



Osnovna šola Polje

Raziskovalna naloga

Pametni smetnjaki v pametnih mestih

Integracija v pametna mesta ter njihov trajnostni vpliv v
prihodnosti

Tehnika

Mentorica:

mag. Polona Theuerschuh

Avtor:

Matic Zorič, 9.c

Ljubljana, 2023/24

ZAHVALA

Hvala mentorici mag. Poloni Theuerschuh za pomoč in podporo pri raziskovalni nalogi.

Zahvaljujem se tudi:

- učiteljem, učencem in znancem, ki so rešili anketni vprašalnik,
- za pripravljenost sodelovati in odgovoriti na moja vprašanja v okviru intervjujev:
 - g. Danu Podjedu, ZRC SAZU,
 - predstavnikom družbe T-2, predvsem: g. Gašperju Žerovniku, g. Ignacu Zupanu, g. Mihi Ernstscheiderju in g. Roku Mikuliču;
 - g. Dominiku Gruškovnjaku, Občina Tržič,
 - g. Domnu Saviču, nevladna organizacija Državljan D,
 - g. Simonu Štuklju, dolgoletnemu vodji Komunale Novo mesto,
 - g. Mateju Janku, Telekom Slovenija,
 - red. prof. dr. Tomažu Krambergerju, profesorju na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru
 - g. Matjažu Rakovcu, županu Mestne občine Kranj
 - g. Tinetu Janu, Javno podjetje VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o. ter

mojim staršem, ki so me podpirali pri delu.

Matic

POVZETEK

Zavedanje o pomembnosti trajnostnega ravnanja z odpadki in boja proti onesnaževanju našega planeta je ključnega pomena za ohranjanje Zemlje za prihodnje generacije. Vzpostavitev in uveljavitev trajnostnih praks v upravljanju z odpadki v mestih po vsem svetu ni več zgolj možnost, ampak nujna potreba. Danes več kot polovica svetovnega prebivalstva živi v urbanih okoljih, pričakuje pa se, da se bo ta delež do leta 2050 povzpел na 70 %. Takšna rast mestnih območij ustvarja številne izzive, med katerimi je še posebej izpostavljeno naraščanje količine odpadkov v mestih. To ne vpliva samo na okoljsko vzdržnost, temveč ima pomembne posledice tudi za javno zdravje in kakovost življenja.

V luči teh izzivov se vse bolj prepozna pomen inovacij in tehnološkega napredka, kot so pametni smetnjaki in integrirani sistemi upravljanja odpadkov, ki obljublajo izboljšanje operativne učinkovitosti, zmanjšanje okoljskega vpliva in izboljšanje kakovosti življenja meščanov v okviru pametnega mesta.

Globlje, ko sem začel tematiko spoznavati skozi raziskovalno nalogo, bolj sem mnenja, da uvajanje tehnološko naprednih rešitev predstavlja kompleksen projekt. Na podlagi izvedene ankete in na podlagi mnenj strokovnjakov, s katerimi sem izvedel intervju, sem spoznal, da v Sloveniji še nimamo mesta, ki bi se na področju rešitev upravljanja z odpadki lahko primerjalo s katerim od skandinavskih mest. V raziskavi se pokaže, da ljudje sicer prepoznavajo problem odpadkov v mestu in ločevanju pripisujejo visok pomen, vendar se še vedno ne zavedamo, koliko odpadkov dejansko ustvarimo. Pametni smetnjaki bodo morali tako predstavljati nekakšen most med tehnološkimi inovacijami in ljudmi, da bodo le te spodbujali k odgovornemu ravnanju z odpadki in s pomočjo obdelave pridobljenih podatkov predvsem spodbujali k cilju zmanjšanja odpadkov že v osnovi.

Dodatni vidik, ki sem ga pridobil v intervjuju s strokovnjaki je, da pametni smetnjaki, opremljeni s senzorji z zbiranjem večje količine podatkov o posameznikih sicer lahko dajejo boljšo osnovo za delovanje komunalnih služb in optimizacijo odvoza odpadkov, vendar obstajajo pomembna varnostna tveganja z možnostjo zlorab. Slednje se lahko pri posameznikih pokaže v odporu do sprejemanja novosti.

Globalni premik k trajnostnemu ravnanju z odpadki je ključen za zaščito našega planeta. Ne gre le za odgovornost posameznikov, temveč za kolektivno prizadevanje vlad, podjetij in

celotnih skupnosti. Z združevanjem moči in zavezanostjo trajnosti lahko zmanjšamo onesnaževanje, zaščitimo naravne vire in zagotovimo, da bo naš planet ostal živ in zdrav za prihodnje generacije.

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	3
1 UVOD	8
2 PAMETNA MESTA	9
2.1 Pametno mesto - kaj to sploh je	9
2.1.1 Ekološki vpliv pametnih mest	13
2.1.2 Izzivi pametnih mest	15
3 ODPADKI IN GLOBALNO SEGREVANJE	17
3.1 Izzivi s smetmi v mestih	19
3.2 Pametni smetnjaki	20
3.2.1 Pametna mesta in pametni smetnjaki	22
3.2.2 Zgodovina pametnih smetnjakov	23
3.2.3 Vrste senzorjev v pametnih smetnjakih	24
3.2.4 Ekološki vidiki pametnih smetnjakov	25
3.2.5 Ekonomski vidiki pametnih smetnjakov	27
4 POVEZOVANJE PAMETNIH SMETNJAKOV V PAMETNA MESTA	29
4.1 Povezljivost s pametnimi sistemi	29
4.2 Upravljanje podatkov	32
5 IZHODIŠČE RAZISKAVE IN HIPOTEZE	35
5.1 Cilji raziskovalne naloge	35
5.2 Postavitev hipotez	35
5.3 Raziskava	37
5.3.1 Raziskovalna metoda dela	37
5.3.2 Vzorec	37
5.3.3 Predstavitev vprašalnikov	38
5.3.4 Postopek obdelave	38
6 REZULTATI RAZISKAVE	39
6.1 Intervjuji	39
6.1.1 Intervju z antropologom – dr. Danom Podjedom, zaposlenem na Inštitutu za slovensko narodopisje ZRC SAZU	39
6.1.2 Intervju z g. Gašperjem Žerovnikom, vodjem oddelka za digitalne transformacije na T2 Ljubljana	42

6.1.3	Intervju z g. Miho Ernstsneiderjem, produktnim vodjem v oddelku za digitalne transformacije T2 Ljubljana	45
6.1.4	Intervju z g. Rokom Mikuličem, produktnim vodjem v oddelku za digitalne transformacije T2 Ljubljana	49
6.1.5	Intervju z g. Dominikom Gruškovnjakom, deluje na področju digitalnega razvoja, IKT-ja, GDPR-ja in projektov pametne skupnosti v občini Tržič	56
6.1.6	Intervju z g. Domnom Savičem, predstavnikom nevladne organizacije Državljan D.	58
6.1.7	Intervju z g. Simonom Štukljem, dolgoletni vodja Komunale Novo mesto... ..	62
6.1.8	Intervju z g. Matejem Jankom, deluje na področju pametnih mest in prodaje v podjetju Telekom Slovenija	64
6.1.9	Intervju z red. prof. dr. Tomažem Krambergerjem, profesorjem na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru	67
6.1.10	Intervju z g. Matjažem Rakovcem, županom Mestne občine Kranj	69
6.1.11	Intervju z g. Tinetom Janom, zaposlenim v Javnem podjetju VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o.	73
6.2	Rezultati ankete	79
6.2.1	Podatki o anketirancih	79
6.2.2	Vprašanja o splošnem poznavanju problema z odpadki v okolju ter pomenu ločevanja odpadkov	80
6.2.3	Vprašanja, ki se nanašajo na pametne smetnjake	84
6.3	Izdelava modela pametnega smetnjaka	91
7	RAZPRAVA	98
7.1	Potrjevanje hipotez	98
7.2	Ugotovitve	101
8	ZAKLJUČEK	103
9	VIRI	105
10	PRILOGE	108
10.1	Anketni vprašalnik za učence	108
10.2	Anketni vprašalnik za odrasle	112

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Frost-Sullivanov koncept pametnega mesta</i>	<i>9</i>
<i>Slika 2: Štirje stebri pametnega mesta</i>	<i>12</i>
<i>Slika 3: Mreža pametnih smetnjakov in ekoloških otokov v mestu Logatec.....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 4: Izris optimizirane poti za komunalno vozilo.</i>	<i>31</i>
<i>Slika 5: Povezovanje različnih virov v enotno platformo</i>	<i>33</i>
<i>Slika 6: Zajem in evidentiranje podatkov iz platforme Pametno mesto Logatec.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 7: Vsi predmeti, potrebni za izdelavo pametnega smetnjaka</i>	<i>91</i>
<i>Slika 8: Izrezovanje lukenj za senzorje</i>	<i>92</i>
<i>Slika 9: Vezava elementov na mikrokontroler</i>	<i>Slika 10: Vezava elementov na mikrokontroler 96</i>
<i>Slika 11: Prikaz vezave elementov - Circuito IO</i>	<i>96</i>

1 UVOD

V zadnjih desetletjih se mesta po vsem svetu soočajo s povečanjem populacije in urbanizacijo. Danes kar 55 % svetovnega prebivalstva živi v mestih. Hitrost priseljevanja je tako velika, da bo do leta 2050 v mestih živel kar 70 % vseh ljudi na planetu.¹

To prinaša s seboj številne izzive in eden izmed teh izzivov je tudi učinkovito upravljanje mestnih odpadkov. Ta izziv ne vpliva samo na okoljsko vzdržnost, temveč ima pomembne posledice tudi za javno zdravje, kakovost življenja in gospodarsko učinkovitost. Zato je razumevanje izzivov v upravljanju mestnih odpadkov in iskanje inovativnih rešitev ključnega pomena za ustvarjanje trajnostnih in življenja vrednih mestnih okolij.

Pametne tehnologije, kot so pametni smetnjaki in integracija sistema upravljanja odpadkov v širšo infrastrukturo pametnih mest, obljublajo ne samo izboljšanje operativne učinkovitosti, ampak tudi zmanjšanje okoljskega vpliva in izboljšanje kakovosti življenja meščanov.

V tej raziskovalni nalogi me bo zanimalo, kako se ljudje v moji okolici zavedajo izzivov, ki jih predstavljajo odpadki, zanimalo me bo, kakšno je njihovo mnenje in poznavanje ločevanja odpadkov ter kako poznane so tehnološko napredne rešitve med prebivalci in kakšna je njihova pripravljenost na sprejem sprememb. Na drugi strani bom za sogovornike skušal dobiti različne strokovnjake, ki so se pri svojem delu že srečali s konkretnimi primeri uvedbe pametnih rešitev v posamezne mestne skupnosti. Skušal bom izvedeti, kaj so ključne priložnosti in kje so glavni izzivi, ki so jih morali nasloviti.

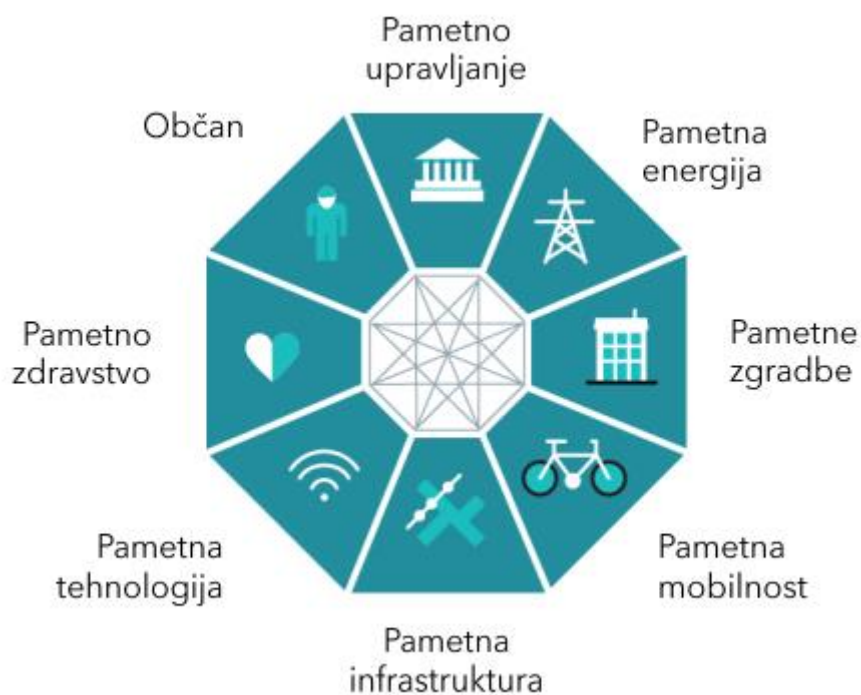
So zgolj inovacije in pametne tehnologije res lahko tiste, ki bodo v prihodnje pomembno vplivale, da bodo mesta postala bolj trajnostna, ali bo za vse to ter učinkovito in prijetno življenje na našem planetu potrebno postoriti kaj več?

