s důležitostí využití moderních technologií. Jedna takováto definice, která je podle [16] považována za výstižnou a konceptuálně normativně formulovanou zní:

„Inteligentní budova je dynamická a citlivá architektura, strukturálně funkcionální metoda konstrukce a technologie stavby, jež poskytuje každému obyvateli produktivní, úsporné a ekologicky přijatelné podmínky, pomocí soustavné interakce mezi svými čtyřmi základními prvky: budovou (materiál,

struktura, prostor), zařízením (automatizace, kontrola, systémy) provozem (údržba, správa, prostor) a vzájemnými vztahy mezi nimi.“

Jeden z dalších způsobů, jak se definuje koncept inteligentních budov, je pomocí Obr. 1.9. Diagram je významným milníkem ve vývoji konceptu inteligentních budov. Pyramida v podstatě definuje integrované nebo také automatizované budovy - typ inteligentních budov, které kladou důraz na využití ICT. [17]



Obrázek 1.9: Pyramida inteligentních budov Zdroj: [17]

1.4.1 Řídicí systém inteligentních budov

Pro efektivní řízení inteligentní budovy se využívá soustava subsystémů, které se starají o jednotlivé funkce. Tyto subsystémy se dají sjednotit pod jeden hlavní systém BAS (Building Automation System). Systém BAS je založen na centralizované správě decentralizovaných zařízení a pro automatizované řízení stavu jednotlivých zařízení se používá systém DDC (Direct Digital Control). Systém BAS zahrnuje správu klimatizace, větrání, zásobování vodou, kanalizace, osvětlení, napájení, provozu výtahů, integrovaných bezpečnostních systémů, protipožárního řídicího systému a strukturované kabeláže. [18]

Pro efektivní fungování soustavy je využívána teorie moderního řízení, a to systém distribuovaného řízení DCS (Distributed Control System). To je cha-

rakterizováno jako systém centralizovaného řízení a decentralizované kontroly, která využívá systém DDC pro monitorování v reálném čase.

Hlavní funkce systému BAS lze podle [18] shrnout jako:

- automatické sledování a řízení celé řady mechanických a elektrických zařízení
- automatická detekce a zobrazení provozních parametrů různých mechanických a elektrických zařízení
- automatické nastavení zařízení na základě vnějších podmínek, životního prostředí a zatížení
- monitorování a včasná reakce na nehody a mimořádné události
- realizace jednotné zprávy a koordinační kontroly nad řadou zařízení
- energetický management, kdy na základě historických dat upravuje a předpovídá spotřebu vody, plynu a elektřiny
- management zařízení, který zahrnuje údržbu všech zařízení, výstupní zprávy o provozu a další

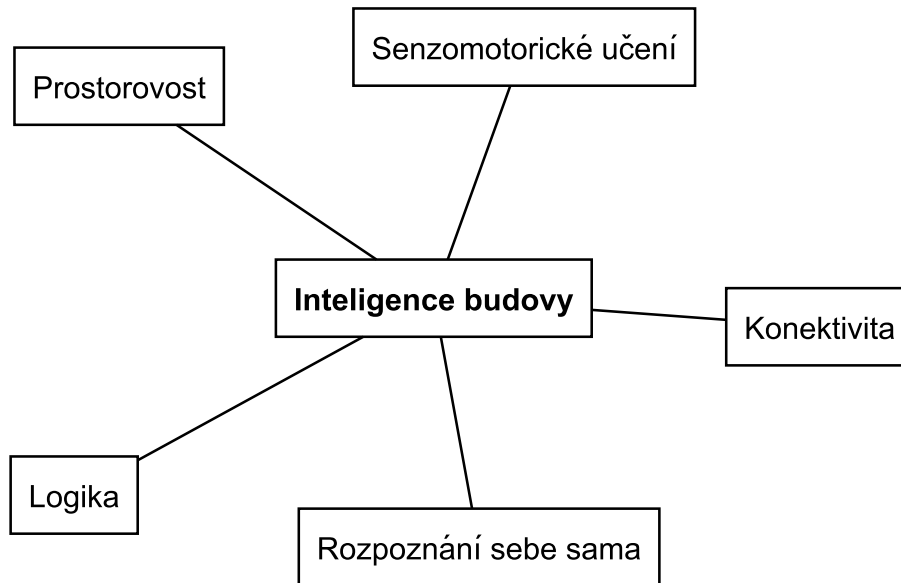
1.4.2 Uplatnění umělé inteligence

Pokud hovoříme o inteligenci v souvislosti s budovami, předpokládá se, že takováto forma inteligence odkazuje na funkci. Inteligentní budova splňuje potřeby všech zainteresovaných stran. [19]

Psychologické paradigma lidské inteligence může být podle [17] použito jako rámec pro pochopení souvislostí mezi koncovým uživatelem a funkcemi inteligentní budovy. Takže na základě forem lidské inteligence lze odvodit podstatu konceptu inteligentních budov s komponenty, které jsou zobrazeny na Obr. 1.10.

Poptávka po pokročilých a automaticky řízených systémech inteligentních budov neustále roste a není jasné, jaké řešení bude v budoucnu využíváno. V současné době je většina systémů využívána nezávisle mezi sebou a není možná realizace syntetické kontroly celé budovy. Pro spolehlivé a jednotné řízení všech subsystémů je potřeba zavést využití umělé inteligence – AI (Artificial Intelligence). [20]

Mezi typické uplatnění AI v konceptu inteligentních budov patří kontrola osvětlení interiéru, řízení výkonu klimatizace a především předpověď chování jednotlivých zařízení v rámci BAS, která pak umožňuje jejich efektivní správu. [20]



Obrázek 1.10: Vlastnosti inteligence budovy Zdroj: [17]

1.4.3 Energeticky efektivní budovy

Spotřeba energie u budov je v rozvinutých zemích velmi vysoká. Existuje zde velký potenciál pro úsporu energie. U nově stavěných budov se většinou využívají opatření pro úsporu energie. Pro významné ušetření energie je zapotřebí využití nejen standardních metod, ale i nových technologií, převážně v oblasti obnovitelných zdrojů. [21]

Systémy pro automatizaci budov mohou být z části považovány za způsob úspory energie, ale v dnešní době jsou převážně používány pro pohodlí a bezpečnost. Z tohoto důvodu se setkáváme s neefektivním využíváním těchto systémů, kvůli bezohlednosti vůči spotřebě energie. [21]

Předpokládá se, že do roku 2020 bude více než dvě třetiny světové populace žít v městských oblastech. Řešením rychlého nárůstu urbanizace a s tím spojeného znečištění životního prostředí mohou být výškové budovy neboli mrakodrapy. Při návrhu takovýchto budov je zapotřebí myslet na energetickou efektivitu – na rozdíl od úspory energie, poskytnout stejné služby za nižší spotřeby energie. [21]

V budovách se spotřebovává až 40 % celkové spotřeby energie a přispívají tak k vytváření emisí. Největší podíl mají komerční budovy, kdy například pouze v USA podniky utratí 100 miliard dolarů v oblasti energetiky u svých budov. [21]

Díky efektivnímu využití ICT u inteligentních budov je podle studie [22]

možné při běžných opatřeních a optimalizace kontroly ušetřit přibližně 11 až 31 % energie, kdy například u řízení osvětlení je možné ušetřit až 58 % celkové spotřeby energie oproti standardnímu řešení.

1.4.4 Vzor řešení inteligentních budov

Na základě současných znalostí a praktických poznatků je podle [16] možné naznačit specificky orientovaný vzor řešení inteligentní budovy. Projekt inteligentní budovy stanovuje fungování moderního bydlení – způsob jakým budeme budovu užívat. Samotnou realizaci lze naplánovat v několika etapách, kdy ale v prvním kroku musíme vždy řešit infrastrukturu kabeláže. Ostatní prvky budovy lze realizovat později až v průběhu užívání. Tento přístup k realizaci nazýváme modulárním řešením.

1.4.4.1 Centrální systém

Centrální systém je srdcem celé inteligentní budovy. Má jednoduché, intuitivní ovládání a zajišťuje správu veškerých zařízení.

1.4.4.2 Infrastruktura

Strukturovaná kabeláž je základním předpokladem pro inteligentní budovy. Zajišťuje rozvody videosignálu, audiosignálu a počítačové sítě. Důležité je neopomenout zabezpečení kabeláže pomocí stínění a přepětové ochrany.

1.4.4.3 Automatizace

Automatizace inteligentní budovy je zajištěna prostřednictvím inteligentního systému, který na základě okolní situace řídí vytápění, klimatizaci, ventilaci, stínící techniku, ohřev vody, zavlažování zahrady a alarm.

1.4.4.4 Ovládání zařízení

Veškeré funkce inteligentní budovy se v případě potřeby dají ovládat prostřednictvím dotykových obrazovek s intuitivním uživatelským rozhraním, přes televizor, mobilní telefon či počítač. Ovládání je dostupné odkudkoliv přes internet a je dostupné i ovládání hlasem.

1.4.4.5 Zabezpečení

O zabezpečení inteligentní budovy se stará systém zahrnující alarm, požární čidla, kamerový systém, infračervené závory a další. Systém simuluje běžné fungování v nepřítomnosti obyvatel a předchází potenciálním hrozbám.

1.4.4.6 Tepelná technika

Díky efektivní regulaci alternativních zdrojů (solární panely, tepelná čerpadla, rekuperace vzduchu) lze dosáhnout vysokých úspor při vytápění a chlazení. Je také důležité aby systém dokázal reagovat na náhle změny teploty v místnosti.

1.4.4.7 Osvětlení

K centrálnímu systému jsou zapojeny veškeré vypínače a stmívače obsluhující osvětlení v inteligentním domě. Je možné vytvářet světelné scény na základě požadavku obyvatel (sledování televize, čtení, večere). Vypínače mohou být bezdrátové a může je tak umístit na výhodnější místa. Samozřejmě jsou úsporné zdroje osvětlení, které mají dlouhou životnost.

1.4.4.8 Komunikace

Jednotlivé místnosti inteligentní budovy jsou propojeny prostřednictvím počítačové sítě. To zajišťuje přístup k vysokorychlostnímu internetovému připojení z jakékoliv části budovy.

1.4.4.9 Zábava

Multimediální centrum inteligentní budovy zabezpečuje distribuci zvukového a obrazového signálu do vybraných místností. Systém sjednocuje veškerá data jako rodinné fotografie, filmy, hudbu, televizní pořady, tak aby byly dostupné pro všechny obyvatele.

1.4.5 Budoucí vývoj inteligentních budov

Pravděpodobný scénář vývoje inteligentních budov spočívá v postupném nasazování nových technologií. Celkově budou inteligentní budovy stavěny podle požadavků na hodnotu dle investice, ochranu vody, pohodlí a zdraví obyvatel, obnovitelné zdroje energie a energetickou efektivitu. Mezi technologie, které budou nově uplatňovány, patří vestavěné senzory a automatické řídicí systémy, biometrie, nanotechnologie, nové způsoby výroby energie, čipové implantáty a obecně nové zařízení z oblasti ICT. [17]

S rozvojem ekonomiky a pokrokem vědy budou požadavky obyvatel na kvalitu života a životního prostředí čím dál vyšší. Tuto problematiku bude řešit koncept inteligentní komunity, kdy je zapotřebí stavět inteligentní rezidence s důrazem na využití ICT. [18]

Ochrana životního prostředí je dnes světovým tématem číslo jedna a vývoj inteligentních budov je nedílnou součástí tohoto přístupu. Při návrhu budov bude zásadní úspora energie, ochrana životního prostředí a nulové emise. [18] Jedině tak zde může koncept inteligentních budov zůstat i v budoucích letech.

Návrh inteligentních budov bude dynamický, tak aby se mohl měnit na základě okolností, kdy důležitou součástí designu bude personalizace. Nová

generace obyvatel, pro které budou budovy stavěny je již dnes zvyklá na jedinečnost a individualitu jejich zařízení, a to budou budoucí obyvatelé předpokládat i od svých domovů. [18]

Budoucí vývoj inteligentních budov a jejich automatizace bude spolu s ICT postupně měnit tradiční způsob života, tak že lidé budou žít za rychleji, komfortněji, zdravěji a chytřeji.

1.5 Veřejná správa

Využití ICT ve veřejné správě je v dnešní době samozřejmostí, ale ve většině případů se jedná o neefektivní, nejasné a celkově nevstřícné vůči uživatelům. Tento stav lze podložit například studií stávajícího daňového informačního systému Finanční správy České republiky [23]. Termín, který se u tohoto konceptu používá je e-government. V české legislativě pojem e-government není nijak vymezen, ale podle [24] bývalé ministerstvo informatiky definovalo e-government jako:

„Transformaci vnitřních a vnějších vztahů veřejné správy pomocí informačních technologií s cílem optimalizovat interní procesy. Jejím cílem je pak rychlejší, spolehlivější a levnější poskytování služeb veřejné správy nejširší veřejnosti a zajištění větší otevřenosti veřejné správy ve vztahu ke svým uživatelům.“

Z definice je evidentní, že veřejná správa by měla být díky využití ICT odbornější, efektivnější a více transparentní. Podle evropské komise [24] by měl e-government sloužit k využití ICT pro poskytování lepších veřejných služeb občanům a podnikům.

1.5.1 Digitální demokracie

Svoboda informací, transparentnost a otevřenost nejsou bonusy vlády v demokratické společnosti, ale základní stavební kameny pro přežití demokracie a hlavní články pro efektivní formu demokratické vlády.

Nové technologie se začínají uplatňovat i ve vládních sektorech. Začíná se hovořit o termínu digitální demokracie, neboli e-democracy. Podle [25] digitální demokracie má šest dimenzí, u kterých se nejčastěji používá anglické názvosloví – e-civics, e-participation, e-activism, e-campaigning, e-voting a e-legislating.

1.5.1.1 E-civics

E-civics lze chápat jako využití ICT za účelem zpřístupnění dat občanům. ICT jsou brány jako prostředky k efektivnímu sdílení informací a zaručení dostupnosti důležitých dat pro širokou společnost. Díky efektivitě nasazení ICT jsou tak sníženy náklady spojené s veřejnou správou.

1.5.1.2 E-participation

E-participation zaručuje možnost účastnit se na důležitých politických rozhodnutích pro občany a všechny zúčastněné strany. Transparentnost politických orgánů je prerekvizitou a zaručuje, že kdokoliv může rozhodovat o budoucím vývoji, diskutovat stávající vedení a navrhnout případná řešení. Díky využití ICT tato spolupráce bude dostupnější pro více občanů a zaručí tak prosazování lepších rozhodnutí.

1.5.1.3 E-activism

E-activism zaručeně zažil největší rozvoj díky rozšíření sociálních sítí. Jedná se o ovlivňování veřejného mínění za účelem propagace nebo rozšíření určité idey. Skoro všechny veřejné agentury existují v prostředí, které zahrnuje i skupiny lidí zajímajících se o stejnou problematiku a právě účelem konceptu e-activism je tyto lidi zaujmout a využít je ke spolupráci.

1.5.1.4 E-campaigning

E-campaigning z velké části zastřešuje volební kampaně jednotlivých politiků. Politické kampaně mohou díky ICT oslovit více občanů a ovlivnit tak veřejné mínění. Mimo to se e-campaigning osvědčil jako důležitý zdroj financování a obecně se prosazuje politika crowdfundingu, kdy více lidí přispívá menší částky pro dobro jednoho projektu. Tyto techniky nemusí být uplatňovány pouze v politické sféře, ale i u ostatních veřejných a soukromých sektorů.

