



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Sophia Schmusch

Smart odpadové technologie vybraného mesta –
Bratislava

Diplomová práce

2024

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K617 **Ústav logistiky a managementu dopravy**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Sophia Schmusch

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – LA – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Smart odpadové technologie vybraného města -
Bratislava**

Název tématu (anglicky): Smart Waste Technologies of the selected City - Bratislava

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Úvod do problematiky cirkulární ekonomiky a odpadu
- Současný stav a řešení problematiky doma a v zahraničí
- Zhodnocení současného stavu ve vybraném městě
- Návrh smart řešení pro specifický typ odpadu - elektroodpad
- Zhodnocení návrhu



TECHNICKÉ V PRAZE



- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Voštová, V., Altmann, V., Fries, J., Jeřábek, K.:
Logistika odpadového hospodářství
Schott, A.B.S., Aspegren, H., Bissmont, M., Jansen, J.C.: Modern Solid Waste Management
Zákon č. 79/2015 Zákon o odpadech Z. z.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Daniel Pilát**
doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2022**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **15. května 2024**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Sophia Schmusch
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 12. prosince 2023

Pod'akovanie

Rada by som sa poďakovala svojmu vedúcemu, inžinierovi Danielovi Pilátovi, za cenné rady, odbornosť, otvorený prístup a hodnotné pripomienky počas vedenia mojej diplomovej práce. Ďalej by som chcela vyjadriť vďaku vyučujúcim, ktorí ma sprevádzali a motivovali počas celého môjho štúdia.

Prehlásenie

Prehlasujem, že som predloženú prácu vypracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje v súlade s Metodickým pokynom o dodržovaní etických prinípov pri príprave vysokoškolských záverečných prác.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav logistiky a managementu dopravy

Smart odpadové technológie vybraného mesta – Bratislava

Diplomová práca

Máj 2024

Sophia Schmusch

Abstrakt

Predmetom diplomovej práce "Smart odpadové technológie vybraného mesta – Bratislava" je priblížiť fungovanie cirkulárnej ekonomiky v európskych mestách a následné zhodnotenie odpadového hospodárstva v Bratislave. Účelom diplomovej práce je navrhnúť smart riešenie pre e-odpad, ktoré korešponduje s víziou Smart City.

Kľúčové slová

Odpadové hospodárstvo, Smart technológie, Cirkulárna ekonomika, Smart City, E-odpad

Abstract

The subject of the diploma thesis "Smart Waste Technologies of a Selected City – Bratislava" is to elucidate the functioning of the circular economy in European cities and subsequently evaluate waste management in Bratislava. The purpose of the thesis is to propose a smart solution for e-waste that corresponds with the Smart City vision.

Key words

Waste management, Smart technologies, Circular economy, Smart City, E-waste

OBSAH

Zoznam použitých skratiek	7
ÚVOD	8
1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ	10
1.1 Obehové hospodárstvo v mestách.....	12
1.1.1 Počiatok a vymedzenie konceptu obehového hospodárstva	14
1.1.2 Princípy a model obehového hospodárstva	16
1.2 Smart odpadové hospodárstvo	19
1.2.1 Definovanie Smart nakladania s odpadom	22
1.2.2 Digitalizácia odpadových nádob.....	25
1.3 Obehové hospodárstvo na príkladoch miest z Európskej únie	26
1.4 Elektronický odpad	30
2 CIELE A METODIKA	32
2.1 Cieľ	32
2.2 Metodika	33
2.3 Zdroj údajov.....	34
2.4 Spôsob analýzy údajov	34
3 VŠEOBECNÁ ANALÝZA	36
3.1 Analýza a charakteristika územia mesta Bratislava.....	36
3.2 Životné prostredie	37
3.3 Demografické charakteristiky	37
3.4 Ekonomické a sociálne aspekty	39
4 ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO V BRATISLAVE	42
4.1 Úroveň riadenia zo strany mesta.....	42
4.2 Východiská mesta Bratislava ku konceptu Smart City	43
5 ANALÝZA ÚDAJOV O STAVE NAKLADANIA S ODPADOM V BRATISLAVE	47

5.1 Odpadové hospodárstvo – e-odpad.....	47
5.2 Aktuálne Smart riešenie na elektroodpad v Bratislave	49
6 PREDSTAVENIE VYBRANEJ SMART ODPADOVEJ TECHNOLOGIE	52
6.1 Predstavenie spoločnosti a jej obchodný model	52
6.2 Vyhodnotenie efektívnosti vybranej Smart technológie	54
6.3 Vytvorenie odporúčaní pre začlenenie navrhnutého zlepšenia do praxe s ohľadom na ekonomické, sociálne a ekologické aspekty udržateľného rozvoja	55
6.4 EcoATM v hlavnom meste	57
7 DISKUSIA.....	67
ZÁVER	70
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	71
Zoznam obrázkov	78
Zoznam tabuliek	79
Zoznam grafov	80

Zoznam použitých skratiek

BRM – Koncepcia Smart City 2030 - Bratislava rozumné mesto

CBA – Analýza nákladov a výnosov (Cost Benefit Analysis)

CE – Spoločný priestor (Common Era)

CO₂ – Oxid Uhličitý

DCF – Diskontovaný Cash Flow (Discount Cash-Flow)

EÚ – Európska únia

EPA – Úrad pre environmentálnu ochranu (Environmental Protection Agency)

GPP – Hrubý percentuálny profit (Gross Primary Profit)

HDP – Hrubý domáci produkt

IoT – Internet vecí (Internet of Things)

IRR – Vnútoraná miera výnosnosti (Internal Rate of Return)

IT – Informačné technológie

MHSR – Ministerstvo hospodárstva Slovenskej Republiky

OECD - Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development)

OLO – Odvoz a likvidácia odpadu

PAYT – Zaplat' a vyhod' (Pay as you Throw)

ZSE – Západoslovenská energetika

ÚVOD

V súčasnom svete sa mestá neustále stretávajú s výzvami, ktoré súvisia s rýchlym technologickým pokrokom a stále sa meniacimi potrebami ich obyvateľov. Jednou z kľúčových oblastí, kde môžu moderné technológie hrať transformačnú úlohu, je recyklácia a správa odpadov. Diplomová práca sa zameriava na Smart technológie v rozvoji vybraného mesta, konkrétne sa venuje aplikácii a efektívnosti týchto technológií v kontexte logistiky správy odpadov v Bratislavskom samosprávnom kraji. Práca je v zásade na pomedzí technických inovácií a logistického manažmentu, čo odráža dôležitosť multidisciplinárneho prístupu v tejto záujmovej oblasti.

V práci sa dôkladne zamyslíme nad konceptom „smart city“ a jeho aplikáciami, ktoré cielia na zlepšenie životného prostredia, efektívnosť mestskej infraštruktúry a kvalitu života obyvateľov. Smart technológie, či už ide o inteligentné senzory, IoT (Internet of Things) platformy, alebo sofistikované systémy spracovania dát, ponúkajú revolučné metódy pre riešenie problémov s odpadom.

Význam práce spočíva v identifikácii a analýze efektívneho smart riešenia pre správu a recykláciu elektroodpadu, s dôrazom na ekonomickú analýzu a návratnosť investícií. Práca vychádza z predpokladu, že aplikácia smart technológií môže výrazne prispieť k uľahčeniu recyklácie vo vybranom mestskom prostredí a zároveň znižovať environmentálnu záťaž.

Teoretická časť diplomovej práce poskytuje komplexný prehľad obehového hospodárstva v mestách, od jeho počiatkov a definície, cez jeho kľúčové princípy a modely, až po jeho aplikáciu v praxi na príkladoch z miest Európskej únie. Súčasne sa venuje konceptu Smart odpadového hospodárstva, kde sa definuje a analyzuje Smart nakladanie s odpadom a prenikáme do hĺbky digitalizácie odpadových nádob. Práca zdôrazňuje, ako moderné technológie a inovatívne systémy prispievajú k efektívnosti správy odpadu a podporujú implementáciu obehového hospodárstva v urbanizovaných oblastiach, čo ilustruje na príkladoch úspešných stratégií z európskych a amerických miest.

Praktickú časť práce tvorí analýza dát, pričom sa zameriavame na Bratislavu a jej odpadové hospodárstvo. V nadväznosti na teoretický základ a analýzu dát sa práca venuje návrhu smart riešenia pre vybraný typy odpadu včetně vhodnej lokalizácie a jeho následnému hodnoteniu z hľadiska ekonomickej efektívnosti a environmentálneho prínosu. V rámci ekonomickej analýzy sa zameriavame na náklady a návratnosť investícií.

Bratislave je dôležité venovať osobitnú pozornosť implementácii inovatívnych a smart riešení pre správu odpadu, pretože momentálne nedosahuje štandardy porovnateľné s európskymi mestami. E-odpad, ktorý tvorí významnú časť odpadu v meste, obsahuje rôzne škodlivé látky ako ťažké kovy a chemické zlúčeniny, ktoré môžu spôsobiť znečistenie životného prostredia a predstavovať riziko pre zdravie obyvateľov, ak nie sú riadne zneškodnené.

Napriek tomu, že existujú zákony a predpisy týkajúce sa nakladania s elektronickým odpadom, Bratislava čelí výzvam v oblasti efektívneho zhromažďovania, triedenia a recyklácie odpadu. Preto je nevyhnutné, aby Bratislava investovala do moderných technologických riešení, ako sú inteligentné systémy riadenia odpadu.

Implementácia týchto smart riešení umožní lepšie monitorovanie a riadenie procesov nakladania s odpadom, čo povedie k efektívnejšiemu využívaniu zdrojov, minimalizácii environmentálnych dopadov a posilneniu udržateľnosti mesta. Spolu s väčšou transparentnosťou a zlepšením služieb v oblasti odpadového hospodárstva bude Bratislava schopná konkurovať a prispieť k formovaniu udržateľného a inteligentného mesta v kontexte európskych vízií.

V závere práce sa budeme venovať syntéze získaných poznatkov a formulácii odporúčaní pre mesto Bratislava. Navrhujeme implementáciu vybraného smart riešenia, ktoré bude zohľadňovať ekonomickú, sociálnu a environmentálnu udržateľnosť.

1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ

V súvislosti s cirkulárnou ekonomikou najčastejšie spomínaná tzv. lineárna ekonomika, ktorá predstavuje klasický model ekonomiky už od čias priemyselnej revolúcie. Tá na výrobu využíva prírodné zdroje, ktoré sa pretvoria na produkty, tie sú následne spotrebované a ako odpad zlikvidované. Tento model tlačí na ďalšie získavanie prírodných zdrojov, ktorých množstvo je obmedzené, teda je obmedzený aj rast takejto ekonomiky. Podniky, ktoré fungujú podľa tohto klasického modelu, sú zamerané iba na ekonomické výhody, predovšetkým zisk, plynúce z daného podnikania bez ohľadu na širší dopad ich podnikania (Govindan & Hasanagic, 2018).

Len Európa vyprodukuje 2,5 miliardy ton odpadu ročne, z čoho zhruba polovica skončí na skládkach alebo v spaľovniach. Výsledkom je aj to, že sa tak ľudstvo nenávratne pripravuje o vzácne materiály. Napríklad na niektorých skládkach je dnes väčšia koncentrácia zlata ako v zlatých baniach. Jedným z dôvodov tejto situácie je fakt, že väčšina materiálových tokov má lineárnu povahu. Primárne suroviny, ako je ropa, kovy či stromy sú vyťažené, premenené na produkty a na konci životného cyklu skončia na skládke alebo v spaľovni. Situácii neprospieva ani to, že 95 % produktov končí v koši po 6 mesiacoch od ich zakúpenia. Dnes dáta naznačujú, že snaha o neobmedzený hospodársky rast založený na lineárnych princípoch v kombinácii s neudržateľným získavaním zdrojov a spotrebou vedie k dramatickým dopadom na životné prostredie, spoločnosť a hospodárstvo. Preto je nutné hľadať alternatívy surovín, spôsobu výroby, spotreby a nakladania s odpadmi a upúšťať od lineárneho konceptu, a to všetko snúbiť s potrebami rastúcej populácie (Garza-Reyes a kol., 2019).

Čo sa týka modelu ekonomiky recyklácie, ktorú označiť aj ako ekonomiku obnovy zdrojov, pri nej sa na výrobu využívajú najmä druhotné suroviny, ktoré by sa v lineárnom modeli dali označiť ako odpad. Tento koncept zahŕňa tri hlavné aktivity – zber a následný zvoz odpadového materiálu, ktorý produkujú domácnosti aj podniky a zabezpečujú ich obce alebo súkromné firmy. Nasleduje triedenie tohto odpadu na triediacich linkách podľa druhu materiálu, ktoré obvykle zaisťujú aj súkromné firmy. Finálnym krokom je tzv. druhotná produkcia, čiže premena vytriedeného materiálu (odpadu) na opäť využiteľnú surovinu ako napr. kov, plast, papier, apod. – ktoré spracovávajú firmy s touto špecializáciou a suroviny následne predávajú výrobným podnikom. Žiaľ, nie všetky podniky majú možnosť využívať

výrobky z recyklovaných materiálov. Jedná sa predovšetkým o podniky, ktoré používajú náročné technológie a vyžadujú vysokú odolnosť materiálu v extrémnych situáciách alebo podniky vyrábajúce obaly potravín z hľadiska zdravotnej nezávadnosti materiálu (OECD, 2019).

Samotná recyklácia väčšinou prispieva k menšej miere poškodzovaniu životného prostredia predovšetkým tým, že nie je potrebné vyťažiť a vyrobiť novú surovinu. Aj napriek tomu je recyklácia proces náročný na energiu a vodu, po ktorom zostávajú emisie skleníkových plynov aj odpad. Z hľadiska kvality výsledného produktu je možné hovoriť o tzv. downcyklácii a upcyklácii. Downcyklácia prebieha, pokiaľ sa recyklovaním vytvára menej kvalitný produkt, než bol ten vstupný. Často sa tak plytvá potenciálom, ktorý materiál má. Takto spracovaný býva hlavne plast, nápojové kartóny a textil. Na druhej strane pri upcyklácii je odpad spracovaný vo kvalitnejší produkt, než bol ten na vstupe. Príkladom môže byť výroba textilných vlákien zo šupiek ananásu či kokosu (Gajdošová, 2019).

Je dôležité podotknúť, že v odborných časopisoch a literatúre existuje viac ako 100 rôznych definícií cirkulárnej ekonomiky či obehového hospodárstva. Je to z dôvodu toho, že koncept CE je využívaný veľkou skupinou odborníkov a výskumníkov (Kirchherr et al., 2017).

Koncept cirkulárnej ekonomiky sa dostáva do podvedomia od konca 70. rokov 20. storočia. V slovenskom prostredí je cirkulárna ekonomika definovaná ako koncept, v ktorom neexistuje odpad. Cirkulárna ekonomika sa definuje ako nový ekonomický systém, ktorého základom je opätovné využitie zdrojov alebo výrobkov po ukončení ich životnosti (Inisoft, 2021).

Cirkulárna ekonomika sa radí medzi transformačné politiky tzv. Zelenej dohody pre Európu (Green Deal), ktorá si kladie za cieľ dosiahnutie udržateľnej budúcnosti. Hlavným cieľom je, aby Európska únia bola v roku 2050 uhlíkovo neutrálna (Kislingerová, 2021).

Cirkulárna ekonomika je systém, v ktorom sa všetci zúčastnení správajú ohľaduplne k prírode, ale zároveň sa generujú zisky vďaka opätovnému využívaniu cenných materiálov, ktoré sa udržuju v obehú čo najdlhšie (Šídlo et al., 2019).

Cirkulárna ekonomika je najudržateľnejší post-produkčný obchodný model, ktorý využíva prírodné, ľudské, kultúrne a výrobné zdroje na zlepšenie ekologických, sociálnych a ekonomických faktorov, ktoré tvoria udržateľnosť (Stahel et al., 2019).

1.1 Obehové hospodárstvo v mestách

Mestá produkujú cez 75 % svetových emisií CO₂, spotrebúvajú 75 % prírodných zdrojov a produkujú 50 % odpadov. Na druhú stranu generujú 80 % HDP, a môžu tak byť hlavnými hýbateľmi systémových zmien. V procese prechodu na cirkulárnu ekonomiku zohrávajú mestá kľúčovú úlohu. Prvú Stratégiu cirkulárnej ekonomiky prijal medzi európskymi mestami v roku 2015 Amsterdam. Nasledovali ďalšie mestá: Londýn, Kodaň, Paríž, Brusel, Glasgow a mnoho ďalších, pričom tento zoznam sa pomerne rýchlo rozrastá. Medzi mestami v krajinách strednej a východnej Európy bola zase česká metropola Praha prvým mestom s ambíciou pripraviť a implementovať komplexnú Stratégiu pre prechod na cirkulárnu ekonomiku (Hlubeček, 2020).

Podľa analýzy OECD z roku 2020 naprieč viacerými mestami sveta patria medzi hlavné dôvody, prečo mestá integrujú princípy cirkulárnej ekonomiky do svojich politík nasledovné: klimatická zmena a globálne trendy v znižovaní dostupnosti prírodných zdrojov (z ktorých sa 90 % po využití stáva nerecyklovaným odpadom), ekonomické zmeny, tvorba nových pracovných miest, tlak iniciatív zdola a aktivity súkromného sektora, nástup nových biznis modelov a technologický rozvoj, povinnosti a ciele vyplývajúce z nad/národnej legislatívy. Odpovede ukázali, že hlavnou hnacou silou sú klimatické zmeny (viac ako 70 % opýtaných). Vo viac ako 50 % odpovedí boli ako relevantné dôvody uvedené globálne trendy v dostupnosti surovín a ekonomické zmeny a takmer 50 % respondentov uviedlo tvorbu pracovných miest (OECD, 2020).

Na druhej strane podľa OECD (2020) medzi očakávania od cirkulárnej ekonomiky patria predovšetkým prehodnotenie vzorcov výroby a spotreby; zlepšenie kvality životného prostredia; nové obchodné modely; a podpora zmien správania a stimulácia inovácií.

Nadácia Ellen MacArthur (2020), zaoberajúca sa danou problematikou predkladá 5 nasledovných systémových krokov na to, ako naplniť vízie cirkulárnych miest

- stimulovanie dizajnu pre cirkulárnu ekonomiku,
- podporovanie obchodných modelov a systémov riadenia, ktoré šetrne nakladajú so zdrojmi, aby si zachovali svoju hodnotu čo najdlhšie,
- zacielenie na už fungujúcu ekonomiku prostredníctvom stimulov a regulačných požiadavky, ktoré umožnia cirkulárne riešenie,
- investovanie verejných financií do inovácií, infraštruktúry a zručností, ktoré tvoria cirkulárne príležitosti,

- podporovanie spolupráce verejného a súkromného sektora pre dlhodobú a systémovú zmenu.

Dôležitý je taktiež rozvoj zdieľanej ekonomiky na úrovni miest, ktorý je akcentovaný v rade mestských Stratégií pre CE (Glasgow, Kodaň, Paríž, Espoo, Brusel a ďalšie). Zdieľanie vecí a služieb vytvára nové podnikateľské príležitosti a pracovné miesta. Kultúra zdieľania sa premieta aj do zdieľania dát, skúseností a zdrojov a je významným princípom pri riadení cirkulárnych miest (MacArthur, 2020).

Môžeme sa pozrieť taktiež na niektoré z vyššie uvedených miest a na to aké sú kroky daných miest smerom k zvýšeniu cirkularity. Taktiež sa pozrieme aj na opačnú stranu spektra miest v rámci skúmanej problematiky. Amsterdam sa ako 1. mesto zaviazalo v roku 2020 k tomu, že sa stane plne cirkulárnym, ale program obehového hospodárstva sa začal už v roku 2015. Do roku 2050 chce Amsterdam premeniť svoju ekonomiku na úplne obehovú – mesto už dnes mení spôsob, akým jeho obyvatelia žijú a myslia – už je dosiahnutý vyvážený prístup, v ktorom sú uspokojované základné potreby ľudí, je znižovaná spotreba tovaru a je počítané s estetikou mestského prostredia. Počas covidovej krízy mesto zaviedlo koncept *Donut Economy* (Ekonomie donutu-šišky) od K. Raworthovej, ktorý mal mesto postaviť na nohy a eliminovať budúce krízy. Taktiež je proaktívne presadzovaná zdieľaná ekonomika, ktorá poskytuje možnosť lepšieho využívania materiálov a zdrojov – aktuálne tu beží 150 aktívnych platforiem (napr.: MotoShare, zamerané na dočasné používanie motoriek/áut, či Peerby, ktoré sa venuje požičiavaniu rôznych predmetov). Ďalším skvelým prvkom je iniciatíva true-price, ktorá zabezpečila, že od roku 2020 etikety tovaru novo obsahujú informácie o príplatkoch – napr.: + 6 centov/kg za uhlíkovú stopu; + 5 centov za mýto; + 4 centy na spravodlivé vyplácanie pracovníkov atď. (Nugent, 2021).

Kodaň na druhej strane je mestom dominujúcim okrem iného v recyklácii – do konca roku 2024 chce recyklovať 70 % komunálneho odpadu, čo povedie ku každoročnému zníženiu emisií CO₂. K úspešnému dosiahnutiu vytýčeného cieľa mesto muselo začať informačnú kampaň o triedení komunálneho i komerčného odpadu. Ďalej bolo nutné zlepšiť metódy zberu odpadov a zdrojovej separácie. Došlo aj k stimulácii opätovného využitia a výmeny výrobkov. V neposlednom rade bolo nutné integrovať nové technologické riešenia pre nakladanie s odpadmi. Kodaň má vlastnú inovačnú platformu Circular Copenhagen, ktorej zámerom je vyvinúť zajtrajšie riešenie obehového hospodárstva pre dnešné výzvy. Cez platformu má dôjsť k vytvoreniu partnerstva s kľúčovými, národnými, medzinárodnými, priemyselnými a akademickými subjektmi zameriavajúcimi sa na rozvoj cirkulárnej ekonomiky v Kodani (Circular Copenhagen, 2022).

Espoo, druhé najväčšie fínske mesto, sa radí medzi najviac šetrné európske mestá k životnému prostrediu. Prvé myšlienky o vykročení po udržateľnejšej ceste vzišli zo zasadnutia mestskej rady, ktorá verila, že k prosperite miest je nutná cirkularita a udržateľnosť. Mesto začalo investovať do verejnej dopravy, zavádzať mestské bicykle, zakladať niekoľko nových oblastí ochrany prírody, organizovať kampane o udržateľnom životnom štýle, a hlavne predstavilo plán pre uhlíkovo neutrálne diaľkové vykurovanie do roku 2025. Niekoľko cirkulárnych projektov podporujúcich udržateľný životný štýl, tvorbu pracovných miest a rast cirkulárnych obchodných aktivít je realizované v rámci programu Sustainable Espoo. Mestská štvrť Kera je tamojším priekopníkom, pretože práve tu sa za spolupráce občanov, vlastníkov pozemkov, podnikov a ďalších partnerov rozvíja medzinárodný príklad smart mesta a cirkulárnej ekonomiky (City of Espoo, 2021).

Pozornosť je dobré venovať aj cirkulárnej ekonomike v poľnohospodárstve. Na mnohých miestach v Afrike pracujú podnikatelia na transformácii poľnohospodárstva prostredníctvom zdieľania mechanizácie a digitalizácie, čo má napomôcť predovšetkým drobným poľnohospodárom, ktorí tvoria 80 % fariem v subsaharskej Afrike. Zdieľanie aj digitalizácia sú jednou z rovín cirkulárnej ekonomiky. Nigérijská spoločnosť *Hello Tractor* sa snaží cez digitálnu aplikáciu na zdieľanie traktorov zlepšiť produktivitu malých fariem. Aplikácia prepája farmárov a majiteľov traktorov. *Hello Tractor* môžeme prirovnať k službám poskytovaným spoločnosťami Uber či Lyft (Dion, 2019).

V talianskej obci Paciano, kde žije necelých 1 000 obyvateľov, realizujú tzv. týždenný trh, čo je vlastne model cirkulárnej ekonomiky a sociálneho začleňovania. Ide o trh, kde je možné zaobstarať poľnohospodárske, potravinárske a remeselné produkty. Dôraz je kladený na lokálne zdroje a podporu miestnych podnikateľov (výrobcovia olivového oleja, vína, syrov, džemov, slamených výrobkov, kozmetiky), využívanie obnoviteľnej energie na miestne použitie (drevná biomasa, vegetačná voda) a odpadových materiálov či na slow tourism, ktorý je predstaviteľom udržateľného cestovného ruchu a je alternatívou k masovej turistike (Liverur, 2018).