¹ Pametna mesta - čisto okolje in višja kakovost bivanja. Pridobljeno 1. 2. 2024 s: <https://www.varcevanje-energije.si/okolje-in-zdravje/pametna-omrezja-in-pametna-mesta.html>

2 PAMETNA MESTA

2.1 Pametno mesto - kaj to sploh je

Pametno mesto je območje, katerega učinkovito upravljamo s pomočjo informacijskih rešitev, elektronskega zbiranja podatkov, objave odprtih podatkov, senzorjev, podatkovne analitike in drugih pristopov. Zanj je značilen trajnostni razvoj, brez negativnih vplivov na okolje, ki svojim prebivalcem nudi najvišjo kakovost bivanja in za doseganje teh ciljev uporablja inovativne sistemske in tehnološke rešitve. Nadzorniki pametnega mesta podatke zbirajo od državljanov, senzorjev in infrastrukture. Zbrane podatke nadzorniki pametnega mesta obdelujejo, analizirajo in uporabijo za spremljanje in upravljanje prometa in transportnih sistemov, elektrarn, vodovodnega omrežja, upravljanja z odpadki,



Slika 1: Frost-Sullivanov koncept pametnega mesta

sodelovanje s policijo, informacijskih sistemov, šol, knjižnic, bolnišnic in drugih javnih storitev.²

Pametno mesto ali pametna skupnost si prizadeva za blaginjo svojih prebivalcev, podjetij, obiskovalcev, organizacij in skrbnikov s ponudbo digitalno omogočenih storitev, ki prispevajo k boljši kakovosti življenja.³

Izraz pametno mesto je bil populariziran v zadnjem desetletju, začetki koncepta pametnega mesta pa segajo v pozna 60. in zgodnja 70. leta prejšnjega stoletja. Takrat je urad za analizo skupnosti v Los Angelesu v Združenih državah Amerike za pripravo poročil o demografiji in kakovosti stanovanj v tamkajšnjih soseskah analiziral infrardeče zračne fotografije in podatkovne zbirke. Sam termin pametno mesto naj bi kasneje zasnovali podjetji IBM in CISCO, da bi uveljavili znamko oziroma prodajni koncept avtomatiziranega mesta.⁴

Ključna komponenta razvoja in definicije pametnih mest je njihov digitalni prostor. Začetki tega so bili v devetdesetih letih 20. stoletja, ko so nekatera mesta ponujala statične strani z raznovrstnimi informacijami o mestu in dejavnostih v njem. Kasneje je na digitalni prostor močno vplivalo povečanje komunikacijske pasovne širine in večja pokritost omrežja. Ob tem pa so se v letu 2003 razvili sistemi za upravljanje vsebine (CMS), ki so močno vplivali na nadaljnji digitalni razvoj mest, predvsem z nastankom vrste aplikacij, ker so uporabniki s tem postali tudi ustvarjalci aplikacij. Primeri tovrstnih aplikacij so SeeClickFix za poročanje nekritičnih problemov v mestu, GoldenDeals in Groupon za marketing in promocijo lokalnih dejavnosti, in podobne aplikacije. Glavna sprememba pa je sledila leta 2009, ko so se mesta usmerila v uporabo vgrajenih sistemov in brezžična omrežja, poleg tega pa je sledil še razvoj novih tehnologij, ki so močno spremenila naša življenja in omogočajo zbiranje in analiziranje velike količine podatkov. Leta 2009 dobijo pametna mesta večjo pozornost zaradi predstavitve poslovne iniciative podjetja IBM, imenovane Smarter Planet, ki dobi

² McLaren, D.; Agyeman, J. 2015. Sharing Cities: A Case for Truly Smart and Sustainable Cities. Cambridge, MIT Press. Pridobljeno 1. 12. 2023 s https://www.researchgate.net/publication/317667621_Sharing_Cities_A_Case_for_Truly_Smart_and_Sustainable_Cities

³ Pametna mesta in skupnosti, pridobljeno 2.12.2023 s: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/sl/policies/smart-cities-and-communities>

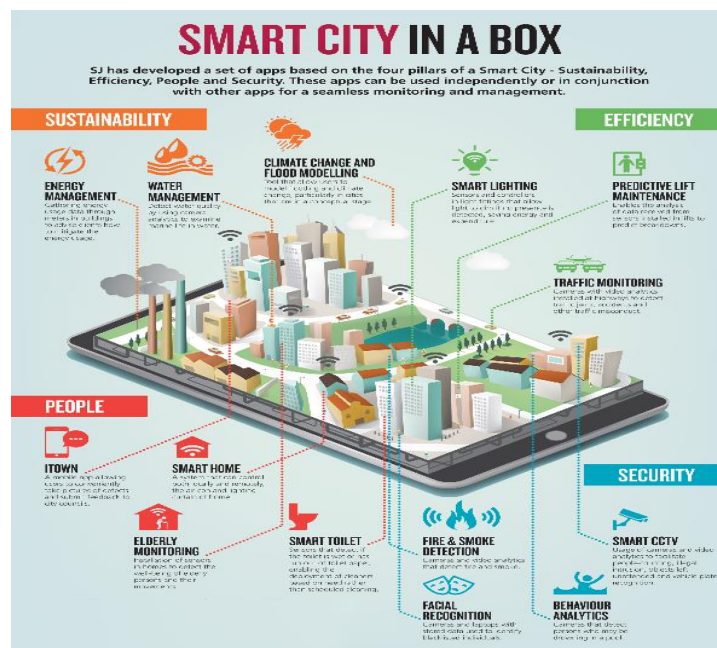
⁴ Tudi v Sloveniji imamo pametna mesta, katero je najpametnejše, pridobljeno 2.12.2023 s: <https://n1info.si/novice/slovenija/tudi-v-sloveniji-imamo-pametna-mesta-katero-je-najpametnejse/>

močno podporo vlad, podjetij, univerz in podobnih skupnosti po svetu. Vizija je izhajala iz treh besed, v angleščini treh I-jev - instrumentacije (ang. instrumentation), medsebojne povezanosti (ang. interconnectedness) in inteligence (ang. intelligence). V iniciativi je IBM predstavil, kako lahko z novimi inteligentnimi sistemi in tehnologijami močno vplivamo na življenje.⁵

Tako je svet začel sprejemati ideje, kot so transport, osredotočen na potnika, električna energija, osredotočena na porabnika in inteligentni sistemi za upravljanje zdravstvenih storitev, odpadkov, vode, javne varnosti, hrane itd. V obdobju razvoja interneta in povezovanja mnogih naprav preko interneta, nastane izraz internet stvari (IoT). Haller/Karnouskos/Schroth definirajo IoT kot "Svet, kjer so fizični objekti integrirani v informacijsko mrežo in kjer lahko fizični objekti postanejo aktivni udeleženci v poslovnem procesu. Storitve so zmožne komunicirati s temi pametnimi objekti preko interneta, lahko poizvedujejo po njihovem stanju in po vsaki informaciji povezani z njimi, upoštevajoč varnostne in zasebnostne probleme". Pod ta pojem danes štejemo tudi pametna mesta in informacijske rešitve, na katerih bazirajo pametna mesta. Da bi lahko opravili pregled arhitekture pametnih mest in platform za upravljanje pametnih mest, potrebujemo definicijo pametnega mesta. V publikacijah obstaja mnogo definicij, prav tako pa se definicija spreminja iz države v državo, od mesta do mesta, odvisna je od razvitosti, volje do sprememb, virov in prizadevanja prebivalcev mesta.⁶

⁵ Avsec, T. 2016. Pregled platform za upravljanje pametnih mest, Diplomsko delo. UL Fakulteta za računalništvo in informatiko. Pridobljeno 2. 12. 2023 s <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=88215&lang=slv>

⁶ Avsec, T. 2016. Pregled platform za upravljanje pametnih mest. Diplomsko delo. UL Fakulteta za računalništvo in informatiko.



Slika 2: Štirje stebri pametnega mesta

Globalni tržni potencial pametnih mest po ocenah znaša kar 1,5 bilijard ameriških dolarjev. To je primerljivo z vrednostjo 12. največjega BDP na svetu. Najobsežnejši posamezen potencial po ocenah svetovne družbe Frost&Sullivan predstavlja pametno upravljanje in pametno izobraževanje (20,93 %), sledita pametna energija (16,65 %) in pametna zdravstvena nega (15,26 %). Kako velik del kolača si lahko odrežejo slovenska podjetja? Mag. Jože Torkar, direktor Energetskih rešitev v Petrolu, ocenjuje, da lahko slovensko gospodarstvo s pravo strategijo uresniči med 0,5 % in 1 % tega tržnega potenciala, kar je približno med 7,5 in 15 milijardami USD. Priložnosti imamo po njegovem na vseh štirih področjih ponudbe ali tipih ponudnikov, tj. prodajalci izdelkov strojne in programske opreme, mrežnih operaterjih, sistemskih integratorjih in ponudniki storitev pametnega upravljanja: »... saj že ta trenutek na vseh teh področjih obstaja obilo znanja, izkušenj in uspešnih referenc«...⁷

⁷ Krajnović, E. 2015. Revija MQ št. 33, decembra 2015

2.1.1 Ekološki vpliv pametnih mest

Pametno mesto je torej varčno mesto, kjer za neko dejavnost porabimo najmanj energije in sredstev, pri tem pa občutno ne zmanjšamo udobja ali varnosti prebivalca. Koncept pametnega mesta temelji na okoljevarstvu, napredni informacijski tehnologiji, čistejši mobilnosti, trajnostni ekonomiji in predvsem izboljšani kakovosti življenja meščanov. Takšna mesta so opremljena z infrastrukturo, ki jim na vsakem koraku zagotavlja podatke o porabi energije, vode, kakovosti zraka, ter ravnanja z odpadki. Ker je čistejše okolje v mestih tesno povezano z izboljšanjem zdravja občanov, ni dileme zakaj se izplača vlagati v vso to sodobno infrastrukturo. Razen tega pa pametna energija in ekonomija, ob hkratnem povečanju izkoristka surovin, predstavljata tudi najotipljivejše kazalce proti globalnemu segrevanju.⁸

Pametna mesta igrajo ključno vlogo pri oblikovanju trajnostne in okolju prijazne prihodnosti. Njihov pomen za okolje je širok in zajema več različnih vidikov:⁹

- **Učinkovitejše upravljanje z viri:** Pametna mesta uporabljajo napredne tehnologije kot so senzorji in podatkovne analize za učinkovitejše upravljanje z viri (voda, energija in odpadki). To vodi k manjši porabi in bolj trajnostni rabi naravnih virov.
- **Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov:** S pametnimi mesti se lahko optimizira promet, energetski sistemi in celoten urbani prostor, kar pripomore k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. Učinkovitejši promet, boljša raba energije in trajnostne prakse vplivajo na kakovost zraka ter pomagajo pri soočanju s podnebnimi spremembami.
- **Trajnostna mobilnost:** Pametna mesta spodbujajo trajnostno mobilnost, ki vključuje pametne prometne rešitve, električna vozila, sisteme za souporabo prevoza in boljše načrtovanje urbanih prostorov. To ne le zmanjšuje prometne zastoje, ampak tudi prispeva k zmanjšanju onesnaženosti zraka in hrupa.
- **Zeleni prostori in ekosistemi:** Pametna mesta si prizadevajo ohranjati zelene prostore in spodbujati urbane ekosisteme. To vključuje načrtovanje in ohranjanje

⁸ Pametna mesta – čisto okolje in višja kakovost bivanja. Pridobljeno 30. 11. 2023 s <https://www.varcevanje-energije.si/okolje-in-zdravje/pametna-omrezja-in-pametna-mesta.html>

⁹ Mesto prihodnosti danes. T-2 Pametna mesta, interno gradivo T-2, 2022.

parkov, vrtov in drugih naravnih habitatov, kar pozitivno vpliva na biotsko raznovrstnost in kakovost življenja prebivalcev.

- **Okolju prijazna infrastruktura:** Pametne infrastrukturne rešitve vključujejo tudi okolju prijazne tehnologije, ki omogočajo boljše upravljanje odpadkov, vode, energije in drugih resursov. To pripomore k zmanjšanju obremenitve na okolje.
- **Senzorji za spremljanje okoljskih parametrov:** Pametna mesta uporabljajo senzorje za spremljanje različnih okoljskih parametrov, kot so kakovost zraka, temperatura, vlažnost, hrup itd. To omogoča zgodnje opozarjanje na morebitne okoljske težave in hitro ukrepanje.
- **Podpora trajnostnim praksam prebivalcev:** Pametna mesta spodbujajo okolju prijazne prakse med prebivalci, na primer z nudenjem informacij o trajnostnih možnostih, ponujanjem infrastrukture za kolesarjenje, uporabo javnega prevoza itd.

Pametna mesta so zasnovana z mislijo na trajnostni razvoj, zato njihova implementacija in razvoj pomembno prispevata k izboljšanju okolja ter k ustvarjanju bolj zdravega in vzdržnega urbanega življenja.

Iz zgoraj naštetih alinej lahko povzamem, da pametna mesta utegnejo pomembno prispevati k boljšemu in bolj trajnostnemu planetu na različne načine. Poleg naštetega pametna mesta z uporabo tehnologij za pametno upravljanje vodnih virov in ohranjanje naravnih habitatov prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti in naravnih virov. Če vzamemo za primer Slovenijo: predlanske suše, lanske poplave ter nasploh nepredvidljivo vreme. Tovrstne pojave bi po mojem mnenju lahko zmanjšali, če bi ljudi nasploh bolj izobrazili in osvestili na posameznikov ogljični odtis, kako ravnamo z lastnimi odpadki in se nasploh obnašali trajnostno.¹⁰

¹⁰ Posledice podnebnih sprememb. Pridobljeno 20.2.2024 s: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_sl

2.1.2 Izzivi pametnih mest

Po mnenju g. Blaža Goloba, direktorja Heliot Slovenija (ponudnik rešitev za povezljivost interneta stvari), ki je v skupini Heliot zadolžen za razvoj področja pametnih mest, le te čakajo izzivi pri doseganju trajnostnih ciljev na področju globalnih izpustov toplogrednih plinov in vzpostavitve obnovljivih virov energije. Z razvojem novih tehnologij in energetske virov smo se v začetku 21. stoletja znašli na pragu prihodnje industrijske revolucije, ko nadaljnji gospodarski in družbeni razvoj omejujejo predvsem stara infrastruktura centraliziranih telekomunikacij, fosilna goriva in transport na podlagi notranjega izgorevanja. Človeštvo se zaradi pretirane odvisnosti od fosilnih goriv spopada z veliko okoljsko krizo, ki je večinoma posledica industrijskega razvoja.¹¹

Ker mesta na globalni ravni že sedaj prispevajo 70 % vseh izpustov, je razvoj pametnih urbanih središč nujna prednostna naloga – predstavlja pa tudi veliko priložnost. Izzivi, kako ustvariti mestna okolja, ki bi bila človeku koristnejša, hkrati pa bi dejavno varovala prihodnost našega planeta:¹²

- **Optimizacija prometa:** Pametna mesta uporabljajo napredne prometne rešitve, kot so pametna svetlobna signalizacija, pametna parkirna mesta in sistemi za upravljanje prometa. To zmanjšuje zastoje in optimizira prometne tokove, kar vodi v zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in izboljšanje kakovosti zraka.
- **Izvajanje trajnostne mobilnosti:** Podpora trajnostnim načinom prevoza, kot so kolesarjenje, hoja, javni prevoz in električna mobilnost, zmanjšuje obremenitev okolja. Pametna mesta spodbujajo razvoj infrastrukture za električna vozila, sistemov za souporabo prevoza in kolesarskih stez.
- **Učinkovito upravljanje z energijo:** Pametna mesta uvedejo sisteme za učinkovito upravljanje z energijo, vključno z naprednimi sistemi za javno razsvetljavo, pametnimi stavbami in pametnimi omrežji. To vodi k zmanjšanju porabe energije in bolj trajnostni rabi virov.