1.5.1.5 E-voting

Hlasování prostřednictvím ICT bude v blízké budoucnosti samozřejmostí. Díky zavedení elektronického hlasování je možné zapojovat občany do více rozhodovacích procesů a dosáhnout tak přímější demokracie. Zpětná vazba je téměř okamžitá a může se tak dosáhnout efektivnějšího řízení státu.

1.5.1.6 E-legislating

E-legislating využívá ICT pro vylepšení legislativních procesů, tak aby byly efektivnější. S tím je i spojená větší transparentnost veřejné správy pro lehčí ověření smysluplnosti jednotlivých reforem a možnosti případné diskuze.

1.5.2 Bezpečnostní politika

Bezpečnost je nutná k zachování integrity datových systémů vládních organizací před počítačovými útoky, politickou a průmyslovou špionáží, sabotáží, chybami uživatelů a přírodní katastrofou. Pokud tyto systémy zajišťují například systém voleb, tak bezpečnost je zásadní pro samotné fungování demokra-

cie. Hlavní význam pro účinné udržování bezpečnosti je mít přehled o aktuální situaci a opatření v případech ohrožení bezpečnosti. [25]

U počítačové bezpečnosti si většinou představíme počítačové viry a kybernetické útoky. Reálně je ale největším problémem fyzická zranitelnost systémů, kdy data centra musí být chráněna před krádeží, ztrátou a živelnými katastrofami pomocí záloh. V případě zabezpečení proti hackerům je znovu důležité si uvědomit zranitelnost systémů zevnitř. Pokud je například úmyslně připojeno zařízení k privátní síti za účelem získání cenných informací a následného zneužití. Je zapotřebí provádět bezpečnostní kontroly jednotlivých zaměstnanců a zařízení, která mají přístup k zabezpečeným informacím. Za ústřední bezpečnostní opatření pro obranu systémů je považován firewall. I přes různé stupně zabezpečení většina firewallů slouží k filtrování internetového provozu, blokování neoprávněných přístupů a celkové zabezpečení počítačové sítě před vnějším přístupem. [25]

Autentizace je další vrstvou bezpečnostní politiky. Nejjednodušší formou je heslo nebo PIN (Personal Identification Number). V případě hesel je obvyklé, že uživatelé mají možnost si zvolit heslo vlastní. To je bohužel také jedna z bezpečnostních mezer, protože uživatelé si mohou zvolit heslo, které není dostatečně silné, mohou ho vyzradit neoprávněným osobám nebo jim ho může být ukradeno. [25] Tuto problematiku řeší biometrické technologie, které využívají identifikátory lidského těla. V poslední době se rychle rozvíjí technologie pro skenování otisků prstů a očekává se její uplatnění v dalších oblastech. Pro širší nasazení ostatních biometrických měření ještě není dostatek technologií, ale například identifikace pomocí skenu obličeje začíná být uplatňována v různých odvětvích.

Ruční instalace bezpečnostních záplat systémů je nejběžnější bezpečnostní strategií a zároveň také tou nejméně spolehlivou. Řešením může být využití konfiguračního programu pro správu instalace aktualizací, který zajistí připravenost systému proti případným hrozbám.

Bezpečnostní strategie by měla řešit nejen metody, jak účinně bránit hrozbám, ale i co dělat v případě narušení bezpečnosti. Je nezbytné vytvářet zálohy dat a predejit tak ztrátám důležitých informací.

1.5.3 E-government v České republice

V České republice ale i ve světě převládá dojem, že investice do ICT v rámci dané organizace je automatická cesta k úspěchu a pokroku. Mnohdy co navenek vypadá jako skvělý investiční záměr, který vyřeší spoustu problémů, je nakonec marketingová kampaň některého z politiků, která pouze plýtvá veřejné finance. Je důležité si uvědomit, že s tímto přístupem nebudeme mít šanci využít potenciál ICT naplno a získat tak konkurenční výhodu nad ostatními.

V rámci Evropské unie existuje spousta srovnávacích kritérií jednotlivých členských států. Jedním je i srovnání z pohledu konektivity, lidského kapitálu, využívání internetu, integrace digitálních technologií a stav veřejně poskyto-

vaných elektronických služeb neboli e-government. Česká republika se podle [24] celkově umístila na 17. místě z 28 členských států, ale co se týče problematiky e-government byla na místě 26. Jedna z možných příčin, proč tomu tak je, může být obtíž nalézt řešení využívající ICT v oblasti e-government, které by v České republice bylo zcela transparentní nebo nepředražené.

Historicky sahá vývoj využívání ICT ve veřejné správě až do roku 1991, kdy byla zřízena Komise vlády pro státní informační systém, která byla ale zrušena roku 1993. V roce 2000 byl zřízen Úřad pro veřejné informační systémy a Úřad na ochranu osobních údajů. Pro usnadnění komunikace občanů v rámci veřejné správy byla zavedena možnost využívat elektronický podpis. První medializované využití procesu připomínkování legislativní povahy bylo v roce 2007 při přípravě nového trestního zákoníku, kdy bylo občanům umožněno zasílat elektronicky své připomínky a návrhy [26]. V roce 2008 byl spuštěn projekt Czech POINT a rok na to datové schránky. Od července 2010 platí zákon o základních registrech, který propojuje registr osob, obyvatel, územní identifikace adres a nemovitostí a registr práv a povinností. V roce 2011 pak byl spuštěn Vízový informační systém České republiky. [27]

Zaštitujícím symbolem konceptu e-government je panáček eGON, který vznikl spolu s projektem eGON v roce 2006. Projekt eGON řešil problém zbytečného obíhání úřadů a sjednocoval projekty Czech POINT, KIVS (Komunikační Infrastruktura Veřejné Správy), zákon o elektronických úkonech a autorizované konverzi dokumentů a základní registry veřejné správy. V roce 2011 byl představen nový projekt Klaudie, který zaštitoval problematiku cloud computingu v České republice. Projekt Klaudie měl na starosti sdílení softwarových a hardwarových nástrojů prostřednictvím sítě. [27]

1.5.3.1 Czech POINT

Cílem Českého podacího ověřovacího informačního národního terminálu neboli Czech POINTu je podle [27]:

„Vytvořit garantovanou službu pro komunikaci se státem prostřednictvím jednoho univerzálního místa, kde je možné získat a ověřit data z veřejných i neveřejných informačních systémů, úředně ověřit dokumenty a listiny, převést písemné dokumenty do elektronické podoby a naopak, získat informace o průběhu správních řízení ve vztahu k občanovi a podat podání pro zahájení řízení správních orgánů.“

Projekt by měl ulehčit občanovi komunikaci s veřejnou správou prostřednictvím snáze dostupných kontaktních míst a v budoucnu dokonce i poskytnout možnost vyřizovat tuto komunikaci přímo z domova.

Mezi služby, které poskytuje Czech POINT, patří vyhotovení výpisu z katastru nemovitostí, obchodního rejstříku, živnostenského rejstříku, rejstříku trestů, rejstříku trestů právnické osoby, insolventního rejstříku a výpis bodového hodnocení řidiče. Prostřednictvím Czech POINTu si občan může také

třídít datovou schránku, která slouží jako elektronické úložiště dokumentů nahrazující klasickou listinou korespondenci.

1.5.3.2 KIVS

Kontaktní místa veřejné správy neboli KIVS jsou podle [27]:

„Notáři, krajské úřady, matriční úřady, obecní úřady, úřady městských částí nebo městských obvodů územně členěných statutárních měst a úřady městských částí hlavního města Prahy, jejichž seznam stanoví prováděcí právní předpis, zastupitelské úřady stanovené prováděcím právním předpisem, držitel poštovní licence a Hospodářská komora České republiky, banka, která byla ministerstvem udělena autorizace k výkonu působnosti kontaktního místa veřejné správy.“

Hlavním přínosem KIVS má být především zefektivnění a zároveň zjednodušení finanční stránky, díky vytvoření jednotné datové sítě, která poskytne bezpečné připojení a vysoký standard nabízených služeb.

1.6 Sběr odpadu

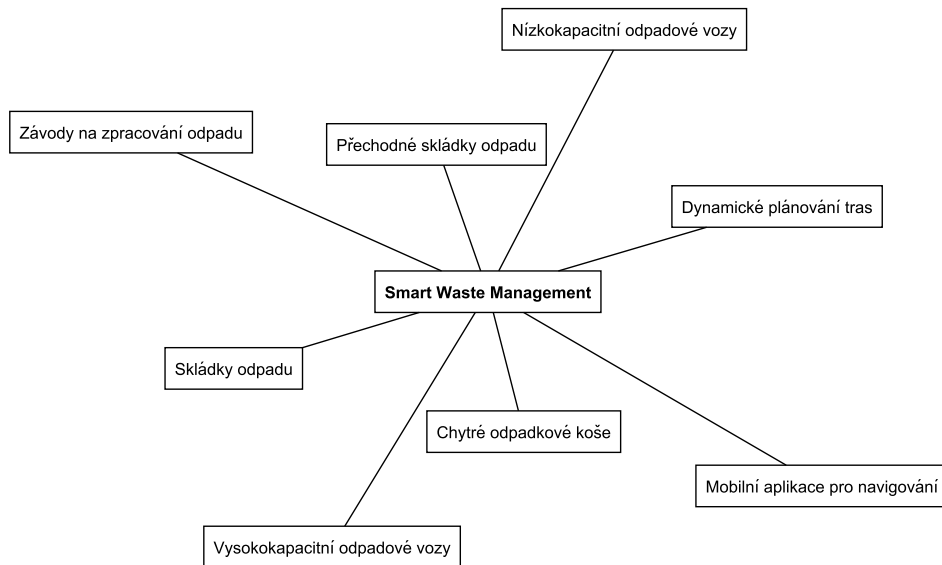
Řízení sběru, likvidace a recyklace odpadu je neustálým procesem, kde se dá ICT velmi efektivně uplatnit. Tradiční způsob sběru odpadu do nádob a kontejnerů je nedostatečným řešením a z tohoto důvodu se dnes setkáváme s přeplněnými odpadkovými koši. Kromě nedostatečné kapacity je zásadní problém plánování sběru odpadů. Neefektivně plánovaný sběr odpadů má za následky větší potřebu pohonných hmot, větší produkci emisí, více hluku a větší množství sběrných vozů v ulicích historických částí měst. [28]

V současné době je využití ICT při sběru odpadu stále málo rozšířeno. Na trhu existuje několik řešení, která převážně řeší problematiku využitím klasických odpadových nádob, do kterých umísťují svou technologii. Tyto řešení zajišťují lepší řízení sběru odpadu, ale jinak dále nevyužívají potenciál ICT. Na trhu existuje však několik výjimek, které nabízejí komplexní řešení sběru odpadu. Jednotliví zástupci technologických řešení jsou popsány v praktické části bakalářské práce, kde jsou zároveň navzájem srovnáni.

U problematiky využití ICT pro řízení sběru odpadu se v literatuře často objevuje pojem Smart Waste Management, který představuje výstižné pojmenování této problematiky. Na Obr. 1.11 lze vidět jednotlivé složky tohoto systému, které vzájemnou spoluprací zajišťují efektivní řízení sběru odpadu.

1.6.1 Proces sběru odpadu

Sběr odpadu zahrnuje infrastrukturu odpadových nádob, sběr odpadu z odpadových nádob a přesun odpadu na místo likvidace. Tento systém sběru odpadu je složitý a zdoluhavý proces, a pokud není efektivně plánován, může mít za následek 60 až 80 % celkových nákladů na odpadové hospodářství dané komunity. [30]



Obrázek 1.11: Složky systému řízení sběru odpadu Zdroj: [29]

1.6.1.1 Skladování odpadu na místě sběru

Nejčastějším řešením skladování odpadu na místě sběru je pomocí plastových a kovových kontejnerů, které jsou schopny pojmout 75 až 150 litrů dopadu. V poslední době se ve městech uplatňuje systém zabudovaných kontejnerů do země, které poskytují větší kapacitu, ale zbytečně nezasahují do okolí. [30] Ve světě existují i další projekty, které jsou ale většinou pouze lokálního uplatnění. Jedním z příkladů může být systém pneumatického potrubí, který odpad přepravuje do centrálního smetiště a odtud se případně dál převáží k likvidaci. Tento systém je momentálně využíván například v Německu, Jižní Korei a Finsku. [31]

1.6.1.2 Sběr odpadu

Sběr odpadu ve většině případů zajišťují odpadové vozy, které jsou schopny pojmout 4 až 5 tun odpadu. Jedná se o nákladní vůz s dvou nebo tří člennou posádkou, která v dané lokalitě vyváží odpadové nádoby 1-2 týdně. [30] Ve světě existuje několik přístupů k třídění odpadu. Ve většině západních zemí se uplatňuje systém třídění u zdroje, kdy je právě na občanech zdali budou odpad třídit nebo ne. Tento koncept vsází na spolupráci s občany a Evropská unie stanovuje minimální požadavky – 60 % využití obalů a 55 až 80 % recyklace materiálů, jako je sklo, plast, papír a další. [32] V České republice ale často chybí odpadové nádoby určené pro recyklovatelný odpad v centrech měst, kde je produkováno velké množství odpadu kvůli turismu.

1.6.1.3 Převoz odpadu

Převoz odpadu na místo likvidace je často nejvíce nákladnou částí sběru odpadu. Většina míst pro likvidaci odpadu je situována mimo obydlené oblasti, tak aby neovlivňovali své okolí. V rozrůstajících městech je pak problém, že daná oblast je nevyužitelná pro stavbu nových prostor pro bydlení. Nejlépe umístěné zařízení pro likvidaci odpadu je co nejbližší místům, kde se provádí sběr odpadu, dobře dostupné pomocí dopravní infrastruktury a zároveň co nejšetrnější ke svému okolí. [30]

1.6.2 Dynamické plánování tras

Využití ICT pro plánování sběru odpadu se potvrdilo jako jedno z nejvíce účinných řešení pro ušetření nákladů na správu měst. [33] Díky optimalizaci tras a doby sběru odpadu je možné podle [34] ušetřit při řízení sběru odpadu až 80 % celkových nákladů. Dynamické plánování tras sběru odpadu je hlavním problémem, který je potřeba vyřešit pro umožnění efektivního řízení sběru odpadu a zabránění zbytečným výdajům.

Tuto problematiku řeší několik různých výzkumů s rozdílnými přístupy, které jsou na základě [35] popsány v následujících odstavcích.

Jedním z přístupů k této problematice je mechanismus zahrnující analytické modelování a simulace diskrétních událostí za účelem dynamického směřování a plánování v reálném čase. Tento mechanismus funguje na základě sledování aktuálního stavu všech odpadových nádob pomocí senzorů a bezdrátového připojení k internetu.

Další výzkum se zabývá Rollon-Rolloff problémem směřování vozidel, kdy jsou obsluhována místa s větším úložištěm odpadu jako například obchodní domy a staveniště. Model se zabývá vyhledáváním ve větší oblasti s interaktivním heuristickým algoritmem.

Řešení na základě algoritmu ACO (Ant Colony Optimization) představuje další možnost, jak dosáhnout dynamického směřování vozidel. S umístěním odpadových nádob se zachází jako s prostorovou sítí a aplikuje se k-means algoritmus, za účelem přiřazení odpadových nádob do clusterů – dílčích oblastí, které obslouží různé odpadové vozy.