1.1.1 Počiatok a vymedzenie konceptu obehového hospodárstva

Prvé zmienky o cirkulárnych prvkoch a uvedomení si materiálových tokov a vplyve na ekonomiku siahajú do šesťdesiatych rokov minulého storočia. V osemdesiatych rokoch sa už objavili návrhy značne pripomínajúce uzatváranie cyklov, ako poznáme v dnešnej cirkulárnej ekonomike. Až v roku 1990 bolo obehové hospodárstvo plne definované a

popísané v knihe *Ekonomika prírodných zdrojov a životného prostredia*. Od tohto roku došlo len k malému vývoju koncepcie cirkulárnej ekonomiky. Až v roku 2010, kedy bola založená Nadácia Ellen MacArthur, ktorá sa venuje osvete, rozvíja koncept obehového hospodárstva a spolupracuje s ďalšími organizáciami. V roku 2015 predstavil cirkulárny koncept vtedajší európsky komisár pre životné prostredie a odvetdy je obehové hospodárstvo jednou z hlavných tém politikov i organizácií (Ekins a kol., 2019).

Najväčší rozmach cirkulárnej ekonomiky nastal koncom 70. rokov 20. storočia, ale jej korene siahajú do 60. rokov. Koncepcia vznikla z myšlienky, že renovácia vyžaduje síce viac práce, ale menej prostriedkov ako výstavba nových budov alebo výroba nových produktov (Stahel, 2016). V roku 1966 K. E. Boulding navrhol zavedenie cyklického ekologického systému namiesto lineárneho ekonomického modelu. Synonymum k cirkulárnej ekonomike, obehové hospodárstvo, bolo zavedené v roku 1989 D. W. Pearce a R. K. Turner. Smerovanie k cirkulárnej ekonomike bolo taktiež ako smerovanie k udržateľnému rozvoju podnietené hlasnými debatami ohľadom globálneho otepľovania, skleníkových plynov a nebezpečenstva klimatickej zmeny. V súvislosti s týmito okolnosťami je možné tvrdiť, že spoločnosť je pripravená na obmedzenia, ktoré povedú k dosiahnutiu vyššej „ekologickej bezpečnosti“ (Kislingerová et al., 2021).

Korene cirkulárnej ekonomiky je možné nájsť v Európe, avšak nedávny nárast záujmu o túto koncepciu začal u čínskych autorov, a to po zavedení regulačných kontrol v Číne. Aj preto v súčasnej dobe dochádza k exponenciálnemu nárastu publikácií na danú tému medzi európskymi a čínskymi autormi. Podkladá to aj zvýšený záujem firiem, politikov i občanov v týchto regiónoch (Geissdoerfer et al., 2017).

Podľa Arrudy et al. (2021) možno historický vývoj cirkulárnej ekonomiky rozdeliť do troch fáz. Prvá fáza je vymedzená od rozmachu obehového hospodárstva v 70. rokoch, kedy rástli ceny energií a bola vysoká nezamestnanosť, až po rok 1990. Ústrednou témou bol odpad. Druhá fáza bola medzi rokmi 1990 a 2010, kedy bol vývoj konceptu cirkulárnej ekonomiky ovplyvnený odlišnosťami v jednotlivých kultúrnych, sociálnych i politických systémoch vyskytujúce sa po celom svete.

Winans et al. (2017) uvádza, že podľa Y. Genga et al. bol na začiatku 90. rokov 20. storočia koncept cirkulárnej ekonomiky zavedený do environmentálnej politiky s cieľom riešiť problémy spojené s využívaním surovín a prírodných zdrojov. Podstatou bolo smerovať k udržateľnému ekonomickému rastu. V rovnakej dobe dochádzalo k presadzovaniu modelu eko-priemyselných parkov v Číne. Práve 90. roky sa nesú v znamení

snahy o pretvorenie tradičného lineárneho ekonomického modelu s cieľom minimalizovať tvorbu odpadu, znečistenie a dosiahnutie čistej produkcie (Liu & Ramakrishna, 2021).

V roku 2000 došlo v Číne k harmonizácii cirkulárnej ekonomiky spolu s tzv. harmonickou spoločnosťou. Obehové hospodárstvo je tu používané predovšetkým na vývoj nových produktov a technológií, modernizáciu zariadení a zlepšenie riadenia priemyslu. Ako myšlienkový smer sa cirkulárna ekonomika ustanovila až na začiatku 21. storočia v súvislosti s rastom vplyvu environmentálnych ideí a ako pokračovanie vývoja ekológie. Cirkulárna ekonomika reprezentuje nový teoretický vpád vo vnútri samotnej ekonómie. Tretia fáza prebieha od roku 2010 doteraz a je charakteristická maximalizáciou zachovania hodnoty v období vyčerpania zdrojov. V súčasnej dobe sa ako zásadná javí tvorba verejných politík, vďaka ktorým cirkulárna ekonomika začne byť považovaná za prax a ukotví sa v myšli mnohých aktérov (Winans et al., 2017).

1.1.2 Princípy a model obehového hospodárstva

Medzi základné princípy cirkulárnej ekonomiky sa radí znižovanie alebo redukcia spotrebného materiálu a odpadu, opätovné použitie produktov a častí produktov a recyklácia materiálov. Tieto princípy sa často označujú ako princípy 3R – reduction, reuse, recycle (redukovať, znovupoužiť, recyklovať). Pre zavádzanie týchto princíпов v podnikoch je tento prístup 3R jednoduchší, pretože je možné lepšie aplikovať cirkulárnu ekonomiku v podnikovej praxi (Sandoval et al., 2018).

Druhou možnosťou, ako možno vymedziť princípy cirkulárnej ekonomiky je pomocou Ellen MacArthur Foundation, ktorá sa ako popredná inštitúcia zaoberá cirkulárnou ekonomikou. Podľa Ellen MacArthur Foundation je cirkulárna ekonomika založená na týchto troch základných princípoch:

1. návrh riešenia s vylúčením odpadov a znečistenia; 2
2. udržiavanie výrobkov a materiálov v prevádzke (používaní);
3. regenerácia prírodných systémov.

Základnou myšlienkou 3R je odklon od spoločnosti vyznačujúcej sa masovou výrobou, spotrebou a likvidáciou k spoločnosti založenej na zdravom toku materiálu počas jeho životného cyklu. Nová spoločnosť by sa mala vyhnúť zvyšovaniu záťaže životného prostredia a nadmerného využívania prírodných zdrojov. Naopak by mala záťaž obmedzovať a minimalizovať využívanie zdrojov (Srinivas, 2015).

Prístup 3R bol niekoľkokrát rozšírený, najprv na 4R, potom na 6R a teraz na 9R. Prvé R je zakaždým považované za najviac prioritné oproti nasledujúcim R. Aktuálne najpoužívanejší je prístup 9R:

- R0 – *Refuse* = odmietnuť: Ak dôjde k upusteniu od používania určitého produktu a ten sa stane nadbytočným alebo ak dôjde k rozšíreniu ponuky o radikálne diferencovaný výrobok alebo službu s rovnakou funkciou ako pôvodná, potom znižujeme množstvo toho, čo skutočne potrebujeme.
- R1 – *Rethink* = prehodnotiť: Zámerom je zintenzívniť využitie produktu, čo je možné docieľiť napr. jeho zdieľaním či zaistenie multifunkčnosti.
- R2 – *Reduction* = obmedziť, znížiť: Spotrebou menšieho množstva materiálov a prírodných zdrojov je možné zaistiť vyššiu efektívnosť výroby a používania produktov.
- R3 – *Reuse* = opätovne použiť, znovu použiť: Vyradené výrobky môžu naďalej slúžiť iným užívateľom, za predpokladu zachovania ich dobrého stavu a pôvodnej funkcie.
- R4 – *Repair* = opraviť: Zmyslom je umožniť opravu a servis chybného výrobku ako celku alebo jeho častí, aby bolo možné výrobok ďalej plne používať.
- R5 – *Refurbish* = renovovať: Spočíva v obnovení starého produktu do stavu zodpovedajúceho súčasnej potrebe, jeho obmena či zabezpečenie jeho aktualizácie – napr. renovácia nábytku, obmena starého verejného osvetlenia za úspornejšie.
- R6 – *Remanufacture* = repasovať: Premena vyradeného produktu na produkt nový pri zachovaní rovnakej funkcie – výrobok je možné rozobrať, vyčistiť, skontrolovať a uviesť ho opäť do prevádzkyschopného stavu.
- R7 – *Repurpose* = predefinovať, prepracovať: Celý alebo iba časti z vyradeného produktu je možné využiť v novom produkte s odlišnou funkciou.
- R8 – *Recycle* = recyklovať: Spracovanie materiálov na ďalšie využitie nech v rovnakej alebo nižšej kvalite.
- R9 – *Recover* = zotaviť: Proces spaľovania materiálu k zisku energie – odpad by nemal končiť na skládke (Ang et al., 2021).

Prístup 9R sa skladá celkom z 3 slučiek: krátke, stredné a dlhé. Najkratšia slučka obsahuje princípy označené ako R0 – R2 (odmietnutie, prehodnotenie a obmedzenie) a týka

sa múdrejšej výroby produktov a ich používania. Hlavným poslaním krátkej slučky je eliminácia plytvania prostredníctvom stratégií ako je múdra výroba či dizajn pre demontáž. Stredne dlhá slučka zahŕňajúca princípy označené ako R3 – R7 (opätovné použitie, oprava, renovácia, repasovanie a predefinovanie) sa zameriava na predĺženie životnosti výrobku a jeho častí. Najdlhšia slučka obsahuje princípy R8 (recyklácia) a R9 (zotavenie), ktoré smerujú k užitočnej aplikácii materiálu (Ang et al., 2021).

K 9R sa navyše pridáva škála, ktorá vyobrazuje stupeň cirkularity. Najnižší stupeň cirkularity je dosahovaný v dlhej slučke (R8 – R9), teda počas recyklácie a zotavenia. Naopak najvyšší stupeň cirkularity je dosiahnutý počas krátkej slučky (R0 – R2) alebo počas procesov odmietnutia, prehodnotenia a obmedzenia. Velenturfová a Purnelle (2021) predkladajú zásady, ktoré by mala naša spoločnosť dodržiavať, aby sa stala udržateľnou cirkulárnou spoločnosťou. Takáto spoločnosť podľa autorov koná spravodlivo a zachováva kvalitu životného prostredia, súčasne však tiež zachováva ekonomickú prosperitu pre súčasné i budúce generácie.

Medzi zásady udržateľnej a cirkulárnej spoločnosti podľa Velenturfovej a Purnellea (2021) patria nasledovné:

- Vzájomné prospešné toky zdrojov medzi prírodou a spoločnosťou,
- Dematerializácia oddeľujúca pokrok od neudržateľného využívania zdrojov,
- Design pre obehovosť,
- Kruhové obchodné modely pre integráciu viacrozmerov. spotreby – odklon od konzumerizmu,
- Participácia občanov a prepojiť základné iniciatívy, nápady a názory s miestnym, národným i nadnárodným rozvojom politík a rozhodovaním,
- Koordinovaná participatívna a viacúrovňová zmena prostredníctvom koordinácie vývoja, integrácie a implementácie stratégií a akcií cirkulárnej ekonomiky naprieč aktérmi,
- Mobilizácia rozmanitosti s cieľom rozvoja množstva riešení obehového hospodárstva – podpora plurality perspektív, riešení a kultúr,
- Politická ekonómia pre viacrozmernú prosperitu – zakotvenie silnej udržateľnosti do politicko-ekonomických systémov,
- Hodnotenie celého systému na porozumenie významu a potenciálu koncepcie (Velenturfová, Purnelle, 2021).

Už v minulom storočí bolo popísaných niekoľko konceptov, smerujúcich k ohľaduplnosti k životnému prostrediu. Jedným z nich je výkonnostná ekonomika (angl. *performance economy*), v ktorej by sa mali firmy zamerať na predaj služieb namiesto samotných produktov (Sariatli, 2017).

Veľmi blízka je tomuto modelu zdieľaná ekonomika (angl. *sharing economy/model*), v ktorej vlastníci za odplatu dávajú prístup k svojmu majetku. Medzi využívané príklady patria zdieľané automobily, krátkodobé ubytovanie, alebo zdieľanie náradia a iného vybavenia. Koncept od kolisky do kolisky (angl. *cradle to cradle*) sa zameriava už na samotný vznik produktov, ktoré sú konštruované tak, aby boli na konci svojej životnosti buď biologicky rozložiteľné alebo technologicky spracovateľné v produkt rovnakej alebo lepšej kvality ako bol ten pôvodný (Sariatli, 2017).

Inšpiráciu prírodou využíva biomimetika (angl. *biomimicry*). Pozorovanie a napodobňovanie fungovania organizmov v prírode, ako je napríklad spôsob, ktorým sa živočíchy chránia pred chladom, môže byť inšpiráciou pre človeka pri navrhovaní udržateľných výrobkov i výrobných procesov.

Dizajn navrhnutý na rozloženie (angl. *design for disassembly/deconstruction*) sa zameriava už na samý začiatok a vývoj produktov tak, aby sa na konci ich životnosti dali rozložiť na jednotlivé súčasti, ktoré je možné znovu použiť v stave, v akom sú alebo sa dajú použiť na recykláciu a pomocou ktorej využiť daný materiál (Circular Economy Practitioner Guide, 2018).

Existuje ešte mnoho konceptov, ktoré vidia ako kľúčovú fázu pre udržateľnosť práve dizajn produktov, napr. navrhnutý na opravu (angl. *design for maintainability/reparability*), navrhnutý na recykláciu (angl. *design for recoverability/recyclability*), alebo štandardizáciu (Circular Economy Practitioner Guide, 2018).

1.2 Smart odpadové hospodárstvo

V prípade ak je aplikovaná smart city definícia na problematiku odpadového hospodárstva, tak je možné skonštatovať, že aj odpadové hospodárstvo dokáže byť smart pri využití správnych technológií a vďaka dobre zacielenej dátovej analýze, dokážeme mestu ušetriť mnoho nákladov. Smart odpadové hospodárstvo je charakterizované ako systém, ktorý využíva technológie na zefektívnenie procesu zberu odpadu, pričom by malo ušetriť náklady a byť priateľské k životnému prostrediu. Uvedené systémy sú vybavené internetom vecí (Internet of things), monitorujúcou technológiou, ktorá získava a zbiera dáta

v skutočnom čase a napomáha optimalizácii zberu odpadu. S nárastom populácie je tak potrebné do čo najvyššej možnej miery optimalizovať odpadové hospodárstvo, zredukovať náklady na zber odpadu a zefektívniť tak celý proces (Stannard, 2021).

Napriek tomu, že na obehové hospodárstvo nemožno nazerať len ako na nový spôsob odpadového hospodárstva, nakladanie s odpadmi zohráva bezpochyby kľúčovú úlohu. Princípy cirkulárnej ekonomiky úplne reflektujú hierarchiu spôsobov nakladania s odpadmi, a to v zostupnom poradí od prevencie vzniku odpadu, prípravy na opätovné použitie, recykláciu, materiálové či energetické využitie až po ich odstraňovanie. Zámerom obehového hospodárstva je však nielen rešpektovať zásady tejto hierarchie, ale čo najefektívnejšie využiť odpad ako zdroj prostredníctvom využitia recyklátov a cenných materiálov, ktoré sa môžu vracat' do hospodárstva, a to s ohľadom na priaznivé environmentálne aj sociálno-ekonomické aspekty. Energetické využitie odpadu, ktorý nie je možné využívať iným spôsobom, je v rámci hierarchie až na nižšom stupni, napriek tomu stále predstavuje lepšiu alternatívu, než spaľovanie odpadov bez energetického zhodnotenia či skládkovania, pričom tieto spôsoby odstraňovania odpadu majú potenciálne negatívne dopady na životné prostredie a vedú ku značným hospodárskym stratám (Európska komisia, 2015).

Túto skutočnosť reflektuje najmä plánované obmedzenie skládkovania v štátoch Európskej únie a tiež iniciatíva Európskej únie „Waste-to-energy“ v oblasti obehového hospodárstva (Európska komisia, 2017).

Na zvýšenie množstva materiálov, ktoré budú opakovane využité, je nevyhnutné komunikovať princípy cirkulárnej ekonomiky na všetkých úrovniach – smerom k štátnej správe, podnikom i potenciálnym investorom, vždy s ohľadom na vymáhanie existujúcich záväzkov plynúcich z európskej či národnej legislatívy. Z hľadiska typu odpadu je nevyhnutné presadzovať princíp "uzavretia cyklu" ako u komunálnych odpadov produkovaných domácnosťami, tak odpadu z podnikov, priemyselných odpadov, odpadov z ťažby či zo stavebníctva. V prípade recyklácie komunálnych odpadov panujú v európskom priestore veľké rozdiely medzi jednotlivými štátmi či regiónmi. Zatiaľ čo priemerne je recyklovaných približne 40 % komunálneho odpadu z domácností v Európskej únii, v niektorých oblastiach je miera recyklácie až 80 %, zatiaľ čo v iných menej ako 5 %. Preto je jedným z cieľov Európskej únie zvýšiť podiel recyklovaného odpadu najmä za využitia zodpovedajúcich ekonomických nástrojov s cieľom zabezpečiť súlad (legislatívy) s hierarchiou spôsobov nakladania s odpadmi v Európskej únii, pričom sa zohľadňujú rozdiely medzi jednotlivými členskými štátmi (Európska komisia, 2015).

Revidované návrhy európskej legislatívy v oblasti odpadov sa zameriavajú na niekoľko vybraných oblastí. Prvou z nich je dosiahnutie vyššej miery recyklácie či materiálového využitia obalových materiálov, ktoré predstavujú v rámci skladby komunálneho odpadu až 80 %. Toky obalových materiálov z papiera, skla, plastu, kovov a dreva sú v rámci Európskej únie sledované už od 80. rokov minulého storočia a napriek tomu, že množstvo tohto typu odpadu z domácností aj priemyselných/komerčných zdrojov, ktorý sa recykluje alebo materiálovo využíva, stále stúpa, existuje značný potenciál pre jeho ďalšie využívanie v nadväznosti na princípy cirkulárnej ekonomiky so zodpovedajúcimi hospodárskymi a environmentálnymi prínosmi (Európska komisia, 2018).

Kľúčom k vyššej efektívnosti sú podľa Európskej únie najmä opatrenia v oblasti zberu a triedenia tohto typu odpadu, ktoré sú obvykle spolufinancované zo systémov rozšírenej zodpovednosti výrobcu, v rámci ktorého výrobcovia znášajú časť nákladov na tieto úkony. Obdobný typ zberu ako pri obaloch je odporúčaný aj pri textilných materiáloch či nábytku (Európska komisia, 2015).

Ďalšou oblasťou je zber a interpretácia dát o materiálových tokoch s ohľadom na výpočet miery recyklácie, čo je zásadné pre ďalšie porovnávanie a prácu so štatistickými dátami nielen v rámci členských štátov Európskej únie pre zjednodušenie súčasného systému a podporu vyšších mier účinnej recyklácie oddelene zbieraného odpadu (Maier, 2012).

Dosahovanie vyššej miery recyklácie alebo materiálového zhodnocovania odpadov v súlade s princípmi obehového hospodárstva najčastejšie bránia kapacity štátnej správy, nedostatočné investície do potrebnej infraštruktúry pre zber a triedenie odpadov a nedostatočné využívanie ekonomických nástrojov ako sú poplatky za uloženie odpadov na skládkach alebo systémov platieb podľa vyprodukovaného množstva odpadu (tzv. PAYT angl. Pay-As-You-Throw). Podľa Akčného plánu EÚ pre obehové hospodárstvo môžu byť možné prekážky aj na strane vytvárania nadbytočných kapacít v oblasti infraštruktúry na spracovanie zvyškového odpadu, vrátane zmiešaného (Európska komisia, 2015).

Cieľom Európskej únie je potom prekonávanie spomínaných prekážok a ich zohľadnenie v legislatívnych návrhoch v oblasti odpadov z pohľadu dlhodobých aj strednodobých cieľov s možnosťou predĺženia lehoty pre členské štáty, ktoré pri zvyšovaní množstva triedeného zberu a miery recyklácie čelia najväčším problémom, poskytnutie technickej podpory takýmto štátom a zdieľanie príkladov dobrej praxe a osvedčených postupov tak, aby tieto štáty (či regióny) zlepšili spôsob nakladania s odpadmi (Európska komisia, 2015).

V oblasti investícií je potom opäť kľúčová úloha kohéznej politiky Európskej únie za účelom zlepšenia spôsobov nakladania s odpadmi a podpory uplatňovania hierarchie spôsobov s ich nakladaním v súlade s princípmi obehového hospodárstva. Zatiaľ čo v minulosti boli investície zamerané najmä na vytvorenie potrebnej infraštruktúry ako sú skládky alebo spaľovne odpadu, programové obdobie 2014-2020 kladie dôraz na investície spojené s recykláciou a materiálovým využitím. Ďalšia podpora zo strany Európskej únie je zameraná na hľadanie nových inovatívnych riešení v oblasti vysoko kvalitnej recyklácie a pri niektorých typoch odpadov (elektronický odpad a plasty) bude podporená dobrovoľná certifikácia spracovateľských zariadení. Na záver treba ešte spomenúť ďalšiu z prekážok dosahovania vyššej miery recyklácie či materiálového zhodnotenia, a to nedovolenú prepravu odpadu, a to ako v rámci Európskej únie, tak do tretích krajín, ktorá často vedie k ekonomicky nedostatočnému a ekologicky nevhodnému spracovaniu, nehovoriac o ďalších negatívnych environmentálnych dopadoch do životného prostredia spojených so samotnou prepravou (Európska únia, 2014).

1.2.1 Definovanie Smart nakladania s odpadom

Prechod krajiny na cirkulárnu ekonomiku je dlhý proces s množstvom zmien. Podľa Európskej komisie by transformácia súčasnej ekonomiky na cirkulárnu ekonomiku mohla priniesť „udržateľnejšie hospodárstvo, príspevok k dosiahnutiu cieľov v oblasti klímy a k zachovaniu svetových zdrojov, vytváraniu pracovných miest na miestnej úrovni a zaisteniu Európy konkurenčnej výhody vo svete.“ (Európsky parlament, 2018).

Na určenie fázy transformácie súčasnej lineárnej ekonomiky na tú cirkulárnu bolo Európskou komisiou vydané Oznámenie komisie Európskemu parlamentu, rade, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a Výboru regiónov o rámci pre sledovanie obehového hospodárstva. Oznámenie bolo vydané 16. 1. 2018 v Štrasburgu a predstavuje súbor 10 ukazovateľov, ktoré si kladú za cieľ merať pokrok na ceste k obehovému hospodárstvu tým, že obsiahne jeho rôzne dimenzie vo všetkých fázach životného cyklu zdrojov, produktov a služieb. Vďaka týmto ukazovateľom môžeme sledovať zásadné trendy pri transformácii hospodárstva, teda trendy v zachovávaní ekonomickej hodnoty výrobkov, materiálov a zdrojov, ako aj trendy v oblasti vzniku odpadu a zhodnotenie efektivity zavedených opatrení a všetkých zapojených subjektov (Európsky parlament, 2018).

Nevyhnutnosť použitia viacerých ukazovateľov spočíva teda v úplnom pochopení toho, ako sa jednotlivé prvky cirkulárnej ekonomiky menia v priebehu času. Európska

komisia sa navyše naďalej zaviazala k spracovaniu ďalších ukazovateľov, ktoré pomôžu k určeniu pokroku v cirkulárnom hospodárstve. Pri tvorbe rámca bola vzatá do úvahy aj dostupnosť údajov. Približne polovica údajov potrebných na túto analýzu pochádza z Eurostatu, ktorý na zabezpečenie dôsledného podávania správ rámec pravidelne aktualizuje.

Do prvej rámcovej kategórie v rámci výroby a spotreby sú zaradené ukazovatele, vďaka ktorým môžeme sledovať jednotlivé fázy výroby a spotreby. Zahŕňame sem sebestačnosť Európskej únie pri surovinách, zelené verejné zákazky, vznik odpadu a plytvanie potravinami.