¹¹ Podnebni izzivi pametnih mest. Pridobljeno <https://www.finance.si/pmm/podnebni-izzivi-pametnih-mest/a/8974812>

¹² Pametna mesta so ključna za trajnostno prihodnost. Pridobljeno 10.12.2023 s: <https://www.intesasanpaolobank.si/prebivalstvo/nas-svet/trajnostni-razvoj/pametna-mesta.html>

- **Optimiziranje ravnanja z odpadki:** Pametni sistemi za zbiranje odpadkov, recikliranje in kompostiranje omogočajo učinkovitejše ravnanje z odpadki. Senzorji v smetnjakih pomagajo pri pravočasnem praznjenju in preprečujejo prenatrpanost smetnjakov.
- **Uvedba senzorjev za spremljanje okoljskih parametrov:** Uporaba senzorjev za spremljanje kakovosti zraka, hrupa in drugih okoljskih parametrov omogoča hitro zaznavanje in odzivanje na okoljske težave. To prispeva k boljši kakovosti zraka in zmanjšanju negativnih vplivov na okolje.
- **Pridobitev zelene površine in ohranjanje naravnih habitatov:** Pametna mesta se osredotočajo na ohranjanje zelenih površin in ekosistemov. Razvoj parkov, vrtov in ohranjanje naravnih habitatov prispeva k biodiverziteti in splošnemu blagostanju okolja.
- **Zmanjševanje potreb po fizični mobilnosti:** Pametne tehnologije, kot so sistemi za delo na daljavo, e-učenje in pametni domovi, lahko zmanjšajo potrebo po fizični mobilnosti. To vodi k zmanjšanju emisij in obremenitvi prometne infrastrukture.
- **Načrtovanje bolj zelene uporabe prostorov:** Pametna mesta uporabljajo načrtovanje urbanega prostora z mislijo na zeleno infrastrukturo. To vključuje načrtovanje zelenih streh, dreves in parkov, kar prispeva k ohranjanju naravnega ravnovesja v mestnem okolju.

Pametna mesta in njihovi upravitelji morajo v ospredje postaviti merila, ki upoštevajo nujno ravnotežje med blaginjo, ugodjem, digitalno varnostjo in udobjem ter preprostostjo za uporabo. Temeljno vprašanje je, kaj pričakujejo prebivalci mest, vasi in skupnosti. Hkrati je potrebno razmišljati o učinkovitosti in stroškovnem vidiku, kar je osredotočenost upravljavcev mest ter čim bolj neopaznim ogljičnim odtisom, ki ga od nas pričakujejo vsaj ti, ki prihajajo za nami.¹³

¹³ Pametna mesta morajo temeljiti na skupnem upravljanju in anonimnosti podatkov. Pridobljeno 10.2.2024 s: <https://www.finance.si/pmm/pametna-mesta-morajo-temeljiti-na-skrbnem-upravljanju-in-anonimnosti-podatkov/a/8973910>

3 ODPADKI IN GLOBALNO SEGREVANJE

EU sprejema ukrepe, s katerimi hoče občutno zmanjšati izpuste toplogrednih plinov, saj so ti povezani s podnebnimi spremembami. Odpadki imajo pomemben vpliv na okolje, vključno z globalnim segrevanjem. Obstajajo različne vrste toplogrednih plinov z različnimi vplivi na globalno segrevanje. Med pline, ki so naravno prisotni v ozračju, vendar nastajajo tudi zaradi človekovih dejavnosti, spadajo: ogljikov dioksid, metan (CH₄), dušikov oksid (N₂O) in drugi.¹⁴

Njihov vpliv na podnebje je kompleksen in vključuje več dejavnikov, ki vplivajo na emisije toplogrednih plinov. Tu so ključne točke, ki opisujejo vpliv odpadkov na globalno segrevanje:^{15 16}

- **Emisije metana iz odlagališč:** Biološki odpadki, kot so organski materiali, ki končajo na odlagališčih, pod vplivom anaerobnih procesov razkrajanja sproščajo metan. Metan je izjemno močan toplogredni plin, ki ima veliko večji vpliv na segrevanje ozračja v kratkem časovnem obdobju v primerjavi s CO₂. Zmanjšanje odvisnosti od odlagališč in povečanje recikliranja organskih odpadkov lahko prispeva k zmanjšanju emisij metana.
- **Proizvodnja in ravnanje s plastiko:** Proizvodnja plastike in njeno ravnanje po koncu življenjske dobe prispevata k emisijam toplogrednih plinov. Proizvodnja plastike iz nafte sprošča CO₂, medtem ko se pri razgradnji plastike sproščajo tudi druge škodljive snovi. Povečanje recikliranja, zmanjšanje porabe plastike in spodbujanje trajnostnih alternativ lahko zmanjša okoljski odtis plastike.
- **Sektor ravnanja z odpadki:** Odpadki, ki se ne reciklirajo ustrezno ali ne odstranijo z varnimi metodami, lahko prispevajo k emisijam toplogrednih plinov. Na primer, nekontrolirano gorenje odpadkov lahko sprošča različne pline, vključno s CO₂ in druge, ki imajo velik vpliv na globalno segrevanje.

¹⁴ Podnebne spremembe: toplogredni plini, ki povzročajo globalno segrevanje. Pridobljeno 1. 12. 2023 s <https://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/society/20230316STO77629/podnebne-spremembe-toplogredni-plini-ki-povzrocajo-globalno-segrevanje>

¹⁵ Odpadki in izpusti toplogrednih plinov. Pridobljeno 11.12.2023 s: <https://deloindom.delo.si/odpadki/odpadki-izpusti-toplogrednih-plinov>

¹⁶ Big potential of cutting greenhouse gases from waste. Pridobljeno 11.12.2023 s: <https://www.eea.europa.eu/highlights/big-potential-of-cutting-greenhouse>

- **Proizvodnja in ravnanje s elektronskimi odpadki:** Elektronski odpadki, ki nastanejo zaradi zastarelih elektronskih naprav, vsebujejo pogosto nevarne snovi in lahko povzročajo emisije toplogrednih plinov med proizvodnjo in nepravilnem ravnanjem z njimi. Učinkovitejše recikliranje elektronskih odpadkov in ponovna uporaba komponent lahko zmanjšata njihov vpliv.
- **Uporaba deponijskih plinov za energijo:** Če se metan, ki se sprošča iz odlagališč, ujame in uporabi za proizvodnjo energije, lahko ta praksa prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. Številna odlagališča po svetu se zatekajo k tej praksi kot trajnostni način upravljanja z odpadki.

Evropska podnebna pravila določajo pravno zavezujoče cilje za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov: do leta 2030 naj bi se ti zmanjšale za 55 odstotkov v primerjavi z letom 1990, do leta 2050 pa naj bi EU dosegla neto ničelne izpuste. Za doseg te ciljev EU sprejema številne ukrepe:¹⁷

- zmanjšanje izpustov v prometu,
- določitev pravil za varčevanje z energijo in naložbe v obnovljive vire energije,
- preprečevanje selitve velikih onesnaževalk (ki bi se morda želele izogniti strožjim standardom) iz EU,
- spodbujanje prvega velikega trga ogljika na svetu - evropskega sistema trgovanja z emisijami,
- določitev ciljev za zmanjšanje izpustov za vsako državo EU,
- varovanje gozdov in drugih območij, ki zajemajo ogljik.

Celostno in trajnostno upravljanje z odpadki ter spodbujanje recikliranja in ponovne uporabe so ključni za zmanjšanje vpliva odpadkov na globalno segrevanje. To lahko prispeva k večji učinkovitosti virov in zmanjšanju emisij toplogrednih plinov, s čimer se omejuje podnebne spremembe.

¹⁷ Podnebne spremembe: toplogredni plini, ki povzročajo globalno segrevanje. Pridobljeno 1. 12. 2023 s <https://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/society/20230316STO77629/podnebne-spremembe-toplogredni-plini-ki-povzrocajo-globalno-segrevanje>

3.1 Izzivi s smetmi v mestih

Smeti so v moderni družbi postale dejstvo, je v članku Filozofija smeti zapisal Wolfgang Habermeyer.¹⁸ Z besedo smeti je označil vse vrste onesnaževanj, emisije, odplake, kemične in jedrske odpadke, industrijske in komunalne odpadke, skratka vse končne produkte linearnega procesa človekovega delovanja, ki nimajo več uporabne vrednosti.¹⁹

Smeti so sinonim motenih odnosov med človekom in naravo, ki motijo ekološko ravnovesje in povzročajo bolezni. So končna točka linearnega procesa, v katerem narava izgublja možnost, da bi vstopila v krogotok izmenjave snovi s človekom. Industrijska proizvodnja je proizvodnja smeti, saj te nastajajo kot stranski produkt pri proizvodnji, smeti postanejo industrijski proizvodi, ki jih na trgu ni mogoče prodati, in proizvodi, ki jim poteče rok trajanja preprosto postanejo neuporabni. Ne znamo si predstavljati, kaj bi se zgodilo z mestom, kjer bi prenehali skrbeti za odvoz smeti. Eden izmed člankov, ki nakazuje na omenjeno problematiko, razkriva kaos, ki je sedaj že stalni spremljevalec tako imenovane smetarske krize. Sto sedeminštirideset občin vzhodne kohezijske regije je z januarjem 2016 mešane komunalne odpadke lahko odlagalo na šestih lokacijah, za 64 občin zahodne Slovenije pa bo najbližji center Ljubljana, ki bo poskusno obratovanje začel ta mesec. To pomeni, da bodo neznan(sk)e količine odpadkov še naprej romale z enega konca države na drugega. Kam, bo odvisno od cen. Že doslej je 33 občin odpadke odlagalo več kot sto, pet celo več kot 200 kilometrov daleč. Na neustrezno evidentiranje in pomanjkanje nadzora nad potmi odpadkov je opozorilo tudi računsko sodišče. Okoljsko ministrstvo po njihovem ne obvladuje tokov komunalnih odpadkov, še več: med letoma 2009 in 2012 sploh ni analiziralo podatkov o nastajanju in odlaganju komunalnih odpadkov po občinah.²⁰

Odgovor na vprašanje, kako preprečiti vsesplošno smetenje in spremeniti družbene pogoje, ki ga omogočajo, ponuja ideja trajnostnega razvoja. Slednja je v teoriji naravi sicer ponudila roko na skupni razvojni poti, vendar nas narava s svojimi opozorili – ki jih imenujemo

¹⁸ Habermeyer, W., Lotter, K., Košnik-Virant, Š. 1994. Filozofija smeti 12 tez. Časopis za kritiko znanosti, letnik 22, številka 170/171.

¹⁹ Bevc, M. Politika trajnostnega ravnanja z odpadki v Sloveniji. 2010. Magistrsko delo. UL Fakulteta za družbene vede

²⁰ Skrivnostne poti slovenskih smeti. Pridobljeno 3.12. 2023 s <https://old.delo.si/novice/slovenija/skrivnostne-poti-slovenskih-smeti.html>

naravne katastrofe – vedno pogostejše opozarja, da ni zadovoljna z našimi trenutnimi prizadevanji za trajnostni razvoj družbe. Vedno več ljudi se zaveda, da smo del narave in da je naša edina prava pot v koraku z njo. Zelo pomembna vrednota za vedno več ljudi je zdravo in čisto okolje. Vedno več ljudi išče načine trajnostnega bivanja in delovanja. Vedno več jih opozarja, da se z okoljem, kjer bivajo, ne ravna trajnostno. Vedno več ljudi išče kanale komunikacije za implementacijo svojih trajnostnih načel in odločitev.²¹

3.2 Pametni smetnjaki

Pametni smetnjak je v osnovi pametna naprava, ki pa se glede na izvedbo lahko razlikuje. Glede na potrebe je na voljo v različnih izvedbah in funkcionalnostih. Od osnovnih izvedb s senzorji in komuniciranjem z nadzornim centrom, do kompleksih multifunkcijskih naprav, ki preko enotnega mesta, na katerem se odlagajo vsi odpadki, s pomočjo umetne inteligence, IoT in sofisticiranega krmiljenja, z izjemno natančnostjo in zanesljivostjo različne odpadke razvrščajo v namenske zabojnike.

Prva domena so pametni smetnjaki za izvajalce storitev odvoza odpadkov. Druga domena so pametni smetnjaki za domačo uporabo ali vsaj uporabo v zaprtih prostorih. Tretja domena so pametni smetnjaki, ki so nameščeni na javnih mestih, običajno v notranjosti objektov, s katerimi se želi ljudi spodbuditi k skrbi za okolje.²²

Kljub napredku tehnologije, pa bo potrebno še vedno rešiti določene izzive, ki ostajajo. Ti so iz leta v leto večji problem tako meščanom, kakor tudi vodilnim in odgovornim posameznikom in so:

- **Povečanje količine odpadkov:** Urbanizacija in rast prebivalstva vodita do povečanja količine odpadkov. Mesta se soočajo z izzivom, kako učinkovito upravljati z naraščajočimi količinami odpadkov.