Dalším možným postupem je kombinace směřování a optimalizace plánování na základě historických dat. Pokud se tyto data aplikují na jednotlivé trasy sběru odpadu, je možné tyto trasy optimalizovat pro větší efektivitu.

Možné uplatnění při dynamickém plánování tras má i fuzzy logika a především teorie fuzzy důvěryhodnosti. Tento přístup bere požadavky na plánování jako fuzzy proměnné.

Mechanismus vyhledávání ceny optimálních cest za účelem navigace odpadových vozů je řešením, kdy pomocí algoritmu vyhledávání trasy ve velké oblasti lze dynamicky plánovat trasy s cílem co nejvíce ušetřit. Uplatňuje se

zde směřování s využitím časového okna, které analyzuje logistické aktivity ve městě.

Jeden z výzkumů se zabývá stochastickým dynamickým plánování tras, které upravuje trasy během a po samotném sběru odpadu. Tento přístup využívá měřicí zařízení zabudované v samotných odpadových vozech.

Další řešení navrhuje, aby se k problematice sběru odpadu přistupovalo jako k TSP (Travelling Salesman Problem). Dynamické plánování tras by pak bylo řešeno pomocí vyhledávání hamiltnovských kružnic, kdy odpadové nádoby představují jednotlivé uzly a výchozí uzel reprezentuje centrála, odkud vozy vyjíždějí.

1.6.3 Technologická řešení

ICT infrastruktura a digitální data jsou jedním z hlavních faktorů při technologickém vývoji a ve spojení se systémy GIS (Geographic Information System) hrají důležitou roli pro analýzu dat a následné rozhodovací procesy. Dalším důležitým prvkem, který nabývá na významu je koncept IoT (Internet of Things) a jeho aplikace při řešení problematiky Smart City. V případě rozsáhlého nasazení senzorů, mohou být shromážděná data, jejich zpracování a uchování přímo spojena s konceptem Big Data. Takto velký objem dat může být v kombinaci s IoT potenciálním zdrojem širokého spektra inovativních řešení týkajících se problematiky Smart City. [36]

Na trhu existují dvě hlavní technologická řešení využívající ICT, které se zaměřují na sběr odpadu. Prvním je řešení pomocí senzorů, které se umísťují do stávajících odpadových nádob. Tyto senzory monitorují aktuální stav zaplnění jednotlivých nádob a prostřednictvím mobilního internetu zasílají data informačnímu systému. Informační systém na základě dat optimalizuje sběr odpadu podle zaplněnosti nádob a aktuálního stavu dopravy. Technologické řešení prostřednictvím senzorů má význam hlavně pro optimalizaci sběru odpadu, ale neřeší nedostatečnou kapacitu běžných odpadových nádob a jejich další nevýhody.

Druhé řešení využívá také informační systém pro optimalizaci sběru odpadu, ale technologie je doplněna ještě o chytré odpadové nádoby, které jsou navrženy tak, aby využívaly co nejvíce potenciál ICT. Odpadové nádoby jsou většinou vybaveny fotovoltaickým panelem, který zajišťuje energetickou soběstačnost nádoby. Nádoba je také vybavena lisem odpadu, díky kterému je zvětšena celková kapacita a může dosáhnout až osminásobku oproti běžným nádobám [37]. Samotné nádoby mohou být využity i pro poskytování jiných služeb, než sběr odpadu. Díky připojení k mobilnímu internetu mohou sloužit jako veřejný WI-FI hotspot, pomocí senzorů mohou monitorovat volná parkovací místa v jejich blízkosti a mohou napájet i ostatní zařízení díky fotovoltaickému panelu.

Analýza technologie Bigbelly

Praktická část bakalářské práce se zabývá komplexní analýzou technologie Bigbelly. Data potřebná pro vytvoření analýzy poskytla firma VERB Group s.r.o., která je výhradním distributorem technologie Bigbelly pro český trh. Tyto data převážně vycházejí z výzkumů, které vypracovala přímo společnost Bigbelly Solar a zdrojové dokumenty jsou dostupné na [37]. První část je zaměřena na představení technologie Bigbelly a funkčních prvků, z kterých se skládá. Následně je technologie srovnávána s tradičním řešením sběru odpadu a také s alternativními technologiemi, které se zabývají problematikou sběru odpadu s využitím ICT. Další část se zabývá finanční analýzou technologie Bigbelly, a to na základě poskytnutých dat o projektu, který momentálně běží v Brně. Jak přispívá technologie Bigbelly k ochraně životního prostředí je popsáno v části následující. Dále je vytvořena analýza možností rozšíření technologie Bigbelly. Rozebírá se zde, jaké nové služby by technologie mohla v budoucnu poskytovat. Na závěr je provedena SWOT analýza technologie Bigbelly, která slouží k shrnutí základních výhod a nevýhod technologie.

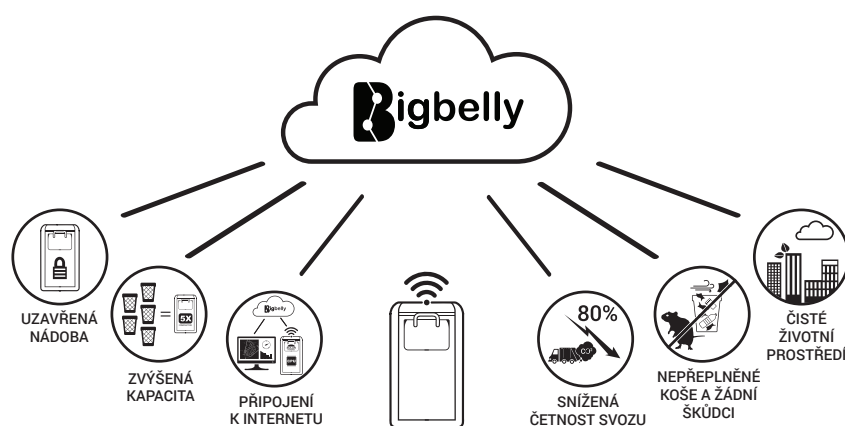
2.1 Představení technologie

Technologie Bigbelly je systém zaměřený na řešení problematiky sběru odpadu s využitím ICT. Jedná se o kombinaci inteligentních odpadových nádob s pokročilými funkcemi a informačního systému, který slouží k řízení a optimalizaci sběru odpadu. Technologie Bigbelly poskytuje přehled o stavu jednotlivých odpadových nádob v reálném čase, který lze využít pro optimalizaci řízení sběru odpadu a snížit tak celkové náklady. Integrovaný systém mimo jiné pomáhá zvýšit efektivitu provozu a snížit vyprodukované emise následkem sběru odpadu.

Systém řeší hlavní komplikace spojené s problematikou sběru odpadu. Na Obr. 2.1 lze vidět hlavní benefity, které technologie Bigbelly přináší. Mezi tyto výhody patří větší kapacita odpadových nádob oproti tradičnímu řešení díky

2. ANALÝZA TECHNOLOGIE BIGBELLY

lisu uvnitř nádoby, který stlačuje vhozený odpad. Díky tomu jsou odpadové nádoby schopné pojmout až 5x více odpadu než tradiční nádoby se stejným objemem. Bezdrátové připojení k internetu, které zajišťuje přenos dat o aktuálním stavu odpadových nádob v reálném čase. Snížení četnosti sběru odpadu díky optimalizaci řízení sběru odpadu prostřednictvím informačního systému. S tím je také spojené snížení vyprodukovaných emisí a snížení hluku, který by způsobily sběrné vozy. Díky uzavřenosti odpadových nádob je znemožněn přístup k odpadu případným škůdcům a lidem bez domova. Znamená to také přeplňování nádob a následné rozšíření odpadu mimo nádobu.



Obrázek 2.1: Hlavní benefity technologie Bigbelly Zdroj: [37]

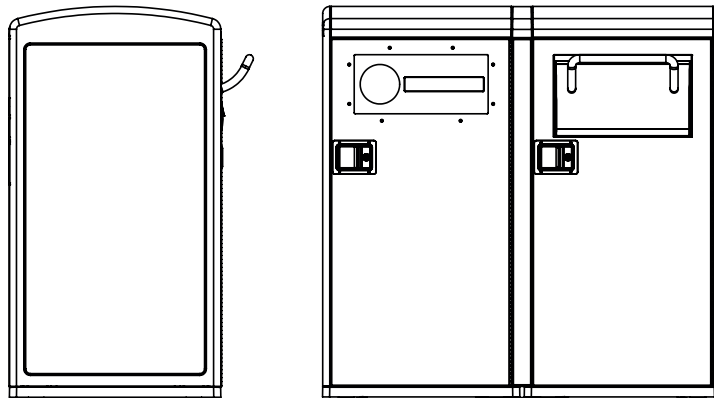
Odpadové nádoby technologie Bigbelly jsou dvojího typu. Odpadová nádoba Bigbelly je vybavena lisem, který stlačuje vhozený odpad a zaručuje tak až 5x větší kapacitu než je tomu u nádoby bez lisu. Odpadová nádoba Smartbelly není lisem vybavena, takže kapacita odpadové nádoby je shodná s běžným řešením. Obě nádoby jsou jinak vybaveny stejnou technologií, která zaručuje efektivní řízení sběru odpadu. Pro představu přikládám drátěný model odpadových nádob Bigbelly a Smartbelly, viz Obr. 2.2.

O zpracování dat a optimalizaci řízení sběru odpadu se stará informační systém CLEAN. Informační systém zajišťuje zobrazení aktuálního stavu všech odpadových nádob Bigbelly a Smartbelly. Slouží především k vizualizaci dat, na základě kterých lze optimalizovat řízení sběru odpadu. Do optimalizace řízení sběru odpadu lze zahrnout plánování tras odpadových vozů a rozmístění odpadových nádob. Optimalizace však musí být prováděna manuálně, protože informační systém nenabízí automatizaci optimalizace.

První verze odpadových nádob Bigbelly byla vyrobena v roce 2003. Jednalo se o odpadové nádoby vybavené fotovoltickým panelem a lisem odpadu. V roce 2007 proběhlo kompletní přepracování technologie a byl představen informační systém CLEAN. Odpadové nádoby Smartbelly byly představeny

v roce 2011 a doplnili tak portfolio technologie Bigbelly. Od roku 2014 se vyrábí již 5. generace odpadových nádob Bigbelly a Smartbelly. Nádoby jsou navrženy tak, aby podporovaly budoucí technologie a mohly zastávat další funkce pomáhající při správě a organizaci města.

Technologie Bigbelly se momentálně používá ve více než 47 zemích světa. Mezi místa úspěšného nasazení patří Filadelfie (USA), kde byla díky technologii Bigbelly zvýšena efektivita sběru odpadu o 82 %. V Massachusettském technologickém institutu (Cambridge, USA) je díky technologii Bigbelly ročně ušetřeno 65500 l paliva. [37] Za efektivní řešení problematiky smart waste, získala technologie například ocenění „*Top Smart City Application in the Internet of Things Awards*“ v roce 2014/2015.



Obrázek 2.2: Drátěný model nádob Bigbelly a Smartbelly Zdroj: [37]

2.1.1 Odpadové nádoby Bigbelly a Smartbelly

Jak již bylo zmíněno, jediný rozdíl mezi odpadovými nádobami Bigbelly a Smartbelly je lis odpadu. S tím souvisí i rozdíl v maximální možné kapacitě, hmotnosti a otvoru pro vřazování odpadu. V Tab. 2.1 je přehled základních rozměrů a parametrů nádob.

Odpadové nádoby jsou vyrobeny z odolného recyklovaného plastu v kombinaci s částmi z pozinkované oceli. Jako zdroj elektrické energie slouží fotovoltaický panel, který je schopný generovat 22 W a napájí baterii o kapacitě 18 Ah u nádob Bigbelly a 2,3 Ah u nádob Smartbelly. Nádoby je možné v případě potřeby také vybavit výkonnějším, 44 W panelem. K ochraně fotovoltaického panelu před vandaly a počasím slouží polykarbonátová vrstva. Technologie je schopna fungovat v širokém spektru teplot od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dále je také technologie odolná vůči přírodním katastrofám, jako jsou povodně. Odpadové nádoby Bigbelly mohou být bez poškození technologie zatopeny až do výše 508 mm a nádoby Smartbelly až do výše 1060 mm.

2. ANALÝZA TECHNOLOGIE BIGBELLY

Tabulka 2.1: Přehled parametrů odpadových nádob Bigbelly a Smartbelly
Zdroj: [37]

	Bigbelly	Smartbelly
Výška	1264 <i>mm</i>	1264 <i>mm</i>
Šířka	635 <i>mm</i>	635 <i>mm</i>
Hloubka	681 <i>mm</i>	681 <i>mm</i>
Hmotnost	122 <i>kg</i>	80 <i>kg</i>
Kapacita nádoby	125 <i>l</i> slisovaného odpadu (cca 568 <i>l</i> odpadu)	189 <i>l</i>

Mezi ICT vybavující odpadové nádoby Bigbelly a Smartbelly patří modul GPS, který zajišťuje lokalizaci jednotlivých nádob. Dále se využívají moduly GPRS (General Packet Radio Service) nebo CDMA (Code Division Multiple Access) pro připojení k mobilnímu internetu a umožnění tak přenosu dat o stavu jednotlivých nádob. O správu všech komponent se stará plně automatický, mikroprocesorem řízený systém. Další velmi důležitou komponentou je soustava senzorů. Hlavním z nich je senzor na bázi ultrazvuku, který monitoruje míru zaplnění odpadové nádoby.

2.1.2 Informační systém CLEAN

Informační systém CLEAN je hlavní součástí technologie Bigbelly. Systém slouží k optimalizaci řízení sběru odpadu. Zajišťuje řešení, které v reálném čase poskytuje monitorování aktuálního stavu odpadových nádob. Dále lze informační systém využít při optimalizaci řízení sběru odpadu – pro plánování tras odpadových vozů a rozmístění odpadových nádob. Informační systém však neposkytuje optimalizaci plánování. Pro manuální optimalizaci slouží vizuální výstupy, které jsou generovány na základě dat z odpadových nádob.

Systém je dostupný přes většinu dnes využívaných internetových prohlížečů (IE 6+, Safari 5.1+, aktuální verze Chrome, Edge a Firefox) bez nároku na výpočetní výkon, nebo rychlé internetové připojení. Nabízí základní správu uživatelských rolí a na základě nich je možné nastavit přístupnost funkcí pro jednotlivé uživatele. K dispozici je také mobilní verze informačního systému, která však neposkytuje všechny funkce. Technologie Bigbelly nabízí také rozhraní API (Application Programming Interface), které umožňuje využití širokého spektra dat pro další výzkum.