Cirkulárna ekonomika rieši otázku nedostatku surovín a súčasne obmedzenie ich dovozu. K rastu sebestačnosti na vybrané suroviny na výrobu v Európskej únii prispeje zníženie množstva vyprodukovaného odpadu domácnosťami a podnikmi (Circular economy indicators, 2020).

Zelené verejné zákazky sú definované ako proces, prostredníctvom ktorého sa orgány verejnej správy snažia zaobstarat' výrobky, služby a práce s nižšími dopadmi na životné prostredie počas ich životného cyklu v porovnaní s výrobkami, službami a prácami s rovnakou hlavnou funkciou, ktoré by boli získané inak. Účinnějšíe využívanie zdrojov s minimálnym dopadom na životné prostredie je zámerom EÚ, ku ktorému možno dôjsť skrz zákazky zahŕňajúce ekologické požiadavky. Štát má vo svojich rukách nástroj, ktorým by mohol pomôcť stimulovať dopyt po udržateľnejšom tovare a službách, ktoré by sa inak ťažko dostávali na trh. Verejné zákazky predstavujú veľký podiel spotreby, GPP je teda silným podnetom pre ekologické inovácie a teda hnacou silou obehového hospodárstva (Európska únia, 2016).

Hlavným cieľom cirkulárnej ekonomiky je minimalizovať vznik odpadu. Na to Európska únia využíva rámcovú smernicu o odpadoch, smernice o konkrétnych tokoch odpadu a ďalšie stratégie týkajúce sa plastov. Plytvanie potravinami má negatívny vplyv na životné prostredie, klímu aj ekonomiku. Na riešenie tejto témy Európska únia vydala nariadenie o všeobecnom potravinovom práve, rámcovú smernicu o odpadoch a ďalšie rôzne iniciatívy, ako napríklad platformu EÚ zameranú na straty potravín a plytvanie potravinami (Európsky parlament, 2018).

Druhá kategória ukazovateľov sa zameriava na tému nakladania s odpadmi. Predstavuje celkovú mieru recyklácie v danej krajine a miery recyklácie pre konkrétne toky odpadov, ako je plastový a drevený obalový odpad, e-waste a biologický odpad. Zvýšenie množstva recyklovaného odpadu je súčasťou prechodu k obehovému hospodárstvu. Táto

oblasť sa zameriava na podiel odpadov, ktoré sú recyklované a skutočne vrátené do hospodárskeho cyklu ako plnohodnotný produkt (Circular economy indicators, 2020).

Celková miera recyklácie je vypočítaná ako podiel recyklovaného komunálneho odpadu na celkovej tvorbe komunálneho odpadu. Recyklácia zahŕňa ako recykláciu materiálu, tak aj kompostovanie a anaeróbne trávenie. Zvýšenie celkovej miery recyklácie je jedným z hlavných cieľov prechodu k cirkulárnej ekonomike. Európska únia v tomto smere vytvorila a využíva rámcovú smernicu o odpadoch (Circular economy indicators, 2020).

Miery recyklácie pre konkrétne toky odpadov je podobne vypočítaný ako predošlý ukazovateľ, tentoraz sa ale jedná o toky odpadov jednotlivých materiálov. Zahrnuté sú tie najviac využívané, teda plast, drevo, elektronický odpad, biologický odpad a stavebný a demolačný odpad. Tieto miery „odrážajú pokrok pri recyklácii kľúčových tokov odpadu (Európsky parlament, 2018).

Obalovým odpadom rozumieme taký odpad, ktorý zbytočne pokrýval materiál na obmedzenie, ochranu, manipuláciu, doručenie a prezentáciu tovaru. Ukazovatele definujeme ako podiel recyklovaného obalového odpadu na všetkých produkovaných obalových odpadoch. Pomer je vyjadrený v percentách (Circular economy indicators, 2020).

Odpadové elektrické a elektronické zariadenia (angl. skratka WEEE) sú jedným z najrýchlejšie rastúcich tokov odpadu v Európskej únii. Tento tok je známy aj ako elektronický odpad alebo e-waste. Ako príklad môžeme uviesť počítače, televízory, chladničky a mobilné telefóny, ktoré obsahujú cenné materiály, ktorých recyklácia by mala byť zvýšená (Európsky parlament, 2018).

Všetky zdroje je nutné navracat' do ekonomiky alebo do prírodného prostredia iba prospešným spôsobom. Obzvlášť dôležitý je biologický odpad z domácností, ktorý sa často mieša s iným odpadom, čo významne prispieva k zmene klímy. Základným predpokladom pre výpočet tohto ukazovateľa je, že jediným primeraným spracovaním biologického odpadu je kompostovanie alebo anaeróbna digestcia. Potom je ukazovateľ nepriamo meraný ako pomer kompostovaného komunálneho odpadu k celkovému počtu obyvateľov.

Stavebný a demolačný odpad je jedným z najväčších zdrojov odpadu v Európe. Mnoho materiálov je recyklovateľných alebo ich možno použiť znova, avšak miera opätovného využitia a recyklácia sa v súčasnej dobe v celej Európskej únii značne líši. Dôležitými faktormi pre vrátenie týchto materiálov späť do ekonomiky a zachovanie ich hodnôt v čo najvyššej miere sú dizajn stavebných materiálov a konštrukcií, selektívna

demolácia stavieb, ktorá umožňuje oddelenie spätne získateľných frakcií a nebezpečných materiálov (Circular economy indicators, 2020).

1.2.2 Digitalizácia odpadových nádob

V Dánsku vznikol softvér Rezycl, ktorý slúži ako komplexný nezávislý online nástroj, ktorý pomáha používateľom s nakladaním s odpadmi. Softvér ukazuje, koľko odpadu je vygenerovaných, recyklovaných a znovu využitých. Softvér potom ponúka možnosti, ako využiť lepšie zdroje z odpadu. Ďalšie využitie softvéru je, že je možné skontrolovať, koľko emisií CO₂ súvisí so spracovaním konkrétneho odpadu za určité obdobie (Varga, 2020).

Španielska aplikácia CleanSpot je určená na jednoduché vyhľadávanie recyklačných centier a recyklačných kontajnerov. Používateľom pomáha nájsť najbližšie recyklačné centrum pre nekonvenčný odpad. V súčasnej dobe funguje po celom Španielsku až 65 000 recyklačných miest (Fernandez, 2020).

Správa odpadu je dôležitá v súvislosti s riadením mesta i kvalitou života v ňom, a tiež z finančného a environmentálneho hľadiska. IoT nám môže pomôcť správu a zvoz odpadu časovo aj finančne zefektívniť a zmierniť tak ekologickú aj dopravnú záťaž. Na monitorovanie odpadu sú vhodné ultrazvukové senzory. Dajú sa použiť pre všetky typy odpadu aj veľkosti kontajnera. Senzory sú vodeodolné, nárazuvzdorné a ich spoľahlivosť sa neznižuje v závislosti na okolitom prostredí ani teplotných podmienkach. Dáta sa následne prenášajú a pomocou aplikácie ich je možné zobrazit' a vyhodnotiť v reálnom čase (Sensoneo, 2021).

Súčasťou IoT je zároveň softvér, ktorý dokáže dáta vyhodnotiť a spracovať. Okrem ultrazvukových senzorov existuje aj možnosť záznamu naplnenosti odpadovej nádoby pomocou aplikácie. Na nádoby sa umiestni na samolepke napríklad QR kód a ľudia vyhadzujúci odpad môžu prostredníctvom tohto kódu a aplikácie ručne zadať stav, z koľkých percent je nádoba naplnená. Pomocou týchto kódov je možné tiež evidovať výsypy. Na monitoring odpadu sa využívajú aj váhy, a to umiestnené buď priamo v odpadovej nádobe alebo vo zvozovom vozidle. Monitoring odpadov môže poskytnúť množstvo informácií (podľa vybranej technológie zberu dát) napr.:

- počet výsypov,
- hmotnosť odpadu v nádobe,
- aktuálny stav naplnenosti,

- zistenie polohy/poškodenia/prevrátenia nádoby.

Analýzou týchto dát je možné zlepšiť systém nakladania s odpadmi. Napríklad pomocou optimalizácie zvozových trás, počtu odpadových nádob, početnosti zvozov, lepších inštrukcií na obsluhu – hlásenie poškodenia nádoby, lokalizácia nádoby (Varga, 2020).

Na Slovensku pôsobí spoločnosť Sensoneo, ktorá vyvinula inovatívny spôsob na správu nakladania s odpadmi. Pomocou senzorov je možné monitorovať množstvo odpadu. Informácie o množstve odpadov umožňuje mestám, aby trasy boli optimalizované pre zber odpadov a ich početnosť. Sensoneo znižuje náklady spojené so zberom odpadu a tiež znižuje emisie skleníkových plynov. Pre občanov ponúka spoločnosť Sensoneo aplikáciu s funkciou, ktorá informuje o množstve odpadu v jednotlivých košoch a smetiakoch a ukazuje najbližší prázdny kôš alebo smetiaku (Ivanegová, 2020).

Spoločnosť Sensoneo, získala pre ich smart riešenia obehového hospodárstva grant Európskej rady pre inovácie. Získala ho pre účel plošného nasadenia svojho riešenia a demonštráciu výhod v ekonomike a v životnom prostredí. Spoločnosť pomáha podnikom a samosprávam v 62 štátoch a poskytuje systémové riešenie, čím zabezpečí hardvér, softvér a všetky spojené analytické služby (Sensoneo, 2021).

Jedným z riešení, ktoré už bolo spomenuté sú ultrazvukové senzory namontované na kontajneroch, ktoré poskytujú mestám možnosť optimalizácie vlastných nákladov, byť viac ohľaduplný k životnému prostrediu a prostredníctvom uvedených aktivít zvýšiť životnú úroveň. Ďalším riešením v rámci odpadového hospodárstva je nástroj Watchdog, ktorý kompletne digitalizuje zvoz odpadu. Tento prostriedok zaznamenáva všetky činnosti spojené so zberom a vývozom odpadu. Vďaka tomu vie systém rozpoznať neoznačené nádoby a podľa skutočných dát aktualizovať databázu kontajnerov, taktiež zaznamenáva trasy vozidiel a prináša mnoho ďalších funkcií. Nástroj je zložený z centrálnej jednotky Watchdog, ktorá je priamo nainštalovaná na vývoznom vozidle a prostredníctvom antén identifikuje stav nádob. Vďaka týmto riešeniam sa dostáva do povedomia model Pay-as-you-throw, ktorý by obyvateľov motivoval k zníženej produkcii odpadu, prípadne k vyššej recyklácii (Spiegel, 2021).

1.3 Obehové hospodárstvo na príkladoch miest z Európskej únie

Inteligentné mestá pretvárajú spôsob, akým vidíme mestský život, s cieľom zvýšiť efektívnosť, udržateľnosť a blahobyt pre všetkých svojich obyvateľov. Technologická éra, v

ktorej žijeme, a integrácia technológií, ako je internet vecí, dátová analytika a automatizované systémy, umožnili existenciu týchto typov miest a posúvajú hranice inovácií tak ďaleko, ako si to len naša predstavivosť dokáže predstaviť. Vo svete, kde sa hranice medzi ľuďmi a technológiami z minúty na minútu rozmazávajú, má zmysel využiť tieto technológie na pomoc našim potrebám. V súčasnej dobe svet naliehavo potrebuje environmentálne opatrenia. Z tohto dôvodu sa musíme naučiť využívať technológie na riešenie krízy. Jednou z hlavných tém diskusie je odpadová kríza. Rýchla urbanizácia, rast populácie a neudržateľné modely spotreby viedli k tomu, že mestá na celom svete sa snažia vyrovnáť s odpadovým hospodárstvom. To vedie k preplneniu skládok, ktoré okrem iných negatívnych účinkov na životné prostredie, verejné zdravie a ekosystémy vedie k znečisteniu ovzdušia, pôdy a vody. Mestá po celom svete však začali konať a nasledovné mestá sú dobrými príkladmi toho, ako možno využiť technológiu na riešenie a riešenie krízy odpadového hospodárstva (Ivanegová, 2020).

V niektorých veľkých aglomeráciách je koncept Smart City veľmi rozšírený, hojne používaný a stal sa pomocníkom v každodennom živote obyvateľov takýchto miest. Pre správnu predstavu využívania konceptu Smart City je dôležité sa zoznámiť s tým, ako jednotlivé mestá svoje stratégie a projekty realizujú.

Viedeň

Mesto, kde žije 1,8 milióna obyvateľov je často označované ako jedno z najdlhšie fungujúcich šikovných miest, kedy v roku 2011 bol vydaný dokument „Smart City Wien“, ktorá sa zameriava na rozvoj mesta v koncepte Smart City až do roku 2050. Posledným veľkým balíčkom, ktorý mesto prezentovalo, bol tzv. klimatický balíček, ktorý zahŕňa 50 oblastí. Účelom balíka je dosiahnuť uhlíkovo neutrálnu metropolu z dôvodu ochrany svetovej klímy. Tento balíček sa zameriava ako na výrobu elektriny či tepla, tak aj na spracovanie odpadu. V oblasti výroby energie alebo tepla sa chce Viedeň zamerať prevažne na výrobu energie z obnoviteľných zdrojov (vodnej energie, fotovoltaickej a veternej elektrárne), pri teple chce využiť teplo z čistiarne odpadových vôd. V prípade odpadu chce doceliť menšie množstvo odpadu, viac triediť a bio odpad využívať v bioplynovej stanici na vykurovanie. Viedeň sa svojím konceptom nezameriava len na klimatický balíček, ale aj na mobilitu svojich obyvateľov pomocou verejnej dopravy. Do roku 2050 chce významne rozšíriť svoju sieť verejnej dopravy, ako chrbticu celej dopravy využíva prevažne uhlíkovo neutrálna trasa metra či električkovú sieť. Celú sieť dopĺňajú autobusy, ktoré majú v budúcnosti prevažne fungovať na vodíkový pohon. Neoddeliteľnou súčasťou je aj zavedenie

dobíjacích staníc na elektromobily ako pre osobné tak aj pre pohon vozidiel taxislužieb (SmartCity Wien, 2020).

Barcelona

Barcelona pomocou senzorov IoT monitoruje úroveň naplnenia odpadkových nádob v reálnom čase po celom meste. Získané údaje sa prenášajú do centrálného riadiaceho systému, ktorý v spojení s analýzou údajov vytvára optimalizované trasy na spätné získavanie odpadu na základe dopytu, čím sa maximalizuje efektívnosť na jednu cestu a minimalizujú sa emisie vozidiel. Priemerné smetiarske vyprodukuje približne rovnaké množstvo uhlíka ako 20 domácností.

Na rozdiel od tradičných pevných harmonogramov, tento prístup k zberu odpadu založený na údajoch znižuje spotrebu paliva a uhlíkovú stopu súvisiacu s touto činnosťou. Tieto snahy navyše znižujú prevádzkové náklady a sú v súlade s environmentálnymi cieľmi mesta. Zatiaľ čo uvedené riešenia riešia iba stránku zberu odpadového hospodárstva, mesto v súčasnosti vyvíja úsilie o zlepšenie systémov triedenia a spracovania odpadu, recykláciu, spracovanie organického odpadu a minimalizáciu skládkovania/nakladania. Okrem toho mesto pokračuje vo výskume a inováciách pri hľadaní alternatívnych metód nakladania s odpadom, pričom sa snaží preskúmať moderné technológie, ako sú procesy premeny odpadu na energiu a ďalšie (Future Electronics, 2023).

Singapur

Singapur rieši odpadové hospodárstvo takým spôsobom, že kontajnery na odpad vybaví senzormi pre správy o stave naplnenia v reálnom čase, aby sa zvýšila efektívnosť pri spätnom získavaní. Okrem toho mesto vynaložilo úsilie na zavedenie solárnych inteligentných kontajnerov na odpad vybavených lisami na odpad, ktoré pomáhajú zvýšiť kapacitu každého koša až osemkrát.

Singapur navyše integroval stratégie motivovania občanov do svojej aplikácie myENV, pričom využíva digitálne platformy na zapojenie obyvateľov a podporovanie udržateľného rozvoja a zodpovedného plytvania (Future Electronics, 2023).

Seattle

Spolu s inteligentnou odpadovou technológiou založenou na IoT Seattle uviedol na trh flotilu nákladných vozidiel poháňaných obnoviteľnou elektrinou a zemným plynom na recykláciu, kompostovanie a zber odpadu. Výsledkom tohto úsilia je menej emisií skleníkových plynov a znečisťujúcich látok pre mesto, zlepšenie kvality ovzdušia a zníženie uhlíkovej stopy. Tým sa však výhody alternatívnych palív, hybridných a elektrických vozidiel nekončia. Nové flotily vozidiel, ktoré zaviedol Seattle, tiež prispievajú k opatreniam

na zníženie hluku, minimalizujú poruchy pri zberných činnostiach a podporujú kvalitu života občanov (Nhede, 2019).

Aj keď tieto riešenia založené na technológiách robia obrovské kroky smerom k efektívnejším systémom nakladania s odpadom na celom svete, k dosiahnutiu environmentálnych cieľov, ktoré planéta dnes potrebuje, je ešte dlhá cesta. Prípady, na ktoré sme upriamili pozornosť sa výrazne zameriavajú na zber odpadu v mestách. Tieto programy, akokoľvek účinné, musia byť spojené s niektorými dôležitými stratégiami, aby sa problém skutočne vyriešil od zdroja, napríklad:

- Redukcia odpadu: opakovane použiteľné produkty, podpora zodpovednej spotreby a minimalizácia obalov.
- Recyklácia a zhodnocovanie: Robustná recyklačná infraštruktúra zabezpečuje, že cenné materiály sa nedostanú na skládky a do spaľovní.
- Kompostovanie a nakladanie s organickým odpadom.
- Postupy obehového hospodárstva: Prijatie princípov obehového hospodárstva podporuje navrhovanie produktov s ohľadom na trvanlivosť, opraviteľnosť a recyklovateľnosť.
- Verejné vzdelávanie a informovanosť.
- Politika a regulácia: Vlády môžu stimulovať trvalo udržateľné postupy, stanovovať ciele pre odklon odpadu a presadzovať správne normy odpadového hospodárstva.
- Inovácie a technológie: Využitie technológie, ako sú inteligentné systémy zberu odpadu a pokročilé techniky triedenia, zvyšuje efektívnosť procesov odpadového hospodárstva (Nhede, 2019).

Pokiaľ ide o inovácie a technológie, v blízkej budúcnosti sa sústredíme na niekoľko ďalších oblastí:

- Premena odpadu na energiu: Inováciou v procesoch premeny odpadu na energiu by sa odpad mohol efektívnejšie využiť na výrobu palív, čím by sa znížili emisie a znečistenie produkované na skládkach.
- Recyklácia poháňaná AI: Nádoby na odpad poháňané AI dokážu efektívnejšie a efektívnejšie identifikovať a separovať recyklovateľné materiály a poslať ich do správnych zariadení. Kôš napájaný AI môže „vidieť“, čo sa likviduje, a podľa toho oddeliť. Vytvorenie efektívnejšieho procesu a maximalizácia efektivity zariadení.

- Pneumatický zber odpadu: Pneumatické nádoby na zber odpadu po naplnení vysávajú likvidovaný materiál priamo do zariadenia. Výsledkom je lepšia kvalita vzduchu a spoľahlivé odstraňovanie odpadu.

Aj keď je cesta, ktorá nás čaká, ešte dlhá, inovácie na celom svete nám dávajú dôvody veriť, že ľudská kreativita a technológia môžu spolupracovať pri riešení tejto krízy (Future Electronics, 2023).

1.4 Elektronický odpad

So stále pribúdajúcim množstvom elektroniky využívanej v každodennom živote sa rýchlo zvyšuje aj množstvo elektro odpadu, ktorý spoločnosť každoročne produkuje. Pre iba teraz vznikajúcu legislatívu a štandardom, ktoré sú momentálne iba vytvárané, nemá e-odpad jednu ustálenú definíciu. Jednou z najdetailnejších a najviac používaných definícií je definícia používaná štatistickým oddelením Organizácie Spojených Národov. „Elektronický odpad, alebo e-odpad, sa vzťahuje na všetky položky elektrických a elektronických zariadení a ich súčastí, ktorých sa ich vlastník zbavil bez úmyslu opätovného použitia. E-odpad taktiež označovaný ako WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), elektronický odpad alebo e-odpad v rôznych regiónoch a pod rôznymi okolnosťami vo svete. Zahŕňa širokú škálu produktov - takmer akýkoľvek domáci alebo podnikový predmet s elektrickými obvodmi alebo elektrickými komponentami s napájaním zo siete alebo s batériou“ (OECD, 2024).

V mnohých prípadoch, ako aj v prípade Štatistického Úradu Európskej Únie, sa však používa zjednodušená verzia definície. "Elektronický odpad sú všetky elektronické zariadenia s batériou alebo zástrčkou“ (EUROSTAT, 2023).

E-odpad je jedným z najrýchlejšie rastúcich a najkomplexnejších druhov odpadov na svete, ovplyvňujúc zdravie ľudí aj životné prostredie. Tento trend spôsobuje vážne environmentálne a zdravotné problémy, keďže mnohé z týchto vyhodnených zariadení obsahujú nebezpečné látky ako ťažké kovy a chemické látky, ktoré môžu znečistiť pôdu, vodu a vzduch. Okrem toho, nedostatok účinných metód na správne zneškodnenie elektronického odpadu vedie k zvyšovaniu skládok a nekontrolovanej likvidácii, čo ďalej zhoršuje tento problém. Je preto nevyhnutné, aby sa prijali opatrenia na zmiernenie tohto rastúceho problému.

Podľa mnohých štúdií a výskumov je zrejmé, že množstvo vyhodnených elektronických zariadení po celom svete sa každoročne zvyšuje. Tento nárast je spôsobený

kombináciou faktorov, ako sú krátky životný cyklus elektroniky, technologický pokrok a zmeny spotrebiteľských návykov. Štúdie tiež naznačujú, že množstvo elektronického odpadu sa výrazne zvýši v nasledujúcich rokoch, ak sa nezavedú účinné opatrenia na recykláciu a zníženie spotreby elektroniky (OECD, 2024).

Existuje niekoľko spôsobov, ako bojovať proti rastúcemu množstvu elektronického odpadu a minimalizovať tak jeho negatívne dopady na životné prostredie a ľudské zdravie. Jedným z hlavných opatrení je podpora recyklácie elektronických zariadení. Recyklácia umožňuje znovu použitie cenných materiálov obsiahnutých v elektronike a znižuje množstvo odpadu, ktoré končí na skládkach. Vlády, organizácie a samosprávy by mali podporovať vývoj a implementáciu efektívnych systémov zberu a spracovania elektronického odpadu.

Ďalšou možnosťou je presadzovanie návrhu ekologicky udržateľnejších elektronických zariadení s dlhšou životnosťou a možnosťou jednoduchšieho opravovania. Vzdelávanie verejnosti o správnom nakladaní s elektronickým odpadom a podpora nákupu použitých elektronických zariadení môžu tiež prispieť k zníženiu množstva vyhodenených elektronických produktov.

Dôležité je tiež spolupracovať s výrobcami a obchodníkmi na implementácii politík a iniciatív, ktoré podporujú zodpovednú spotrebu a nakladanie s elektronikou. Každý jednotlivец môže tiež prispieť k riešeniu tohto problému tým, že si starostlivo vyberie svoje elektronické zariadenie, stará sa oňho a v prípade potreby ich recykluje alebo opraví, namiesto toho, aby boli jednoducho vyhodené do odpadu.

Je dôležité podotknúť že v Slovenskej republike sa nebezpečným odpadom považujú chemické látky ako použité oleje a filtre, farby, laky, rozpúšťadlá, pesticídy, čistiace prostriedky a kyseliny, elektronický odpad ako staré počítače, mobilné telefóny, televízory, spotrebiče a batérie obsahujúce ťažké kovy a iné škodlivé látky, batérie a akumulátory s obsahom olova, ortuti, kadmia a ďalších nebezpečných látok, farmaceutický odpad ako nevyužitú alebo expirovanú liečivú a iné farmaceutické produkty, biologický odpad vrátane infekčného odpadu zo zdravotníckych zariadení ako sú ihly a lekárske odpadové vaky, radioaktívny odpad vrátane použitých palivových tyčí z jadrových reaktorov a iných materiálov kontaminovaných rádioaktivitou, odpad z automobilov ako staré autobatérie, pneumatiky, oleje a ďalšie chemikálie používané v motorových vozidlách, a odpad zo stavebných a demolčných prác obsahujúci azbest, chemikálie používané pri stavbe a iné nebezpečné látky. E-odpad bude predmetom hlbšieho detailu v práci, na ktorej sa implementuje smart riešenie.