²¹ Bevc, M. Politika trajnostnega ravnanja z odpadki v Sloveniji. 2010. Magistrsko delo. UL Fakulteta za družbene vede

²² Burger, G. et al. Snovanje interaktivnega pametnega zaboja za smeti. 2020. ELEKTROTEHNIŠKI VESTNIK 87(4): 209-216, 2020

- **Neustrezni sistemi odvoza odpadkov:** V mnogih mestih so sistemi odvoza odpadkov zastareli ali neučinkoviti, kar vodi do neurejenih odpadkov in povečanja onesnaženja.
- **Pomanjkanje učinkovitega recikliranja:** Nizke stopnje recikliranja in neustrezno ločevanje odpadkov prispevajo k okoljskim problemom in zmanjšujejo možnosti za ponovno uporabo materialov.
- **Emisije toplogrednih plinov:** Neoptimalne poti odvoza odpadkov in prevelika odvisnost od odlagališč prispevajo k večjemu ogljičnemu odtisu.
- **Javno zdravje in higiena:** Nepravilno upravljanje odpadkov lahko vodi do zdravstvenih težav, saj se na neurejenih odlagališčih lahko razmnožujejo škodljivci.
- **Finančni stroški:** Visoki operativni stroški zbiranja in odvoza odpadkov so velika finančna obremenitev za mestne proračune.
- **Izboljšanje učinkovitosti:** Inovacije, kot so pametni smetnjaki, omogočajo mestom, da zbirajo in upravljajo odpadke bolj učinkovito. S pomočjo senzorjev, ki spremljajo polnost smetnjakov, se lahko optimizirajo poti odvoza odpadkov.
- **Zmanjšanje ogljičnega odtisa:** Z optimizacijo odvoznih poti se lahko znatno zmanjšajo emisije CO₂, ki so posledica prevoza odpadkov.
- **Boljše ravnanje z viri:** Pametne tehnologije lahko prispevajo k večjemu ločevanju in recikliranju odpadkov, kar povečuje učinkovitost uporabe virov in zmanjšuje potrebo po odlaganju.
- **Povečanje zavesti o okolju:** Pametne tehnologije lahko izboljšajo zavedanje in vedenje meščanov glede ravnanja z odpadki.
- **Zmanjšanje stroškov:** Dolgoročno lahko inovacije v upravljanju odpadkov zmanjšajo stroške za mestne uprave.
- **Izboljšanje kvalitete življenja:** Čistejše in bolj urejeno okolje neposredno izboljšuje kvaliteto življenja meščanov.²³

V kontekstu teh izzivov in potenciala inovacij postane jasno, zakaj je razvoj pametnih tehnologij, kot so pametni smetnjaki, ključen za prihodnost mestnih okolij. Te tehnologije prinašajo rešitve za trenutne težave in odpirajo pot za trajnostnejšo in učinkovitejšo urbano prihodnost.

²³ Lettieri, G. 2023. What Are Smart Waste Bins and How Are They Changing recycling? Pridobljeno 15. 12. 2023 s: <https://www.rts.com/blog/what-is-a-smart-waste-bin/>

3.2.1 Pametna mesta in pametni smetnjaki

Eden izmed vidnih evropskih proizvajalcev rešitev pametnega upravljanja odvoza smeti je podjetje Sensoneo. Njihov sistem z namestitvijo ustreznih senzorjev omogoča spremljanje polnosti smetnjakov. Na podlagi prejetih podatkov z uporabo platforme za analitiko podatkov omogoča optimizacijo odvoza smeti in upravljanja odpadkov. Proizvajalec ima v svoji ponudbi dva samostojno razvita senzorja, ki za ugotavljanje polnosti smetnjaka uporabljata ultrazvočni snop. Podatki se iz senzorja do analitične platforme prenesejo prek ene izmed podprtih brezžičnih komunikacijskih tehnologij Sigfox, LoRaWAN, GSM in NB-IoT. Del sistema je tudi mobilna aplikacija, namenjena prebivalcem mesta, ki z njeno pomočjo izvedo informacije o najbližjih praznih smetnjakih, smetnjakih, primernih za odlaganje določenega tipa odpadkov, ali prekomerno polnih smetnjakih, njihovih okvarah in poškodbah.²⁴

Čeprav imajo sistemi pametnih smeti številne prednosti, npr. bolj učinkovit odvoz odpadkov ter posledično nižje stroške in čistejše okolje, pa imajo tudi svoje slabosti. Pametni smetnjaki za splošno uporabo so v prostoru nameščeni na obljudenih mestih z velikim številom mimoidočih. Njihova postavitve je priročna, saj mimoidočim ni treba iskati smetnjaka, kamor bodo odložiti smeti. Pogosto so na njihovih ohišjih nameščeni tudi oglasni panoji ali pa imajo v ta namen celo vgrajene zaslone za prikazovanje oglasov. Smetnjaki že vsebujejo vgrajene komunikacijske module, s katerimi je mogoče zaznati tudi pametne telefone mimoidočih v bližini smetnjaka. Zajeti podatki iz pametnih telefonov sicer ne vključujejo osebnih imen in elektronskih naslovov ljudi, a že na podlagi podatkov o smeri gibanja ljudi in hitrosti njihove hoje ter časa zajema podatkov je mogoče ustvariti osebni profil ljudi in jih med seboj razlikovati. Ustvarjeni profili so osnova za prikazovanje oglasov na zaslonu smetnjaka, prilagojenih mimoidočemu. A širša javnost ni naklonjena takšnim načinom oglaševanja in ga celo zavrača. Ljudje se namreč bojijo za svojo zasebnost in nedovoljeno zbiranje osebnih podatkov. Podjetji Renew in Presence Orb sta v Londonu, v Veliki Britaniji, želeli postaviti pametne smetnjake z zasloni za prikazovanje sporočil

²⁴ Burger, G. et al. Snovanje interaktivnega pametnega zabojnika za smeti. 2020. ELEKTROTEHNIŠKI VESTNIK 87(4): 209-216, 2020

mimoidočim, a so bili smetnjake po testnem obdobju prisiljeni umakniti zaradi ogorčenja javnosti.

Obstaja pa še drugi vidik družbene nesprejemljivosti sistemov pametnih smetnjakov. Sistemi pametnih smetnjakov omogočajo optimizacijo odvoza odpadkov in s tem optimizacijo dela. A samo pogled z vidika tehnološke odločnosti in ekonomske učinkovitosti ni dovolj širok. Spregledana je antropološka komponenta, kako ljudje oz. zaposleni uporabljajo tehnologijo, kaj vpeljava novih sistemov in tehnologij pomeni zanje. Pojavlja se tudi strah, da bodo ljudje izgubili službo, ker jih bo nadomestila tehnološka rešitev. Pogosto na papirju tehnološko napredni in učinkoviti sistemi v realnem okolju ne dosegajo pričakovanih rezultatov, saj jih delavci nočejo uporabljati ali pa jih uporabljajo nepravilno. Izkaže se, da se učinkovitost opisanih sistemov izboljša šele, ko zaposleni sprejmejo takšne sisteme. Zanimiva je izkušnja podjetja Ecube Labs, kjer so ob vpeljavi pametnih smetnjakov naleteli na močan odpor zaposlenih. Rešitev je začela polno delovati šele takrat, ko so jo sprejeli zaposleni, ki praznijo smetnjake in odvažajo smeti. Opazili so, da je bil za sprejem rešitve ključen pristop od spodaj navzgor, in ne obratno. Vpeljava novih sistemov ter načinov upravljanja odpadkov in sortiranja odpadkov naj bi zmanjšala obremenitev okolja ter omogočila bolj učinkovito predelavo in upravljanje odpadkov. Vsi na novo vpeljeni sistemi niso popolni in imajo svoje pomanjkljivosti. Primer pomanjkljivo zasnovanega sistema je mobilna aplikacija za ločevanje smeti v kitajskem mestu Šanghaj. Ločevanje smeti je obvezno za vse prebivalce mesta, neizpolnjevanje navodil pa ima negativne posledice, kot je denarna kazen ali znižanje števila kreditnih točk prebivalca.²⁵

3.2.2 Zgodovina pametnih smetnjakov

Prve omembe pametnih smetnjakov segajo v leto 2013. Lucile Noury in Rémi Gomez sta takrat v Franciji izdelala prvega izmed teh, ki je na podlagi kamere odpadke sam ločil in ti povedal kako poln je smetnjak. Ta sicer ni šel v prodajo, saj bi ga bilo zaradi velikosti, zelo težko vstaviti v okolje, prav tako pa ga je bilo potrebno priključiti na elektriko direktno iz

²⁵ Burger, G. et al. 2020. Snovanje interaktivnega pametnega zabojnika za smeti. Elektrotehniški vestnik 87(4): 209-216, 2020

omrežja, saj sončne celice niso bile dovolj. Leta 2015 sta zanj dobila nagrado »Start up of the year award«²⁶

3.2.3 Vrste senzorjev v pametnih smetnjakih

Eni izmed ključnih gradnikov pametnih smetnjakov so senzorji. Kot navaja Bevc v svojem delu Politika trajnostnega ravnanja z odpadki v Sloveniji, poznamo več vrst senzorjev: ultrazvočne, infrardeče, laserje, kamere, tehtnice ter mnogo drugih, ki niso uporabljeni v takem številu.

Ultrazvočni senzorji

Ultrazvočni senzorji, po navadi delujejo v paru, ali v navezi s vsaj še enim drugačnim tipom senzorja. Tako se lažje preprečijo napake, saj se lahko signali odbijajo od sten, in dobimo nejasno sliko, koliko smeti je v zabojniku.

Infrardeči senzorji

Ti delujejo s pomočjo infrardečih žarkov. So malo bolj zanesljivi od ultrazvočnih ampak se raje kvarijo in so dražji za namestitvev. Delujejo sami ali pa v paru z laserji.

Laserski senzorji

Ti delujejo s pomočjo laserskih žarkov, ki ustvarijo 3D sliko, ki je nato razbrana s pomočjo AI in nam pove kako poln je smetnjak.

Seveda imajo vsi smetnjaki svoje prednosti in slabosti, odvisno že od tipa odpadkov. Ravno zato jih je trenutno na trgu več in vsak je tako lahko uporabljen tam, kjer se ga lahko optimalno uporablja.²⁷

²⁶ GreenCREATIVE, inventor of the first smart trashcan, granted the 2015 Start-up of the Year Award, pridobljeno. Pridobljeno 2. 12. 2023 s <https://innovation.engie.com/en/news/news/smart-house/greencreative-inventor-of-the-first-smart-trashcan-granted-the-2015-start-up-of-the-year-award/363>

²⁷ Bevc, M. Politika trajnostnega ravnanja z odpadki v Sloveniji. 2010. Magistrsko delo. UL Fakulteta za družbene vede

3.2.4 Ekološki vidiki pametnih smetnjakov

Pametni smetnjaki ali pametni zabojniki so inovativne rešitve za ravnanje z odpadki, ki lahko pomagajo zmanjšati ogljični odtis na več načinov. Tu je nekaj načinov, kako pametni smetnjaki prispevajo k zmanjšanju ogljičnega odtisa:²⁸

- **Optimizacija zbiranja odpadkov:** Pametni smetnjaki lahko uporabljajo senzorje in tehnologijo, ki omogočajo zaznavanje nivoja polnosti smetnjaka. S tem se izboljša učinkovitost zbiranja odpadkov, saj se smetnjaki praznijo le, ko so dejansko polni, kar zmanjšuje potrebo po nepotrebem prevozu in s tem emisije toplogrednih plinov.
- **Načrtovanje optimalnih poti:** Pametni smetnjaki lahko omogočajo analizo podatkov o polnosti smetnjakov in ustvarjanje optimalnih poti za zbiranje odpadkov. To pripomore k zmanjšanju časa in goriva, potrebnega za zbiranje odpadkov, kar vodi v manjše emisije CO₂.
- **Pametno ločevanje odpadkov:** Nekateri pametni smetnjaki so opremljeni s tehnologijo za prepoznavanje in ločevanje različnih vrst odpadkov. To omogoča boljšo obdelavo odpadkov in povečuje možnosti za recikliranje, kar prispeva k zmanjšanju potrebe po odlaganju odpadkov na odlagališča.
- **Spremljanje porabe in obveščanje:** Pametni smetnjaki omogočajo spremljanje porabe in obnašanja glede odpadkov v realnem času. Uporabnike lahko obveščajo o pravilnem ločevanju odpadkov, kar lahko vodi v manjšo kontaminacijo odpadkov in boljšo kakovost recikliranja. Komunalnim službam zbrani podatki dajejo pravilno osnovo, za obračunavanje odpadkov glede na dejansko količino odvvrženih odpadkov.
- **Uporaba obnovljive energije:** Pametni smetnjaki se lahko napajajo z obnovljivo energijo, kot so sončne celice. To zmanjšuje odvisnost od fosilnih goriv in prispeva k nižjim emisijam CO₂.
- **Izboljšanje ozaveščenosti:** Sistem pametnih smetnjakov lahko prispeva k večji ozaveščenosti med prebivalci o pravilnem ravnanju z odpadki, recikliranju in

²⁸ Aysec, T. 2016. Pregled platform za upravljanje pametnih mest, Diplomsko delo. UL Fakulteta za računalništvo in informatiko

posledicah njihovih dejanj na okolje. Z večjo ozaveščenostjo se lahko zmanjša količina odpadkov in izboljša kakovost recikliranja.

Vse te funkcije skupaj prispevajo k bolj trajnostnemu ravnanju z odpadki, kar pomaga zmanjšati ogljični odtis in ohranjati okolje.

Pomembno je doseči, da bi se vsako mesto zavedalo omejitev naravnih virov (energije, prostora, vode ipd.), kar pa predstavlja svojevrsten izziv. Hkrati si prebivalci najbolj želijo dobre kakovosti bivanja z majhnimi stroški in naprednimi tehnološkimi rešitvami. Ker je dandanes tehnologija že tako dobro razvita in del vsakdanjega življenja posameznika, jo je v mestu smiselno uporabiti za dobrobit bivanja meščanov in lažje upravljanje porabe virov.²⁹

Z drugega vidika pa imajo pametni smetnjaki potencial, da pomembno prispevajo k boljšemu ločevanju odpadkov in učinkovitejšemu ravnanju z njimi. S temi načini bi lahko rešili pomemben problem sodobne družbe.

- **Senzorji za prepoznavanje odpadkov:** Pametni smetnjaki lahko vključujejo senzorje, ki zaznavajo vrsto odpadkov, ki jih odvržete. Na primer, lahko prepoznajo, ali je predmet plastična steklenica, papir, ali kaj drugega. To omogoča natančnejše ločevanje in bolj efektivno recikliranje.
- **Nagrade in spodbude:** Sistem lahko vključuje tudi nagradni sistem za tiste, ki pravilno ločujejo odpadke. S pomočjo pametnih smetnjakov bi lahko ljudje zbirali točke ali dobivali druge spodbude, kar bi jih spodbudilo k boljšemu ravnanju z odpadki.
- **Povezava z mobilno aplikacijo:** Pametni smetnjaki bi lahko bili povezani z mobilno aplikacijo, ki uporabnikom omogoča spremljanje njihovega prispevka k ločevanju odpadkov. Aplikacija lahko ponudi tudi informacije o okoljskih učinkih in priporočila za izboljšanje ravnanja z odpadki.
- **Samo-stiskanje ali kompostiranje:** Pametni smetnjaki lahko vključujejo mehanizme za stiskanje odpadkov ali pa imajo možnost kompostiranja bio-razgradljivih odpadkov. To bi zmanjšalo volumen odpadkov in pomagalo pri boljšem ravnanju z organskimi odpadki.
- **Sledenje polnosti smetnjaka:** S senzorji za zaznavanje polnosti smetnjaka lahko sistem samodejno pošilja obvestila pristojnim službam, ko je smetnjak poln. To bi pripomoglo k

²⁹ Aysec, T. 2016. Pregled platform za upravljanje pametnih mest, Diplomsko delo. UL Fakulteta za računalništvo in informatiko

bolj učinkovitemu praznjenju brez nepotrebnih vožen in preprečevanju prenatrpanih smetnjakov. Hkrati dajejo osnovo za dejansko prilagojeni izračun stroškov odvoza za posameznega uporabnika.