Prostřednictvím informačního systému CLEAN lze získat přehled o aktuálním stavu zaplněnosti jednotlivých nádob. Systém poskytuje grafické znázornění statistik sběru odpadu, které slouží k lepší identifikaci oblastí s potenciálem pro zlepšení. Mezi statistiky, které je možné graficky znázornit, patří:

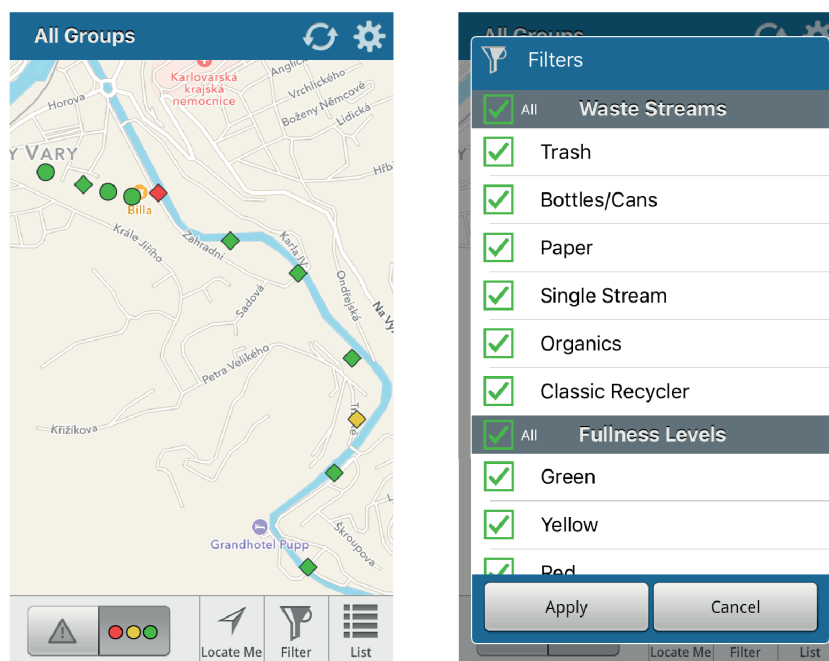
- souhrn sběru odpadu zobrazuje průměrnou četnost svozu odpadových nádob
- efektivita sběru odpadu zobrazuje procentuální ohodnocení sběru odpadu na základě míry zaplnění odpadové nádoby při jejím vývozu
- denní přehled aktivit poskytuje přehled o odpadových nádobách, které byly vyvezeny ve specifikovaném období
- heatmapy graficky znázorňují historické vytížení jednotlivých odpadových nádob
- četnost zaplnění nádob poskytuje informaci o průměrné době potřebné k úplnému naplnění odpadové nádoby
- doba odezvy sběru odpadu slouží k zobrazení času potřebnému k vyvezení nádoby, po tom co ohlásila plnou kapacitu
- celkový přehled systému slouží k vygenerování zprávy o efektivitě a využití technologie Bigbelly ve zvoleném období

2.1.2.1 Mobilní verze informačního systému CLEAN

Informační systém CLEAN je také možné využívat přes mobilní aplikaci pro platformy Android a iOS. Nejedná se o plně funkční kopii verze pro internetové prohlížeče. Mobilní aplikace nabízí zjednodušené prostředí s přehledem aktuálního stavu odpadových nádob. Slouží pro uživatele, kteří chtějí mít přehled o aktuálním stavu odpadových nádob vždy u sebe a zároveň nepotřebují ostatní funkce informačního systému. Aplikace nabízí přehled o stavu zaplnění nádob prostřednictvím mapy s reálným umístěním nádob a barevným značením, jako je tomu u hlavního panelu plné verze systému. Dále je možné filtrovat zobrazené nádoby na mapě podle základních kritérií – míry zaplnění, typu odpadu a podle uživatelem vytvořených kategorií. Na Obr. 2.3 je vidět, jak mobilní verze systému vypadá na platformě iOS.

Mobilní verze sloužící pouze k zobrazení aktuálního stavu odpadových nádob nevyužívá svůj plný potenciál. Uplatnění aplikace je pouze informativní a i tento způsob má několik nedostatků. Aplikace nenabízí upozornění uživatele prostřednictvím push notifikací. Pro zjištění aktuálního stavu nádob musí uživatel přímo aplikaci spustit. Aplikace by mohla najít uplatnění při svozu odpadu, kdy by navigovala řidiče odpadového vozu. Řidič by tak získal optimalizovaný plán trasy, vygenerovaný informačním systémem, na základě

2. ANALÝZA TECHNOLOGIE BIGBELLY



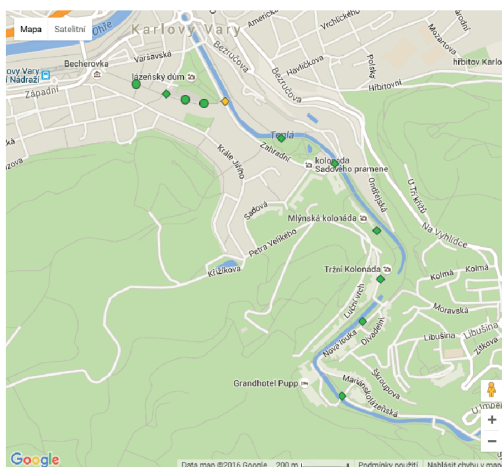
Obrázek 2.3: Mobilní verze informačního systému CLEAN Zdroj: [37]

aktuálního stavu nádob. Absence tohoto nástroje neumožňuje přímé sdílení optimalizace svozu odpadu a snižuje tak efektivitu celého systému. Aplikace by mohla dále nabízet veřejné prostředí k marketingovým a dalším účelům. Aplikace by sloužila pro kolemdoucí a poskytovala informace o technologii, případně by poskytovala možnost přihlášení k veřejnému WI-FI hotspotu. Tato funkčnost lze ale řešit jednodušší formou, například pomocí webové aplikace.

2.1.2.2 Uživatelské hodnocení informačního systému CLEAN

Systém může využívat celkem tři typy uživatelů. Prvním z nich jsou uživatelé, kteří mají na starost svoz odpadu. Tito uživatelé systém využívají při průběžné kontrole zaplněnosti jednotlivých nádob. Systém disponuje možností zaslání oznámení, jakmile je daná nádoba zaplněna. Oznámení funguje pouze prostřednictvím elektronické pošty (e-mail). Systém zašle elektronickou zprávu s informacemi o naplněné nádobě na adresu zadanou v informačním systému. Díky tomu uživatelé zodpovědní za svoz odpadu vědí o stavu jednotlivých nádob v reálném čase. Dalším způsobem, jak průběžně kontrolovat stav odpadových nádob, je prostřednictvím hlavního panelu informačního systému CLEAN. Ten poskytuje základní informace o stavu systému, kdy jedním

z nich je zobrazení aktuálního stavu odpadových nádob pomocí aplikace Google Maps. Na mapě viz Obr. 2.4 je vidět reálné umístění nádob díky modulu GPS a míra zaplnění. Tři úrovně zaplnění jsou vyznačeny pomocí barev. Zelené označení znamená, že nádoba je v pořádku a nepotřebuje vyvézt. Žlutá barva označuje nádobu, která je již plná a potřebuje vyvézt. Červená barva pak představuje nádoby, které už dosáhly maximální kapacity a nejsou schopny pojmout další odpad. Pro uživatele starající se o svoz odpadu to znamená, že je potřeba nádoby vyvézt nejlépe v době, když jsou označeny žlutou barvou.



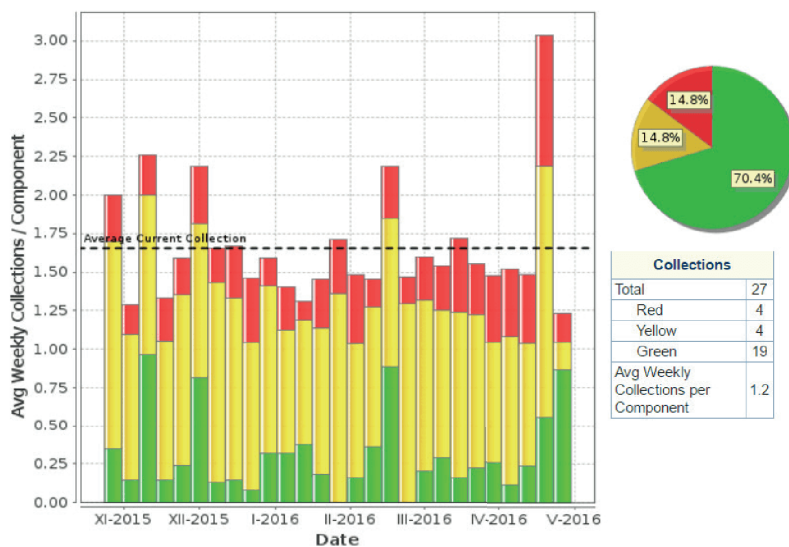
Obrázek 2.4: Informační panel o aktuálním stavu odpadových nádob Zdroj: [37]

Nástroje informačního systému určené pro uživatele starající se o svoz odpadu jsou velmi omezené. Systém nabízí oznámení pouze formou elektronické pošty, která nemusí být tak účinná. Vhodné řešení, jak uživatele informovat o aktuálním stavu odpadových nádob, je formou kombinace elektronické pošty, SMS (Short Message Service) a mobilní aplikace. Tak bude zajištěno, že se informace doručí danému uživateli. Nejlepší řešení je formou mobilní aplikace, která ale momentálně nesplňuje požadavky na tuto funkčnost. Bylo by zapotřebí rozšířit nástroje mobilní aplikace a uzpůsobit je pro uživatele starající se o svoz odpadu. S tím souvisí i zbytečný přístup do plné verze informačního systému CLEAN. Tento typ uživatelů potřebují pouze informace o aktuálním stavu nádob a případně plán trasy pro svoz odpadu. Je zbytečné, aby měli přístup do plné verze informačního systému. Řešením je, jak již bylo zmíněno, rozšíření nabízených funkcí mobilní aplikace. Ta by fungovala jako informační centrum pro uživatele zodpovědné za svoz odpadu, zajišťovala by sdílení aktuální trasy svozu odpadu a v tomto případě by tak plně nahradila webovou verzi informačního systému CLEAN.

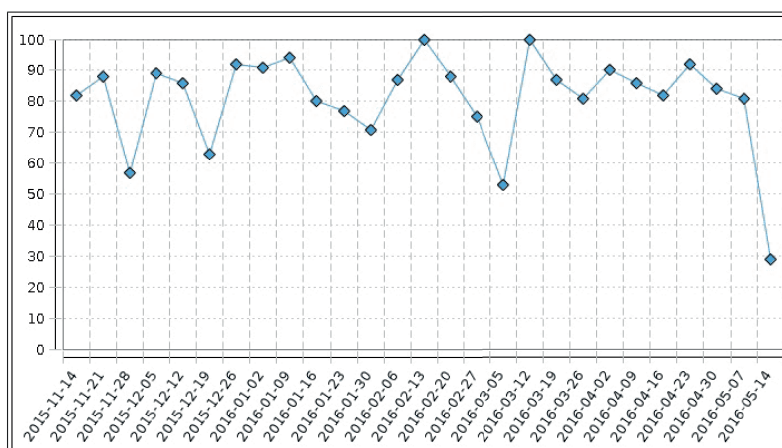
Dalším typem uživatelů jsou ti, kteří mají na starost údržbu odpadových nádob. Za údržbu nádob se považuje sledování technického stavu nádob a řešení případných komplikací. Uživatelé zodpovědní za údržbu využívají informační systém CLEAN stejným způsobem jako uživatelé, kteří mají na starost svoz odpadu. Využívají především systém upozornění prostřednictvím elektronické pošty, který uživatele informuje o aktuálním stavu nádob. Oproti uživatelům, kteří mají na starost svoz odpadu, je však systém neinformuje o míře zaplnění, ale o technickém stavu nádob. Odpadové nádoby jsou vybaveny soustavou senzorů monitorujících technický stav jednotlivých komponent a jsou schopny v případě problému včas upozornit údržbu. Mezi monitorované komponenty patří baterie, lis odpadu a vnější dvířka nádoby. V případě technických problémů, jako například nízké napětí baterie, zaseknutí lisu odpadu, nebo neohlášeném otevření vnějších dvířek nádoby, informační systém oznámí tuto skutečnost údržbě, která může okamžitě přejít k řešení problému. Systém je také schopen upozornit údržbu v případě neplánované změny polohy odpadové nádoby, díky čemuž je tak možné předejít krádeži.

Efektivnější údržbu odpadových nádob by zajistily podobné opatření, jako je tomu u sběru odpadu. Forma oznámení o aktuálním stavu, zvláště v kritických případech je lepší prostřednictvím sms nebo mobilní aplikace. Zabrání se tak přehlédnutí elektronické zprávy. Poskytované nástroje mobilní aplikace lze rozšířit o informace o aktuálním stavu jednotlivých odpadových nádob a uživatelé by tak získali komplexní přehled. Lze rozšířit funkčnost i webové verze informačního systému. Údržba by mohla mít například přístup k vzdálené diagnostice odpadových nádob a jejich jednotlivých komponent. V rámci informačního systému by šlo spravovat WI-FI hotspot a editovat marketingový obsah sdělení v mobilní verzi aplikace, určené pro kolemjdoucí.

Posledním typem uživatelů jsou lidé starající se o optimalizaci řízení sběru odpadu na základě dat poskytnutých právě informačním systémem CLEAN. Tito uživatelé z největší části zodpovídají za efektivní fungování technologie Bigbelly. Mají na starost převážně dohled nad efektivním svozem odpadu a plánování rozmístění odpadových nádob. K tomuto účelu slouží řada funkcí informačního systému. Na základě historických dat je systém schopen generovat několik grafických vizualizací, které jsou pak využívány pro efektivní plánování. Graf viz Obr. 2.5 zobrazuje průměrnou četnost týdenního svozu odpadu ve zvoleném období. Je zároveň vidět při jaké míře zaplnění byly nádoby vyváženy a uživatelé tak mohou snadno posoudit efektivitu sběru odpadu. Při generování výstupu si uživatel může zvolit z jakého období se má graf sestavit a lze filtrovat i nádoby, které budou zdrojem dat. K ještě názornější vizualizaci efektivity sběru odpadu slouží graf, viz Obr. 2.6, který zobrazuje procentuální ohodnocení sběru odpadu na základě míry zaplnění odpadové nádoby při jejím vývozu. Lze znovu nastavit období, které má být uvažováno a filtrovat jednotlivé nádoby. Hlavním měřítkem efektivity je počet nádob, které jsou vyvezeny při stavu naplnění – jejich aktuální stav je označen žlutou barvou. Uživatelé mohou tyto informace využít především k optimalizaci



Obrázek 2.5: Průměrná četnost svozu odpadu Zdroj: [37]

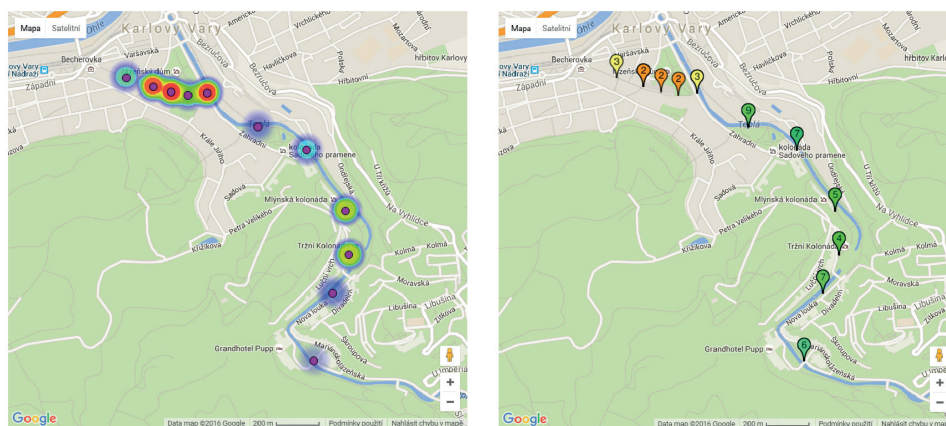


Obrázek 2.6: Efektivita sběru odpadu Zdroj: [37]

efektivity svozu odpadových nádob. Je zapotřebí, aby uživatelé průběžně kontrolovali historické údaje a případně upozornili osoby zodpovědné za svoz odpadu, že nerespektují oznámení systému o zaplnění nádob a znemožňují tak efektivní řízení sběru odpadu. Tento typ uživatelů lze také charakterizovat, jako kontrolory, kteří dohlížejí na dodržování efektivního svozu odpadu. Další důležitým úkolem těchto uživatelů je efektivní plánování rozmístění odpado-