2 CIELE A METODIKA

2.1 Cieľ

Hlavný cieľ diplomovej práce „Smart technológie v rozvoji vybraného mesta“ je komplexné zhodnotenie súčasného stavu a efektívnosti Smart odpadového hospodárstva v Bratislave, sústreďujúc sa na špecifické typy odpadu s dôrazom na e-odpad. Diplomová práca sa zameriava na plánované riešenia zberu, triedenia a recyklácie odpadu, ako aj na ekonomické vyhodnotenie aplikovanej smart technológie v Bratislave.

V rámci hlavného cieľa diplomovej práce je kladený dôraz na identifikáciu kľúčových faktorov, ktoré majú vplyv na úspešnosť smart odpadového hospodárstva v meste Bratislava. Tieto faktory môžu zahŕňať legislatívne podmienky, infraštruktúru, dostupnosť a využívanie smart technológií, ako aj úroveň osvedčenia a angažovanosti verejnosti a podnikov v oblasti separácie a recyklácie odpadu.

Súčasťou hlavného cieľa je tiež návrh možného zlepšenia, ktoré by prispelo k efektívnejšiemu a udržateľnejšiemu odpadovému hospodárstvu čo sa týka e-odpadu v hlavnom meste Bratislava. Toto zlepšenie zahŕňa inováciu v technologických procesoch, efektívne recyklovanie elektroodpadu a používateľsky atraktívne inovatívne zariadenie, ktoré motivuje občanov pristupovať inak k jednému z najrýchlejšie rastúcemu typu odpadu. Zároveň je potrebné zohľadniť možnosť integrácie smart odpadového riešenia do širších konceptov Smart City a obehového hospodárstva.

Výsledkom diplomovej práce bude formulovanie konkrétneho odporúčania pre mesto Bratislava, ktoré by pomohlo zvýšiť efektívnosť spracovania e-odpadu, znížiť negatívny dopad na životné prostredie a podporiť tým prechod k obehovému hospodárstvu. Tieto odporúčania budú založené na porovnaní s osvedčenými postupmi z amerických miest v oblasti smart odpadového hospodárstva. Implementácia smart riešenia bude inšpirovaná a porovnávaná s konkrétnym riešením, ktoré sa používa v Spojených štátoch amerických.

Za účelom dosiahnutia hlavného cieľa diplomovej práce je potrebné vykonať nasledujúce kroky:

1. Všeobecná analýza a charakteristika územia mesta Bratislava
2. Odpadové hospodárstvo v Bratislave – úroveň jeho riadenia a manažmentu zo strany mesta
3. Analýza údajov o stave nakladania so špecifickým odpadom v Bratislave

4. Formulovanie návrhov na zlepšenia v rámci jednotlivých komponentov Smart odpadového hospodárstva a ekonomická analýza
5. Vytvorenie odporúčaní pre začlenenie navrhnutého zlepšenia do praxe s ohľadom na ekonomické, sociálne a ekologické aspekty udržateľného rozvoja.

Výstupom práce je komplexná štúdia, ktorá poskytuje prehľad o súčasnom stave a možnostiach odpadového hospodárstva v Bratislave, a ktorá bude slúžiť ako podklad pre rozhodovanie miestnych orgánov, podnikateľských subjektov a iných zainteresovaných strán pri implementácii obehového hospodárstva v kontexte Smart City.

2.2 Metodika

Metodika výskumu je zásadným prvkom každej vedeckej práce a predstavuje súbor systematických, teoretických a praktických postupov, ktoré sú použité počas výskumného procesu. Pri výbere konkrétnych metód je potrebné zohľadniť charakter témy, špecifické ciele práce a dostupnosť dát. V diplomovej práci sme sa rozhodli použiť nasledujúce metódy:

Deskriptívna analýza: Táto metóda nám umožní vyhodnotiť a popísať súčasný stav Smart odpadového hospodárstva v Bratislave. Deskriptívna štatistika bude použitá na analyzovanie dát z rôznych zdrojov, vrátane súborov poskytnutých, resp. získaných zo štatistických úradov, resp. databáz. Cieľom je získať jasnú predstavu o množstve, druhoch a distribúcii odpadu

Nákladovo-prínosová analýza (CBA): CBA bude použitá na kvantifikáciu ekonomických výhod a nákladov spojených s implementáciou smart technológií v odpadovom hospodárstve. Táto metóda nám umožní posúdiť návratnosť investícií a určiť ekonomickú efektívnosť navrhovaných riešení.

Prípadové štúdie: Prípadové štúdie nám poskytnú detailný pohľad na úspešné príklady implementácie smart technológií v iných mestách.

Tieto metódy boli vybrané na základe ich schopnosti poskytnúť ucelený a viacrozmerý pohľad na problematiku Smart odpadového hospodárstva v Bratislave. Ich kombinované použitie nám umožní získať dôkladný a komplexný obraz o stave a potenciáli smart technológií v mestskom kontexte, pričom zabezpečíme validitu a spoľahlivosť výskumných výsledkov. Výber metód tiež reflektuje multidisciplinárny charakter práce,

ktorý je nevyhnutný pre pochopenie prepojenia medzi technickými inováciami a logistickým manažmentom v oblasti smart odpadového hospodárstva.

2.3 Zdroj údajov

Zber a analýza údajov predstavujú kľúčovú súčasť každého výskumného projektu. V kontexte tejto diplomovej práce, ktorá sa zaoberá využitím smart technológie v rozvoji mestského prostredia a konkrétne v oblasti e-odpadov, je nevyhnutné identifikovať relevantné a spoľahlivé zdroje dát.

Pre potreby našej analýzy sme sa rozhodli využiť nasledujúce typy dátových zdrojov:

1. **Štatistické údaje:** Údaje získané od štatistických úradov, mestských a krajských správ, ako aj z národných a medzinárodných databáz, ktoré poskytujú informácie o množstve a zložení odpadu, čase a frekvencii jeho zberu, ako aj o recyklácii a spracovaní odpadu.
2. **Výročné správy a strategické dokumenty:** Výročné správy od spoločností zaoberajúcich sa odpadovým hospodárstvom a správy mestských a regionálnych správ, ktoré obsahujú stratégie a plány týkajúce sa odpadového hospodárstva a jeho budúceho smerovania.
3. **Vedecké a odborné štúdie:** Prehľad relevantnej literatúry, vrátane vedeckých článkov, konferenčných zborníkov, odborných časopisov a kníh, ktoré sa zaoberajú smart technológiami, smart mestami a ich aplikáciami v oblasti odpadového hospodárstva.
4. **Interné údaje predloženej spoločnosti:** Údaje získané na základe priameho oslovenia spoločnosti. Zdieľané informácie, ktoré spoločnosť EcoATM poskytla pomôžu ku kvalitnému základu pre ekonomickú analýzu.

2.4 Spôsob analýzy údajov

Analýza údajov je základným kameňom každého výskumného procesu, ktorý poskytuje odpovede na výskumné otázky a umožňuje formuláciu konkrétnych záverov a odporúčaní. V diplomovej práci je analýza údajov zameraná na vyhodnotenie vybraného druhu odpadu, a zároveň implementovanie riešenia pre daný druh odpadu – e-odpad. Na dosiahnutie týchto cieľov sme sa rozhodli aplikovať nasledujúce metódy analýzy údajov:

Kvantitatívna analýza:

1. **Deskriptívna štatistika:** Použijeme základné štatistické metódy na popis charakteristík získaných údajov, ako sú priemer, medián, modus, rozptyl, a štandardná odchýlka. Vhodne zvolené grafy a tabuľky nám umožnia vizualizovať rozdelenie a tendencie v údajoch.
2. **Časové rady:** Analýza časových radov bude použitá na identifikáciu trendov v produkcií odpadu a jeho správe počas času.

Kvalitatívna analýza:

1. **Obsahová analýza:** Pri analýze textových dát z rozhovorov, dokumentov a prípadových štúdií použijeme metódu obsahovej analýzy. Táto metóda nám umožní identifikovať hlavné témy, vzorce a kategórie, ktoré sú relevantné pre naše výskumné ciele.
2. **Tematická analýza:** Na hlbšie pochopenie získaných dát použijeme tematickú analýzu, ktorá nám umožní identifikovať, analyzovať a interpretovať tematické vzorce v rámci dát.
3. **Analýza prípadových štúdií:** Detailné štúdie konkrétnych prípadov implementácie smart technológií v iných mestách poskytnú užitočné informácie o úspechoch a prekážkach, ktoré môžeme aplikovať v kontexte Bratislavy.

Ekonomická analýza:

1. **Nákladovo-prínosová analýza (CBA):** CBA použijeme na posúdenie celkových nákladov a očakávaných prínosov smart technológií. Táto metóda nám umožní vyhodnotiť ekonomickú efektívnosť a návratnosť investícií.
2. **Analýza diskontovaných peňažných tokov (DCF):** DCF nám umožní vypočítať súčasnú hodnotu budúcich peňažných tokov vyplývajúcich z implementácie smart technológií, čo je kľúčové pre hodnotenie ich finančnej životaschopnosti.
3. **Analýza bodu zvratu (Break-even point analysis):** Pomocou tejto metódy určíme, kedy budú investície do smart technológií dosahovať bod zvratu, teda bod, v ktorom celkové príjmy začnú prekračovať celkové náklady.

Výsledky budú prezentované tak, aby boli zrozumiteľné pre odbornú i laickú verejnosť, a aby umožnili informované rozhodnutia pre mestských správcov, politikov a zainteresované strany v oblasti udržateľného rozvoja mestského prostredia.

3 VŠEOBECNÁ ANALÝZA

3.1 Analýza a charakteristika územia mesta Bratislava

Bratislava sa rozkladá na 48° 09' severnej šírky a 17° 07' východnej dĺžky, súradnice sa vzťahujú na budovu Magistrátu na Primaciálnom námestí ležiacom v centrálnej mestskej časti.

Bratislava je tvorená 5 okresmi, zložených zo 17 mestských častí. V meste žije takmer 450 tis obyvateľov a cez týždeň sem cestuje ďalších 200 tis. V skutočnosti by v Bratislave malo žiť až 670 tisíc (Szalai, 2017).

Bratislava sa rozťahuje pozdĺž rieky Dunaj a oddeľuje Petržalku od ostatných mestských častí. Dunaj sa napája na Moravu v mestskej časti Devín. Nachádzajú sa tu aj jazero Kuchajda (Ružinov), Štrkovec (Ružinov), Vajnorské jazero a Zlaté piesky (D1), Malý Draždiak (Petržalka), Veľký Draždiak (Petržalka), Ruské a Čunovské jazero. Bratislava ako hlavné mesto Slovenska je lídrom v rámci infraštruktúry a mestskej a diaľkovej dopravy. Infraštruktúra zahŕňa trolejbusové trate, železničné stanice a rozsiahlu sieť električkových tratí. Bratislavou tiež prechádzajú 3 diaľnice. Sú nimi D1, D2, a D4. V mestskej časti Bratislava 2 sa nachádza medzinárodné Letisko M. R. Štefánika (BRM 2030, 2018)

Umiestnená je na obidvoch stranách južnej časti Malých Karpát. Rozprestiera sa na okrajových častiach Záhorskej a Podunajskej nížiny. Na juhu sa nachádza hranica s Maďarskom a na západe s Rakúskom. Hranicu s Rakúskom, resp. jej časť tvorí sútok rieky Moravy a Dunaja.

Súčasný názov Bratislava dostala v roku 1919. Predtým mala mená ako Preslavva, Pressburg, Pozsony, Prešporok, Břetislava, Posonium, Istropolis a mnohé ďalšie. Známe je aj ako Kráska na Dunaji a Mesto mieru.

Osídlenie mesta je dokázané už v dobe kamennej. Na území mesta sú stopy keltského osídlenia z mladšej doby železnej. Územie mesta bolo významným obytným komplexom aj v období Rímskej ríše; Dunaj bol hranicou medzi Rímskou ríšou a germánskymi Kvádmi. Rímska légia sídlila na kopci pri sútoku riek Morava a Dunaj (dnešný Devín).

Významný pevnostný komplex bol na tomto mieste už v období Veľkomoravskej ríše. Po vzniku Uhorského štátu sa hrad stal pohraničnou pevnosťou.

3.2 Životné prostredie

Podľa zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny sú určené nasledovné kategórie chránených území:

- Chránená krajinná oblasť,
- Národný park,
- Chránené územie,
- Prírodná rezervácia,
- Prírodná pamiatka,
- Chránený krajinný prvok,
- Chránené vtáčie územie,

Na území chránenej krajinskej oblasti sa nachádzajú aj niektoré chránené územia z kategórií prírodná rezervácia, prírodná pamiatka, chránené územie a chránené vtáčie územie, preto je aj ich plocha zaradená do územia tejto kategórie.

Pokuty za znečisťovanie ovzdušia, ako aj na úseku vodného hospodárstva, odpadového hospodárstva a ochrany prírody sú právnickým osobám a fyzickým osobám ukladané za porušenie povinností ustanovených príslušnými zákonmi a správnymi poriadkami. Vodárne a kanalizácie zahŕňajú vodárenské činnosti súvisiace so správou a prevádzkou vodovodov a kanalizácií, t. e. výroba a dodávky pitnej vody a odvádzanie splaškových vôd a ich čistenie.

Komunálny odpad je odpad pochádzajúci z obcí a miest. Ďalej to rieši obec a mesto. Patria sem odpady z domácností a odpady produkované pri činnosti právnických osôb, v rámci občianskej a technickej infraštruktúry, dopravy, rekreácie a športu. Štruktúra odpadu je uvádzaná podľa foriem jeho využitia a spôsobov zneškodňovania a agregácie (Štatistická ročenka hlavného mesta SR Bratislavy, 2023).

3.3 Demografické charakteristiky

Údaje o prirodzených zmenách obyvateľstva sú získavané zo štatistických výkazov o populačných javoch (sobášnosti, rozvody, narodení, úmrtia) a zo súvisiacich bilancií obyvateľstva.

Údaje pokrývajú všetkých obyvateľov s trvalým pobytom na Slovensku bez ohľadu na ich občianstvo. Štatistický úrad v tejto oblasti úzko spolupracuje s ostatnými orgánmi štátnej správy, ktoré sú spravodajskými jednotkami (registre, súdy).

Základom pre bilancovanie obdobia je pravidelné desaťročné sčítanie obyvateľstva. Podľa zákona č. 263/2008 Z. z. o sčítaní domov a obyvateľov v roku 2011 bola rozhodujúcim momentom pre realizáciu sčítania polnoc zo štvrtka 31. decembra 2020 na piatok 1. januára 2021.

Počtom 475 503 obyvateľov k 31. 12. 2021 sa Bratislava podieľala takmer 9% na celkovom počte obyvateľov Slovenska. Hustota obyvateľstva bola v rámci Slovenska najvyššia a predstavovala na 1 km² je 1 293,44. Najhustejšie osídlenie bolo v okrese Bratislava I, kde na 1 km² pripadlo až 4 823 obyvateľov, najredšie osídlenie mal okres Malacky so 83 obyvateľmi na štvorcový kilometer. Demografické pomery, intenzitu a smerovanie prirodzeného i migračného pohybu obyvateľstva rozhodujúcou mierou ovplyvňovalo hlavné mesto, ktoré sa na počte obyvateľov kraja podieľalo 65,7 % (Štatistický úrad, 2023).

V roku 2021 sa v bratislavskom kraji živonarodilo 8 133 detí a zomrelo 8 050 osôb. Prirodzený prírastok bol výrazne nízky, len 83 obyvateľov. Vďaka sťahovaniu sa počet obyvateľov kraja zvýšil o 4 094 osôb. Priemerný vek obyvateľov kraja v roku 2021 bol 41 rokov. V roku 2021 podiel detí v rámci obyvateľstva kraja predstavoval 17,1 %. V porovnaní s rokom 2020 sa podiel detí do 15 rokov v populácii zredukoval, čím sa prerušil dlhodobý rast tejto časti obyvateľstva a taktiež jej prevaha nad populáciou v poproduktívnom veku. Počet obyvateľov nad 64 rokov narastal i naďalej a v roku 2021, podiel seniorov v populácii tvoril 17,8 %. Zastavil sa pokles populácie vo veku od 15 do 64 rokov, hoci v rámci slovenských krajov zostal i naďalej najnižší (65,2 %).

V roku 2021 bolo uzatvorených 3 544 sobášov a rozvedených 1 106 manželstiev. Aj keď sa počet sobášov medziročne zvýšil o 4,5 %, v prepočte na 1000 obyvateľov zostáva od roku 2018 v poklese. V posledných piatich rokoch klesala aj miera rozvodovosti. V roku 2021 sa počet rozvodov sa medziročne znížil o 10 % (Štatistický úrad, 2023).

Spracovanie podľa klasifikačného hľadiska sa vykonáva podľa číselníkov administratívno-územného členenia a etnických národností. Údaje o obyvateľstve podľa národnosti medzi dvoma sčítaniami obyvateľstva sú získavané z bilancie zmien obyvateľstva. Štátna príslušnosť živonarodených detí je určená národnosťou matky a podľa metodiky má deklaratívny charakter.

Príčiny smrti boli spracované podľa Medzinárodnej štatistickej klasifikácie chorôb a pridružených zdravotných problémov, desiatej revízie.

Obyvateľstvo v predproduktívnom veku pozostáva z obyvateľov:

- vo veku od 0 do 14 rokov

- vo veku od 15 do 64 rokov, produktívny vek
- 65 a viac rokov, poproduktívny vek
- nešpecifikovaný vek

Index starnutia je vyjadrený počtom osôb vo veku 65 rokov a viac na 100 osôb vo veku 0 až 14 rokov (Štatistická ročenka hlavného mesta SR Bratislavy, 2023).

Priemerný vek sa zisťuje váženým aritmetickým priemerom počtu rokov prežitých príslušníkmi danej populácie do určitého časového bodu. Je to priemerný vek žijúcej populácie. Priemerný vek pri prvom sobáši je priemerný vek, kedy slobodní vstupujú do manželstva. Vypočítava sa z sobášnosti podľa veku, osobitne podľa pohlavia, pre osoby vo veku 15 až 49 rokov.

Potratom sa rozumie predčasné spontánne alebo umelo vyvolané prerušenie tehotenstva vrátane mimomaternicového tehotenstva, pri ktorom plod nejaví známky života a jeho pôrodná hmotnosť je nižšia ako 1 000 gramov, alebo plod vykazuje známky života a jeho pôrodná hmotnosť je nižšia ako 500 gramov ale neprežije 24 hodín, alebo ak nie je možné zistiť hmotnosť plodu a trvanie tehotenstva je menej ako 28 týždňov.

Čo sa týka počtu prisťahovaných a vystťahovaných - Bratislava spolu nezahŕňa sťahovanie medzi okresmi Bratislava I. a Bratislava V a podobne okresy celkom nezahŕňajú sťahovanie medzi mestskými časťami.

Čistá migrácia obyvateľstva je rozdiel medzi počtom prisťahovaných a počtom vystťahovaných. Negatívny výsledok migračného salda znamená úbytok obyvateľstva migráciou.

Celkový prírastok obyvateľstva je rozdielom medzi počtom obyvateľov na začiatku obdobia a na konci obdobia. Ide o súčet prirodzeného prírastku a čistej migrácie. Negatívny výsledok celkového prírastku znamená celkový úbytok obyvateľstva (Štatistická ročenka hlavného mesta SR Bratislavy, 2023).

3.4 Ekonomické a sociálne aspekty

V priebehu roku 2021 ekonomicky aktívne obyvateľstvo v rámci Bratislavského kraja tvorilo 53,6 % z celkového obyvateľstva. Miera ekonomickej aktivity (65,5 %) a miera zamestnanosti 20 až 64 ročných (83,4 %) boli najvyššie a miera nezamestnanosti (2,6 %) najnižšia v porovnaní s ostatnými krajinami Slovenska. V rámci Bratislavského kraja bola najvyššia úroveň priemernej nominálnej mesačnej mzdy, ktorá dosiahla 1 767 eur. Táto hodnota bola o štvrtinu vyššia než slovenský priemer.

V Bratislavskom kraji v sledovanom období pôsobilo 94,9 tis. právnických osôb, z ktorých 86,7 tis. tvorili podniky a 58,5 fyzických osôb, z ktorých 53,2 tis. tvorili živnostníci. V kraji a najmä v meste Bratislava, v štruktúre organizácii podľa hospodárskej činnosti výraznú prevažovali podnikateľské činnosti v sfére odborných, vedeckých a technických činností, administratívnych a podporných služieb a veľkoobchodu a maloobchodu; opravy motorových vozidiel a motocyklov, v ktorých ku 31. 12. 2021 viedla podnikateľskú činnosť viac než polovica z celkového počtu podnikov, ktoré boli zamerané na vytváranie zisku a takmer polovica živnostníkov (Slovak.statistics.sk, 2023).

Bratislavský kraj v hodnotení hospodárskeho postavenia z pohľadu tvorby hrubého domáceho produktu (HDP) je dlhodobo tým najviac výkonným regiónom Slovenska. V roku 2021 hrubý domáci produkt daného regiónu dosahoval hodnotu 27 963 mil. eur v bežných cenách. Objem v kraji vytvoreného hrubého domáceho produktu tvoril 28,4 % podiel na celkovom HDP vytvorenom na Slovensku. V prepočte na jedného obyvateľa regionálny HDP dosiahol 38 761 eur v bežných cenách a dvojnásobne tak prevyšoval národný priemer.

Na regionálnej hrubej pridanej hodnote v roku 2021 prezentovala najväčší 23 %-ný podiel sféra obchodu, dopravy, ubytovania a stravovania, priemysel sa podieľal takmer 16 % a činnosti v sfére nehnuteľností 15 %.

Z komplexnej výmery kraja netvorí poľnohospodárska pôda ani polovicu celkovej rozlohy územia. Napriek tomu však má kraj značnú tradíciu v pestovaní hrozna, predovšetkým na východnej strane pohoria Malých Karpát. Po Nitrianskom kraji je bratislavský región najväčším producentom v Slovenskej republike. Dobré klimatické podmienky prinášajú možnosť na pestovanie pšenice, kukurice, zemiakov či cukrovej repy. V kontexte živočíšnej výroby sa relatívne darí chovu hydiny, ktorý je prevažne lokalizovaný v okrese Pezinok (Slovak.statistics.sk, 2023).

K tým najdôležitejším odvetviam priemyslu sa zaraďuje chemický a automobilový priemysel, elektrotechnický priemysel, strojárstvo a potravinársky priemysel. V priemyselných subjektoch Bratislavského kraja dosiahli v roku 2021 tržby za vlastné výkony a tovar 34,4 mld. eur. Z územného pohľadu rozhodujúcu časť tržieb v rámci sledovaného územia vyprodukovali podniky, ktoré sídlia práve v Bratislave. Toto odvetvie poskytlo prácu takmer 84 tisícom pracovníkov.

V rámci sledovaného územia má silnú pozíciu tiež stavebníctvo, čo sa odzrkadlilo napríklad aj na vyšších objemoch v stavebnej produkcii. Stavebná produkcia realizovaná vlastnými zamestnancami tvorila 1 680 mil. eur, na základe dodávateľských zmlúv 4 033 mil. eur. Bratislavský kraj je už trvalo regiónom s najvyššou mierou bytovej výstavby. V

roku 2021 v ňom bolo dokončených 4 819 nových bytov, najviac bytov, až 1 836, bolo postavených postavilo v seneckom okrese.

V regióne narastá aj význam terciárneho sektora najmä obchodu a služieb, bankovníctva a poisťovníctva. Dopravná poloha Bratislavského kraja a osobitne mesta Bratislava je značne exponovaná najmä z pohľadu medzinárodného tranzitu. Zastúpenie tu nachádzajú všetky druhy dopravy. Špecifické postavenie má vodná doprava, ktorá využíva vodnú cestu po Dunaji. Bratislavský kraj disponuje najkratšou cestnou sieťou (850 km v roku 2021). Nachádzame tu však najdlhšiu sieť diaľnic (s dĺžkou 136 km). V kraji bolo v roku 2021 registrovaných spolu 590 tis. motorových vozidiel, z ktorých viac ako tri štvrtiny tvorili osobné autá (Slovak.statistics.sk, 2023).