- **Analitika podatkov:** Pametni smetnjaki lahko zbirajo podatke o vrstah odpadkov, količinah in vzorcih odvrženih predmetov. Te informacije se lahko uporabijo za analizo in izboljšanje sistemov ravnanja z odpadki na lokalni ravni.³⁰

3.2.5 Ekonomski vidiki pametnih smetnjakov

Ekonomski vidik pametnih smetnjakov v pametnih mestih je prav tako ključen, saj vpliva na gospodarsko učinkovitost in trajnost mesta. Tu so nekateri ključni ekonomski vidiki³¹:

- **Optimizacija stroškov ravnanja z odpadki:** Pametni smetnjaki omogočajo boljše načrtovanje in optimizacijo procesa zbiranja in odvoza odpadkov. S tem se zmanjšajo operativni stroški, povezani s prevozom, in se poveča učinkovitost sistema.
- **Dolgoročni prihranki:** Čeprav so začetni stroški namestitve pametnih smetnjakov lahko visoki, se lahko dolgoročno izkažejo kot naložba z visokim donosom, saj zmanjšujejo stroške vzdrževanja in izboljšujejo učinkovitost.
- **Učinki na lokalno gospodarstvo:** Uvedba pametnih smetnjakov lahko spodbudi lokalno gospodarstvo, zlasti če so vključeni lokalni ponudniki tehnologije in storitev. To ustvarja nova delovna mesta in spodbuja razvoj tehnoloških podjetij.
- **Finančna učinkovitost s subvencijami:** V nekaterih primerih so na voljo subvencije ali druge finančne spodbude za mesta, ki uvajajo tehnologijo za boljše upravljanje odpadkov. To lahko zmanjša finančno breme za lokalne oblasti.
- **Razvoj novih poslovnih modelov:** Pametni smetnjaki odpirajo možnosti za razvoj novih poslovnih modelov in storitev, kot so sledenje ravni recikliranja, povečanje ozaveščenosti prebivalcev in sodelovanje z zasebnim sektorjem.

³⁰ People-Centred Development of a Smart Waste Bin. Pridobljeno 2. 12. 2023 s <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8840414>

³¹ Ekonomski vidik pametnih smetnjakov. Pridobljeno 24. 1. 2024 s: https://projects2014-2020.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/library/file_1606486397.pdf

- **Vpliv na turizem in privabljanje naložb:** Čista in urejena mesta, ki učinkovito upravljajo z odpadki, lahko pozitivno vplivajo na turizem in privabljanje naložb. To lahko okrepi lokalno ekonomijo.
- **Trajnostni razvoj:** Ekonomski uspeh pametnih smetnjakov je povezan s trajnostnim razvojem. Učinkovito ravnanje z odpadki prispeva k bolj trajnostni rabi virov in zmanjšanju okoljskega vpliva.

Raziskovanje teh ekonomskih vidikov pametnih smetnjakov v pametnih mestih lahko prinaša vpogled v finančne koristi in izzive ter pomaga pri oblikovanju politik in strategij za boljšo ekonomsko učinkovitost v urbanih okoljih.

4 POVEZOVANJE PAMETNIH SMETNJAKOV V PAMETNA MESTA

Tudi v Sloveniji že poznamo pametna mesta, verjamem pa, da se jim bodo v prihodnje pridružila še dodatna. Z vidika značilnosti pametnega mesta se v Sloveniji največkrat omenjajo MO Kranj in občina Logatec, tudi MO Celje, MO Novo mesto, k vzpostavitvi digitalne urbane platforme pa je pristopila tudi MO Ljubljana.

Pri preoblikovanju mest, v skladu s teorijo pametnih mest, morajo predstavniki občin oziroma mest intenzivno sodelovati s podjetji, ki ponujajo tehnološke rešitve za vzpostavitev koncepta pametno mesto.

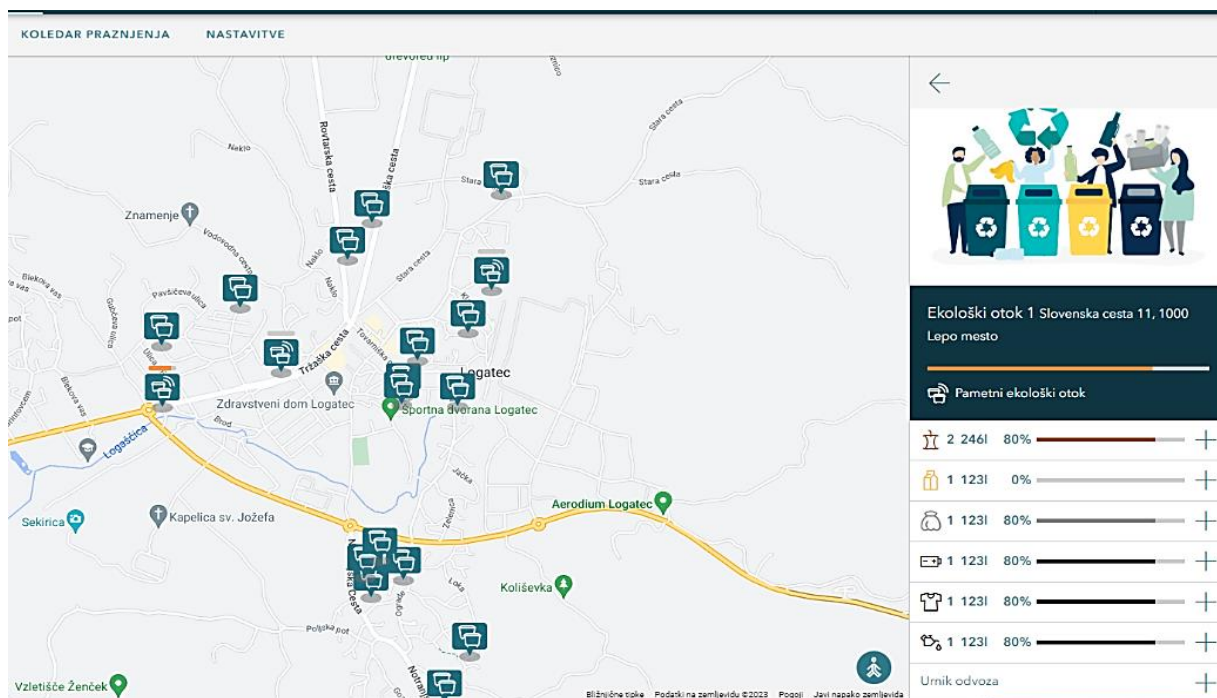
Med pripravo raziskovalne naloge sem se imel možnost srečati s predstavniki družbe T-2, ki so v Sloveniji eden izmed ponudnikov celovitih rešitev za pametna mesta. Tu sem na konkretnem primeru Občine Logatec lahko opazoval del skupne platforme, ki je namenjen upravljanju z odpadki v tej občini. Uporabniki imajo na voljo spletno in mobilno aplikacijo, kjer si lahko naročijo odvoz kosovnih odpadkov oziroma poiščejo lokacijo najbližjih praznih smetnjakov v okviru ekoloških otokov. Dodatno pa jim na enem mestu ogledajo podatke o vremenu in kakovost zraka, prosta parkirišča in tekoče novice povezane z mestom.

4.1 Povezljivost s pametnimi sistemi

Iz predstavitve primera implementiranih pametnih smetnjakov v mestu Logatec, ugotavljam, da pametni smetnjaki, sami po sebi, brez vključitve v skupno podatkovno platformo, nimajo večjega potenciala, zato jih je smiselno povezovati s platformami pametnih mest. V okviru teh jih lahko povežemo z uporabniki, komunalnimi službami in v primeru težav tudi s tehnično podporo.

Spodnja slika (slika 3) je primer, ki uporabnikom pametne platforme, vzpostavljene v mestu Logatec, pokaže mrežo pametnih smetnjakov, katere vrste zabojnikov so na ekoloških otokih.³²

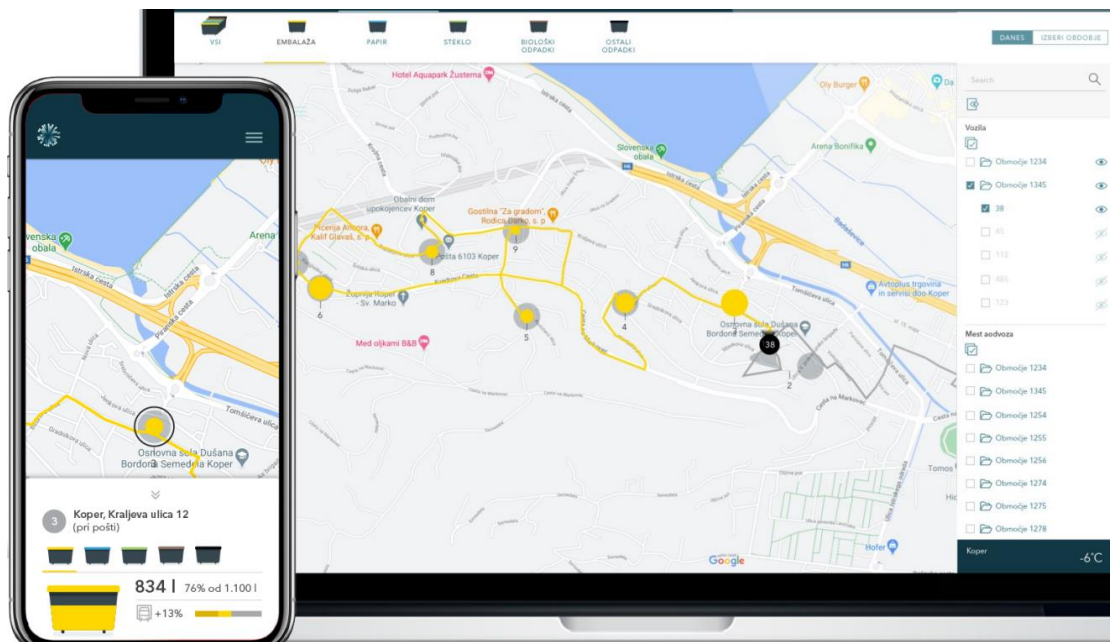
Ko izberemo določen smetnjak/ekološki otok, se nam na desni strani odpre podokno, v katerem vidimo, napolnjenost smetnjakov ter tudi kdaj bo izbrani smetnjak izpraznjen.



Slika 3: Mreža pametnih smetnjakov in ekoloških otokov v mestu Logatec.

³² Logatec pametno mesto.ppt, Pametna mesta, interno gradivo T-2, 2023.

Na drugi strani izdelana rešitev omogoča komunalni službi izračun optimalne poti odvoza odpadkov glede na to, katere zabojnike je, glede na napolnjenost potrebno izprazniti. Primer slika 4.



Slika 4: Izris optimizirane poti za komunalno vozilo.

4.2 Upravljanje podatkov

Uporaba pametnih mest in pametnih smetnjakov vključuje upravljanje podatkov na več ravneh - od zbiranja, obdelave, prenosa, shranjevanja in analize podatkov. Zelo pomemben vidik pa je tudi varnostni vidik in povezljivost podatkov z ostalimi sistemi.

Spodaj je nekaj ključnih vidikov upravljanja podatkov v pametnih mestih in pri pametnih smetnjakih:³³

Zbiranje podatkov:

- Pametni smetnjaki so opremljeni s senzorji, ki zbirajo podatke, kot so napolnjenost smetnjaka, vrsta odpadkov, temperaturo, itd.
- V pametnih mestih se podatki zbirajo iz različnih virov, kot so senzorji na ulicah, pametne naprave, javne storitve, prometni sistemi itd.

Prenos podatkov:

- Podatki se prenašajo prek omrežij IoT, kar omogoča realno-časno spremljanje in upravljanje podatkov.
- Brezžične tehnologije, kot so LoRaWAN, NB-IoT, ali celo 5G, se pogosto uporabljajo za učinkovit prenos podatkov.

Shranjevanje podatkov:

- Podatki se shranjujejo v oblaku ali lokalno, odvisno od zahtev varnosti in prostornine podatkov.
- Hramba podatkov v oblaku omogoča enostaven dostop, skupno rabo in analizo na različnih platformah.

Analiza podatkov:

³³ The Benefits of Smart Bins in Waste Management Systems. Pridobljeno 12. 12. 2023 s <https://www.linkedin.com/pulse/benefits-smart-bins-waste-management-systems-plaex>

- Uporaba analitike podatkov omogoča pridobivanje koristnih informacij, na primer napovedovanje napolnjenosti smetnjakov, optimizacija poti za smetarska vozila, identifikacija trendov itd.

Varovanje podatkov:

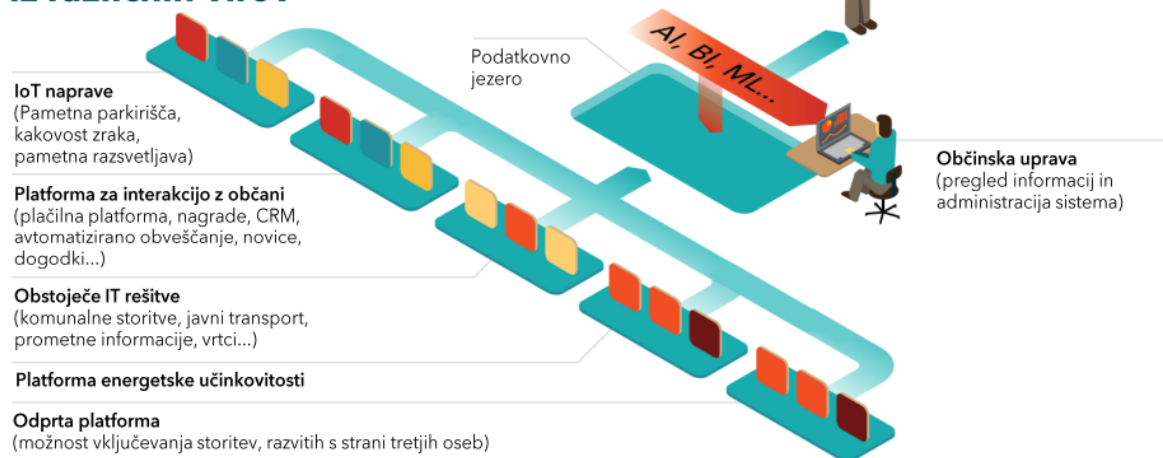
- Zaradi občutljivosti podatkov o mestnem okolju je varnost ključnega pomena. Uporablja se šifriranje podatkov, varnostne protokole in sisteme za preprečevanje neavtoriziranega dostopa.