2. ANALÝZA TECHNOLOGIE BIGBELLY

vých nádob, tak aby nedocházelo k přeplnění, nebo nedostatečnému využití. Jedná se o důležitou část efektivního řízení sběru odpadu, kdy se znovu využívají historická data. Na základě nich je systém schopen vygenerovat mapy viz Obr. 2.7 zobrazující míru využití jednotlivých odpadových nádob. Jeden



Obrázek 2.7: Mapy zobrazující míru využití jednotlivých nádob Zdroj: [37]

typ mapy (mapa vlevo) používá ke grafickému vyjádření dat tzv. heatmapu, která pomocí barevného spektra zobrazuje, jak jsou jednotlivé nádoby vytíženy. Barvy se pohybují od studených odstínů – fialová, která značí nejnižší zátěž, až po teplé odstíny – červená, která značí nejvyšší zátěž. Druhá mapa (mapa napravo) zobrazuje četnost zaplnění jednotlivých nádob. Číslo a barva na pozici odpadové nádoby, reprezentuje počet dní potřebných k úplnému naplnění nádoby odpadem. Na základě těchto informací mohou uživatelé monitorovat zatížení nádob a optimalizovat tak rozvržení umístění nádob. Poslední funkce informačního systému CLEAN, které mohou využít uživatelé zodpovědní za řízení sběru odpadu je nástroj pro vygenerování výstupního hlášení o efektivitě celého systému. Tyto informace lze využít především při vytváření zpráv o průběžném fungování technologie Bigbelly. Jedná se o zjednodušené, většinou graficky vyjádřené hlášení, které shrnuje základní informace o systému a jeho efektivitě. Informační systém generuje výstupní hlášení do PDF (Portable Document Format) o čtyřech hlavních kapitolách a lze zvolit časové období, z kterého má hlášení být. V první kapitole viz Obr. B.1 je obecné shrnutí systému, jeho složení a efektivita. Pomocí výšečového grafu je znázorněno využití odpadových nádob podle druhu odpadu, celková efektivita vývozu odpadových nádob a poměr složení odpadu. Poslední informací je tabulka s počtem oznámení systému a jejich typ – informativní, druhořadé a urgentní. Kapitola druhá viz Obr. B.2 popisuje duplicitní informaci z první kapitoly – složení systému, tedy jaké typy odpadových nádob jsou součástí systému a k jakému účelu slouží. Kromě toho je zde shrnut jednotlivý po-

čet odpadových nádob, z kterých je systém složen – jestli se jedná o nádoby Bigbelly nebo Smartbelly. Třetí kapitola viz Obr. B.3 se zabývá podrobnějším rozbohem efektivity sběru odpadu. Kapitola obsahuje duplicitní výsečový graf, který znázorňuje efektivitu sběru odpadu. Efektivita sběru odpadu je pak ještě znázorněna sloupcovým grafem, na kterém je vidět rozdíl efektivity sběru odpadu v jednotlivých měsících. Poslední kapitola viz Obr. B.4 řeší problematiku recyklace odpadu. Znovu obsahuje duplicitní výsečový graf z první kapitoly, tentokrát znázorňující složení odpadu a informace o celkovém objemu vyvezeného odpadu. Druhý graf sloupcového typu informuje o složení odpadu v jednotlivých měsících.

Informační systém CLEAN v případě optimalizace plánování svozu odpadu a umístění odpadových nádob nabízí málo efektivní nástroje. Je sice pěkné, že si uživatel může vygenerovat graf, který ukazuje efektivitu systému, zatížení nádob, atd., ale nakonec všechna optimalizace je potřeba udělat manuálně. Nástroj pro zobrazení průměrné četnosti svozu odpadu neposkytuje možnost zdrojová data dále exportovat. Lze sice zvolit časové období, z kterého se má graf generovat, ale vždy se jedná o týdenní průměr. Systém by měl nabízet větší prostor pro parametrizaci výstupů a poskytovat možnost exportování dat v jiném formátu, než grafu. Nemluvě o tom, že vygenerovaný graf je ve formátu PNG (Portable Network Graphics), který má pevné rozlišení. Pro generování grafického znázornění dat je lepší volit formáty vektorového typu, jako například SVG (Scalable Vector Graphics). Vektorové soubory mají širší použitelnost u následného tisku a je možná jejich úprava, podle vlastních potřeb. Nástroj pro zobrazení efektivity sběru odpadu má také několik nedostatků. Znovu nelze zdrojová data exportovat v jiném formátu, například CSV (Comma Separated Values) – ten by poskytoval možnost využití dat pro další analýzu. Formát grafu je tentokrát nepochopitelně v JPEG (Joint Photographic Experts Group), který má stejně jako PNG pevné rozlišení. Celkově mají oba nástroje podobný záměr, a to informovat o efektivitě sběru odpadu. Daleko lepším řešením by v tomto případě bylo parametrizování, co nejvíce údajů. Uživatel by mohl zvolit typ grafu, který chce vygenerovat a jaká data mají být použita. Informační systém by umožnil export dat, která se týkají efektivity sběru odpadu, v libovolném formátu. Uživatel by je tak měl možnost dále analyzovat a nebyl by omezen pouze na nástroje, které nabízí informační systém CLEAN. Nástroj pro zobrazení míry využití jednotlivých nádob neposkytuje automatickou optimalizaci rozmístění odpadových nádob. Automatická optimalizace rozmístění odpadových nádob by zajistila efektivní využití všech jednotek a rovnoměrné zatížení. Momentálně se optimalizace musí dělat manuálně. Bez možnosti exportu zdrojových dat je téměř nemožné zajistit rovnoměrné zatížení nádob, pouze na základě map zobrazujících míru využití. Je nutné umožnit export dat týkajících se vytíženosti nádob, nebo implementovat nástroj pro automatizaci optimalizace rozmístění nádob. Funkce stávajícího řešení by šly také dále vylepšit. Stejně jako v případě měření efektivity sběru odpadu by bylo vhodné umožnit uživateli volbu prostřednictvím

parametrizace údajů, na základě kterých se generují mapy. Uživatel by si tak mohl zvolit typ mapy a druh informací, které chce zobrazit. Tyto údaje by mělo jít dále exportovat ve vhodných datových formátech. Nástroj pro generování výstupního hlášení má momentálně pochybné využití. Obsahuje spoustu duplicitních informací a informace nejsou přehledně formátovány. Potenciální uplatnění je při vytváření zpráv o efektivitě a fungování technologie Bigbelly pro uživatele, kteří nevyužívají informační systém CLEAN. V tom případě by měl poskytovat přehlednou charakteristiku systému a následně hodnocení efektivity jednotlivých komponent. Součástí hlášení by mohla být i finanční analýza technologie na základě vstupních dat o cenách. Při generování výstupního hlášení by měla být možnost volby, jaké části budou použity, aby šlo hlášení upravit podle toho, komu je určené.

Informační systém CLEAN je momentálně největší slabinou technologie Bigbelly. Informační systém neposkytuje žádný nástroj automatické optimalizace svozu odpadu, nebo rozmístění odpadových nádob. Tyto optimalizace je potřeba v současnosti dělat manuálně a není tak zaručena jejich efektivita. Nabízené nástroje pro vizualizaci dat jsou neflexibilní a nepodporují export dat v jiných formátech. Zdrojová data tak nelze použít k další analýze. Informační systém CLEAN tak nelze považovat za efektivní nástroj optimalizace řízení sběru odpadu, který by splňoval předpoklady konceptu Smart City.

2.2 Srovnání s alternativními technologiemi

V této části srovnávám technologii Bigbelly s tradičním řešením sběru odpadu a s alternativními technologiemi, které využívají ICT při řešení problematiky sběru odpadu. Nejprve jednotlivé technologie představím a popíšu jejich charakteristické funkce. Následně srovnávám jejich funkce a vlastnosti vůči technologii Bigbelly s důrazem na využívané technologické prvky, nabízené služby a informační systém, který zajišťuje optimalizaci řízení sběru odpadu.

2.2.1 Ecube

Technologie od společnosti Ecube Labs jediná nabízí podobné řešení jako technologie Bigbelly. Jedná se o systém chytrých odpadových nádob v kombinaci s informačním systémem pro efektivní řízení sběru odpadu. Oproti technologii Bigbelly nabízí Ecube i řešení pomocí chytrých ultrazvukových senzorů. Tyto senzory se instalují do stávající infrastruktury odpadových nádob, kde pak monitorují míru zaplnění a informují jejich stavu informační systém. Při popisování této technologie, vycházím z [38].

Odpadové nádoby Clean CUBE jsou vybaveny podobnou technologií jako odpadové nádoby Bigbelly. Jejich energetickou soběstačnost zajišťuje fotovoltaický panel, obsahují lis odpadu a jsou vybaveny mobilním připojením k internetu. Mimo to se nádoby dodávají celkem ve třech velikostech – 100 l,

120 l, a 240 l, kdy ta o největší kapacitě dosahuje celkové výšky 1570 mm. Dalším technologickým rozdílem oproti nádobám Bigbelly je možnost vybavení LED (Light Emitting Diode) panelem po stranách nádoby k marketingovým účelům. Tato technologie je ale spojena s další spotřebou elektrické energie a v případě nedostatku slunečního záření nemusí fotovoltaický panel jako zdroj stačit. Jednou z nevýhod nádob Clean CUBE je snadná dostupnost elektroniky pro neoprávněné osoby. Nádobka není zcela uzavřená a například hlavní vypínač je dostupný skrze otvor pro vhoz odpadu. Tato skutečnost může být zásadním problémem v případě vandalů, kteří mohou technologii snadno poškodit. Cenový rozdíl jednotlivých technologií se pohybuje okolo 20 %, kdy levnější jsou odpadové nádoby Clean CUBE [37].

Senzory Clean CAP jsou hlavním rozdílem oproti technologii Bigbelly. Nabízejí totiž finančně dostupné řešení, jak zjistit míru zaplnění s využitím stávající infrastruktury odpadových nádob. Senzory mohou být nainstalovány na téměř všechny druhy odpadových nádob a jsou schopny měřit množství jakéhokoli typu odpadu. Stejně jako Clean CUBE, senzory Clean CAP jsou vybaveny mobilním připojením, přes které zasílají informace o stavu odpadové nádoby. Senzory Clean CAP jsou dvojího druhu – rozdíl je ve formě zdroje energetické energie, kdy jeden je vybaven fotovoltaickým panelem a druhý baterií.

Informační systém Clean City Networks (CCN) nabízí oproti informačnímu systému CLEAN několik funkcí navíc. Kromě oznámení o stavu odpadových nádob, statistických dat a jejich grafických vizualizací nabízí systém CCN automatickou optimalizaci plánování trasy svozu odpadu. Na základě dat z odpadových nádob dokáže systém vyhledat nejefektivnější trasu potřebnou ke svozu nádob s naplněnou kapacitou.

Hlavní výhoda Technologie Ecube je možnost kombinace chytrých odpadových nádob Clean CUBE a senzorů Clean CAP. Díky tomu je možné umístit nádoby Clean CUBE na frekventovaná místa, kde je nadprůměrná produkce odpadu. Nádoby vybavené lisem tak zajistí větší celkovou kapacitu a sníží tak potřebu svozu odpadu na minimum. Na méně frekventovaných místech mohou být nainstalovány senzory na stávající odpadové nádoby a ušetřit tak náklady spojené s nasazením nové technologie. Zároveň je ale umožněno využít plný potenciál informačního systému CCN, který při plánování optimální trasy svozu odpadu může brát data, jak z odpadových nádob Clean CUBE, tak ze senzorů Clean CAP.

2.2.2 Enevo

Technologie od společnosti Enevo Oy využívá stávající infrastrukturu odpadových nádob a jednotlivé nádoby vybavuje chytrými senzory, které jsou schopny monitorovat míru zaplnění. Funguje na stejném principu jako senzory Clean CAP od společnosti Ecube Labs. Enevo však nenabízí řešení pomocí chytrých odpadových nádob a zcela vsází na stávající infrastrukturu v kombinaci se

2. ANALÝZA TECHNOLOGIE BIGBELLY

senzory a informačním systémem Enevo ONE. Při popisování této technologie, vycházím z [39].

Senzory Enevo jsou bezdrátovým řešením monitorování míry zaplnění u stávajících odpadových nádob. Senzor může být nainstalován do jakéhokoli typu odpadové nádoby, dokud je na místě pokrytí mobilním signálem. Senzory jsou napájeny pomocí zabudované baterie, která vydrží až 10 let provozu. Díky mobilnímu připojení posílají data o stavu nádob informačnímu systému Enevo ONE. Senzor je schopen měřit na vzdálenost od 25 cm do 400 cm, což zaručuje možnost širokého uplatnění od košů v centrech měst až po nádrže s palivem. Senzory jsou navrženy tak, aby mohly být nainstalovány v extrémních podmínkách, a jsou schopny fungovat při teplotách od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na Obr. 2.8 jsou dva typy senzorů, které společnost Enevo Oy poskytuje. Senzor nalevo je určen pro monitorování odpadových nádob pro pevný odpad a senzor napravo slouží k monitorování nádob s kapalným obsahem. Informační



Obrázek 2.8: Typy senzorů technologie Enevo Zdroj: [39]

systém Enevo ONE nabízí shodné funkce, jako informační systém CLEAN a CCN. Stejně jako CCN poskytuje Enevo ONE optimalizaci plánování trasy svozu odpadu. Tato funkce zajišťuje efektivnější svoz odpadu, který šetří palivo a snižuje vyprodukované emise. Systém je dostupný také v mobilní verzi pro platformy Android, iOS a Windows. Při výpočtu co nejvýhodnější trasy svozu odpadu systém počítá s aktuálním stavem dopravy, případnými překážkami a dostupností odpadových vozů. Tento pokročilý způsob výpočtu je využíván při generování plánu pro následujících 30 dní. Plán tras se generuje v denním cyklu a výstup je zaslán na mobilní zařízení osoby odpovědné za svoz odpadu. A právě díky mobilní verzi informačního systému má daná osoba aktuální přehled o naplánované trase.

Hlavní výhodou technologie Enevo je pokročilá funkce plánování svozu odpadu prostřednictvím informačního systému Enevo ONE. Oproti technologii

Bigbelly nabízí automatickou optimalizaci stávajícího stavu. To zaručuje efektivní využití odpadových vozů a s tím spojené nižší náklady na řízení sběru odpadu. Nákup technologie se většinou řeší ve formě měsíčních poplatků za pronájem technologického řešení. To umožňuje výrazně nižší náklady oproti technologii Bigbelly. Výhodou je také uplatnění u velkého množství různých typů odpadů. Využití stávající infrastruktury odpadových nádob je také výhodou, ale přichází s hlavním problémem všech technologií založených čistě na senzorech bez dodatečné technologie. Problém je častá nekompaktnost odpadu, která zapříčiňuje vývoz poloprázdných odpadových nádob. Technologie bez lisu odpadu nikdy nedosáhne stejné efektivity jako konkurenční řešení, které lis využívá.