4 ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO V BRATISLAVE

4.1 Úroveň riadenia zo strany mesta

Smart City poháňa efektívna komunikácia a spolupráca medzi niekoľkými skupinami zainteresovaných strán. Dané triedy s rozličnými úlohami, rôznymi povinnosťami a rôznymi skupinami správania sa podporujú. Podpora inteligentných miest by sa mala venovať spolupráci so zainteresovanými stranami od samotného začiatku procesu, počnúc tvorbou konceptov, cieľov, politických možností až po vývoj značne praktických krokov. Najskôr je nutné, aby si všetky zainteresované strany boli vedomé a vedené k účasti na úsilí o vypracovanie rámca alebo plánu pre efektívnejšiu kooperáciu.

Jedinci činní v rámci občianskej spoločnosti budú realizovať reformy, z ktorých budú prosperovať investície do Smart Cities (inteligentných miest). Čím väčší počet ľudí je do procesu mestského rozvoja zapájaných, tým jednoduchšie môže mesto uspokojovať potreby svojich obyvateľov (MHSR, 2018).

Mestské úrady (primátor, členovia zastupiteľstva mesta) musia byť podnetnou silou pre rozvíjanie inteligentného mesta. Bez daných organov by nebolo prakticky možné premeniť „jednoduché“ slovenské mesto na „smart“ inteligentné mesto. Ich informovanosť a podpora rozvíjajúcich sa technologických ekosystémov je dôležitá (MHSR, 2018).

Sektor súkromného podnikania včítane začínajúcich podnikateľských subjektov je silným aktérom v rámci inteligentného rastu miest. Konceptia inteligentných miest je v skutočnosti implementovaná v reálnom živote hlavnými aktérmi z energetického a IT priemyslu, rovnako ako aj novými spoločnosťami a členmi menších organizácií. Súkromné spoločnosti sa musia starať o formuláciu nápadov, plánov a postupov v prvotných štádiách. Začínajúce podniky však nie sú o nič menej relevantné ako ich väčšie náprotivky, a preto by nemali byť ignorované iniciatívy v sfére inteligentného mestského rozvoja. Coworkingové priestory, inkubátory a urýchľovače – uvedené typy kreatívnych obchodných centier sú dobrým východiskom pôdou pre inovatívne nápady. Zavedenie do prevádzky prinesie spustenie nového produktu a jeho kontrolu. Agentúry v sfére vzdelávania a výskumu - vedecké, finančné a výskumné agentúry majú nenahraditeľnú úlohu pri zavádzaní inovatívnych riešení v komunitách. Okrem toho majú potenciál pomocou obchodných partnerstiev a lokálnych samospráv prispievať k transferom technológií a poznatkov. Mimovládne organizácie - existuje množstvo mimovládnych organizácií, zaoberajúcich sa

spoločenskými a ekologickými otázkami alebo taktiež pracujú na tvorbe lepšieho podnikateľského prostredia. Medzi mnohé kategórie zainteresovaných strán sa zaraďujú: výskumníci, poradcovia, technické a odborné združenia alebo organizátori konkrétnych konferencií a veľtrhov. Vyššie územné celky, ktoré vytvárajú národné inovačné plány (RIS) a súvisiace oddelenia, hrajú medzi verejnými orgánmi významnú úlohu (MHSR, 2018).

4.2 Východiská mesta Bratislava ku konceptu Smart City

Správa mesta

Zloženie dobrej správy mesta je hlavným stavebným pilierom inteligentného mesta a jeho rozvoj obsahuje široké spektrum oblastí. Zahŕňa viacero samosprávnych aktivít, ktorých zámerom by malo byť vylepšenie kvality života v meste. Kľúčovými prvkami sú predovšetkým kumulovanie a využívanie údajov, spolupráca a kontakt s obyvateľmi, reagovanie miestnej samosprávy na ich návrhy a poskytovanie služieb. Najvýraznejšou výzvou pre mesto Bratislava je zdieľanie s ľuďmi čo najviac informácií, údajov a poznatkov.

Primárnymi cieľmi mesta sú: Mestská správa, ktorá je zameraná na informovanú, efektívnu a transparentnú štruktúru, vybudovanie sociálnej zodpovednosti a spravodlivej komunity, ktorá by sa konštruktívnym spôsobom dokázala podieľať na sociálnom a kultúrnom živote v meste. Účinné riadenie miest, ktoré sa zameriava na integrované hospodárenie s pôdou. Taktiež zapojenie verejnosti do rozhodovacieho procesu. Miestny a nadregionálny rozvoj, spolupráca a koordinovanie mestského rozvoja v pohraničných regiónoch, spolupráca medzi Slovenskom a Rakúskom (BRM 2030, 2018).

Medzi súčasné projekty patria napríklad občianske kontaktné centrum - Médiá, marketing, cestovný ruch a medzinárodné vzťahy (mesto Bratislava). Stále narastá dopyt po zvýšenej efektívnosti, ekologizácii dopravy, poskytovaní najširších možných regionálnych služieb. V danom kontexte je potrebné zredukovať negatívne pôsobenie dopravy na kvalitu životného prostredia (predovšetkým znečistenie ovzdušia). Najvýraznejšou výzvou je pokles individuálnej automobilovej dopravy a presvedčenie o udržateľných druhoch dopravy (najmä železničná, pešia a cyklistická) včítane prípravy a zavedenia prístupov je taktiež potrebné neustále kontrolovanie a efektívne sledovanie dopravnej infraštruktúry.

Dynamické mesto

Efektívne riadenie dopravy sa zameriava predovšetkým na nasledovné:

- Zlepšenie dostupnosti a prítlačivosti verejnej dopravy vo forme verejných cestujúcich doprava (centrálna, prímestská),

- Podpora rozvoja úspešnej bežnej dopravy,
- Zlepšenie kvality verejného priestoru,
- Udržateľnosť kvality životného prostredia a kvality života obyvateľstva merateľné metriky,
- Zníženie podielu súkromného motorizovaného cestovania v roku 2025 na 35%, 25% v roku 2030 a menej ako 20% v roku 2040.
- Zníženie počtu tradičných vozidiel verejnej dopravy na polovicu o 20%;

Iniciatíva spoločenstva a miest zameraná na podporu elektromobily v komunite ponúka ekologické spôsoby dopravy pre ľudí a turistov - elektrické autá, mestské bicykle, nákladné bicykle, elektrické bicykle, elektrické skútre a pod.

Energetika

Navyšovanie energetickej efektívnosti obydli, pouličného osvetlenia a zredukovanie celkovej spotreby elektrickej energie v rámci mesta. Dôležité je spolupracovanie pri zhromažďovaní a analýze energetických informácií (výroba, využívanie, podiel obnoviteľných zdrojov energie) so zaangažovanými agentúrami, organizáciami a podnikateľskými subjektmi. Žiaducim výsledkom by bolo dosiahnutie úspor energie, zredukovanie spotreby energie a zmiernenie záporných dopadov na kvalitu životného prostredia.

Hospodárne a ekologické

Hospodárne a ekologické východiská mesta zahŕňajú podporovanie výroby zelenej energie, ktorá je založená na obnoviteľných zdrojoch energie (ZSE) za využitia kreativity a nízko emisných technológií; navýšenie energetickej efektivity mestskej infraštruktúry a implementovanie nových technológií za nižšej spotreby. Navýšený energetický výkon na zredukovanie celkovej spotreby energie, nárast energetickej slobody od fosílnych palív, redukovanie emisií energie, zvyšovanie kvality ovzdušia a zlepšovanie kvality života ľudí. Občania chcú prežívať život v bezpečnom a čistom okolí. Taktiež sú spokojný s tovarom a službami, ktoré sú kvalitné a nie príliš drahé. Má to však súvislosť s činnosťami, ktoré majú často značné nepriaznivé účinky na kvalitu životného prostredia (napr. priemyselná výroba, dopravná situácia a pod.).

Životné prostredie

Východiská mestá pre životné prostredie zahŕňajú produktívne využívanie a trvalo udržateľnú ochranu a zachovanie životného prostredia so zámerom zabezpečenia zdravého a kvalitného života občanov miest a návštevníkov. Prudký rast a rozvíjanie mesta Bratislava,

nárast populácie a koncentrácia ľudskej činnosti prinášajú výrazný tlak na „environmentálnu stopu“ Bratislavy. Z toho dôvodu mesto, rovnako ako ďalšie väčšie mestá, čelí výzve vytvoriť pôdu pre implementovanie princípov obehovej ekonomiky.

Úlohou rozumného mesta je najmä rozvíjanie a aktívne podporovanie prostredia pre inovátorov a začínajúce podnikateľské subjekty. Komunikácia medzi mestom a spoločnosťou včítane začínajúcich podnikateľských subjektov je kritická a pomaly by sa mala zefektívňovať, na to, aby sa zredukovala tiež administratívna a byrokratická záťaž (BRM 2030, 2018).

Východiská mesta v kontexte spolupráce

Znamená vytváranie príležitostí v Bratislave, aby sa mesto stalo inovačným a priemyselným centrom v rámci širšieho regiónu, (aj v pohraničnej sfére), zlepšovanie lokálneho podnikateľského prostredia a podmienok pre zavedenie inovatívnych riešení a podporovanie rozvoja vynikajúcich technológií, výskumu a inovácií v rámci mesta.

Spoločnosť

Vybudovanie otvorených verejných priestranstiev prístupného prostredia, včítane obytných hodnôt, bohatstva skúseností, zmyslového vnímania a poznania, zahŕňa:

- Metropolitný verejný priestor (priestorové a kultúrno-historické mestské spoločenstvo) identita)
- Multifunkčný verejný priestor (striedanie súkromia a anonymity).

Východiská mesta v kontexte spolupráce s obyvateľstvom

Ide predovšetkým o zlepšovanie kvality spoločenských služieb a podporovanie ľudí bez domova, zlepšovanie kvality života občanov v zariadeniach/centrách poskytujúcich sociálne programy a pomoc (denné centrá, domovy s opatrovateľskou službou, internáty) prostredníctvom zavedenia inovatívnych riešení technickej povahy so zámerom zlepšenia životného prostredia (IKT infraštruktúra, modernizácia existujúcich zariadení).

Zámerom moderného vzdelávania v Bratislave je zmysluplné využívanie poznatkov z oblasti rozvoja a zavedenia inovácií v rozličných oblastiach mestského rozvoja. Potrebné je aby sa spolupracovalo a prepájali sa školy s viacerými spolupracovníkmi (projekty kooperácie, počiatočné projekty). Primeraná zamestnanosť následne bude mať kladný vplyv na účasť mladých občanov na trhu práce (BRM 2030, 2018).

Moderné vzdelávanie

Podporovanie kultúry, chránenie kultúrneho dedičstva a využívanie kultúrnych pamiatok a zariadení, prinášajú možnosť kultúrneho a umeleckého vyžitia obyvateľov a zároveň prinášajú nové možnosti pre spoločensko-kreatívny priemysel. Využívanie

jednotlivých mestských prvkov pomocou kultúrnych a edukačných podujatí a aktivít posilňuje atraktivitu mesta, podporuje taktiež cestovný ruch a zdravý lokálny patriotizmus medzi občanmi mesta.

Kultúra

Propagovanie najmodernejších trendov, inovácií a technológií v sfére ochrany, zlepšovania a komunikácie kultúrneho dedičstva a umenia pre všetky generácie. Rozvoj kultúry, kultúrneho a kreatívneho priemyslu, ktorý by bol založený na ochrane a podpore kultúrno-historického dedičstva a umenia a navyšovaní kvality kultúrnych udalostí a aktivít pomocou technologických inovácií (napr. komplexná webová stránka o kultúrnom dedičstve s mapovou aplikáciou), podporovanie začínajúcich umelcov pomocou kultúrneho a kreatívneho centra. Taktiež by sa mali hľadať inovatívne spôsoby využívania umenia (napr. využívanie umenia ako prvku komunikácie medzi generáciami) (BRM 2030, 2018).

Podpora rozvoja identity mesta

V rámci podpory rozvoja identity mesta ide najmä o vybudovanie jedinečnej identity mesta a jeho propagovanie založené na rozvoji lokálneho vlastenectva. Zahnuté sú tu podpora aktivít / projektov, ktoré sú zamerané na históriu Bratislavy a jej mestských častí osobitne zameraných na tvorbu vzťahu obyvateľov Bratislavy k ich vlastnému mestu, skvalitňovanie kultúrneho dedičstva, modernizovanie a rozvoj infraštruktúry v sfére kultúry vrátane rekonštrukcie a obnovovanie pôvodných priemyselných budov na kultúrne a kreatívne využitie (podpora využívania nevyužívanej pôdy tzv. brownfields) a pod.

Je významné, aby mesto Bratislava budovalo cestovný ruch na základe jej lokálnych charakteristík, špecifických charakteristík kultúrneho a prírodného dedičstva a ďalších benefitov, ktorými mesto disponuje. Benefitom je tiež rast kongresovej turistiky, ktorá je dôležitou súčasťou cestovného ruchu. Bratislava je kongresovou turistickou destináciou. Medzi pozitívne črty patria napríklad mobilita (dve letiská vzdialené do 40 minút od centra, diaľničné spojenia), atraktivita oblasti (prírodné a kultúrne dedičstvá) a pod.

Športové východiská

Cieľom je predovšetkým zvyšovanie informovanosti verejnosti ohľadom športových udalostí a činností. Budovanie moderných športových elementov pre verejnosť spojená s prírodným mestským potenciálom. Zdieľané otvorené priestory/verejné priestranstvá založené na kooperácii medzi verejnosťou a podnikateľskými subjektami (napr. Zábavné parky, skate parky, steny pre horolezcov, bežecké trate a pod.) Taktiež sem patrí podporovanie zdravého správania a športových činností vrátane činností všetkých vekových skupín obyvateľov Bratislavy. (BRM 2030, 2018).

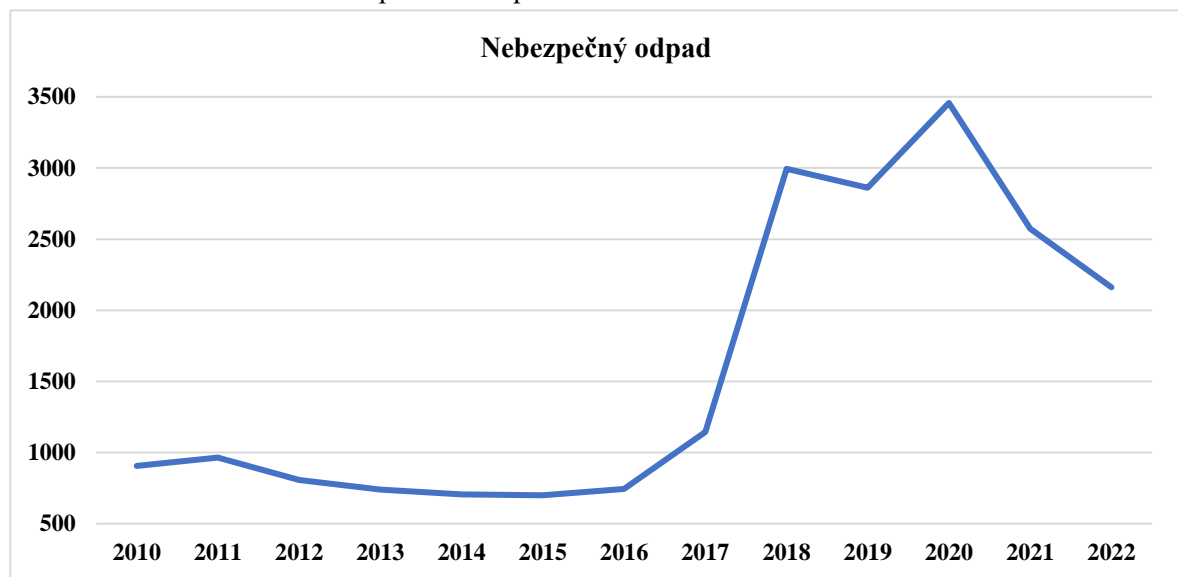
5 ANALÝZA ÚDAJOV O STAVE NAKLADANIA S ODPADOM V BRATISLAVE

5.1 Odpadové hospodárstvo – e-odpad

V Bratislave je e-odpad zvyčajne jedným z hlavných typov nebezpečného odpadu, s ktorým sa mesto stretáva. Do nebezpečného odpadu patria aj ďalšie typy odpadu ako napríklad: chemické látky, biologický odpad, rádioaktívny odpad, elektronický odpad a ďalšie.

Z toho dôvodu je pre našu diplomovú prácu dôležité analyzovať vývoj nebezpečného odpadu. V nasledujúcom grafe uvádzame spracovanie údajov a ich deskriptívny opis, spolu s časovými radmi a korelačnou analýzou.

Graf 1 Priebeh množstva nebezpečného odpadu na Slovensku



Zdroj: Vlastné spracovanie údajov (DP BA, 2023)

Pri pohľade na údaje vid' Graf 1, vidíme relatívne stabilné množstvo nebezpečného odpadu medzi rokmi 2010 a 2016 s miernou variabilitou. Existuje však výrazný nárast v roku 2017, a ešte výraznejší nárast v rokoch 2018 až 2020. Po roku 2020 vidíme pokles, ale množstvo nebezpečného odpadu zostáva výrazne vyššie ako v prvej polovici dekády.

Tento trend môže naznačovať zmenu v produkčných procesoch, zvýšenie identifikácie nebezpečného odpadu, zmeny v legislatíve alebo iné externé faktory, ktoré ovplyvnili množstvo generovaného nebezpečného odpadu. Výrazný nárast v rokoch 2018 až

2020 by mohol napríklad naznačovať zavedenie nových priemyselných aktivít, ktoré generujú nebezpečný odpad, alebo môže odrážať zmenu v klasifikácii alebo hlásení odpadových tokov. Priemerné množstvo odpadu je 1 792 ton ročne. Medián je hodnota uprostred zoradeného súboru dát, ktorý nám ukazuje strednú hodnotu. Keďže máme nepárny počet rokov (13), medián bude hodnota, ktorá sa nachádza na siedmej pozícii v zoradenom súbore. Hodnota mediánu nebezpečného odpadu je 966 ton. Najmenšie množstvo nebezpečného odpadu bolo zaznamenané v roku 2015 s hodnotou 700 ton, zatiaľ čo najväčšie množstvo bolo zaznamenané v roku 2020 s hodnotou 3457 ton. Rozsah = 3457 - 700 = 2757 ton.

V prípade nebezpečného odpadu je zjavný významný nárast po roku 2016, čo vyžaduje zvýšenú pozornosť. Smart technológie by tu mohli zohrávať kľúčovú rolu vo forme senzorov a sledovacích systémov alebo smart iných technológií, ktoré by mohli detekovať a monitorovať prítomnosť nebezpečných látok v odpade a zabezpečiť ich bezpečné odstránenie alebo recykláciu. Inovatívne zariadenia môžu výrazne prispieť k rozvoju cirkulárnej ekonomiky v mestách.

V roku 2023 vyzbierala spoločnosť OLO a.s. 243,35 ton e-odpadu, čo predstavuje malý nárast v porovnaní s rokom 2022 a predpokladáme že bude pokračovať v raste. V tabuľke (viď. Tabuľka 1) uvádzame porovnanie, kde je zahrnutý elektroodpad v rámci mesta Bratislava.

Tabuľka 1 Množstvo vyzbieraného elektronického odpadu v Bratislave

Zložka odpadu	2019	2020	2021	2022	2023
	t	t	t	t	t
ktroodpad	543,93	344,41	266,2	231,47	239,02
Ostatné (batérie, žiarivky)	6,54	3,75	4,59	4,53	4,33
Spolu v tonách	550,47	348,16	270,79	236	243,35

Zdroj: Vlastné spracovanie údajov (OLO, 2024)

Problémy spojené s elektroodpadom v Bratislave zahŕňajú nedostatočnú informovanosť obyvateľstva o správnych spôsoboch likvidácie, nedostatočné zhromažďovanie a triedenie odpadu, ako aj nedostatok infraštruktúry na správnu recykláciu a likvidáciu e-odpadu. Tieto problémy môžu viesť k nekontrolovanej depozícii odpadu, nelegálnemu vyhadzovaniu do prírody alebo nevhodnému spracovaniu, čo má za následok negatívny dopad na životné prostredie a zdravie ľudí.

Aby sa zlepšila situácia týkajúca sa elektronického odpadu v Bratislave, je potrebné investovať do moderných technológií a smart riešení pre efektívnejšie zhromažďovanie, triedenie a recykláciu odpadu. Implementácia týchto riešení by mohla zahŕňať využitie senzorov, IoT technológií a analýzu dát na lepšie sledovanie tokov odpadu a optimalizáciu procesov nakladania s ním. Spolu s osvetovými kampaňami a vzdelávaním a motivovaním verejnosti by tak mohla Bratislava dosiahnuť vyššiu mieru udržateľnosti a bezpečnosti v oblasti nakladania s elektronickým odpadom.

Recyklácia je jedna z najlepších možností ako efektívne prispieť k ochrane našej planéty. Elektroodpad, ktorý nie je správne zrecyklovaný končí na skládke odpadu a stáva sa tak priamou hrozbou nielen pre životné prostredie a živočíchov, ale aj ľudské zdravie. Naopak, pri správnej recyklácii, sú odstránené nebezpečné látky, ktoré sa v elektrozariadeniach nachádzajú. Bratislava začala v roku 2020 používať smart červeno-biele kontajnere so senzormi tak, aby boli dostupné čo najväčšiemu počtu obyvateľov mesta Bratislava.

V celej EÚ platí, že elektroodpad sa nesmie vyhadzovať do bežného komunálneho odpadu alebo na skládky, aby neznečisťoval životné prostredie. Je možné využívať službu predajní, ktoré pri dovoze nového spotrebiča odvezú starý. Ďalšou možnosťou je zadarmo odovzdať spotrebič na zberné dvory, či v rámci zberov organizovaných samosprávami. Prepravu spotrebiča na zberné miesto si však obyvatelia v každej krajine EÚ musia zabezpečiť svojpomocne.

Viac ako polovicu elektronického odpadu v EÚ tvoria veľké domáce spotrebiče, akými sú napríklad chladničky, práčky, sporáky, či umývačky riadu. Keďže sú veľké a ťažké, často sa do bežného osobného auta nezmestia a pre obyvateľa môže byť problém naložiť ich a odviezť na zberný dvor.

Len e-odpad odovzdaný do zberu je možné zrecyklovať. Umožní sa tým, aby škodlivé plyny a tekutiny nezamorovali ovzdušie, pôdu a spodné vody v okolí. Zabráni sa vzniku čiernych skládok či výskytu nerozložiteľných plastov a kovov v prírode a staré spotrebiče sa nedostanú do rúk nelegálnych zberačov, ktorí by ich len rozobrali, vybrali z nich speňažiteľné súčiastky a zvyškom znečistia okolie domova.

5.2 Aktuálne Smart riešenie na elektroodpad v Bratislave

Bratislava začala v roku 2020 používať smart červeno-biele kontajnere so senzormi tak, aby boli dostupné čo najväčšiemu počtu obyvateľov mesta. Projekt červeno-bielých stacionárnych kontajnerov na zber malého elektroodpadu zahájila spoločnosť ASEKOL SK

v roku 2016. Červeno-biele kontajnere uľahčujú ľuďom odovzdávanie starých spotrebičov bližšie pri mieste ich bydliska. S malým elektroodpadom tak obyvatelia miest a obcí nemusia ísť na zberný dvor, ale môžu ho kedykoľvek odovzdať do kontajnerov. Tie sú umiestnené na už existujúcich kontajnerových stanoviskách na triedený odpad (sklo, papier, plast). Výhody tohto typu zberu sú, že kontajnery sú dodané zadarmo na základe uzatvorenej zmluvy medzi spoločnosťou a mestskou časťou. Ďalšou výhodou je odvoz a recyklácia vyzbieraného elektroodpadu zadarmo (ASEKOL, 2020).

Hlavnou úlohou červeno-bielých kontajnerov je vytvoriť komfortný systém zberu malých elektrospotrebičov akými sú mixéry, mobilné telefóny, fény a pod., ktoré sa stali v domácnostiach nepotrebným odpadom.

Kontajnery umiestnené v blízkosti domov sú pre občanov veľmi blízkym miestom, kde je možné odovzdať elektrospotrebiče, s ktorými je nepraktické merať dlhú cestu na zberný dvor alebo čakať na mobilný zber.