Integracija s sistemi in storitvi:

- Podatki iz pametnih smetnjakov in mest se pogosto integrirajo s sistemi za upravljanje odpadkov, prometnimi sistemi, energetske mrežami in drugimi storitvami za optimalno delovanje mesta.³⁴

Kako deluje

Povezovanje storitev iz različnih virov



Slika 5: Povezovanje različnih virov v enotno platformo

Pametno upravljanje odpadkov:

- Na osnovi analize podatkov se lahko razvijejo pametne strategije za upravljanje odpadkov, kar vodi v bolj učinkovito zbiranje, recikliranje in odstranjevanje odpadkov.

³⁴ Platforma za interakcijo z občani. T-2 Pametna mesta, interno gradivo T-2, 2022

V pametnih mestih imajo senzorji poglavitno nalogo meriti, opcijsko lokalno shranjevati in pošiljati podatke v tako imenovani zbirni center. Lokalno shranjevanje je željeno predvsem tam, kjer je stabilnost podatkovne povezave slaba oz. ni zagotovljena visoka razpoložljivost povezave za oddajanje podatkov.

The screenshot shows the Zabbix Logatec metrics dashboard. The left sidebar contains navigation links for Monitoring, Dashboard, Problems, Hosts, Latest data, Maps, Discovery, Services, Inventory, Reports, Configuration, Support, Integrations, Help, and User settings. The main content area is titled 'Logatec metrics' and is divided into two sections: 'Problems' and 'History'.

Problems Table:

Time	Recovery time	Status	Info	Host	Problem • Severity	Duration	Ack	Actions
2023-10-06 11:42:08		PROBLEM	Logatec - Aplikacije - Prod		Unhealthy serv - https://pulse-warden-api.logatec.smartcity.si/api/health	1M 26d 3h	Yes	1
2023-09-07 09:50:17		PROBLEM	Sistemi		Disk space is less than 1G on smartcity-pvc-lpm-wetprojects-warpt, smartcity-logatec-ga	2M 25d 5h	Yes	2
2023-09-07 09:50:16		PROBLEM	Sistemi		Disk space is less than 1G on smartcity-pvc-lpm-wetprojects-warpt, smartcity-logatec-ga	2M 25d 5h	Yes	2
2023-09-07 09:50:15		PROBLEM	Sistemi		Disk space is less than 1G on smartcity-pvc-lpm-wetprojects-warpt, smartcity-logatec-ga	2M 25d 5h	Yes	2
2023-06-22 17:16:50		PROBLEM	Sistemi		Disk space is less than 1G	5M 11d 21h	Yes	2
2023-06-22 17:16:45		PROBLEM	Sistemi		Disk space is less than 1G	5M 11d 21h	Yes	2

History Table:

Time	Recovery time	Status	Info	Host	Problem • Severity	Duration	Ack	Actions
2023-11-17 09:54:38	2023-11-17 09:55:38	RESOLVED	T2-tlog-logatec-vodostaj		Unavailable by ICMP ping	1m	No	
2023-11-16 20:31:39	2023-11-16 21:12:40	RESOLVED	T2-ralk-logatec-hoteldra-cice		Unavailable by ICMP ping	41m 1s	No	
2023-11-16 20:31:39	2023-11-16 21:08:38	RESOLVED	T2-ralk-logatec-os-lsk-rivje		Unavailable by ICMP ping	36m 59s	No	
2023-11-16 20:31:38	2023-11-16 21:08:36	RESOLVED	T2-ralk-logatec-os-logatec		Unavailable by ICMP ping	37m	No	
2023-11-15 16:10:57	2023-11-16 01:00:57	RESOLVED	Logatec - Aplikacije - Prod		Unhealthy serv - https://app-api.logatec.smartcity.si/api/health	8h 50m	No	
2023-11-15 08:52:57	2023-11-15 12:04:57	RESOLVED	Logatec - Aplikacije - Prod		Unhealthy serv - https://app-api.logatec.smartcity.si/api/health	3h 12m	No	

Slika 6: Zajem in evidentiranje podatkov iz platforme Pametno mesto Logatec

V kolikor namreč širokopasovna povezava izpade, bi se lahko ključni podatki izgubili, kar bi za posledico imelo napačno poročanje, baza shranjenih podatkov pa bi bila zaradi tega nezanesljiva in neuporabna. Izbrani podatki se lahko uporabijo v analitiki, ko se iz njih izdelajo analitični vzorci, s katerimi lahko v prihodnosti dokaj natančno napovemo verjetnost določenih dogodkov. Ti se nato smiselno uporabijo za nadaljnje popravke in izboljšave v pametnem mestu.

5 IZHODIŠČE RAZISKAVE IN HIPOTEZE

5.1 Cilji raziskovalne naloge

V raziskovalni nalogi sem želel na s pomočjo informacij pridobljenih v okviru intervjujev s predstavniki stroke (razvijalci tehnoloških rešitev, predstavniki komunalne službe, predstavniki ustanov in občin) ugotoviti, ali je v Sloveniji že kje vzpostavljena pametna infrastruktura za ravnanje z odpadki, kakšne so glavne prednosti in slabosti teh rešitev za uporabnike, kako bi lahko zbrane podatke uporabili in kako vidijo prihodnji razvoj teh rešitev.

Na drugi strani, sem s pomočjo analize anketnih vprašalnikov želel na dveh skupinah anketirancev (učencih 8. in 9. razreda osnovne šole in odraslih) preveriti, ali se sodelujoči zavedajo izzivov, ki jih v mestih predstavljajo odpadki, ter kakšno je poznavanje pravilnega ločevanja odpadkov. Želel sem preveriti tudi njihovo poznavanje koncepta pametnih mest, katerih del je tudi sodobno upravljanje z odpadki in pametni smetnjaki. Zanimalo me je, ali so že slišali za pametne smetnjake in kaj si pod tem pojmom predstavljajo. Vzorec sem razdelil v dve skupini, ker me je zanimalo, ali obstajajo razlike med mlajšimi ali starejšimi anketiranci

5.2 Postavitev hipotez

Na podlagi vprašanj v intervjujih in anketah sem postavil pet hipotez:

- Hipoteza 1: Starejši anketiranci se bodo bolj zavedali problema, ki ga predstavljajo odpadki v našem okolju, in pomena ločevanja odpadkov.«
- Hipoteza 2: Večina anketirancev bo imela težave s pravilnim ločevanjem vsakodnevnih odpadkov.
- Hipoteza 3: Večina anketiranih ne pozna pametnih smetnjakov.

- Hipoteza 4: Večina anketiranih bo pripravljena doplačati za nove funkcionalnosti, ki jih omogočajo pametni smetnjaki.
- Hipoteza 5: Mesta v prihodnje bodo bolj trajnostno usmerjena in bodo več pozornosti namenjala sodobnim pristopom pri ravnanju z odpadki.

5.3 Raziskava

5.3.1 Raziskovalna metoda dela

Raziskovalna metoda dela temelji na:

- analizi odgovorov intervjuvancev,
- analizi prejetih odgovorov dveh skupin anketirancev. Ankete sem izdelal v orodju Google Forms in
- eksperimentalno delo – izdelava modela pametnega smetnjaka.

5.3.2 Vzorec

Vprašanja iz intervjujev sem naslovil na:

- člane mreže za trajnostni razvoj - Ekologi brez meja,
- raziskovalni inštitut ZRC SAZU,
- komunalno podjetje VOKA – SNAGA Ljubljana,
- podjetje T-2, Ljubljana,
- Ljubljanski forum o prihodnosti mest,
- več slovenskih občin, ki se lotevajo uvajanja pametnih rešitev (Ljubljana, Kranj, Celje, Novo mesto, Krško, Idrija, Tržič, Selnica ob Dravi),
- Inštitut za politike prostora,
- Fakulteta za logistiko UM,
- Zavod Državljan D ter
- Fakulteta Doba.

V okviru izvedenih anket sem vzorec razdelil v dve skupini:

- odrasle osebe (starejši od 20 let) ter
- učence 8. in 9. razreda Osnovne šole Polje.

Anketiranje v šoli je potekalo 25. in 26. januarja 2024. Pridobili smo 89 izpolnjenih anket. Anketiranje odraslih pa je potekalo od 30. januarja do 4. februarja 2024. Vprašalnik je izpolnilo 161 oseb.

5.3.3 Predstavitev vprašalnikov

Z namenom, da bi potrdil ali ovrgel postavljene hipoteze sem sestavil vprašanja za intervjuje in ankete.

Intervjuvancem sem postavil vprašanja odprtega tipa, na katere so odgovarjali prosto, glede na svoja znanja in izkušnje s proučevanim področjem.

V osnovi sem pripravil dva podobna vprašalnika, namenjena posamezni skupini anketirancev (starejši in mlajši). Oba sta bila razdeljena na tri sklope. Prvi sklop vprašanj se je nanašal na osnovne demografske podatke o anketirancih (spol, starost, izobrazba). Drugi sklop vprašanj je anketirance spraševal o splošnih stvareh na temo ločevanja odpadkov. Tretji in s tem zadnji sklop pa je bil namenjen preverjanju poznavanja teme pametnih smetnjakov. Vprašanja so bila lahko nekoliko različna glede na predhodni odgovor anketiranca.

5.3.4 Postopek obdelave

Za obdelavo podatkov iz anket in grafični prikaz odgovorov sem uporabil program Microsoft Office Excel.

6 REZULTATI RAZISKAVE

6.1 Intervjuji

Z namenom:

- spoznati pogled predstavnikov stroke, na uporabo pametnih smetnjakov v mestnih središčih,
- pridobiti mnenje o smiselnosti opremljanja mest s pametnimi smetnjaki in njihovim vplivom na okolje,
- ugotoviti ključne izzive, ki jih moramo premagati na poti do učinkovite uporabe pametnih smetnjakov v družbi,

sem za mnenje poprosil več strokovnjakov iz različnih podjetij in ustanov, ki so povezani s tem področjem. V nadaljevanju objavljam zapise šestih intervjujev, ki sem jih uspel pridobiti.

6.1.1 Intervju z antropologom – dr. Danom Podjedom, zaposlenem na Inštitutu za slovensko narodopisje ZRC SAZU

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Delam kot raziskovalec na področju antropologije, pogosto pa se ukvarjam z interdisciplinarnimi raziskavami.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združene različne funkcije upravljanja mest. Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Problem pametnih rešitev je, da pogosto poneumljajo ljudi, saj imajo preveč funkcionalnosti, ki jih ljudje ne razumejo. Sam zagovarjam razvoj umirjenih, nemotečih rešitev. Takšni naj bodo tudi pametni smetnjaki.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Glavna prednost je optimizacija odvoza odpadkov glede na polnost smetnjakov. Glavna slabost pa »teženje« meščankam in meščanom s potisnimi obvestili in drugimi opozorili.

4. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Osnovna naloga takega smetnjaka naj bo, da vanj mečemo smeti. Vse druge funkcije naj bodo sekundarne, v ozadju.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Mislim, da so taki smetnjaki zdaj še primernejši za šole in druge podobne institucije, namenjeni pa naj bodo predvsem ozaveščanju o ravnanju z odpadki. V prihodnosti pa lahko pričakujemo povezovanje smetnjakov z zabojniki in smetarskimi vozili ter smetišči. Morda bomo lahko celo za vsako »smet« oziroma odpadke izvedeli, kje dejansko konča. Tako ne bomo imeli le t. i. interneta stvari (IoT), ampak tudi internet smeti.

6. Pomemben element pametnih smetnjakov so tudi senzorji. Kateri senzorji so, oziroma bi, po vašem mnenju, morali biti vključeni v pametni smetnjak?

V projektu Nevidno življenje odpadkov smo predvideli, da tak smetnjak vsebuje vsaj senzorja za težo in polnost, torej volumen. Ima pa lahko še senzorje za interakcijo z ljudmi, od prepoznavanja prstnih odtisov do prepoznavanja obrazov.

7. Za kakšne namene se trenutno uporabljajo podatki zbrani s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Seveda bi lahko podatke uporabili, da bi vedeli, koliko neka oseba oz. član gospodinjstva »zmeče stran«. Takšne analize bi lahko opravili tudi za gospodinjstva, večstanovanjske objekte, podjetja, mesta itd. Na ta način bi lažje načrtovali upravljanje z odpadki na vseh omenjenih ravneh.

8. Kako, po vašem poznavanju, pametni smetnjaki v pametnem mestu komunicirajo z drugimi napravami in njihovo bazo podatkov?

Kakor kje. Ponekod so povezani le s sistemom za odvoz odpadkov, ponekod pa integrirani še z drugimi rešitvami, na primer za promet, upravljanje s stavbami itd. Primerov je res veliko, razlike med državami in tudi mesti pa so precejšnje.

9. Če se navežem na zgornje vprašanje, kako bi, po vašem mnenju, zagotovili ažurnost zbranih podatkov in podatkovne povezave pametnega smetnjaka s skupno bazo podatkov?

Ažurnost bi zagotovili z integracijo sistemov. Glavna težava t. i. pametnih rešitev namreč je, da niso povezane med sabo.

10. Če da, za katere namene bi bilo, po vašem mnenju, te podatke smiselno uporabiti?

Podatke bi bilo smiselno uporabiti za bolj smotrno načrtovanje urbane in ruralne infrastrukture, vključno z investicijami v smetarska vozila, zabojnike za odvoz odpadkov, smetišča itd.

11. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Z optimizacijo odvoza odpadkov se lahko bistveno zmanjšajo poti smetarskih vozil, kar vpliva pozitivno tako na okolje kot proračun podjetij, ki odvažajo odpadke. Pomembno pa je tudi, da odpadki, ki jih smetarsko podjetje pravočasno pobere, ne motijo prebivalcev in prebivalcev s smradom in drugimi motečimi vplivi.