2.2.3 Tradiční řešení sběru odpadu

Mezi tradiční řešení sběru odpadu lze považovat všechna řešení, která nevyužívají ICT. Mezi ně patří klasické odpadové nádoby – koše, které jsou určeny pro směsný odpad a vyskytují se v podstatě všude od ulic měst, přes letiště, sportovní haly, domácnosti, kancelářské prostory a další. Další mohou být kontejnery určené, jak pro směsný odpad, ale především v České republice využívané k třídění odpadu. Třídění odpadu se ve světě řeší různými způsoby, takže zde budu především hovořit o řešení, které se využívá v České republice. Dalším řešením, které se v poslední době nasazuje, jsou odpadové nádoby o větších rozměrech, které jsou zabudované pod zemí a mají na povrch pouze otvor pro vhoz odpadu. Tento způsob poskytuje řešení nedostatečné kapacity klasických odpadových nádob, které nejen na frekventovaných místech často přetékají.

Svoz odpadu je většinou řešen pomocí rozdělení města na dané oblasti podle množství vyprodukovaného odpadu a následně se naplánují svozy jednou až dvakrát týdně. Tím veškerá optimalizace končí, kdy maximálně v některých případech se uplatňují malé změny na základě zpětné vazby občanů. Toto nedynamické řešení má za následek nízkou efektivitu svozu odpadu. Odpadové nádoby se buď vyvázejí poloprázdné, nebo až když přetékají. Další problematikou je svoz odpadu v historických částech měst, pěších zónách a obecně místech, kam normální doprava nemá přístup. Odpadové vozy tyto místa poškozují svojí nadměrnou vahou, hlučností a vyprodukovanými emisemi. V kombinaci s turistickým ruchem se právě tyto místa stávají největšími producenty odpadu z celého města. Následkem vysoké produkce odpadního materiálu a nízké kapacity běžných odpadových nádob je potřeba vyvážet odpad z těchto míst i 8x denně.

Z předchozích poznatků je evidentní, že tradiční řešení sběru odpadu je velmi neefektivní, až katastrofické. Nedynamické plánování svozu odpadu má za následek zbytečně spotřebované palivo, vyprodukované emise a obecně vysoké náklady. Jsou poškozovány historické části měst, neexistuje širší systém

třídění odpadu a nedostatečná kapacita klasických odpadových nádob má za následek nekontrolované šíření odpadu po městě.

2.2.4 Srovnání technologie Bigbelly

V Tab. 2.2 je srovnání jednotlivých přístupů k řešení problematiky sběru odpadu. Srovnávám celkem tři různé přístupy – řešení běžnými odpadovými nádobami, řešení pomocí senzorů instalovaných do stávající infrastruktury odpadových nádob a řešení pomocí chytrých odpadových nádob s více funkcemi. Údaje z tabulky vychází z dat poskytnutých firmou VERB Group s.r.o. a ukazují maximálně možnou efektivitu jednotlivých řešení, kdy realita se těmto údajům pouze blíží. Data vycházejí z analýzy jednotlivých řešení sběru odpadu, která byla provedena firmou Bigbelly [37] a je nutné předpokládat možnou zaujatost informací. Technologie, které se dnes používají, mají také často několik nevýhod a neumožňují tak naplnit potenciál, který lze v tabulce vidět. Výsledky srovnání způsobů řešení sběru odpadu jsou postaveny na údajích o kapacitě odpadových nádob jednotlivých řešení, efektivitě svozu odpadu a na základě toho i finančních nákladů, které jsou spojeny s nákupem a provozem jednotlivých řešení. Zvýšení kapacity odpadových nádob řeší pouze technologie, které jsou vybaveny lisem odpadu – ty, které nabízejí chytré odpadové nádoby. Snížení četnosti svozu odpadu lze ovlivnit monitorováním míry zaplnění odpadových nádob. Na základě těchto dat lze pak optimalizovat svoz odpadu a zabránit tak vývozu poloprázdných odpadových nádob. Četnost svozu odpadu ovlivňuje také kapacita odpadových nádob a chrání historické části měst. Snížení nákladů spojených s řízením svozu odpadu lze dosáhnout využitím ICT, kdy hlavní oblastí je četnost svozu odpadu. Z tohoto důvodu lze snížit náklady spojené s řízením svozu odpadu díky využití řešení s chytrými odpadovými nádobami až o 80 %. Předpokládá se, že jednotlivá řešení využívají automatickou optimalizaci svozu odpadu a rozmístění odpadových nádob. Bez těchto nástrojů nelze dosáhnout výrazných zlepšení oproti tradičnímu řešení sběru odpadu. V případě, že technologie nástroje pro automatickou optimalizaci nenabízí je zapotřebí optimalizace manuální, u které nelze zajistit 100% efektivitu.

Technologie Bigbelly má ve srovnání s tradičním řešením odpadu a alternativními technologiemi, které využívají ICT několik výhod, ale i nevýhod. Srovnání je zaměřeno především na hodnocení využití potenciálu ICT pro optimalizaci řízení sběru odpadu.

Technologie Bigbelly splňuje hodnocení využití potenciálu ICT po stránce chytrých odpadových nádob, které využívají několik technologických řešení pro efektivnější sběr odpadu. Ve srovnání s konkurenčním řešením Ecube jsou odpadové nádoby Bigbelly kvalitněji provedeny, lépe zabezpečeny proti vandálům a energeticky efektivnější. Jsou také navrhnuty tak, že je možné doinstalovat nové technologie a není třeba měnit celou technologii za novou. Cenově zas ale vycházejí draže než konkurence. Odpadové nádoby Smartbelly, které

Tabulka 2.2: Srovnání způsobů řešení sběru odpadu Zdroj: [37]

	Běžné odpadové nádoby	Běžné odpad. nádoby se senzory	Chytré odpadové nádoby
Zvýšení kapacity nádob	0 %	0 %	až o 500 %
Snížení četnosti svozu	0 %	až o 30 %	až o 80 %
Snížení nákladů	0 %	až o 50 %	až o 80 %

nejsou vybaveny lisem odpadu, se zdají jako nevýhodnou investicí. Po technologické stránce jsou vybaveny pouze senzorem míry zaplnění nádoby a fotovoltaickým panelem. To sice zajišťuje energetickou soběstačnost technologie, ale jinak neposkytuje jiné výhody oproti tradičnímu řešení sběru odpadu. Lepším řešením je kombinace chytrých odpadových nádob s lisem odpadu a senzorů, který se instalují do stávající infrastruktury odpadových nádob. Nádoby s lisem jsou efektivním řešením pro frekventovaná místa s vysokou produkcí odpadu. Na druhou stranu systém senzorů u stávající infrastruktury odpadových nádob, poskytuje data potřebná pro automatickou optimalizaci svozu odpadu. Tato kombinace technologických řešení by poskytla přehled o aktuálním stavu odpadových nádob u širší oblasti města a umožnila tak zvýšit efektivitu sběru odpadu i na méně frekventovaných místech.

Po stránce optimalizace řízení svozu odpadu však technologie Bigbelly oproti konkurenci silně zaostává. Informační systém CLEAN nenabízí automatickou optimalizaci plánování svozu odpadu. Uživatelé musí provádět optimalizaci manuálně a není tak zajištěna 100% efektivita. Nevyužívá se plný potenciál dat získaných z odpadových nádob a je časově náročné analyzovat získané informace.

Momentálně se nasazení chytrých odpadových nádob Bigbelly vyplatí pouze na více frekventovaných místech. Proto by bylo vhodné doplnit technologii Bigbelly i o systém senzorů instalovaných do stávající infrastruktury odpadových nádob. Tím by se zajistila širší oblast možné působnosti. Zároveň je potřeba rozšířit nástroje poskytované informačním systémem CLEAN. Především je třeba implementovat automatickou optimalizaci plánování svozu odpadu, jako poskytuje konkurenční řešení. Dále by se vyplatilo implementovat automatickou optimalizaci rozmístění odpadových nádob, aby se zajistilo jejich efektivní využití a rovnoměrné zatížení.

2.3 Finanční analýza

Finanční analýzu technologie Bigbelly byla provedena na základě dat poskytnutých firmou VERB Group s.r.o. Data jsou založena na základě informací o projektu nasazení odpadových nádob Bigbelly v Brně. Analýza se převážně zabývá výpočtem návratnosti investice. Srovnávají se náklady potřebné na různá řešení sběru odpadu – použití běžných odpadových nádob, nákup technologie Bigbelly a pronájem technologie Bigbelly formou leasingu.

Při používání běžných odpadových nádob je největším výdajem svoz odpadu. Pořízení samotných nádob se řádově pohybuje v tisíci korunách a na údržbu není potřeba dalších výdajů. V Tab. 2.3 je přehled nákladů potřebných k nákupu 31 odpadových nádob určených na směsný odpad a 4 odpadových nádob určených na odpad tříděný. Celkové provozní náklady se s časem nemění a po 5 letech zůstává pořizovací částka 172 000 Kč. Jak již bylo zmíněno, náklady na svoz odpadu jsou ale mnohem vyšší. Cena za vývoz odpadu z jednotlivých nádob se pohybuje mezi 12 a 38 korunami. Na frekventovaných místech se průměrná četnost svozu odpadových nádob za rok pohybuje okolo 1092. To znamená, že průměrně je jedna odpadová nádoba vyvezena až 3x za den. Na základě poskytnutých dat se došlo k celkové částce 3 756 480 Kč za svoz odpadu z 35 odpadových nádob během 5 let. To v kombinaci s pořizovacími náklady dává 3 928 480 Kč.

Tabulka 2.3: Pořizovací náklady v Kč při využití běžných odpadových nádob

	Hardware		Software	Údržba	
	Počet nádob	Cena za kus	Cena za kus	Roční náklady	Náklady na 5 let
Směsný odpad	31	4 000	0	0	124 000
Tříděný odpad	4	12 000	0	0	48 000
Celkové náklady					172 000

V případě nákupu technologie Bigbelly se čelí vysokým počátečním nákladům. Cena jedné odpadové nádoby Bigbelly se pohybuje okolo 119 000Kč. V případě nádob určených pro tříděný odpad je cena téměř dvojnásobná, protože řešení se skládá z třech nádob pro papír, plast a sklo. Při výpočtu nákladů na provoz technologie Bigbelly se dále počítalo s výdaji potřebnými k údržbě odpadových nádob a poplatku za licenci k informačnímu systému CLEAN,

kteřé jsou přehledně rozepsány v Tab. 2.4. Celkové náklady na koupi a údržbu technologie Bigbelly jsou 2 530 000 Kč v horizontu 5 let. Cena za vývoz odpadových nádob je vyšší, než je tomu u klasického řešení a pohybuje se mezi 29 a 73 korunami. Počítalo se také s výdaji spojenými s nákupem odpadových pytlů, kdy cena za jeden je přibližně 18 Kč. Největší výhodou technologie Bigbelly je snížení četnosti svozu odpadu, a to až o 80 %. Předpokládalo se, že četnost svozu odpadových nádob za rok se bude pohybovat okolo 218 – méně než jednou za den. V tomto případě je celková částka potřebná k financování svozu odpadu během 5 let 1 148 784 Kč. To v kombinaci s pořizovacími náklady dává 3 678 784 Kč.

Tabulka 2.4: Pořizovací náklady v Kč při nákupu technologie Bigbelly

	Hardware		Software	Údržba	Náklady na 5 let
	Počet nádob	Cena za kus	Cena za kus	Roční náklady	
Směsný odpad	6	119 000	35 000	5 000	1 074 000
Tříděný odpad	4	232 000	57 000	15 000	1 456 000
Celkové náklady					2 530 000

Možností pronájmu technologie Bigbelly se zbavíme vysokým počátečním nákladům. Součástí pronájmu je také nárok na bezplatnou údržbu odpadových nádob a využívání informačního systému CLEAN, viz Tab. 2.5. Nájem odpadové nádoby se pohybuje okolo 47 880 Kč a nádoby určené pro tříděný odpad okolo 88 200 Kč. Pronájem technologie Bigbelly na 5 let vyjde na 3 200 400 Kč. Efektivita svozu odpadu se stejně jako v případě nákupu technologie Bigbelly zvýší až o 80 %. Náklady na svoz odpadu během 5 let budou shodně 1 148 784 Kč. To v kombinaci s pořizovacími náklady dává 4 349 184 Kč.

Podle finanční analýzy je za příznivých podmínek možné dosáhnout bodu zlomu během 5 let. Oproti řešení pomocí tradičních odpadových nádob má technologie Bigbelly potenciál během 5 let snížit náklady spojené se sběrem odpadu o 249 696 Kč. Pronájem technologie nabízí méně rizikovou investici, ale v delším časovém rozpětí se finančně nevyplatí. Životnost odpadových nádob Bigbelly je shodná s běžnými odpadovými nádobami a zaručuje tak, že vydrží déle než 5 let. Komponentem odpadových nádob Bigbelly s nejkratší životností je baterie, která průměrně vydrží 8 až 15 let provozu. Při vytváření finanční

2. ANALÝZA TECHNOLOGIE BIGBELLY

Tabulka 2.5: Pořizovací náklady v Kč při pronájmu technologie Bigbelly

	Hardware		Software	Údržba	
	Počet nádob	Nájem kusu na rok	Nájem na rok	Roční náklady	Náklady na 5 let
Směsný odpad	6	47 880	0	0	1 436 400
Tříděný odpad	4	88 200	0	0	1 764 000
Celkové náklady					3 200 400

analýzy se počítalo pouze s daty, které se týkají nasazení technologie v Brně a s pevným počtem odpadových nádob. V případě rozsáhlejší analýzy by bylo potřeba parametrizovat jednotlivé údaje a umožnit tak širší použitelnost.

2.4 Dopad na životní prostředí

Sběr odpadu lze považovat za negativní vůči životnímu prostředí. Netřídění odpadu znemožňuje recyklaci materiálů a přeplněné odpadové nádoby způsobují šíření odpadu do okolí. Odpadové vozy znečišťují ovzduší produkcí emisí, produkují hluk a často musí jezdit po trasách vedoucích přes historická centra měst.

Nasazením technologie Bigbelly lze vyřešit většinu problému, které zhoršují životní prostředí. Díky větší kapacitě chytrých odpadových nádob Bigbelly a optimalizaci plánování svozu odpadu se omezuje výjezd odpadových vozů a s tím spojené negativní vlivy na životní prostředí. Jedna z výhod nízké četnosti svozu odpadu je i nižší spotřeba igelitových pytlů, které slouží k uskladnění odpadu. Díky lisu odpadu je technologie schopná snížit spotřebu igelitových pytlů až o 77 %, což má za následek nejen snížení nákladů, ale i omezení používání nerecyklovatelného materiálu. Uzavřenost nádob zaručuje zabránění šíření odpadu do okolí a odpadové nádoby Bigbelly je možné použít, jak pro směsný odpad, tak pro tříděný.

Technologie Bigbelly je momentálně využívána na několika místech České republiky a prozatímní statistiky potvrzují účinnost technologie při ochraně životního prostředí. V Karlových Varech, kde je technologie využívána převážně v ulici T. G. Masaryka je nyní o 13 méně košů oproti předchozímu řešení a meziročně se provedlo o 1325 méně vývozů odpadu. Dále je technolo-

gie využívána na Praze 1, konkrétně v Melantrichově ulici, kde je nyní o 30 % méně odpadových nádob, četnost svozu odpadu se snížila o 90 %.