Slovensko si čoraz viac osvojuje základy správneho triedenia odpadu. Avšak aj napriek rastúcim číslam je miera recyklácie odpadu pod priemerom Európskej únie, a to až o celých 10 percentuálnych bodov (EUROSTAT, 2023). Zvýšiť podiel vytriedenej zložky z komunálneho odpadu v Petržalke majú aj červeno-biele kontajnery určené na zber drobného elektroodpadu, kde sa bude nachádzať 15 unikátnych kontajnerov na najväčšom sídlisku v hlavnom meste.

Projekt s pridanou smart funkciou funguje od začiatku decembra 2020, kedy boli v Petržalke umiestnené nové zberné nádoby určené na drobný elektroodpad. Do obehu bolo pridaných 15 nových červeno-bielých kontajnerov so senzormi od spoločnosti Sensoneo, ktoré snímajú naplnenosť kontajnerov. Odvoz naplneného kontajneru nastáva v tej chvíli, kedy senzor nasníma dostatočnú naplnenosť, a vyšle signál na jeho vyzbieranie, z toho dôvodu nie je potrebné nahlasovanie naplnenia a následného odvozu. Dôvodom, prečo sa Petržalka rozhodla zapojiť do projektu, bol najmä záujem poskytnúť občanom ďalšiu službu v oblasti odpadového hospodárstva a zvýšiť tak mieru vytriedenia. Významne prispievajú k ochrane životného prostredia a obyvateľom slovenských samospráv uľahčujú cestu k správnej recyklácii a zamedzujú vzniku rizika, ktoré sa spája s nesprávnou manipuláciou s elektroodpadom.

Nové červeno-biele kontajnery sú umiestnené v rôznych lokalitách mestskej časti, aby sa vytvorila čo najefektívnejšia zberná sieť. Každá z 15 nádob obsahuje senzor na snímanie naplnenia, vďaka čomu je možné zabezpečiť efektívne vyprázdňovanie zberných nádob.

Červeno-biele kontajnery sú umiestnené v lokalitách (viď. Tabuľka 2):

Tabuľka 2 Zoznam lokalít so smart nádobami na e-odpad

Lokality so Smart kontajnermi	
Križovatka Osuského/Hrobáková	Fedinova
Haanova	Švabinského 1
Ovsištské námestie	Beňadická 21
Furdekova	Budatínska 27
Rovniankova	Holíčska 13
Mánesovo námestie	Jasovská 12
Gercenova/ Záporožská	Jasovská 33
Wolkrova	Celkom 15 Smart kontajnerov na e-odpad

Zdroj: Vlastné spracovanie (ASEKOL, 2023)

Občania majú možnosť využívať aplikáciu spoločnosti Sensoneo, vďaka ktorej je možné sledovať naplnenie červenobielych kontajnerov a nájsť nielen najbližšiu nezaplnenú zbernú nádobu ale aj nahlásiť jej poškodenie.

Množstvo elektroodpadu sa každoročne zvyšuje. V tejto súvislosti, ku ktorej sa pridáva hrozba klimatickej krízy, je preto potrebné riešiť otázku ako správne a environmentálne zodpovedne naložiť so stále zvyšujúcim sa množstvom špeciálneho druhu odpadu. Odovzdávaním elektroodpadu do červeno-bielych kontajnerov sa ľudia priamo podieľajú na účinnom využívaní zdrojov a získavaní hodnotných druhotných surovín, ktoré spoločnosť prevádzkujúca projekt získava vďaka recyklácii.

Pri recyklácii elektroodpadu nejde len o získavanie druhotných surovín, ale najmä o odstraňovanie nebezpečných látok, ktoré sa v elektrozariadeniach nachádzajú.

Najhoršie je to s použitím materiálov, ktoré sa recyklovať nedajú, prípadne vyžadujú náročný proces, počas ktorého vznikne viac škody.

Jednou z hlavných prekážok, ktoré bránia bežnej recyklácii batérií mobilných telefónov, je to, že lítium-iónové batérie sú pomerne náročné na recykláciu alebo opätovné použitie.

6 PREDSTAVENIE VYBRANEJ SMART ODPADOVEJ TECHNOLOGIE

6.1 Predstavenie spoločnosti a jej obchodný model

V rámci diplomovej práce sa zameriame na štúdium a analýzu zberu elektronického odpadu prostredníctvom väčšieho množstva menších automatizovaných zberových staníc. Táto forma zberu má niekoľko výhod, ktoré ju robia atraktívnou voči iným spôsobom zberu. Za prvú výhodu pokladáme, že ide o menšie automatizované zberné stanice, ktoré môžu byť umiestnené v blízkosti obytných a pracovných oblastí, autobusových alebo vlakových staníc, v obchodných domoch a na rôznych iných miestach, čo zjednodušuje prístup pre obyvateľov a znižuje potrebu dlhých ciest na odvoz elektronického odpadu, keďže sa dennodenne nachádzajú v daných zónach. Okrem toho tieto stanice môžu byť vybavené modernou technológiou na triedenie a spracovanie e-odpadu, čo umožňuje efektívnejšie zhromažďovanie a recykláciu materiálov.

Ďalšou výhodou je možnosť personalizácie a prispôsobenia staníc konkrétnym potrebám a požiadavkám komunity, čo môže zvýšiť účinnosť celého systému zberu elektronického odpadu. Tento prístup tiež umožňuje flexibilitu pri riadení a správe zberu, čo môže viesť k rýchlejšiemu a efektívnejšiemu riešeniu potrieb týkajúcich sa elektronického odpadu v danej oblasti. V tejto diplomovej práci sa budeme zaoberať analýzou účinnosti a efektívnosti tejto formy zberu a navrhovať možné vylepšenia a optimalizácie pre lepšie riadenie elektronického odpadu.

Pre účely detailnej analýzy bola ako predloha vybraná firma EcoATM. EcoATM je známa americká spoločnosť zameraná na zber a recykláciu mobilných telefónov a ďalších elektronických zariadení. Hlavným produktom tejto firmy je sieť automatizovaných zberových automatov umiestnených v rôznych obchodných centrách, nákupných strediskách a iných verejných miestach po celých Spojených štátoch. Tieto automaty sú navrhnuté tak, aby umožňovali jednoduché a rýchle odovzdávanie starých elektronických zariadení, ako sú mobilné telefóny, tablety a MP3 prehrávače, výmenou za finančnú odmenu.

EcoATM používa moderné technológie na rozpoznávanie a hodnotenie zariadení a ponúka bezpečný spôsob zberu a recyklácie elektronického odpadu. Ich cieľom je nielen efektívne zabezpečiť zbierku a recykláciu elektroniky, ale aj podporovať udržateľný životný štýl a zodpovedný prístup k nakladaniu s odpadom. EcoATM je významným hráčom v

oblasti recyklácie elektronického odpadu v Spojených štátoch a ich úspech a inovatívny prístup k riešeniu tohto problému ich robia vhodnou predlohou pre našu analýzu.

Hodnotenie efektivity firmy EcoATM v porovnaní s konkurenciou závisí od niekoľkých faktorov, ako sú rozsah služieb, technologická inovácia, dostupnosť a trhová penetrácia. EcoATM má výhodu poskytovania unikátneho spôsobu zbierky elektronického odpadu prostredníctvom svojich automatizovaných zberových automatov, ktoré sú umiestnené v rôznych obchodných centrách a nákupných strediskách v Spojených štátoch. Táto široká distribúcia umožňuje spotrebiteľom ľahko pristupovať k ich službám a zjednodušuje proces odovzdávania starých zariadení. Navyše, EcoATM investuje do moderných technológií na rozpoznávanie a hodnotenie zariadení, čo zvyšuje rýchlosť a presnosť procesu a prispieva k celkovému užívateľskému zážitku.

V porovnaní s konkurenciou sa firma EcoATM vyznačuje aj svojou marketingovou stratégiou a povest'ou. Ich snaha o podporu udržateľného životného štýlu a zodpovedného nakladania s odpadom je pre mnohých spotrebiteľov atraktívna a môže im pomôcť pri rozhodovaní sa pre ich služby. Napriek týmto výhodám však EcoATM musí čeliť konkurencii od iných spoločností v odvetví zberu a recyklácie elektronického odpadu, ktoré môžu mať svoje vlastné výhody, ako je napríklad širšia ponuka služieb alebo lepšia lokalizácia. Preto je dôležité vykonávať komplexné porovnanie efektivity na základe rôznych kritérií, ako sú úroveň služieb, trhový podiel a spokojnosť zákazníkov.

Ekonomický model firmy EcoATM zahŕňa niekoľko hlavných aspektov, ktoré prispievajú k jej fungovaniu a ziskovosti:

Zbierka a spracovanie elektronického odpadu

EcoATM prevádzkuje sieť automatizovaných zberových stánkov, ktoré umožňujú spotrebiteľom jednoducho odovzdať svoje staré elektronické zariadenia výmenou za finančnú odmenu. Tieto zberné automaty sú umiestnené v strategických miestach, ako sú obchodné centrá a nákupné strediská, čo umožňuje firmám získať prístup k veľkému množstvu použitých elektronických zariadení.

Hodnotenie a recyklácia zariadení

Po odovzdaní zariadení na zbernej stanici sa tieto zariadenia automaticky hodnotia pomocou moderných technológií na rozpoznávanie a testovanie. Zariadenia, ktoré sú v dobrom stave, môžu byť znovu použité alebo reštaurované, zatiaľ čo tie, ktoré sú neopraviteľné alebo nevhodné na ďalšie použitie, sú spracované na recykláciu.

Generovanie príjmov

EcoATM získava príjmy zo svojich služieb prostredníctvom niekoľkých kanálov. Firma získava provízie od výrobcov elektroniky alebo mobilných operátorov za každé prijaté zariadenie. Okrem toho, spotrebiteľia, ktorí odovzdajú svoje zariadenia, môžu získať finančnú odmenu, ktorá je založená na aktuálnej hodnote zariadenia. Tento model vytvára viacero príjmových prúdov, čo prispieva k celkovej ziskovosti firmy.

Trhová penetrácia a konkurencia

Ekonomický model EcoATM sa opiera o schopnosť firmy preniknúť na trh a konkurovať s inými firmami v odvetví zberu a recyklácie elektronického odpadu. Stratégia rozmiestnenia zberových staníc a marketingové úsilie sú kľúčové faktory ovplyvňujúce úspech a výkonnosť spoločnosti v tomto odvetví.

Celkovo je ekonomický model firmy EcoATM založený na kombinácii efektívneho zberu a spracovania elektronického odpadu, generovaní príjmov zo služieb a schopnosti konkurovať na trhu. Tieto faktory spolu prispievajú k udržateľnému rastu a ziskovosti spoločnosti.

6.2 Vyhodnotenie efektívnosti vybranej Smart technológie

Analýza dopadu firmy EcoATM na recykláciu elektronického odpadu v USA môže poskytnúť pohľad na to, ako táto spoločnosť ovplyvňuje množstvo zariadení zbieraných a recyklovaných, ako aj environmentálne a ekonomické výhody tejto činnosti.

Zbieranie elektronického odpadu v roku 2020 odhaduje americký Úrad pre environmentálnu ochranu, že bolo v USA vyprodukovaných asi 11,7 milióna ton elektronického odpadu. Podľa interných údajov spoločnosti EcoATM bola v tom istom roku zbierané a recyklované asi 2 milióny kusov elektronických zariadení vo viac ako 2 600 zberových staniciach po celých USA (EPA, 2023).

Odhadovaný podiel recyklovaných zariadení je zistený na základe údajov o zozbieraných zariadeniach a ich následne spracovaného množstva, kde EcoATM odhaduje že recyklovala približne 70% zariadení, ktoré prijala. To predstavuje približne 1,4 milióna zariadení, ktoré boli recyklované a znovu použité alebo spracované na recykláciu rôznych materiálov (EcoATM, 2023).

Za environmentálne výhody môžeme považovať recykláciu e-odpadu umožňujúcu znovu využiť cenné materiály, ako sú kovy, plasty a sklo, a znížiť množstvo odpadu, ktoré

končí na skládkach. Podľa EPA sa recykláciou 1 milióna mobilných telefónov dá získať približne 16 000 kilogramov medi, 350 kilogramov striebra, 34 kilogramov zlata a 15 kilogramov palladia. Vďaka recyklácii elektronického odpadu sa znižuje spotreba energie a množstvo emisií vyprodukovaných pri ťažbe a spracovaní nových surovín. Odhaduje sa, že recyklácia 2 miliónov zariadení má rovnaký vplyv ako osvietenie 308 000 domov ročne (EPA,2023).

Ako ekonomickú výhodu firmy Eco ATM považujeme to, že prostredníctvom zbierania a recyklácie elektronického odpadu príjmy z viacerých zdrojov, vrátane provízií od výrobcov a priamych príjmov od spotrebiteľov za odovzdanie zariadení. Tieto príjmy umožňujú spoločnosti pokryť náklady na prevádzku a zároveň dosiahnuť zisk. Ďalšou výhodou recyklácie elektronického odpadu je prispievanie k vytváraniu pracovných miest v odvetví spracovania a recyklácie odpadu.

Čo sa týka regulačných požiadavok, firma EcoATM musí dodržiavať prísne environmentálne predpisy a normy, ktoré sú upravené na federálnej úrovni v USA, ako aj na úrovni štátov a miest. Tieto predpisy ovplyvňujú spôsob, akým spoločnosť zhromažďuje, spracováva a likviduje elektronický odpad.

Táto analýza ukazuje, že riešenie spoločnosti EcoATM hrá dôležitú úlohu pri znižovaní množstva elektronického odpadu v USA a zároveň prispieva k environmentálnym a ekonomickým výhodám recyklácie.

6.3 Vytvorenie odporúčaní pre začlenenie navrhnutého zlepšenia do praxe s ohľadom na ekonomické, sociálne a ekologické aspekty udržateľného rozvoja

Analýza expanzie spoločnosti EcoATM do hlavného mesta Slovenska, Bratislavy, vychádza z údajov získaných z prevádzky v Spojených štátoch. Táto analýza sa zameriava na posúdenie trhového potenciálu, finančnej udržateľnosti a environmentálnych výhod expanzie do Bratislavy. Zohľadňuje predpokladaný dopyt, počet odovzdaných zariadení, finančné údaje a environmentálne dopady tejto expanzie, aby poskytla celkový pohľad na možnosti rozšírenia služieb EcoATM na slovenskom trhu. Na základe SWOT analýzy zhodnotíme trhový potenciál v rámci hlavného mesta Bratislava v oblasti elektroodpadu. Analyzu SWOT je možné vidieť v Tabuľke 3 na nasledujúcej strane.

Tabuľka 2 SWOT analýza

SWOT analýza	
Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Hustota obyvateľstva hlavného mesta Bratislava - Hlavné mesto zamerané na enviro a zelené stratégie - Mladá generácia s vysokým stupňom urbanizácie 	<ul style="list-style-type: none"> - Veľmi nízka edukácia obyvateľstva hlavného mesta - Vysoká životná úroveň - Finančné zaťaženie pre hlavné mesto - Spôsob komunikácie na obyvateľov hlavného mesta na nielen produktívnu generáciu
Príležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Do budúcnosti rast populácie - Zvýšený dopyt po službách zberu a recyklácie elektroodpadu - Dopyt po udržateľných riešeniach odpadu 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencionálny dopyt po službách ecoATM - Konkurencia na slovenskom trhu - Napredovanie v oblasti technológií - Nezáujem veľkej časti obyvateľstva

Zdroj: Vlastné spracovanie údajov

Na základe SWOT analýzy sme vyhodnotili trhový potenciál v hlavnom meste Bratislave v prípade elektroodpadu:

Za silnú stránku považujeme hustotu obyvateľstva v hlavnom meste a najmä potenciál rastu obyvateľstva do budúcnosti. Podľa prognóz sa očakáva, že populácia mesta bude v budúcnosti rásť, čo znamená zvýšený dopyt po službách zberu a recyklácie elektronického odpadu. Bratislava, ako hlavné mesto Slovenska, má približne 430 000 obyvateľov a hustotu obyvateľstva približne 1 201 obyvateľov na štvorcový kilometer.

Medzi slabé stránky sme zaradili slabú edukáciu hlavného mesta orientovanú na všetky generácie žijúce v Bratislave a najmä spôsob edukácie v tejto oblasti. Nakoľko je v hlavnom meste vysoká životná úroveň a spoločnosť konzumná, je potrebné vzdelávať jednotlivé generácie spôsobmi, prečo je potrebné odpad separovať a venovať aj patričnú dôležitosť elektroodpadu v domácnostiach. Napriek tomu, že mesto našlo spôsob ako obyvateľom uľahčiť separovanie a likvidáciu elektroodpadu, je tento proces stále značne finančne náročný pre rozpočet hlavného mesta a je potrebné sa zamyslieť nad prípadnými dotáciami a spôsobmi ako rozširovať možnosti pre obyvateľov.

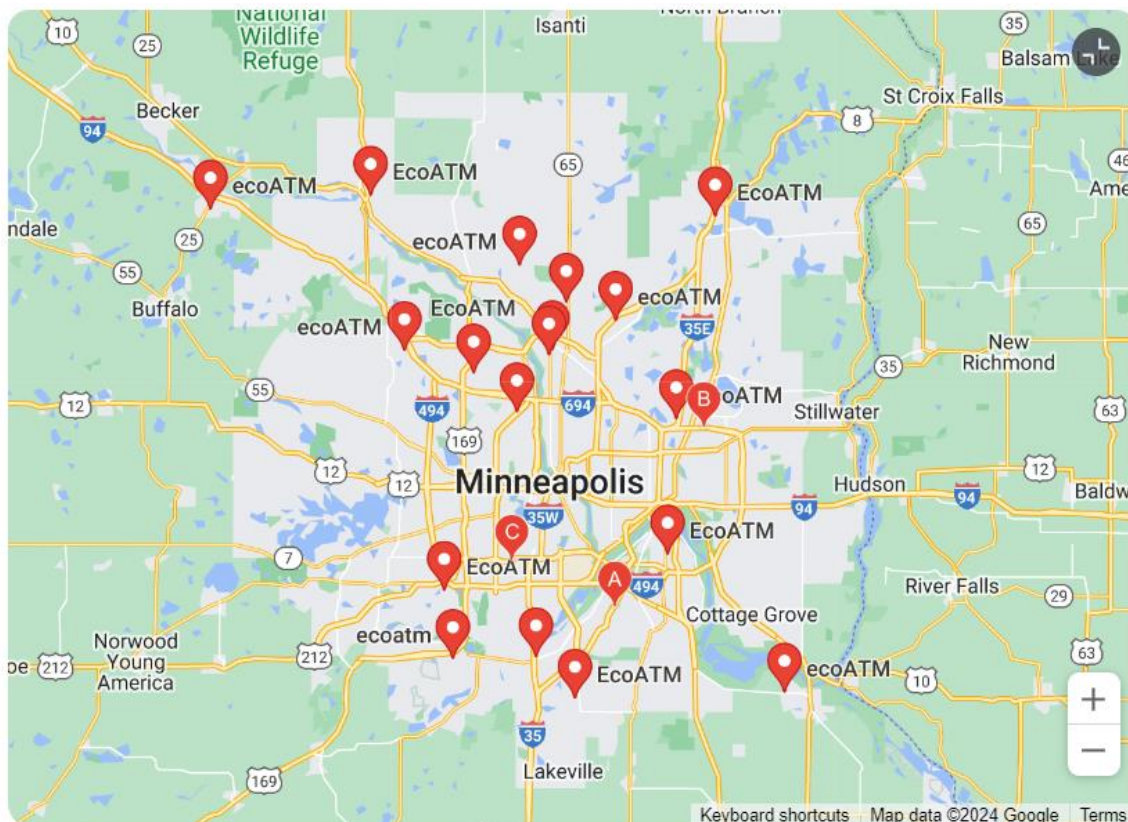
Príležitosti nám ukázali najmä to, že obyvateľstvo bude naďalej rásť v hlavnom meste a je potreba, aby bolo dostatočne edukované a motivované využívať technológie na likvidáciu elektroodpadu. Produktívna generácia neustále vyhladáva spôsoby a služby zberu a recyklácie elektroodpadu. Vysoká úroveň životnej úrovne a ekonomickej aktivity v meste môže viesť k vyššiemu počtu vlastnených elektronických zariadení na obyvateľa, čo zvyšuje potenciálny dopyt po službách EcoATM.

Medzi hrozby zaradujeme potenciál na slovenskom trhu a priestor pre konkurenciu na trhu keďže narastá záujem po službách EcoATM. Technológie sa neustále menia a je veľký priestor pre technické zmeny produktov v oblasti elektroodpadu, ktoré môžu byť zásadné aj v prípade recyklácie a likvidácie. Neustálou hrozbou je aj určitá nezanedbateľná časť obyvateľstva ktorá nemá a nebude mať zájem o spôsoby správnej likvidácie elektroodpadu v hlavnom meste.

6.4 EcoATM v hlavnom meste

V tejto podkapitole sa budeme venovať odhadu počtu kontajnerov pre hlavné mesto, rozmiestneniu zberových staníc a ekonomickým dopadom pre hlavné mesto Bratislava.

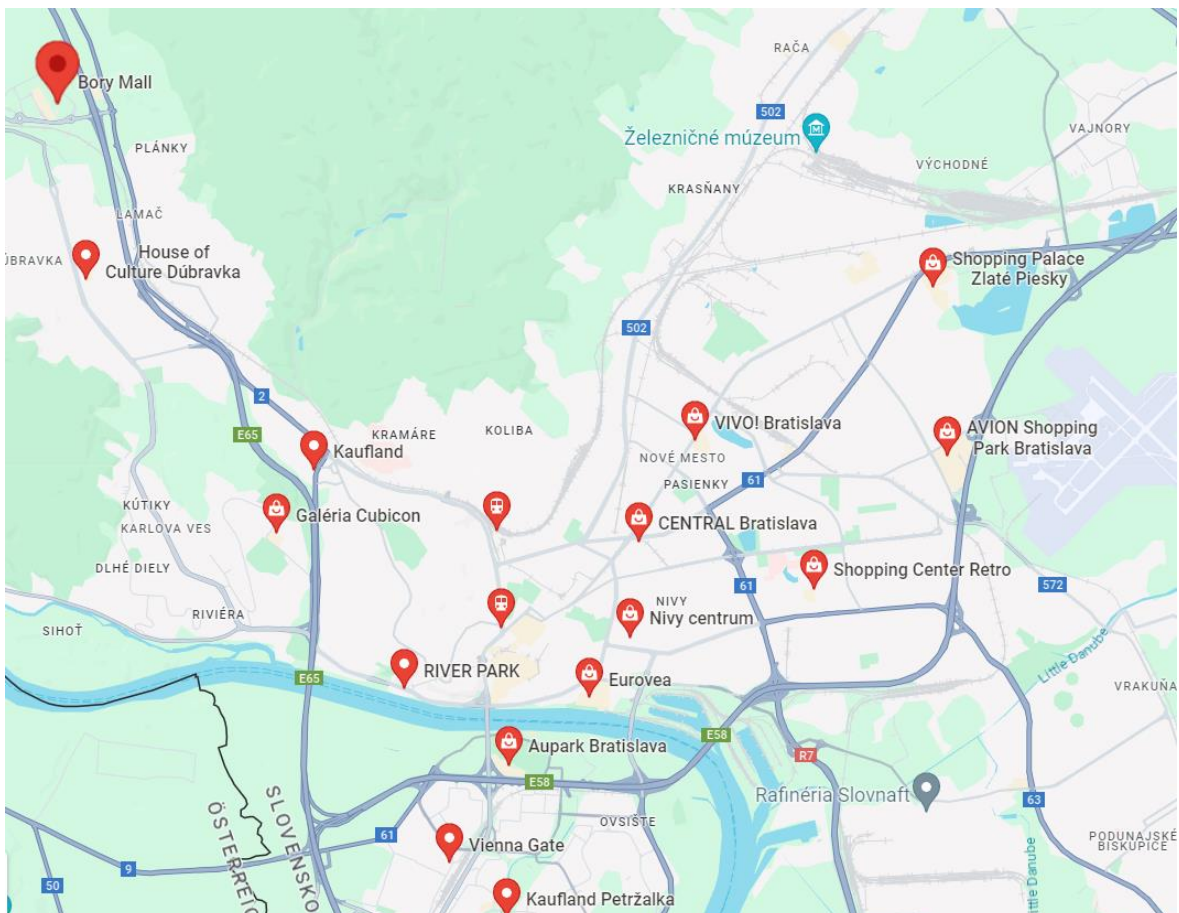
Odhad počtu kontajnerov navrhujeme na základe príkladu mesta Minneapolis v štáte Minnesota, ktorý má porovnateľný počet obyvateľov ako hlavné mesto Bratislava, podobný level urbanizácie a ďalšie charakteristiky oboch miest. Bratislava má približne 430 000 obyvateľov, a hoci nie je možné nájsť americké mesto s rovnakou demografiou, keďže o amerických mestách je známe ich veľkosť a rozsiahlosť, Minneapolis je vhodným kandidátom na porovnanie aj z dôvodu že ide o ekonomické a kultúrne centrum. Na základe verejne dostupných dát vieme, že v Minneapolise sa v roku 2024 nachádza zhruba 20 lokalít, kde sú umiestnené EcoATM automaty, viď. Obrázok 1.