12. Ali obstajajo načrti za nadgradnjo in izboljšave pametnih smetnjakov v prihodnosti?

Načrtov je veliko, v vaši raziskavi pa bi se bilo smiselno osredotočiti na tiste, ki že obstajajo v Sloveniji. Predlagam, da pogledate, recimo, t. i. »potopne smetnjake«, torej podzemne zabojnike, ki jih je uvedla Mestna občina Ljubljana.

13. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

Razmeroma »pametni« smetnjaki, ki sem jih prej omenil, se nahajajo v središču Ljubljane.

14. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Predvsem upam, da bomo znali zmanjšati količino odpadkov, in to tako na lokalni kot tudi svetovni ravni. Količina odpadkov, ki jih letno proizvedemo, se namreč neizmerno povečuje, človeška vrsta pa s tem pušča na planetu neizbrisen pečat. Mimogrede, največja »konstrukcija«, ki jo je postavil človek, je smetišče Fresh Kills v bližini New Yorka. Ta ogromna »gora« odpadkov je dejansko spomenik časa, ki mu pravimo antropocen.

6.1.2 Intervju z g. Gašperjem Žerovnikom, vodjem oddelka za digitalne transformacije na T2 Ljubljana

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Gašper Žerovnik, Vodja oddelka za digitalne transformacije, v okviru katere nastaja platforma T-2 Pametna mesta in skupnosti.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združene različne funkcije upravljanja mest. Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Pametni smetnjaki bi morali biti del širšega konteksta pametnega mesta oz. pametne skupnosti, ki vključuje zbiranje podatkov, analizo, avtomatizirano upravljanje storitev ter informiranje in obveščanje. S tem, ko pametni smetnjaki sporočajo, kdaj so polni, lahko mestne oblasti optimizirajo odvoz odpadkov, zmanjšajo število nepotrebnih voženj, s tem pa tudi zmanjšajo promet in onesnaževanje. Enako lahko tudi občani vidijo kje se smetnjaki nahajajo in ali je v njih še prostor, da vanje odložijo svoje odpadke. To velja še posebej v primeru ekoloških otokov za odpadke.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Prednosti: Zmanjšanje stroškov in emisij zaradi optimiziranega odvoza odpadkov, izboljšanje čistoče in higiene mesta, lažje recikliranje in boljše upravljanje mestnih virov.

Slabosti: Začetni stroški in potreba po vzdrževanju tehnologije.

4. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Samodejno obveščanje o polnosti, razvrščanje odpadkov, obveščanje če je smetnjak prevrnjen, če zagori ter zagotavljanje podatkov za analizo in optimizacijo odvoza odpadkov.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Čeprav so bolj razširjeni na ekoloških otokih, bi lahko pametni smetnjaki pomagali tudi v gospodinjstvih, npr. pri spremljanju ločevanja odpadkov ali obveščanju o potrebi po odvozu.

6. Pomemben element pametnih smetnjakov so tudi senzorji. Kateri senzorji so, oziroma bi, po vašem mnenju, morali biti vključeni v pametni smetnjak?

Senzorji za merjenje polnosti, teže, senzorji za razpoznavanje vrste odpadkov, temperaturni senzorji (če zagori), girooskop (če se prevrne) in morda celo senzorji za pline (močne vonjave).

7. Za kakšne namene se trenutno uporabljajo podatki zbrani s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Podatki se trenutno uporabljajo za optimizacijo odvoza odpadkov, vzdrževanje čistoče in spremljanje količine odpadkov. V prihodnosti bi se lahko uporabili tudi za prediktivno analizo, na primer za napovedovanje trendov v proizvodnji odpadkov ali identifikacijo območij, ki potrebujejo večje zmogljivosti za ravnanje z odpadki.

8. Kako, po vašem poznavanju, pametni smetnjaki v pametnem mestu komunicirajo z drugimi napravami in njihovo bazo podatkov?

Pametni smetnjaki komunicirajo preko brezžičnih omrežij (kot je LoRaWAN, Nb-IoT, Sigfox ipd.), običajno pošiljajo podatke v centralni sistem, kjer se analizirajo. To omogoča integracijo s širšim sistemom pametnega mesta in interakcijo z drugimi napravami in storitvami.

9. Če se navežem na zgornje vprašanje, kako bi, po vašem mnenju, zagotovili ažurnost zbranih podatkov in podatkovne povezave pametnega smetnjaka s skupno bazo podatkov?

Ažurnost se zagotavlja z rednim pošiljanjem podatkov preko zanesljivih in varnih povezav. Varnost podatkov se zagotavlja z uporabo varnih protokolov za prenos podatkov in varnostnih ukrepov za shranjevanje podatkov.

10. Če da, za katere namene bi bilo, po vašem mnenju, te podatke smiselno uporabiti?

Poleg optimizacije odvoza odpadkov bi se podatki lahko uporabili za urbano načrtovanje, izboljšanje recikliranja, izobraževanje javnosti o odpadkih in kot del širše trajnostne strategije mesta.

11. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Pametni smetnjaki lahko znatno prispevajo k trajnosti, saj optimizirajo odvoz odpadkov, zmanjšujejo promet in s tem povezane emisije ter spodbujajo recikliranje.

12. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

Ocena investicij se razlikuje glede na velikost in potrebe mesta. Prihranki prihajajo iz manjših stroškov za odvoz, manjših emisij, izboljšane recikliranja in morda celo iz manjših stroškov za javno zdravje zaradi čistejšega okolja.

13. Ali obstajajo načrti za nadgradnjo in izboljšave pametnih smetnjakov v prihodnosti?

Zaznavamo, da v nekaterih mestih že obstajajo načrti za dodajanje naprednejših senzorjev, izboljšanje natančnosti podatkov, integracijo z drugimi mestnimi storitvami in razvoj bolj robustnih in trajnostnih modelov, ki naslavlja izzive posameznih mest.

14. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

V različnih mestih po svetu se že uporabljajo pametni smetnjaki, ki pomagajo pri čistoči in optimizaciji odvoza odpadkov. Njihova prisotnost se povečuje, saj mesta iščejo načine za izboljšanje učinkovitosti in zmanjšanje okoljskega vpliva. V okviru našega dela na T-2, smo jih namestili v občini Logatec.

15. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

V naslednjih 20 letih pričakujem še večjo avtomatizacijo in optimizacijo ravnanja z odpadki, večji poudarek na recikliranju in ponovni uporabi materialov ter bolj integrirane sisteme za ravnanje z odpadki, ki bodo del širšega koncepta pametnih mest.

6.1.3 Intervju z g. Miho Ernstsneiderjem, produktnim vodjem v oddelku za digitalne transformacije T2 Ljubljana

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Moje ime je Miha Ernstsneider in sem član ekipe, ki se ukvarja z razvojem platforme za pametna mesta. Moj formalni naziv je produktni vodja v oddelku za digitalne transformacije. Sodelujem tako pri razvoju produkta, kot tudi na področju razvoja poslovanja na področju pametnih mest.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združene različne funkcije upravljanja mest.

Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

V večini primerov si pametna mesta predstavljamo v sklopu digitalizacije mestnih storitev, dostopu do podatkov v digitalni obliki in zajem podatkov iz različnih sistemov z namenom, da na podlagi podatkov lažje, hitreje in z večjo mero zaupanja sprejemamo odločitve, ki so podkrepljene s podatki.

Upravljanje z odpadki je vsekakor eno izmed zelo aktualnih področij, ko govorimo o t.i. pametnih mestih, pri čemer so pametni smetnjaki le ena kocka v mozaiku širšega koncepta upravlja z odpadki.

Pametni smetnjaki lahko ustvarjajo potencial za ustvarjanje dodane vrednosti na različnih področjih:

- *spremljanja hitrosti polnjenja in posledično prilagoditev urnikov odvoza,*
- *spremljanje stanja napolnjenosti lahko sproži izreden odvoz v primeru večje količine odpadkov,*
- *pametni zabojnik lahko sporoča različne alarme (požar, prevrnjen zabojnik), kar omogoča hitrejšo reagiranje pristojnih služb, posledično pa ta vidik vpliva tudi na izgled in urejenost okolice,*
- *spremljanje količine odpadkov v zabojnikih, ključnim deležnikom omogoča vpogled v potrebe po dodatnih zabojnikih,*

- *določena senzorika lahko spremlja tudi vrste odpadkov in uporabnike opozarja na ustrezno ločevanje odpadkov, kar sovпада s trendi zelenega prehoda in manjših okoljskih obremenitev,*
- *pametni smetnjaki so lahko opremljeni tudi s sistemi za kontrolo dostopa (NFC čipi), ki se lahko uporabijo za kontrolo nad tem, kdo lahko v dotični zabojnik odlaga smeti in kdo ne.*
- *prav tako je tovrstna tehnologija lahko uporabljena za primere, ko bi želeli zelo natančno spremljati, kdo je pridelal specifično količino odpadkov, kar omogoča vzpostavitev sistema plačevanja glede na proizvedeno količino odpadkov (Pay per use).*

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Kot ključne prednosti bi izpostavil:

- *optimalnejše odločitve, ki izhajajo iz analize podatkov – npr. optimizacija frekvenca in poti odvozov (route planning), hitrejši odziv na izredne situacije, analizo in primerjavo količine zbranih odpadkov med različnimi obdobji, mestnimi četrtmi, izrednimi dogodki ter vpliv vremenskih razmer na zbiranje odpadkov;*
- *višjo stopnjo zavedanja o pomembnosti ločevanja odpadkov;*
- *uvedbo novih poslovnih modelov obračunavanja storitev upravljanja z odpadki ter*
- *spremljanje stanja v realnem času.*

Na drugi strani kot glavne slabosti lahko naštejemo:

- *relativno visok strošek investicij v strojno in komunikacijsko opremo,*
- *tveganja z vidika zanesljivosti in kvalitete podatkov,*
- *občutek nadzora s strani končnih uporabnikov (Big brother effect) in*
- *vandalizem.*

4. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Kot glavne funkcije bi izpostavil sporočanje stanja napolnjenosti smetnjaka, spremljanje tipa odpadkov, funkcijo stiskanja oz. prešanja odpadkov ter možnost omejitve fizičnega dostopa v primerih, kjer je to smiselno.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Vsekakor se mi zdi uporaba pametnih smetnjakov primerna za rabo v vseh možnih aspektih uporabe, tudi v gospodinjstvu. Vprašanje pa je, ali izvedba in stroški upravičujejo dodano vrednost oziroma ali lahko isti učinek dosežemo na drugačen način.

6. Pomemben element pametnih smetnjakov so tudi senzorji. Kateri senzorji so, oziroma bi, po vašem mnenju, morali biti vključeni v pametni smetnjak?

Senzor napolnjenosti, senzor temperature (požar), kamera za prepoznavo tipov odpadkov, senzor in mehanizem za kontrolo dostopa uporabnika do zabojnika (access control) ter tilt senzor (če se smetnjak prevrne).

7. Za kakšne namene se trenutno uporabljajo podatki zbrani s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Zbrane podatke se uporablja za optimizacijo poti odvozov odpadkov in planiranje odvozov, za hitrejši odziv na alarme (požar, vandalizem), za napovedovanje (predikcijo) predelave posameznih frakcij odpadkov ter za načrtovanje potreb po prostoru na deponijah in sežigalnicah ter za primerjavo količine proizvedenih odpadkov med različnimi deli mest in iskanje vzrokov za razlike/odstopanja.

8. Kako, po vašem poznavanju, pametni smetnjaki v pametnem mestu komunicirajo z drugimi napravami in njihovo bazo podatkov?

V večini primerov gre za klasične »IoT pristope« (Internet of Things – Internet stvari). V svoji osnovi delujejo na treh nivojih:

- senzor,*
- komunikacijsko omrežje ter*
- platforma za zbiranje podatkov.*

V večini primerov se pri pametnih smetnjakih uporablja komunikacijske tehnologije LoRaWAN, Sigfox (0g) ali NBIoT.

9. Če se navežem na zgornje vprašanje, kako bi, po vašem mnenju, zagotovili ažurnost zbranih podatkov in podatkovne povezave pametnega smetnjaka s skupno bazo podatkov?

V svoji osnovi zgoraj opisane tehnologije ne predvidevajo velike količine podatkov, ki bi se prenašali med senzorjem in bazo podatkov. Večinoma govorimo o majhnih paketih podatkov, ki jih tovrstni sistemi zajemajo s frekvenco med vsakih 15 minut do 1x dnevno (odvisno od namena in potreb).

10. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Z optimizacijo poti odvozov odpadkov zmanjšujemo ogljični odtis. Prav tako se na tak način ne vozimo na lokacije, kjer pobiramo prazne smetnjake.

S spremljanjem ločevanja odpadkov pripomoremo k višji stopnji recikliranih materialov, kar posledično vpliva na manjše potrebe po dodatnih naravnih resursih. Prav tako na tak način podpiramo krožno gospodarstvo, saj odpadki tako lahko postanejo polprodukti ali surovine.

11. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

S konkretnimi finančnimi učinki ne razpolagam, po izkušnjah pa bi ocenil, da v veliko primerih strošek investicije ne opravičuje direktnega učinka na nivoju prihrankov, bolj v smeri zavedanja, da smo investirali v čistejše okolje in tako podpiramo t.i. zeleni prehod in kvaliteto bivanja.

12. Ali obstajajo načrti za nadgradnjo in izboljšave pametnih smetnjakov v prihodnosti?

V zadnjih nekaj letih se tudi področje upravljanja z odpadki zelo hitro razvija in prepričan sem, da obstaja veliko idej in načrtov, kako bomo z uporabo sodobnih tehnologij tudi spremenili način, kako upravljamo z odpadki.

13. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

Občina Jesenice je pred kratkim zgradila nekaj povsem novih ekoloških otokov, ki so opremljeni s senzoriko.

14. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Menim, da bo čez 20 let ravnanje in upravljanje z odpadki zelo drugačno od načina, ki smo ga navajeni danes. Vedno bolj zahtevno bo ločevanje odpadkov, sistemi bodo vedno bolj

opremljeni s tehnologijo za spremljanje in nadzor, prav tako bomo zelo verjetno deležni tudi drugačnega načina obračunavanja povezanih storitev. Morda pa bo tehnologija čez 20 let dosegla že tak nivo, da bomo odpadke predelovali že sami na nivoju gospodinjstva.