2.5 Možnosti rozšíření technologie

Technologie Bigbelly je navrhnutá tak, aby se v budoucnu dala jednoduše rozšiřovat její funkcionalita. Momentálně je ve vývoji několik technologických doplňků, které slouží k usnadnění užívání odpadových nádob a rozšíření služeb. Během roku 2016 by měl být k dispozici nožní pedál, který slouží k bezdotykovému otevírání otvoru pro vhoz odpadu. Ten zabraňuje přenášení nečistot a bakterií při dotyku otevíracího madla otvoru pro vhoz odpadu. Další technologickou inovací možnost vybavit odpadové nádoby Bigbelly moduly pro zapojení veřejné WI-FI, která by měla být dostupná také během roku 2016. Odpadové nádoby budou díky této technologii sloužit jako veřejné přístupové body k internetu, které poskytnou kvalitní připojení pro kolemjdoucí.

Další zmiňované technologické rozšíření a nové funkce byly sestaveny podle konkurenční nabídky, potenciálu ICT a požadavků na efektivní řízení sběru odpadu. Není možné tak určit kdy a jestli vůbec bude technologie Bigbelly tyto služby poskytovat.

Nejzásadnějším technologickým rozšířením by v budoucnu měla být funkce automatické optimalizace plánování sběru odpadu prostřednictvím informačního systému CLEAN. Systém by měl být schopný na základě dat poskytnutých senzory v odpadových nádobách autonomně naplánovat nejefektivnější trasu pro sběr odpadu s ohledem na aktuální stav dopravy a dostupnost odpadových vozů. Naplánované trasy by byly synchronizovány s mobilní verzí informačního systému dostupnou na zařízeních v odpadových vozech. Řidiči by tak vždy měli aktuálně nejefektivnější trasu pro sběr odpadu.

Odpadové nádoby Bigbelly mají také potenciál pro rozšiřování funkcí. Jedna z možností je vylepšení stávající technologie, jako je efektivnější fotovoltaický panel, kterému by stačilo minimum slunečního svitu pro napájení baterie. Samotné baterii by mohla být zvýšena kapacita a zaručit tak dobíjení více zařízení. Samotná technologie lisu odpadu může být upravena tak, aby poskytla větší kapacitu nádoby. Odpadová nádoba může být vybavena dalšími senzory, které by sledovaly podrobněji aktuální stav. Mezi takové senzory by mohl patřit detektor kouře pro zabránění případného požáru a například senzor zápachu. Senzory by mohly také sloužit k rozpoznání typu odpadu. Následně by mohla být využita technologie, která by odpad automaticky třídila. Další uplatnění senzorů může být monitorování kvality ovzduší, kvality mobilního signálu nebo volných parkovacích míst v okolí. Obecně by odpadové nádoby mohly prostřednictvím mobilního připojení zasílat aktuální informace z okolí kolemjdoucím pomocí tzv. push notifikací.

2.6 SWOT analýza technologie Bigbelly

Na základě informací získaných analýzou jednotlivých částí technologie Bigbelly byla na závěr provedena SWOT analýza. Tento typ analýzy je dobrým způsobem, jak získat komplexní přehled o vlastnostech řešení, které technologie Bigbelly nabízí. V Tab. 2.6 jsou uvedeny hlavní zástupci každé z kategorií SWOT analýzy. Silné a slabé stránky popisují vnitřní stav technologie Bigbelly – vlastnosti, kterými je technologie charakteristická. Příležitosti a hrozby popisují stav z vnějšku – výhody prospěšné pro rozvoj a možné překážky z okolního prostředí.

Tabulka 2.6: SWOT analýza technologie Bigbelly

Silné stránky	<ul style="list-style-type: none">• vysoká kapacita odpadových nádob• snížení četnosti svozu odpadu• odolnost nádob proti vandalismu• rozšiřitelnost poskytovaných služeb
Slabé stránky	<ul style="list-style-type: none">• chybějící nástroje informačního systému CLEAN pro automatickou optimalizaci• efektivní nasazení pouze na frekventovaných místech s vysokou produkcí odpadu• mobilní aplikace informačního systému CLEAN• vyšší pořizovací cena
Příležitosti	<ul style="list-style-type: none">• popularita konceptu Smart City• zvýšená produkce odpadu• nové IoT technologie
Hrozby	<ul style="list-style-type: none">• konkurenční řešení• změna klimatických podmínek• ochrana kulturních památek

Mezi silné stránky technologie Bigbelly patří vysoká kapacita odpadových nádob díky lisu odpadu, která řeší problém s přeplněnými koši a rozšiřováním odpadu do okolí nádob. Vysoká kapacita odpadových nádob snižuje četnost svozu odpadu. Snížením četnosti svozu odpadu lze dosáhnout nižších nákladů. Zároveň se sníží vyprodukované emise odpadovými vozy a zamezí se poškozování historických částí měst. Kvalitní použité materiály a dobře navržená stavba odpadových nádob zaručují vysokou odolnost proti vandalismu. Zvláště v případě využití odpadových nádob na frekventovaných místech s vysokou produkcí odpadu, lze tuto vlastnost považovat za silnou stránku. Poslední hlavní silnou stránkou technologie Bigbelly je rozšiřitelnost poskytovaných služeb v případě odpadových nádob Bigbelly. Nádoby jsou navrženy tak, aby šlo přidávat nové funkce, bez nutnosti výměny celé technologie.

Slabou stránkou technologie Bigbelly představuje především informační systém CLEAN. Nepřizpůsobivost stávajících funkcí a chybějící nástroje pro automatickou optimalizaci svozu odpadu a rozmístění odpadových nádob, patří k hlavním nevýhodám technologie Bigbelly. Mobilní aplikace informačního systému CLEAN momentálně nenabízí jiné, než čistě informativní využití. Aplikace nevyužívá svůj potenciál a v současné době neexistuje její efektivní uplatnění. Další slabou stránkou technologie je absence senzorů, které by šlo instalovat do stávající infrastruktury odpadových nádob a měřit tak jejich míru zaplnění. Z tohoto důvodu se po stránce efektivity vyplatí nasazení technologie Bigbelly pouze na frekventovaných místech s vysokou produkcí odpadu. Jako slabou stránku lze vnímat i vyšší pořizovací cenu v případě přímého nákupu oproti konkurenčním řešením.

Hlavní příležitostí technologie Bigbelly je čím dál tím větší produkce odpadu. Při rostoucí populaci, roste i produkování odpadu a technologie Bigbelly je jedním z řešení této problematiky. Využití ICT pro správu a organizaci města začíná být čím dál rozšířenější a efektivní řízení sběru odpadu je určitě součástí konceptu Smart City. S tím souvisí i vývoj nových technologií v oblasti IoT, které mohou být využity při rozšiřování funkcí technologie Bigbelly.

Mezi hrozby technologie Bigbelly patří konkurenční řešení sběru odpadu s využitím ICT. V některých případech nabízí konkurence efektivnější přístup k problematice sběru odpadu. Nástroje nabízené informačním systémem CLEAN nevyužívají potenciál technologie Bigbelly a je pouze otázkou času, kdy někdo přijde s konkurenčním řešením. Jako hrozbu lze považovat i zásadní změna klimatických podmínek, která by mohla mít za následek nedostatečný výkon fotovoltaických panelů při generování elektrické energie. Po stránce nasazení technologie existuje také několik možných překážek. Odpadové nádoby se nemusí setkat s pozitivním přijetím ze strany ochránců kulturních památek, jak tomu bylo v Praze [40]. Je důležité, aby orgány zodpovědní za nasazení technologie postupovali podle zákonných požadavků.

Společnost Bigbelly Solar – výrobce technologie Bigbelly, by se měla pro zefektivnění jejich řešení problematiky sběru odpadu zaměřit na vylepšení funkcí informačního systému CLEAN a implementaci automatické optima-

2. ANALÝZA TECHNOLOGIE BIGBELLY

lizace plánování svozu odpadu a rozmístění odpadových nádob. Tím vyřeší hlavní slabou stránku technologie a sníží hrozbu od konkurence. Za zvážení by stálo začít využívat i samostatné senzory, které by se instalovaly do stávající infrastruktury odpadových nádob za účelem rozšíření možné oblasti uplatnění. Je důležité, aby společnost pokračovala v zavádění inovací a využívala nejnovější technologie z oblasti IoT.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo na základě dat poskytnutých firmou VERB Group s.r.o. vytvořit analýzu technologie Bigbelly a zhodnotit tak efektivitu tohoto řešení problematiky sběru odpadu.

Analýza technologie Bigbelly potvrzuje efektivitu využití ICT při řešení problematiky sběru odpadu. Využitím odpadových nádob Bigbelly, které jsou vybaveny lisem odpadu, se vyřeší problémy spojené s nedostatečnou kapacitou běžných odpadových nádob. Zabrání se šíření odpadu z přeplněných nádob do okolí a sníží se četnost svozu odpadu. Informace ze senzorů monitorujících míru zaplnění odpadových nádob Bigbelly lze využít pro optimalizaci řízení sběru odpadu.

Informační systém CLEAN nesplňuje předpoklady konceptu Smart City a nevyužívá potenciál technologie Bigbelly. Data nashromážděná ze senzorů v odpadových nádobách Bigbelly nejsou využívána pro automatickou optimalizaci plánování svozu odpadu, nebo rozmístění odpadových nádob a tato optimalizační činnost se musí dělat ručně. Informační systém neposkytuje dostatek nástrojů pro efektivní řízení sběru odpadu a snižuje tak celkovou efektivitu technologie Bigbelly. Nástroje poskytované informačním systémem jsou neflexibilní a data ze senzorů odpadových nádob nelze exportovat k dalšímu využití.

Momentálně se vyplatí nasazení technologie Bigbelly na frekventovaných místech s větší produkcí odpadu. Pro efektivnější řízení sběru odpadu by bylo vhodné technologii Bigbelly rozšířit o senzory, které by se instalovaly do stávající infrastruktury odpadových nádob. Tím by se zajistila širší oblast možného uplatnění technologie Bigbelly. Pro efektivnější využití dat ze senzorů v odpadových nádobách Bigbelly je zapotřebí vylepšit stávající funkce informačního systému CLEAN a implementovat nové nástroje. Především je nutné zajistit možnost automatické optimalizace plánování svozu odpadu a rozmístění odpadových nádob.

Literatura

- [1] Techopedia: Information and Communications Technology (ICT) [online]. [Citováno 2016-21-03]. Dostupné z: <https://goo.gl/wLi3nM>
- [2] Riley, J.: What is ICT? [online]. [Citováno 2016-21-03]. Dostupné z: <http://goo.gl/uFxWSj>
- [3] Weinstock, M.: System City: Infrastructure and the Space of Flows [online]. *Architectural Design*, ročník 83, č. 4, 2013: str. 21, ISSN 1554-2769, [Citováno 2016-30-03]. Dostupné z: <http://goo.gl/68HM45>
- [4] Bakici, T.; Almirall, E.; Wareham, J.: A Smart City Initiative: the Case of Barcelona [online]. *JOURNAL of the Knowledge Economy*, ročník 4, č. 2, 2012: s. 135–148, ISSN 1868-7873, [Citováno 2016-24-03]. Dostupné z: <http://goo.gl/wqnVir>
- [5] Deakin, M.: *Smart cities: governing, modelling and analysing the transition*. Abingdon: Routledge, 2014, ISBN 9780415658195, 196–216 s.
- [6] Stanford, U.: The Triple Helix concept [online]. [Citováno 2016-30-03]. Dostupné z: <http://goo.gl/5wcLZB>
- [7] G. Hollands, R.: Will the real smart city please stand up? [online]. *City*, ročník 12, č. 3, 2008: s. 303–320, [Citováno 2016-30-03]. Dostupné z: <http://goo.gl/aNXpiu>
- [8] SmartGrids: The SmartGrids European Technology Platform [online]. [Citováno 2016-17-03]. Dostupné z: <http://goo.gl/y8aidG>
- [9] Horálek, J.; Soběslav, V.: Požadavky a technologie pro inteligentní síť Smart Grid. *Sdělovací technika*, ročník 61, č. 1, 2013, ISSN 00369942.

- [10] Allenby, B.: Complexity in urban systems: ICT and transportation [online]. In *2008 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*, 2008, ISSN 1095-2020, s. 1–3, [Citováno 2016-19-03]. Dostupné z: <http://goo.gl/exZkV4>
- [11] Příbyl, P.: *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, ISBN 8001031225.
- [12] Příbyl, P.; Svítek, M.: *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN - technická literatura, 2001, ISBN 8073000296.
- [13] Chowdhury, M. A.; Sadek, A.: *Fundamentals of intelligent transportation systems planning*. Boston: Artech House, 2003, ISBN 1580531601.
- [14] Iteris: National ITS Architecture [online]. 2015, [Citováno 2016-14-04]. Dostupné z: <http://goo.gl/x3oYoR>
- [15] Příbyl, P.: *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, ISBN 9788001036488.
- [16] Garlík, B.: *Inteligentní budovy*. Praha: BEN - technická literatura, 2012, ISBN 9788073004408.
- [17] Clements-Croome, D.: *Intelligent buildings*. London: Telford, 2004, ISBN 0727732668.
- [18] Hu, J.; Hu, H.: Intelligent Building Automation and Application [online]. *Lecture NOTES in Information Technology*, ročník 16-17, 2012: s. 246–249, [Citováno 2016-04-04]. Dostupné z: <http://goo.gl/dPedHw>
- [19] Elliott, C.: Intelligent buildings [online]. *Intelligent Buildings International*, ročník 1, č. 1, 2009: s. 75–81, ISSN 17508975, [Citováno 2016-07-04]. Dostupné z: <http://goo.gl/f7JEzD>
- [20] Wang, X. N.; Lin, Q.; Chen, J.: Application of Artificial Intelligence in Intelligent Buildings [online]. *Applied Mechanics and Materials*, ročník 347-350, 2013: str. 466, ISSN 16609336, [Citováno 2016-21-04]. Dostupné z: <http://goo.gl/zzC0KU>
- [21] Birangal, G.: Energy Efficiency Approach to Intelligent Building [online]. *International JOURNAL of Engineering Research*, ročník 4, č. 7, 2015: s. 389–393, ISSN 23196890, [Citováno 2016-14-04]. Dostupné z: <http://goo.gl/8mRPij>
- [22] ABB: Smart Home and Intelligent Building Control - Energy Efficiency in Buildings [online]. [Citováno 2016-02-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/e6T6rM>

-
- [23] Deloitte: Studie posouzení stávajícího daňového IS Finanční správy ČR [online]. [Citováno 2016-12-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/BEjtYL>
- [24] Beneš, R.: E-government v kotlině české. *Computerworld*, ročník 26, č. 3, 2015: s. 14–15, ISSN 12109924.
- [25] Garson, G. D.: *Public information technology and e-governance*. Sudbury: Jones and Bartlett, 2006, ISBN 0763734683.
- [26] Bejdák, R.: *Elektronická demokracie a její možnosti v ČR*. Diplomová práce, Univerzita Karlova Fakulta sociálních věd, Praha, 2011.
- [27] Weidemannová, R.: *Služby Czech POINT jako součást E-governmentu v ČR*. Bakalářská práce, Mendelova Univerzita v Brně, Brno, 2014.
- [28] Papalambrou, A.; Karadimas, D.; Gialelis, J.; aj.: A versatile scalable smart waste-bin system based on resource-limited embedded devices [online]. In *2015 IEEE 20th Conference on Emerging Technologies Factory Automation (ETFA)*, 2015, ISSN 1946-0740, s. 1–8, [Citováno 2016-06-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/uqPS4g>
- [29] Anagnostopoulos, T.; Zaslavsky, A.; Medvedev, A.; aj.: Top – k Query Based Dynamic Scheduling for IoT-enabled Smart City Waste Collection [online]. In *2015 16th IEEE International Conference on Mobile Data Management*, ročník 2, 2015, ISSN 1551-6245, s. 50–55, [Citováno 2016-06-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/2n7AQ5>
- [30] Singh, G. K.; Gupta, K.; Chaudhary, S.: Solid Waste Management: Its Sources, Collection, Transportation and Recycling [online]. *International JOURNAL of Environmental Science and Development*, ročník 5, č. 4, 2014: s. 347–351, ISSN 20100264, [Citováno 2016-05-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/dMc1Z0>
- [31] WMW: Underground automated waste conveying systems [online]. [cit. 2016-13-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/aQZaoN>
- [32] CETA: Mezinárodní srovnání systémů třídění obalových odpadů [online]. [cit. 2016-13-05]. Dostupné z: <https://goo.gl/F5Fj6L>
- [33] Caddy, D.: CIWM. In *The JOURNAL for waste and resource management professionals*, 9, Northampton: IWM Business Services, 2010, ISSN 17515602, s. 38–40.
- [34] Billa, L.: GIS routing and modelling of residential waste collection for operational management and cost optimization. *Pertanika JOURNAL of science & technology*, ročník 22, č. 1, 2014: s. 193–212, ISSN 01287680.