Obrázok 1 Mapa lokalít EcoATM automatov v meste Minneapolis, Zdroj: GoogleMaps

Odhadovaný počet staníc :

Na problém počtu a rozloženia staníc sa môžeme pozrieť aj z perspektívy na základe skúseností a údajov získaných zo zberových staníc spoločnosti. Pre všetky automaty nachádzajúce sa v mestách USA, je pozorovateľné že hustotu staníc je približne jedna zberová stanica na 20 000 až 30 000 obyvateľov. S populáciou Bratislavy približne 430 000 obyvateľov by to znamenalo približne 14 až 21 zberových staníc. Na základe týchto informácií budeme na pokrytie Bratislavy predpokladať použitie 15-20 automatov spomínanej spoločnosti. Podľa uvedených informácií a zistených dát navrhujeme nasledovné rozmiestnenie zberových staníc, vid'. Obrázok 2:



Obrázok 2 Mapa možných lokalít EcoATM automatov v Bratislave, Zdroj: Vlastné spracovanie (Google Maps)

Zberové stanice by bolo vhodné umiestniť na frekventované miesta, ako napríklad nákupné centrá, obchodné ulice, autobusové a vlakové stanice, alebo mestské tržnice, kde sa stretáva veľké množstvo ľudí. Predpokladáme, že zberové stanice by mali byť rovnomerne distribuované po Bratislave, aby boli ľahko prístupné pre obyvateľov z rôznych častí mesta. Každá zberová stanica by mala byť ľahko dostupná pešo alebo pomocou verejnej dopravy,

aby boli dosiahnuteľné pre všetkých obyvateľov mesta. Na základe týchto kritérií sme navrhli ilustračnú mapu rozloženia navrhovaných 17 staníc v Bratislave.

Očakávaný dopyt a počet odovzdaných zariadení na základe dostupných dát :

Na základe údajov spoločnosti EcoATM a ich skúseností z podobných trhov môžeme predpokladať, že dopyt po službách zberu a recyklácie elektronického odpadu v Bratislave bude v priemere 100 až 150 zariadení na každú stanicu mesačne. Na základe toho by mohol celkový dopyt v Bratislave predstavovať približne 1500 až 3000 zariadení mesačne. Toto predstavuje 18000 až 36000 zariadení ročne.

Environmentálne dopady na ročnej báze :

Predpokladajme, že miera recyklovateľnosti zariadení odovzdaných do automatov EcoATM je približne 70%, čo zodpovedá údajom získaným od spoločnosti. Znamená to, že z celkového počtu odovzdaných zariadení bude recyklovaných 70% zariadení, zatiaľ čo 30% bude nevhodných na recykláciu a bude zlikvidovaných v súlade s environmentálnymi predpismi. Pri odhade 1500 až 3000 odovzdaných zariadení mesačne by bolo recyklovaných 1050 až 2100 zariadení mesačne. Na ročnej báze to predstavuje 12 600 až 25 200 zariadení.

Na ročnej báze by to znamenalo úsporu približne:

- Medi: 153 až 306 kilogramov
 - Striebra: 3,37 až 6,74 kilogramov
 - Zlata: 0,32 až 0,64 kilogramov
 - Palladia: 0,14 až 0,28 kilogramov
- Priemerne sa predpokladá, že každé zariadenie váži 0,15 kg.
 - Na ročnej báze by tak nebolo odovzdaných na skládku a zrecyklovaného 1890 až 3780 kg elektronického odpadu
 - Predpokladajme, že recyklácia jedného zariadenia umožňuje úsporu energie ekvivalentnej výrobe 10 kWh elektriny
 - Na ročnej báze by EcoATM mohla umožniť úsporu energie 189 000 až 378 000 kWh.
 - Priemerne sa predpokladá, že recyklácia 1 tony elektronického odpadu umožňuje úsporu energie ekvivalentnej spotrebe 1,8 ton nafty.
 - To by znamenalo, že recyklácia 1890 až 3780 kg odpadu ročne by umožnila úsporu ekvivalentu spotrebe 3,402 až 6,804 ton nafty

Ekonomická analýza

Na základe uvedených informácií sa naskytá predpoklad že implementácia služieb spoločnosti EcoATM v Bratislave by mohla priniesť významné environmentálne a ekonomické výhody, ako aj zvýšiť povedomie o recyklácii elektronického odpadu medzi obyvateľstvom. Táto analýza sa zameriava na zhodnotenie nákladov a prínosov tejto implementácie a poskytuje odhadované čísla a výpočty na podporu rozhodovania. Na nasledujúcej strane vidíme náklady na implementáciu riešenia, vid' Tabuľka 4.

Tabuľka 3 Náklady na implementáciu

Náklady na zakúpenie a inštaláciu automatov:	<p>⇒ Na základe dostupných informácií od firmy EcoATM predpokladáme, že cena jedného automatu od spoločnosti EcoATM je v rozsahu od 30 000 - 50 000 eur v závislosti od ich špecifikácií a kapacity.</p> <p>⇒ Pri implementácii 15 až 20 automatov po Bratislave by celkové náklady na zakúpenie a inštaláciu mohli byť v rozsahu 450 000 - 1 000 000 eur. Pre účely tejto analýzy budeme pracovať s konzervatívnym predpokladom a teda implementáciou 15 automatov pri cene 50 000 eur. K tejto cene sume musíme ešte pripočítať náklady spojené s inštaláciou ktoré sa pohybujú okolo 5 000 eur na jednu lokalitu</p>
Náklady na marketing a propagácia služby :	<p>⇒ Predpokladáme, že na marketingové aktivity, ako sú reklamy, propagačné akcie a vytvorenie informačných materiálov, by mohlo byť vyčlenených približne 50 000 - 100 000 eur. Pre zachovanie konzervatívnosti modelu budeme v tomto prípade pracovať s hornou hranicou nákladov na propagáciu 100 000 eur</p>
Personál	<p>⇒ Na prevádzku a obsluhu 15 automatov v Bratislave počítame s predpokladom že počas roka bude potrebné zamestnávať 1 administratívneho pracovníka a 1 až 2 obslužných pracovníkov. Pre</p>

	účel tejto analýzy budeme teda predpokladať spolu 3 zamestnancov na plný úväzok
Administratívne náklady a školenie personálu:	⇒ Zahrňujú náklady spojené s riadením projektu, administratívne práce, ako aj náklady na školenie personálu pre obsluhu a údržbu automatov. Predpokladáme, že tieto náklady by mohli byť približne 20 000 - 50 000 eur.

Zdroj: Vlastné spracovanie údajov (EcoATM)

Ekonomické prínosy firma EcoATM generuje prostredníctvom niekoľkých kanálov:

Výmena zariadení

Jedným z hlavných príjmových zdrojov pre EcoATM je výmena použitých elektronických zariadení zákazníkmi. Keď zákazníci vložia svoje zariadenia, ako sú smartfóny, tablety alebo MP3 prehrávače, do automatov EcoATM, dostanú peňažnú ponuku na základe stavu a modelu zariadenia. Táto transakcia generuje príjmy pre EcoATM, keďže systém automaticky ponúkne cenu pri ktorej firma dokáže následne produkovať zisk

Poplatky za služby

EcoATM taktiež účtuje poplatky za pohodlie používania svojich automatizovaných automatov na výmenu zariadení. Tieto poplatky sa môžu líšiť v závislosti na faktoroch, ako je typ a stav vymieňaného zariadenia a častokrát nie sú účtované vôbec. Tento poplatok je účtovaný ako poníženie sumy vyplatenej zákazníkom

Renovovanie a predaj obnovených zariadení

Po získaní použitých zariadení prostredníctvom výmeny, EcoATM ich podľa potreby upraví a následne predáva cez rôzne kanály. Príjmy sa generujú zo predaja týchto obnovených zariadení.

Partnerstvá s výrobcami

EcoATM spolupracuje s výrobcami a maloobchodníkmi na uskutočňovaní programov na výmenu zariadení pre ich zákazníkov. Výrobcovia môžu platiť EcoATM províziu alebo poplatok za poskytnutie tejto služby ich zákazníkom, čím generujú príjmy pre EcoATM.

Recyklačné služby

EcoATM zabezpečuje environmentálne zodpovednú likvidáciu elektronických zariadení, ktoré nemožno renovovať alebo predat'. Za tieto recyklačné služby môže účtovať poplatky, čím generuje dodatočné príjmy.

Služby vymazávania dát

Pred prenovením alebo recykláciou vymenených zariadení EcoATM zvyčajne vymaže všetky údaje na ochranu súkromia zákazníkov. Môže ponúkať služby vymazávania údajov ako ďalší zdroj príjmov.

Reklama a partnerstvá

Automaty EcoATM poskytujú platformu pre reklamu a promočné partnerstvá s rôznymi značkami a organizáciami. Príjmy môžu byť generované prostredníctvom reklamných poplatkov alebo partnerstiev s týmito subjektmi.

Implementácia služieb spoločnosti EcoATM v Bratislave prináša významné environmentálne a ekonomické výhody. Aj napriek počiatočným nákladom by sa mohla táto implementácia ukázať ako dlhodobu udržateľná a prínosná pre mesto. Ďalším pozitívom by bolo zvýšenie povedomia o recyklácii a o ochrane životného prostredia.

Následujúce dáta sme získali na základe komunikácie so spoločnosťou EcoATM, ktorým sme predstavili návrh diplomovej práce. Vďaka tomu nám boli zaslané informácie, ktoré sme skombinovali s verejne dostupnými dátami ohľadom návratnosti jedného automatu. Tieto informácie hovoria o návratnosti samotného automatu (bez ďalších nákladov) na úrovni 14-22 mesiacov. Pre účel tejto analýzy použijeme konzervatívnu návratnosť 22 mesiacov. V tomto prípade to znamená že príjmy z jedného automatu na mesačnej báze sú 2 273 eur, čo činí približne 27 273 eur ročne na automat. Toto číslo rozdelíme do vyššie spomenutých kategórii pomocou percentuálneho odhadu. Detaily môžeme vidieť v Tabuľke 4 a 5 na ďalšej strane.

Tabuľka 4 Spracovanie nákladov

	Cena v EUR	Počet	Náklady/Výnosy v EUR
Vstupné náklady			
Variabilné Náklady			
Nákup 15 Automatov	50 000	15	750 000
Inštalácia Automatov	5 000	15	75 000
Prenájom Priestorov	2 000	15	30 000
Energetické Náklady	1 000	15	15 000
Údržba Automatov	1 000	15	15 000
Fixné Náklady			
Marketing			100 000
Manažér Prevádzky			55 000
Obslužný Pracovník 1			30 000
Obslužný Pracovník 2			30 000
Školenie Personálu			15 000
Administratívne a Iné			35 000
Nepredpokladateľné Náklady (rezerva)			50 000
Celkové Náklady			1 200 000

Zdroj: Vlastné spracovanie údajov

Tabuľka 5 Spracovanie výnosov

	Cena v EUR	Počet	Náklady/Výnosy v EUR
Výnosy na Ročnej Báze			
Výmena Zariadení			
Predpoklad 16%			65 455
Poplatky za Služby			
Predpoklad 4%			16 364
Renovovanie a Predaj Obnovených Zariadení			
Predpoklad 28.5%			116 592
Partnerstvá s Výrobcami			
Predpoklad 24.5%			100 228
Recyklačné Služby			
Predpoklad 7.5%			30 682
Služby Vymazávania Dát			
Predpoklad 5%			20 455
Reklama a Partnerstvá			
Predpoklad 14.5%			59 319
Celkové Výnosy na Ročnej Báze			409 095
Cost-Benefit Analýza na Ročnej Báze			
Výnosy - Náklady			- 790 905

Zdroj: Vlastné spracovanie údajov

Z cost-benefit analýzy pripravenej na ročnej báze sa pozeráme na náklady a výnosy v prvom roku fungovania v Bratislave. Je jasné že celková pridaná hodnota vytvorená projektom by bola negatívna a teda samotný projekt by bol prvý rok v strate približne 790 905 eur. Avšak pre úplné posúdenie celkového výnosu je potrebné v analýze zohľadniť fungovanie projektu v čase. Pre tento účel sa v našej analýze pozrieme na rozloženie strát a výnosov v čase a to konkrétne na 10 ročnej báze. Detaily môžeme vidieť v Tabuľke 6.

Tabuľka 6 DCF analýza

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5	Rok 6	Rok 7	Rok 8	Rok 9	Rok 10
Náklady na Ročnej Báze										
Variabilné Náklady										
Nákup 15 Automotov	750 000									
Inštalácia Automotov	75 000									
Prenájom Priestorov	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Energetické Náklady	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
Údržba Automotov	15 000	10 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Fixné Náklady										
Marketing	100 000	25 000	25 000	25 000	25 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Manažér Prevádzky	55 000	55 000	55 000	55 000	55 000	55 000	55 000	55 000	55 000	55 000
Obslužný Pracovník 1	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Obslužný Pracovník 2	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Školenie Personálu	15 000					15 000				
Administratívne a Iné	35 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
Nepredpokladateľné Náklady (rezerva)	50 000	40 000	30 000	20 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Celkové Náklady na Ročnej Báze	1 200 000	260 000	245 000	235 000	225 000	225 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Výnosy na Ročnej Báze										
Výmena Zariadení										
Predpoklad 16%	65 455	65 455	65 455	65 455	65 455	65 455	65 455	65 455	65 455	65 455
Poplatky za Služby										
Predpoklad 4%	16 364	16 364	16 364	16 364	16 364	16 364	16 364	16 364	16 364	16 364
Renovovanie a Predaj Obnovených Zariadení										
Predpoklad 28.5%	116 592	116 592	116 592	116 592	116 592	116 592	116 592	116 592	116 592	116 592
Partnerstvá s Výrobcami										
Predpoklad 24.5%	100 228	100 228	100 228	100 228	100 228	100 228	100 228	100 228	100 228	100 228
Recyklačné Služby										
Predpoklad 7.5%	30 682	30 682	30 682	30 682	30 682	30 682	30 682	30 682	30 682	30 682
Služby Vymazávania Dát										
Predpoklad 5%	20 455	20 455	20 455	20 455	20 455	20 455	20 455	20 455	20 455	20 455
Reklama a Partnerstvá										
Predpoklad 14.5%	59 319	59 319	59 319	59 319	59 319	59 319	59 319	59 319	59 319	59 319
Celkové Výnosy na Ročnej Báze	409 095	409 095	409 095	409 095	409 095	409 095	409 095	409 095	409 095	409 095
Cost-Benefit Analýza na Ročnej Báze										
Výnosy - Náklady	- 790 905	149 095	164 095	174 095	184 095	184 095	199 095	199 095	199 095	199 095
DCF pri 10%	- 632 724	123 219	123 287	118 909	114 309	103 917	102 167	92 879	84 436	76 760
DCF pri 10%	307 159									
Internal Rate of Return										
IRR	0,169									

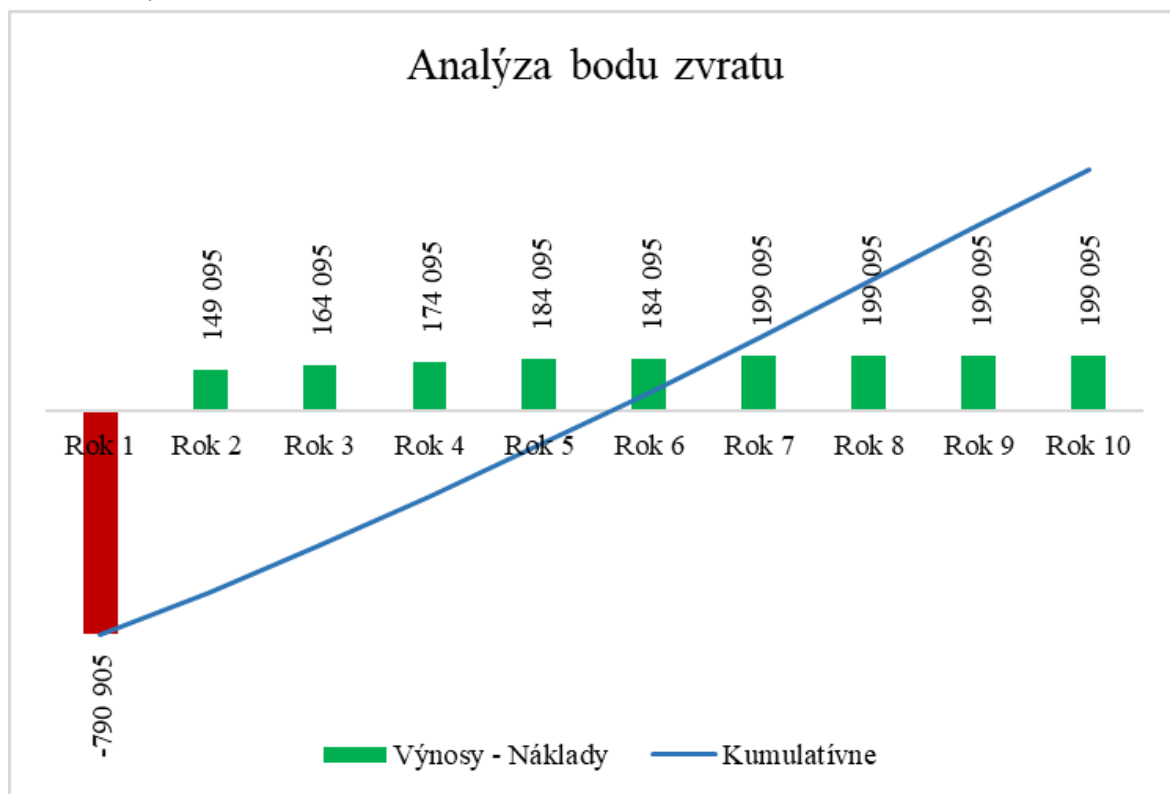
Zdroj: Vlastné spracovanie údajov

Ak však chceme zohľadniť hodnotu peňazí v čase tak musíme na peňažné toky aplikovať takzvaný „discount factor“ ktorý zodpovedá rizikovosti projektu. Pre účel zabehutej technológie ktorá prichádza na nový trh môžeme použiť úrokovú sadzbu 10%.

Po zohľadnení hodnoty peňazí v čase pri týchto predpokladoch vidíme že projekt v priebehu 10 rokov produkuje pozitívnu hodnotu 307 159 eur.

Na základe analýzy v čase vieme skonštatovať viacero dôležitých faktov. Pri zohľadnení výnosov v čase so zohľadnením hodnoty peňazí v čase vidíme že projekt začne byť výnosný začiatkom šiesteho roka (viď. Graf 2) a teda od tohto roku produkuje pridanú hodnotu. V tomto prípade projekt za 10 rokov vyprodukuje hodnotu 860 950 eur čo dokazuje výnosnosť projektu.

Graf 2 Analýza bodu zvratu



Zdroj: Vlastné spracovanie údajov

V závere ekonomickej analýzy je dôležité poznamenať, že naše riešenie spĺňa takmer všetky princípy modelu cirkulárnej ekonomiky. Z deviatich prístupov obehového hospodárstva spĺňa naše riešenie minimálne sedem atribútov. R1, známy ako prehodnotenie (angl. Refuse), sa realizuje v momente, keď je používateľ nútený zamyslieť sa, či využije zariadenie alebo ho opäť predať a odovzdať. R3, ktorý zahŕňa opätovné využitie (angl. Reuse), je splnený v momente, keď odovzdané zariadenie do automatu je v opraviteľnom stave a po malých úpravách je možné ho opäť používať. R4 zastrešuje opraviteľnosť zariadení odovzdaných do automatu (angl. Repair), čím sa minimalizuje potreba nákupu

nových zariadení. R5 predstavuje renovovanie zariadení (angl. Refurbish), čo znamená, že zariadenie je obnovené do stavu, v ktorom je možné ho ďalej používať. Ďalej, R6 zahrňuje repasovanie produktov (angl. Remanufacture), čo umožňuje ďalšie používanie produktu po repasovaní. R8 sa týka recyklácie (angl. Recycle), ako samostatného procesu, ktorý umožňuje rozobratie a zrecyklovanie zariadenia, ak už nie je možné ho opäť použiť. Posledným je R9, ktorý popisuje zotavenie, proces spaľovania materiálu so získaním energie, čo zabraňuje tomu, aby dané zariadenie skončilo na skládke.

7 DISKUSIA

Pri zohľadnení čisto komerčných kritérií je návratnosť okolo šiestich rokov. Je dôležité zohľadniť vysoké riziko spojené so štartom nového podnikania v danom regióne. Avšak, pri projektoch s environmentálnym presahom sa častokrát využívajú iné kritéria, ktoré umožňujú uskutočnenie projektov, ktoré by za iných okolností neboli výnosné. Tento typ projektov sa obvykle financuje z nenávratných alebo návratných grantov. Nenávratné granty od EU na environmentálne projekty sa poskytujú na financovanie iniciatív, ktoré prispievajú k ochrane životného prostredia a udržateľnému rozvoju. Tieto granty zvyčajne nepožadujú spätné vrátenie finančných prostriedkov. Na druhej strane, návratné granty, známe aj ako spätné financovanie, vyžadujú, aby prijímateľ finančných prostriedkov splatil časť alebo celú sumu poskytnutú na projekt po určitom časovom období alebo po dosiahnutí stanovených cieľov. Obe formy grantov sú dostupné pre organizácie a inštitúcie s dôrazom na environmentálne projekty, ktoré prispievajú k cieľom a politikám EÚ týkajúcich sa ochrany životného prostredia a udržateľného rozvoja.

Z týchto dôvodov vieme označiť analyzovaný projekt ako potenciálne úspešný a investovateľný, čo je dokázané ekonomickými ukazovateľmi. Považuje sa za environmentálne zameraný a rieši ekologické problémy s ktorými sa EÚ snaží vysporiadať. V rámci grantového financovania z EÚ je dlhodobý trend stále častejšie poskytovanie návratných fondov vo forme investícií, pri ktorých sa nielen očakáva zisk a zhodnotenie investície, ale je to aj spôsob, akým môžu firmy a projekty fungovať bez ďalšej podpory. Z tohto dôvodu by mohol byť projekt atraktívny pre environmentálne zmýšľajúcich investorov ako sú napríklad rôzne inštitúcie Európskej únie, rôzne lokálne, vládne alebo mestské iniciatívy, ale aj súkromné environmentálne/impact fondy. V prípade, ak by sa projekt uchádzal o spomínaný druh financovania, poskytovateľom, najčastejšie EÚ, by musela byť predložená detailná analýza projektu v čase. Na tieto účely sa využíva DCF analýza, pri ktorej sa zvažuje hodnota peňazí v čase.

Pri riešení nášho navrhovaného projektu sme pomocou analýzy v čase identifikovali niekoľko kľúčových zistení. Keď vezmeme do úvahy výnosy v priebehu času, zistíme, že projekt začína produkovať zisk od začiatku šiesteho roku. Znamená to, že od tohto bodu pridáva hodnotu. Počas 10 rokov trvania projektu dosiahne jeho kumulovaná hodnota 860 950 eur, čo jasne dokazuje jeho úspešnosť a výnosnosť.

Ďalším krokom, a zároveň jeden z najdôležitejších, je správne určenie výšky úrokovej sadzby v analýze, ktorá sa pri posudzovaní podobných projektov určuje primárne

vo vzťahu k rizikovosti projektu. Pre účel zabehnutej technológie, ktorá prichádza na nový trh, môžeme použiť úrokovú sadzbu 10 %. Po zohľadnení hodnoty peňazí v čase pri týchto predpokladoch vidíme, že projekt v priebehu 10 rokov produkuje pozitívnu hodnotu 307 159 eur. Táto hodnota reprezentuje hodnotu budúcich výnosov projektu dnes, a teda je presnejším indikátorom výnosnosti projektu ako indikátor čisto na báze finančných tokov.

Jednou z ďalších možností analyzovania výnosnosti projektu je analýza pomocou indikátora IRR. Tento indikátor sa zväčša používa pre určenie priemernej ročnej návratnosti pre investora za konkrétne obdobie (*angl. Internal Rate of Return*). Pri značnom zjednodušení sa dá predpokladať, že potrebná výška investície pre tento projekt by bola rovná strate projektu v prvom roku.

V našom projekte uvažujeme hodnotu 790 905 eur, ktorá predstavuje minimálnu predpokladanú počiatočnú investíciu. Pri týchto parametroch bola vypočítaná hodnota ukazovateľa IRR 16,9 %, čo znamená, že investor by dosiahol rovnakého zhodnotenia, akého by dosiahol pri pravidelnom ročnom úročení 16,9 % po dobu 10 rokov. Je dôležité poznamenať, že po 10 rokoch bude mať projekt/firma istú hodnotu, ktorá nebola zohľadnená v analýze a taktiež pri detailnejšom pohľade napríklad na mesačnej báze, by sa pravdepodobne ukázalo, že výška potrebnej investície je o čo si väčšia.

Úspešnosť projektu povzbudzuje aj fakt, že Slovensko už má skúsenosti s podobným modelom odmeňovania za recykláciu a bolo preukázané že pokiaľ sú ľudia motivovaní ku správnej recyklácii, recyklácia v regióne vzrástá, čo má pozitívne dopady ako na spoločnosť tak aj environment.

V roku 2022 sa spustil projekt recyklovania plastových fliaš s označením “Z”. Za každú plastovú fľašu ktorú používateľ vhodil do príslušného automatu zinkasoval 0,15 eur. Obyvatelia sa vďaka tomu naučili fľaše uskladňovať, a pri väčšom počte ich odniesli na recyklačné miesto. Projekt bol veľmi rýchlo úspešný a najmä viditeľný, či už na čistote v uliciach mesta Bratislavy alebo na nepreplnených žltých kontajnerov vrámci sídlisiek. Práve predchádzajúca myšlienka položila základný kameň pre spracovanie nami vybraného smart riešenia.

Model EcoATM by mohol mať zo spomínaného dôvodu vysokú úspešnosť v Bratislave a iných mestách. Vďaka inteligentným vyhodnocovacím automatom by telefóny a iné zariadenia, ktoré automat prijíma, boli správne zrecyklované. Zodpovedným správaním môžu obyvatelia mesta znížiť výskyt týchto zariadení na skládkach alebo na iných miestach, kde tento odpad nepatrí.

EcoATM bol vybraný z dôvodu, že sa jedná o jednu z mála firiem globálne, ktorá zdá sa že našla dlhodobu udržateľný obchodný model, pri ktorom nielen pomáha životnému prostrediu, ale aj generuje dostatočnú ekonomickú pridanú hodnotu, ktorá firme dovoľuje operovať dlhodobo. Taktiež sa jedná o jednu z mála technológií, ktorá je už teraz použiteľná a funkčná v reálnom živote. Veľké množstvo technologických environmentálnych projektov ostáva v štádiu vývoja alebo sa ukázu ako komerčne nepoužiteľné. V rámci podobnosti trhov je Amerika najpodobnejšia a najbližšia k európskym trhom, a dá sa predpokladať, že by projekt mohol fungovať podobne v oboch regiónoch. Všetko však záleží od postoja a prístupu jednotlivých štátov a miest, ktoré sa snažia zabrať sa problematikou odpadu.

Implementácia trvalo udržateľného nakladania s elektronickým odpadom súvisí nielen s mestom, ale aj s ostatnými orgánmi v rámci Slovenska, ktoré prijímajú rôzne zákony o recyklácii podľa svojich demografických údajov, aby chránili svoje životné prostredie. Podobne aj podniky preberajú iniciatívu a zohrávajú svoju úlohu pri správnom nakladaní s elektronickým odpadom.

Nesprávne metódy likvidácie majú katastrofálny dopad na životné prostredie. Preto je dôležité, aby si občania osvojili správnu prax recyklácie a vyhadzovali odpad do príslušných kontajnerov, namiesto toho, aby ho hádzali do bežného komunálneho odpadu, ktorý sa následne ukladá na skládky.

V priemerných slovenských domácnostiach je približne 25 elektronických zariadení. Ak uvažujeme, že mnohé z týchto zariadení môžu byť staré, nefunkčné alebo stále funkčné, ale nevyužívané, dokážeme vyvodit', že každá domácnosť má v skutočnosti veľké množstvo elektroniky. Z toho vyplýva, že sa v priebehu niekoľkých rokov nahromadí značné množstvo elektronického odpadu. Firmy, najmä tie, ktoré sa zaoberajú informačnou technológiou, vyžadujú ešte väčšie množstvo elektronických zariadení. Súčasne s tým stúpa aj objem elektronického odpadu, ktorý tieto firmy vyprodukurujú. Tento jav je dôsledkom neustáleho rozvoja technológií a potreby prispôsobovať sa novým trendom a požiadavkám trhu.

Udržateľné postupy nakladania s elektronickým odpadom chránia životné prostredie a vytvárajú ekonomické príležitosti. Udržateľné nakladanie s elektronickým odpadom je teda pre planétu kľúčové. Je potrebné chrániť životné prostredie, vytvoriť zdravú spoločnosť a pomáhať ekonomike prekvitať. Opätovné použitie, renovácia a recyklácia vytvára nové pracovné miesta a priaznivo ovplyvňuje environment. Z týchto dôvodov je dôležité motivovať nielen veľké spoločnosti ale najmä jednotlivcov, ku správne mu prístupu.

ZÁVER

Diplomová práca je zameraná na analýzu odpadového hospodárstva a cirkulárnej ekonomiky, ktoré v súčasnosti zohrávajú rozhodujúcu úlohu v reakcii na environmentálne a ekonomické výzvy. Odpadové hospodárstvo predstavuje kritický aspekt mestskej infraštruktúry, zatiaľ čo cirkulárna ekonomika ponúka inovatívne riešenia na minimalizáciu odpadu a efektívne využitie zdrojov.

V rámci práce sme preskúmali a zhodnotili rôzne smart riešenia využívané v štátoch Európskej únie a Spojených štátoch amerických. Na základe úspešných príkladov implementácie smart riešení v oblasti odpadového hospodárstva z rôznych miest sme vypracovali konkrétny plán pre recykláciu osobných elektronických zariadení. Navrhnuté smart riešenie sme zaviedli v hlavnom meste Bratislava. Následne bola vypracovaná ekonomická analýza, ktorej výsledky naznačujú, že projekt má potenciál na úspech.

Efektívne riadenie elektronického odpadu nie je len otázkou environmentálnej zodpovednosti, ale aj strategického investovania do budúcnosti, ktoré môže viesť k ekonomickým výhodám a kvalitnejšiemu životu pre všetkých.

Diplomová práca môže slúžiť ako model pre budúce implementácie v iných mestách na Slovensku a možno aj vo svete. Je možné sa inšpirovať týmto výskumom a pracovať na budovaní udržateľnejšieho a zdravšieho sveta pre budúce generácie. Naše zistenia a odporúčania môžu byť cenným zdrojom inšpirácie pre mestské úrady, podniky a obyvateľov, iniciatívy a aj súkromníkov, ktorí sa snažia zlepšiť udržateľnosť a ochranu životného prostredia.

Informovaní a zapojení občania sú kľúčoví pre úspech akýchkoľvek iniciatív na zlepšenie správy odpadu. Je nesmierne dôležité, aby si menej moderné mestá, ako je napríklad Bratislava, brali príklad z vyspelých miest po celom svete. Vzdelávanie sa z inovatívnych prístupov a osvedčených postupov z iných miest môže pomôcť zmeniť ich vývojový smer k udržateľnejšiemu a zdravšiemu prostrediu.

Pre úspešnú implementáciu týchto riešení je nevyhnutné mať na správnych miestach vizionárske a moderné osobnosti, ktoré budú viesť mestá do budúcnosti. Tieto osoby budú schopné presadzovať a podporovať rozvoj a aplikáciu rôznych smart riešení pre rôzne typy odpadu, čo prinesie skutočné výhody a zlepšenia v každodennom živote obyvateľov.

Je dôležité zaoberať sa modernými spôsobami likvidácie alebo recyklácie všetkých druhov odpadu, a máme šťastie že žijeme v modernej a inovačnej dobe, kde je to uskutočniteľné.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ANG, K. et al. 2021. Sustainability framework for pharmaceutical manufacturing (PM): A review of research landscape and implementation barriers for circular economy transition. In *Journal of Cleaner Production*, 2021, 280, s. 1-16. ISSN 0959-6526.

ASEKOL a.s. Tlačová správa 2020 [online] [cit. 2024-02-03]. Dostupné na internete: <<https://www.asekol.sk/aktuality/zber-drobneho-elektroodpadu-od-decembra-uz-aj-v-petrzalke-tlacova-sprava/>>

BRATISLAVA ROZUMNÉ MESTO 2030. 2018. Konceptia smart city. [online] 2018. [cit. 2024-02-03]. Dostupné na internete: <<https://zastupitelstvo.bratislava.sk/data/att/23774.pdf>>

BRATISLAVSKÝ KRAJ - CHARAKTERISTIKA REGIÓNU. 2023. Štatistický úrad SR. [online] 2023. [cit. 2024-02-03]. Dostupné na internete: <slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/regional/bratislava/about/!ut/p/z1/1ZJPU9swEMU_Sw8-ylrLsmX3JkIJYZK2SQgJunRkWXaM_yjYggCfviLDpTPFE_akHf3ejvTeYoF3WHTyuSqlrUwnG9ffi_jPks2Si4uAQxIlgNnP9Qbgbj1dQoy3J2Ay5deUzQGS-TSCGb_erNJGAIPsThHD58Uh_P0I4AYH3-DRZW1_1G1PvgRIZQGjJE4DgLixO771cPjo-BYKNNZ_WLxzmSD3KOh9mCwziaFTjed9cDq9tWDXLem7GVRSSSTRYFQlm84d3tnBVrX0oJN1I_NXdOil0h481fLNPEurG9eELNcSaIyUSIJE04SiLA4LIKq8IEpIRs7z92eRfjFZIFgcpN2jqisM3p0l3WlxbikdB_ht9AFcrX8TntLp5HL16wpmtxOSrOcxAQg-gLGl-FIsJAgZjUOgKaM0jdgPF951YeIM6HWhe937T73b1r21h-G7Bx4cj0e_NKZstK9M68H_JHszuDz_JfGh3Wx2b3O9RfXqR7Gw0T3_9hfWHj1M/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>

BUY GREEN. 2016. *Príručka o verejnom obstarávaní*. [online]. 3. vydanie. Luxemburg: Úrad pre publikácie Európskej únie, 2016 [cit. 2024-01-06]. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/handbook_2016_cs.pdf>

- Circular Copenhagen. 2022. *What is Circular Copenhagen?* Copenhagen Solutions Lab. [online]. 2022. [cit. 2024-01-08]. Dostupné na internete: <<https://circularcph.cphsolutionslab.dk/cc/home>>
- CIRCULAR ECONOMY PLATFORM Sustainable Development Foundation. 2018. The Circular Economy Forum of the Americas: The first step toward a Sustainable Continent. [online]. 2018. [cit. 2024-01-10]. Dostupné na internete: <<https://www.cep-americas.com/single-post/2017/08/26/the-circular-economy-forum-of-the-americas-the-first-step-toward-a-sustainable-continent>>
- City of Espoo 2021. *Carbon-neutral circular economy*. [online]. 2021. [cit. 2024-01-12]. Dostupné na internete: <<https://www.espo.fi/en/city espoo/sustainable-development/carbon-neutral-circular-economy#section-33246>>
- DION, M. 2019. *Hello Tractor Is Bringing the Sharing Economy to Agriculture*. Foodtank. [online]. 2019. [cit. 2024-01-11]. Dostupné na internete: <<https://foodtank.com/news/2019/07/hello-tractor-is-bringing-the-sharingeconomy-to-agriculture/>>
- ECOATM, 2024. The Challenge of Environment - How it works [online] [cit. 2024-04-11]. Dostupné na internete: <<https://www.ecoatm.com/pages/helping-the-environment>>
- EKINS, P. et al. 2019. The Circular Economy: What, Why, How and Where. [online]. 2019. [cit. 2024-01-10]. Dostupné na internete: <<https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-WhatWhy-How-Where.pdf>>
- EPA, US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2023. Research Efforts in Electronics Stewardship [online]. 2023. [cit. 2024-5-11]. Dostupné na internete: <<https://www.epa.gov/smm-electronics/research-efforts-electronics-stewardship>>
- Európska komisia. 2015. *Uzavretie cyklu – akčný plán EU pre obehové hospodárstvo*. [online]. 2015. [cit. 2024-01-07]. Dostupné na internete: <https://eurlex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b701aa75ed71a1.0005.02/DOC_1&format=PDF>
- Európska komisia. 2017. *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the*

- regions: The role of waste-to-energy in the circular economy.* [online]. 2017. [cit. 2024-01-06]. Dostupné na internete: <<http://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf>>
- Európska komisia. 2018. *Packaging and Packaging Waste.* [online]. 2018. [cit. 2024-01-11]. Dostupné na internete: <http://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/index_en.htm>
- Európska únia. 2014. *Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 660/2014, ktorým sa mení nariadenie (ES) č. 1013/2006 o preprave odpadu.* [online]. 2014. [cit. 2024-01-09]. Dostupné na internete: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0660&from=FR.>>
- Európska únia. 2024. *Elekroodpad v EÚ: fakty a čísla (infografika)* [online]. [cit. 2024-04-09]. Dostupné na internete: <<https://www.europarl.europa.eu/topics/sk/article/20201208STO93325/elektroodpad-v-eu-fakty-a-cisla-infografika>>
- EUROSTAT, 2020. Circular economy indicators. Eurostat [online]. 2020. [cit. 2024-02-07]. Dostupné na internete: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular>>
- EUROSTAT 2023 Which indicators are used to monitor the progress towards a circular economy? 2022. Eurostat [online]. 2022. [cit. 2024-02-11]. Dostupné na internete: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators>>
- FEDOTKINA O. et al. 2019. Circular Economy in Russia: Drivers and Barriers for Waste Management Development. In *Sustainability*, 2019,11, 20. ISSN 2071-1050.
- FERNANDEZ, M. et al. 2020. *Eco-innovation in Spain.* [online] 2020. [cit. 2024-01-12]. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/default/files/field/field-countryfiles/eio_country_profile_2018-2019_spain.pdf>
- FREITAG V. 2021. *Tlak na Čínu a Rusko se spolu se summitem COP26 stupňuje. Jak si vedou v ochraně klimatu?* [online]. 2021. [cit. 2024-01-14]. Dostupné na internete: <<https://euractiv.cz/section/klima-azivotni-prostredi/news/tlak-na-cinu-a-rusko-se-spolu-se-summitem-cop26-stupnuje-jaksi-vedou-v-ochrane-klimatu/>>

- FUTURE ELECTRONICS. 2023. *Smart Cities Using Technology To Tackle Waste Management*. *Future electronics*. [online]. 2023. [cit. 2024-01-15]. Dostupné na internete: <<https://www.futureelectronics.com/blog/article/3-smart-cities-using-technology-to-tackle-waste-management/>>
- GAJDOŠOVÁ, M. a kol. 2019. *Život skoro bez odpadu*. Brno: C Press, 2019. 352 s. ISBN 978-80-264-2799-5.
- GARZA-REYES, J. A. et al. 2019. A circularity measurement toolkit for manufacturing SMEs. In *International Journal of Production Research*, 2019, 57, 23, s. 7319-7343. ISSN 1366-588X.
- GEISSDOERFER, M. et al. 2017. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? In *Journal of cleaner production*, 2017, 143, s. 757-768. ISSN 0959-6526.
- GOVINDAN, K. - HASANAGIC, M. 2018. A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. In *International Journal of Production Research*, 2018, 56, 1, s. 278-311. ISSN 1366-588X.
- HLUBEČEK, P. 2020. *Cirkulární Praha 2030*. [online]. 2020. [cit. 2024-01-17]. Dostupné na internete: <<https://klima.praha.eu/DATA/Dokumenty/Cirkularni-Praha-2030-Strategie-CE.pdf>>
- INISOFT. 2021. *Cirkulární ekonomika aneb nic není odpad, ale surovina*. INISOFT s.r.o. [online]. 2021. [cit. 2024-01-16]. Dostupné na internete: <<https://www.inisoft.cz/poradenstvi-a-skoleni/odborne-clanky/casopis-odpadoveforum/cirkularni-ekonomika-aneb-nic-neni-odpad-ale-surovina>>
- IVANEGOVÁ, B. 2020. *Eco-innovation in Slovakia*. [online] 2020. [cit. 2024-01-15]. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/default/files/field/field-countryfiles/eio_country_profile_2018-2019_slovakia.pdf>
- KIRCHHERR, J. 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. In *Resources, Conservation & Recycling*. 2017, 127, s. 221-232. ISSN 0921-3449.

- KISLINGEROVÁ, E. 2021. *Cirkulární ekonomie a ekonomika*. Praha: Grada, 2021. 264 s. ISBN 978-80-271-3230-0.
- LIU, L. - RAMAKRISHNA, S. 2021. *An Introduction to Circular Economy*. Springer Singapore, 2021. 631 s. ISBN 978-981-15-8509-8.
- LIVERUR. 2018. *Weekly market in Paciano (IT)*. [online]. 2018. [cit. 2024-01-14]. Dostupné na internete: <<https://liverur.eu/example-of-circularityin-paciano-it/>>
- MACARTHUR, E. 2020. *Cities: Circular cities: thriving, liveable, resilient*. Ellen MacArthur Foundation [online]. 2020. [cit. 2024-01-15]. Dostupné na internete: <<https://policy.ellenmacarthurfoundation.org/universal-policy-goals>>
- MAIER, K. 2012. *Udržitelný rozvoj území*. Praha: Grada, 2012. 265 s. ISBN 978-80-247-4198-7.
- MINISTERSTVO HOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY. 2018. Podpora inovatívnych riešení v slovenských mestách. [online]. [cit. 2024-02-04]. Dostupné na internete: <<https://www.mhsr.sk/uploads/files/n5m7duxS.pdf>>
- NHEDE, N. 2019. *Seattle launches its cleanest waste management fleet*. *Smart energy international*. [online]. 2019. [cit. 2024-01-14]. Dostupné na internete: <<https://www.smart-energy.com/industry-sectors/electric-vehicles/seattle-launches-its-cleanest-waste-management-fleet/>>
- NUGENT, C. 2021. *Amsterdam Is Embracing a Radical New Economic Theory to Help Save the Environment: Could It Also Replace Capitalism?* *Time*. [online]. 2021. [cit. 2024-01-18]. Dostupné na internete: <<https://time.com/5930093/amsterdam-doughnut-economics/>>
- ODPADOVÉ SENZORY. *Sensoneo* [online]. 2021. [cit. 2024-01-10]. Dostupné na internete: <<https://sensoneo.com/sk/product/smart-senzory/>>
- OECD, 2020. *The Circular Economy in Cities and Regions*. [online]. 2020. [cit. 2024-01-11]. Dostupné na internete: <<https://www.oecd.org/regional/cities/circular-economy-cities.htm>>
- OECD. 2019. *Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges for Policy*. [online]. 2019. [cit. 2024-01-12]. Dostupné na internete:

<<https://www.oecd.org/environment/business-models-for-the-circular-economy-g2g9dd62-en.htm>>

ODVOZ A LIKVIDÁCIA ODPADU (OLO) *Výročná správa za rok 2022* [online]. 2023. [cit. 2024-03-12] Dostupné na internete: <<https://www.olo.sk/profil-spolocnosti/vyrocne-spravy/>>

PRIETO-SANDOVAL, V. et al. 2018. Towards a consensus on the circular economy. In *Journal of Cleaner Production*, 2018, 179, s. 605-615. ISSN 1879-1786.

SARIATLI, F. 2017. Linear economy versus circular economy: A comparative and analyzer study for optimalization of economy for sustainability. In *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 2017, 6, 1, s. 31-34. ISSN 1339-3367.

SMART City Wien. 2020. *Smart city Vídeň: inteligentní mobilita, energetika a služby i městská zeleň pro klimaticky neutrální město*. [online]. 2020. [cit. 2024-01-18]. Dostupné na internete: <https://www.smartcityvpraxi.cz/zajimave_projekty_299.php>

SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2018/850 z 30. mája 2018, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 1999/31/ES o skládkach odpadov. [on-line]. 2018. [cit. 2024-01-13]. Dostupné na internete: <<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0850&from=SK>>

SPIEGEL, M. 2021. *WatchDog - kompletná digitalizácia zvozu odpadu zo Slovenska* - TECHBOX.sk [online] 2021. [cit. 2024-01-10]. Dostupné na internete: <<https://techbox.dennikn.sk/watchdog-kompletna-digitalizacia-zvozu-odpadu-zoslovenska/>>

SRINIVAS, H. 2015. *Understanding the 3R Concept*. GDRC. [online]. 2015. [cit. 2024-01-09]. Dostupné na internete: <<https://www.gdrc.org/uem/waste/3r-understanding.html>>

STAHEL, W. R. 2016. *The Circular Economy*. Nature. [online]. 2016. [cit.2024-01-07]. Dostupné na internete: <<https://www.nature.com/articles/531435a>>

STAHEL, W. - MACARTHUR, E. 2019. *The circular economy: a user's guide*. London: Taylor & Francis Group, 2019. 118 s. ISBN 0-367-20017-1.

- STANNARD, L. 2021. *8 Innovative Smart Waste Management Technologies*. *BigRentz*. [online]. 2021. [cit. 2024-01-15]. Dostupné na internete: <<https://www.bigrentz.com/blog/smart-waste-management>>
- SZALAI, P. 2017. Smart Bratislava? Technológie máme, chýba plánovanie a transparentnosť. [online] 2017. [cit. 2024-02-02]. Dostupné na internete: <<https://euractiv.sk/section/energeticka-ucinnost/news/smart-bratislava-technologie-mame-chyba-planovanie-a-transparentnost/>>
- ŠÍDLO, P. a kol. 2019. *Cirkulární Česko: Cirkulární ekonomika jako příležitost pro úspěšné inovace českých firem*. [online]. 2019. [cit. 2024-01-17]. Dostupné na internete: <<https://www.jic.cz/data/editor/File/cirkularni-cesko-2.pdf>>
- ŠSTATISTICKÁ ROČENKA HLAVNÉHO MESTA SR BRATISLAVY. 2023. Štatistický úrad SR. [online] 2023. [cit. 2024-02-04]. Dostupné na internete: <<https://slovak.statistics.sk/PortalTraffic/fileServlet?Dokument=66ec70f7-ed02-442b-95f4-53a07af47e87>>
- VARGA, H. 2020 Eco-innovation in Denmark. [online] 2020. [cit. 2024-01-18]. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/default/files/field/fieldcountry-files/eio_country_profile_2018-2019_denmark.pdf>
- VELENTURF, A. - PURNELL, P. 2021. Principles for a sustainable circular economy. In *Sustainable Production and Consumption*, 2021, 27, s. 1437-1457. ISSN 2352-5509.
- WINANS, K. et al. 2017. The history and current applications of the circular economy concept. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 68, s. 825-833. ISSN 2196-3010.

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Mapa lokalít EcoATM automatov v meste Minneapolis, Zdroj: GoogleMaps.	57
Obrázok 2 Mapa možných lokalít EcoATM automatov v Bratislave, Zdroj: Vlastné spracovanie (Google Maps).....	58

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Množstvo vyzbieraného elektronického odpadu v Bratislave.....	48
Tabuľka 2 SWOT analýza	56
Tabuľka 3 Náklady na implementáciu	60
Tabuľka 4 Spracovanie nákladov	63
Tabuľka 5 Spracovanie výnosov	63
Tabuľka 6 DCF analýza	64

Zoznam grafov

Graf 1 Priebeh množstva nebezpečného odpadu na Slovensku.....	47
Graf 2 Analýza bodu zvratu	65