- [35] Anagnostopoulos, T.; Kolomvatsos, K.; Anagnostopoulos, C.; aj.: Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities [online]. *The JOURNAL of systems and software*, ročník 110, č. 11, 2015: s. 178–192, ISSN 01641212, [Citováno 2016-07-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/6qG2IZ>
- [36] Gutierrez, J. M.; Jensen, M.; Henius, M.; aj.: Smart Waste Collection System Based on Location Intelligence [online]. *Procedia Computer Science*, ročník 61, č. 1, 2015: s. 120 – 127, ISSN 1877-0509, [Citováno 2016-06-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/zc8DwD>
- [37] Bigbelly: Bigbelly Support Documentation [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <https://goo.gl/dSQEf0>
- [38] Ecube: Data Driven Waste Management Solutions [online]. [Citováno 2016-05-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/mZDsCn>
- [39] Enevo: Enevo Technology [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <https://goo.gl/7E1L40>
- [40] Praha1: Reakce místostarosty Richarda Bureše na zahájení správního řízení Odborem památkové péče MHMP ve věci odpadkových košů Bigbelly [online]. [cit. 2016-14-05]. Dostupné z: <http://goo.gl/8EvVKk>

Seznam použitých zkratk

- ACO** Ant Colony Optimization
- AHS** Automated Cruise-Assist Highway Systems
- AI** Artificial Intelligence
- API** Application Programming Interface
- BAS** Building Automation System
- CCN** Clean City Networks
- CDMA** Code Division Multiple Access
- CSV** Comma Separated Values
- CVO** Commercial Vehicle Operations
- DCRC** Dedicated Short Range Communication
- DCS** Distributed Control System
- DDC** Direct Digital Control
- DSRC** Dedicated Short Range Communications
- EFC** Electronic Fee Collection
- GIS** Geographic Information System
- GPRS** General Packet Radio Service
- GPS** Global Positioning System
- HOV** High Occupancy Vehicles

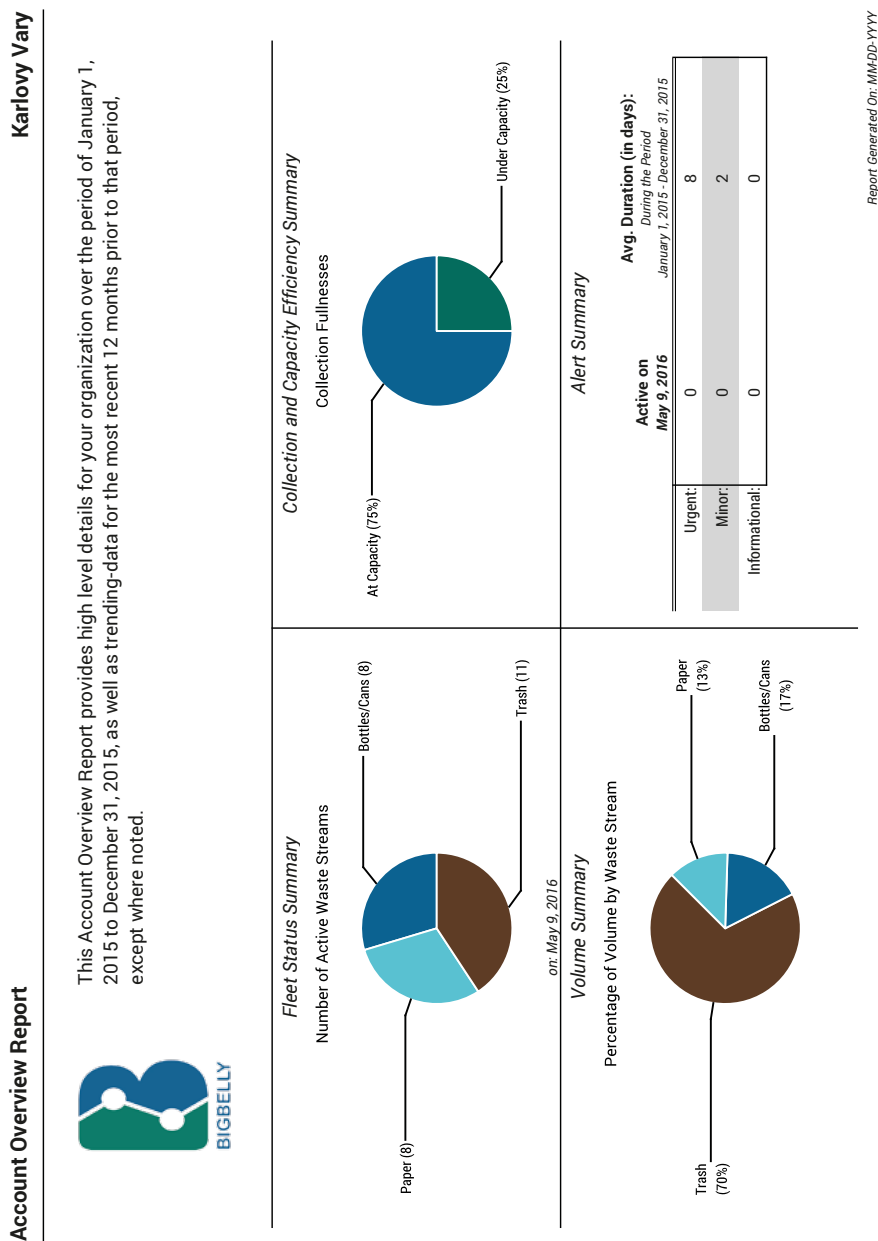
A. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ICT	Information and Communication Technology
INS	Information and Navigation Systems
IT	Information Technology
ITS	Intelligent Transportation Systems
IoT	Internet of Things
JPEG	Joint Photographic Experts Group
KIVS	Komunikační Infrastruktura Veřejné Správy
LED	Light Emitting Diode
MHD	Městská Hromadná Doprava
NIST	The National Institute of Standards and Technology
PDF	Portable Document Format
PIN	Personal Identification Number
PNG	Portable Network Graphics
RLTC	Road Line Traffic Control
RMC	Ramp Metering Control
SMS	Short Message Service
SVG	Scalable Vector Graphics
TFIS	Traffic Flow Information System
TFNS	Traffic Flow Navigation System
TSP	Travelling Salesman Problem
VICS	Vehicle Information and Communication System
VNCS	Vehicle Navigation and Communication System

Hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly

Tato kapitola obsahuje vygenerované hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly. Jedná se o ilustrativní obrázky odkazované z kapitoly „*Analýza technologie Bigbelly*“, konkrétně z podsekcce zabývající se analýzou funkcí informačního systému CLEAN. Uvedené informace vycházejí z dat získaných na základě nasazení technologie Bigbelly v Karlových Varech.

B. HLÁŠENÍ O EFEKTIVITĚ A VYUŽITÍ TECHNOLOGIE BIGBELLY



Obrázek B.1: První strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly
Zdroj: [37]

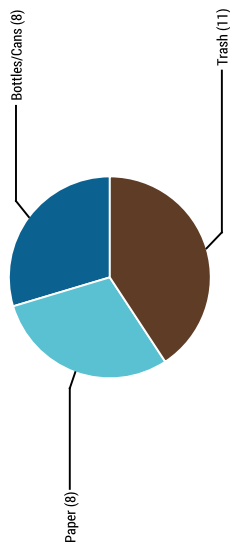
Fleet Status



The information below reflects waste streams and device models which are active (in service) in your organization as of May 9, 2016.

Karlovy Vary

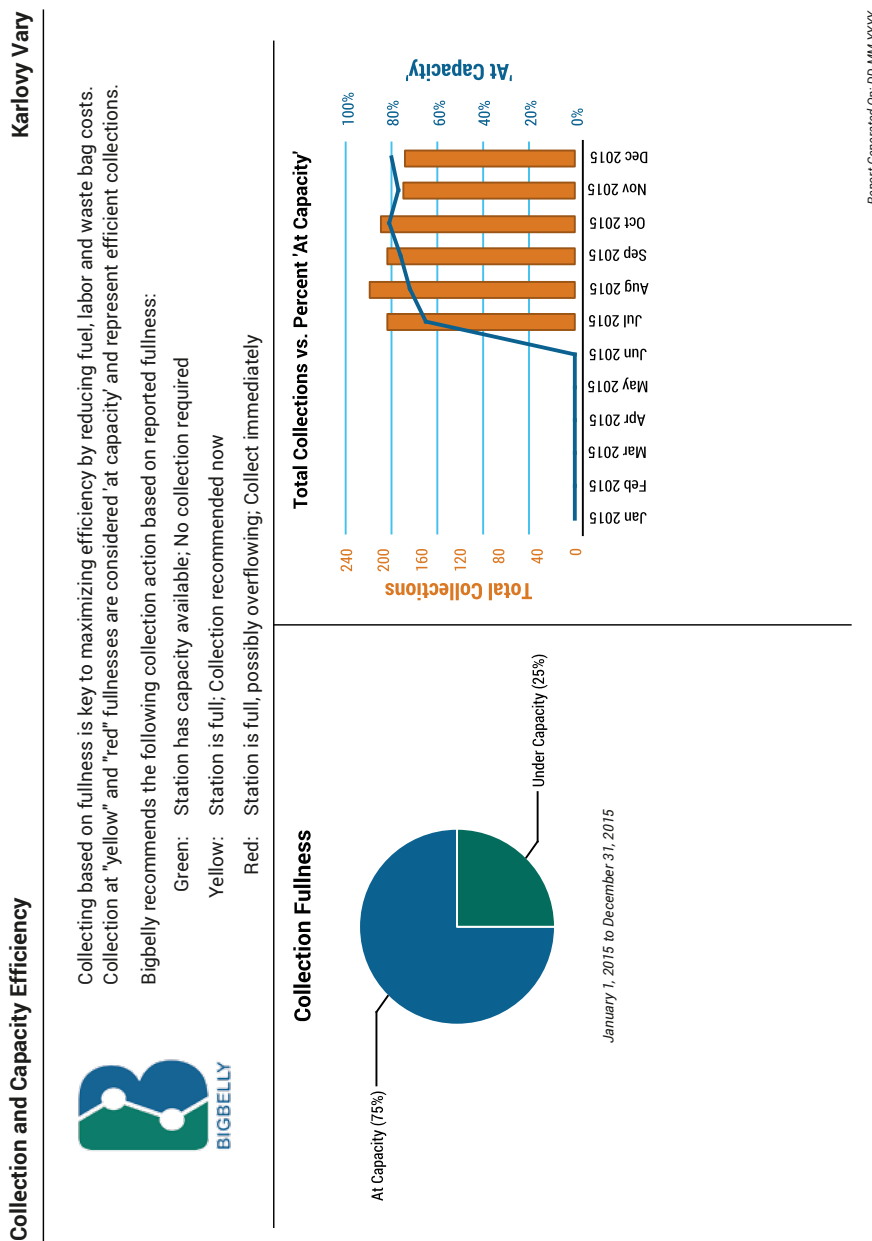
Number of Active Waste Streams



Quantity of Active Devices

Total:	27
Bigbelly:	11
Smartbelly:	0
Companion:	16

Obrázek B.2: Druhá strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly
Zdroj: [37]



Report Generated On: DD-MMM-YYYY

Obrázek B.3: Třetí strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly
Zdroj: [37]

Volume and Diversion Rate

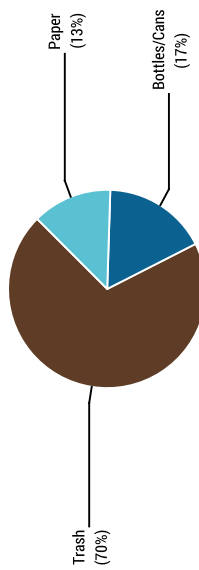


Karlový Vary

Bigbelly's can handle more than just trash, they also can be setup to handle multiple types of recycling and compost waste.

By providing recycling and composting options as part of your Bigbelly system you're allowing your users to self-sort their waste which enables your organization to divert recycling and compostable waste from ending up in trash landfills.

Percentage of Volume by Waste Stream

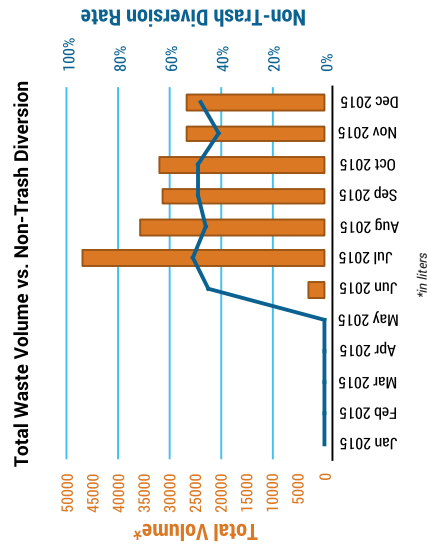


January 1, 2015 to December 31, 2015

Your organization **diverted 30%** of collected waste from landfills

Total:	314,587 liters
Trash:	218,721 liters
Recycling*:	95,866 liters
Compost:	0 liters

*Recycling total in chart above contains all recycling streams



Report Generated On: DD-MM-YYYY

Obrázek B.4: Čtvrtá strana hlášení o efektivitě a využití technologie Bigbelly
Zdroj: [37]

Obsah přiloženého CD

readme.txt.....	stručný popis obsahu CD
src	
├─ img.....	složka s obrázky potřebnými k vygenerování práce
├─ style.....	složka se soubory potřebnými k vygenerování práce
├─ sources.bib.....	seznam použité literatury
├─ thesis.tex.....	zdrojová forma práce ve formátu \LaTeX
text	
├─ assignment.pdf.....	zadání práce ve formátu PDF
├─ thesis.pdf.....	text práce ve formátu PDF