6.1.4 Intervju z g. Rokom Mikuličem, produktnim vodjem v oddelku za digitalne transformacije T2 Ljubljana

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Sem produktni vodja in član ekipe na oddelku za digitalne transformacije. Ukvarjamo se z razvojem rešitev za pametna mesta, ki vključuje tudi aktivnosti na področju zagotavljanja rešitev za učinkovito upravljanje z odpadki v mestih.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združene različne funkcije upravljanja mest.

Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Da bi neko mesto opredelili kot »pametno« mora po Frost Sullivanovem konceptu pametnih mest 4.0 pokrivati 5 od 8-ih komponent, ki pa so sledeče: Pametno upravljanje, pametna energija, pametne zgradbe, pametna mobilnost, pametna infrastruktura, pametna tehnologija, pametno zdravstvo. Poleg zgoraj naštetih pa ne smemo pozabiti na občane za katere je pomembno, da prej našteje komponente povežemo v enovit in uporabniško usmerjen produkt. S tem se uporabniki počutijo vključene v družbo ter odločanje s tem pa raste tudi njihovo zadovoljstvo.

Vključitev pametnih smetnjakov v koncept pametnega mesta lahko prinese veliko prednosti in izboljša kakovost življenja prebivalcev. Nekaj vidikov, kako bi lahko pametni smetnjaki bili integrirani v koncept pametnega mesta:

- *Pametni smetnjaki imajo lahko vgrajene senzorje, ki merijo stopnjo polnosti smetnjakov. S pomočjo teh podatkov bi lahko sistem samodejno obveščal pristojne službe o potrebi po praznjenju smetnjakov, kar bi optimiziralo postopke odvoza odpadkov.*

- Pametni smetnjaki so lahko povezani v omrežje pametnega mesta, kar omogoča centralizirano spremljanje in upravljanje. Ta povezava bi lahko vključevala tudi tehnologijo internet stvari (IoT), kar omogoča oddaljen dostop in spremljanje statusa smetnjakov.
- Zaledni sistem v katerega so integrirani pametni smetnjaki lahko prebivalce obvešča o zasedenosti, urnikih odvoza odpadkov in drugih pomembnih informacijah, s čimer bi spodbujali aktivno sodelovanje prebivalcev pri ravnanju z odpadki.
- Pametni smetnjaki bi lahko vključevali tudi energetsko učinkovite komponente, na primer sončne celice za napajanje senzorjev ali tehnologije za zmanjšanje porabe energije.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Kot ključne prednosti uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki v mestih bi lahko izpostavili sledeče:

- učinkovitejše planiranje odvozov odpadkov, boljše upravljanje z viri. Pametna infrastruktura, ki vključuje senzorje za polnost smetnjakov, omogoča optimizacijo urnikov odvoza odpadkov. To zmanjšuje nepotrebne vožnje in pripomore k bolj učinkoviti rabi mestnih virov;
- zmanjšanje okoljskega vpliva. Z optimiziranim odvozom odpadkov in spodbujanjem recikliranja pametna infrastruktura lahko prispeva k zmanjšanju ogljičnega odtisa in drugih okoljskih vplivov povezanih s ravnanjem z odpadki.

Kot slabosti pa bi lahko izpostavili:

- potrebne visoke finančne naložbe v nakup in vzdrževanje pametnih smetnjakov, senzorjev, omrežne infrastrukture in podobno, ki jih zahteva uvedba pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki,
- pametna infrastruktura zahteva redno vzdrževanje in posodobitve, kar lahko predstavlja tehnične in organizacijske izzive za mestne oblasti ter
- omejena uporaba v manjših mestih - manjša mesta z omejenimi finančnimi sredstvi in nižjo stopnjo gostote prebivalstva morda ne bodo mogla izkoristiti vseh prednosti pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki.

4. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Osnovne naloge pametnih smetnjakov bi morale biti usmerjene v izboljšanje učinkovitosti ravnanja z odpadki in posledično ravnanja z viri, zmanjšanje okoljskega vpliva ter spodbujanje trajnostnega ravnanja s smetmi.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Po mojem mnenju so pametni smetnjaki bolj primerni na ekoloških otokih ali v večstanovanjskih naseljih, kjer si vire deli več gospodinjstev.

6. Pomemben element pametnih smetnjakov so tudi senzorji. Kateri senzorji so, oziroma bi, po vašem mnenju, morali biti vključeni v pametni smetnjak?

Primerna senzorika je ključna za zbiranje podatkov in izvajanje različnih funkcij. Sestava in funkcije senzorjev se lahko spreminjajo glede na specifične potrebe in namene uporabe. Nekaj primerov senzorjev: senzor za merjenje polnosti smetnjaka (IR senzor, ultrazvočni senzor), GPS, senzor teže, temperaturni, vlažnostni, kamera.

7. Za kakšne namene se trenutno uporabljajo podatki zbrani s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Trenutna senzorika s katero imamo opravka v sklopu projektov je v večini primerov namenjena prikazu lokacij zabojnikov, zasedenosti smetnjakov ter morebitnem alarmiranju (prevrnjen smetnjak, požar). Podatke glede zasedenosti smetnjakov se lahko uporabi za optimizacijo poti odvozov odpadkov in s tem prihrank na stroških, omogočimo pregled količine generiranih odpadkov glede na krajevne skupnosti in optimiziranje na tem področju. Z vključitvijo umetne inteligence in statističnih modelov pa lahko pridemo do napovedovanja prihodnjih dogodkov, kot so napovedi napolnjenosti smetnjakov, optimalni čas odvoza podatkov, trend polnjenja itn. Vse to pa lahko pomaga pri boljšem načrtovanju in upravljanju sistemov ravnanja z odpadki

8. Kako, po vašem poznavanju, pametni smetnjaki v pametnem mestu komunicirajo z drugimi napravami in njihovo bazo podatkov?

Pametni smetnjaki oz. senzorji znotraj njih v pametnih mestih komunicirajo z drugimi napravami in bazo podatkov prek različnih tehnologij in komunikacijskih protokolov. V nadaljevanju lahko navedem nekaj primerov, kako lahko pametni smetnjaki vzpostavljajo komunikacijo.

- Internet stvari (IoT): Pametni smetnjaki so pogosto opremljeni z IoT-senzorji, ki omogočajo brezžično povezavo z omrežjem. Te povezave omogočajo prenos podatkov v realnem času v oblak ali lokalne strežnike.
- Brezžične komunikacijske tehnologije: Uporaba brezžičnih tehnologij, kot so Wi-Fi, Bluetooth, LoRa (Long Range)/Lorawan (Long Range Wide Area Network), ali celo mobilno

omrežje (2G, 3G, 4G, 5G), omogoča pametnim smetnjakom, da komunicirajo z drugimi napravami in strežniki.

- Nizkoenergijski protokoli: Za povečanje energetske učinkovitosti so lahko pametni smetnjaki opremljeni z nizkoenergijskimi protokoli, kot je Bluetooth Low Energy (BLE), kar omogoča varčno komunikacijo z drugimi napravami.
- Mesh omrežja: Pametni smetnjaki se lahko povezujejo v mesh omrežja, kar omogoča medsebojno komunikacijo in prenos podatkov brez neposredne povezave s centralnim sistemom.

Pametni smetnjaki lahko pošiljajo podatke v centralni sistem za upravljanje podatkov, kjer se shranjujejo, obdelujejo in analizirajo. To omogoča mestnim oblastem ali upravljavcem odpadkov spremljanje in upravljanje celotnega sistema na enem mestu.

9. Če se navežem na zgornje vprašanje, kako bi, po vašem mnenju, zagotovili ažurnost zbranih podatkov in podatkovne povezave pametnega smetnjaka s skupno bazo podatkov?

Zagotovitev ažurnosti zbranih podatkov in učinkovite podatkovne povezave pametnega smetnjaka s skupno bazo podatkov vključuje uporabo naprednih tehnologij in strategij. Nekaj ključnih načinov, kako bi to lahko dosegli:

- spremljanje podatkov v realnem času - tu je pomembno, da se uporabljajo senzorji in komunikacijski protokoli, ki omogočajo zelo natančno in frekventno zajemanje in spremljanje podatkov;
- uporaba hitrih brezžičnih tehnologij, kot so 4G ali 5G, za prenos podatkov iz pametnih smetnjakov v oblak ali centralni sistem. Omogočanje stabilne in hitre povezave za ažurno komunikacijo;
- integracija Lorawan omrežij za dolge razdalje in nizko porabo energije, kar omogoča stabilno komunikacijo pametnih smetnjakov v različnih delih mesta. Postavitev dovolj baznih postaj, da se zagotovi dober doseg za vse pametne smetnjake;
- uvedba robustnega sistema za upravljanje podatkov, ki omogoča shranjevanje, obdelavo in analizo podatkov, pridobljenih od pametnih smetnjakov. Uporaba distribuiranih podatkovnih baz ali oblaka za učinkovito obvladovanje velikih količin podatkov;

- *redno vzdrževanje pametnih smetnjakov, vključno s posodobitvami strojne opreme in programske opreme, za ohranjanje učinkovite komunikacije. Sistematično preverjanje delovanja senzorjev in komunikacijskih naprav;*
- *uporabo močnih varnostnih mehanizmov, vključno z inkripcijo podatkov, za zaščito zbranih informacij pred nepooblaščenim dostopom in*
- *implementacijo redundantnih povezav:*
 - *uvredba redundantnih povezav za zagotovitev zanesljive komunikacije tudi v primeru izpada ene od povezav;*
 - *uporaba več različnih povezav (npr. kombinacija mobilnega omrežja in Wi-Fi) za izboljšanje odpornosti sistema.*

10. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

Ocene potrebnih investicij in stroškovnih prihrankov pri uvedbi koncepta pametnih smetnjakov se lahko razlikujejo glede na specifične pogoje vsakega mesta, velikosti populacije, v odvisnosti od obstoječe infrastrukture ter obsega in naprednosti vgrajenih rešitev.

Lahko pa navedem nekaj splošnih vidikov, ki jih je potrebno upoštevati iz vidika investicij:

- *Nakup pametnih smetnjakov oz. senzorjev:* *Stroški vključujejo nabavo pametnih smetnjakov, ki so opremljeni s senzorji, komunikacijsko tehnologijo in drugo potrebno opremo. Nakup samo ustreznih senzorjev, ki se namestijo v zabojnike*
- *Namestitev senzorjev in komunikacijske infrastrukture:* *Investicije so potrebne za namestitev senzorjev v smetnjake, povezavo s komunikacijskimi omrežji (Wi-Fi, LoRa, 4G/5G) ter vzpostavitev povezave z oblakom ali centralnim sistemom.*
- *Razvoj in implementacija programske opreme:* *Stroški vključujejo razvoj prilagojene programske opreme za analizo podatkov, upravljanje sistemov in obvladovanje podatkovne infrastrukture.*
- *Usposabljanje osebja:* *Investicije so potrebne za izobraževanje in usposabljanje osebja, ki bo odgovorno za upravljanje sistema pametnih smetnjakov.*
- *Vzdrževanje in posodobitve:* *Redno vzdrževanje in posodobitve strojne in programske opreme so potrebne za zagotavljanje optimalnega delovanja sistema.*

Iz vidika stroškovnih prihrankov pa lahko izpostavimo sledeče:

- Optimizacija odvoza odpadkov: Zmanjšanje nepotrebnih voženj in bolj učinkovito načrtovanje odvoza prinaša prihranke pri gorivu, vzdrževanju vozil in voznem osebju. Prav tako pa s tem zmanjšujemo zastoje v mestnih.
- Manjša potreba po dodatnih odvozih: S preprečevanjem nezakonitega odlaganja in boljšim načrtovanjem odvoza se zmanjšuje potreba po dodatnih odvozih, kar zmanjšuje operativne stroške.
- Povečanje življenjske dobe infrastrukture: Z boljšim upravljanjem odvoza odpadkov se lahko zmanjša obremenitev mestne infrastrukture, kot so ceste in mostovi, kar lahko podaljša njihovo življenjsko dobo.
- Izboljšanje storitev in zadovoljstva prebivalcev: Boljše upravljanje z odpadki in ozaveščanje prebivalcev lahko prispevata k izboljšanju kakovosti življenja in zadovoljstva prebivalcev.

11. Ali obstajajo načrti za nadgradnjo in izboljšave pametnih smetnjakov v prihodnosti?

Načrti za nadgradnjo in izboljšave na področju upravljanja z odpadki v katere spadajo tudi pametni smetnjaki so odvisni od več dejavnikov. Na eni strani od mestnih oblasti in njihove vizije oz. usmeritve na področju upravljanja urbanih infrastruktur na drugi strani pa od proizvajalcev pametnih smetnjakov in tehnoloških inovacij. Kljub temu pa lahko na podlagi trenutnih izkušenj lahko predvidimo določene stvari za izboljšanje v prihodnosti:

- razvoj in uporaba bolj naprednih senzorjev, ki omogočajo natančnejše spremljanje nivoja polnosti, prepoznavanje vrste odpadkov in druge funkcionalnosti;
- implementacijo umetne inteligence za boljše analize podatkov, prepoznavanje vzorcev, avtomatizacijo odločitvenih procesov ter prilagajanje sistemov glede na spreminjajoče se potrebe;
- nadgradnje v smislu energijske učinkovitosti - z uporabo naprednih baterij, sončnih celic ali drugih tehnologij;
- nadgradnje v poveztivosti s še hitrejšimi in bolj zanesljivimi komunikacijskimi tehnologijami, kot so 5G omrežja;
- povečano pozornost k varnosti in zasebnosti podatkov, s krepitvijo varnostnih mehanizmov in spoštovanjem regulativ;
- razvoj sistemov, ki so bolj prilagodljivi in skalabilni, da se lahko lažje prilagajajo rastočim potrebam mest ter
- implementacijo sistemov za redno vzdrževanje pametnih smetnjakov, s posodobitvami programske in strojne opreme ter nadgradnjami v skladu s tehnološkim napredkom.

12. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

Na področju Slovenije so sistemi na področju učinkovitega upravljanja z odpadki že v uporabi. Če izhajamo iz naših projektov lahko naslovimo projekte v Občini Logatec, Mestni občini Kranj in Mestni občini Ljubljana.

Načini implementacije naprednega upravljanja z odpadki pa se od občine do občine razlikujejo. Ponekod gre le za pilotne projekte, kjer so omogočili osnovno infrastrukturo (ustrezno omrežje) ter namestili nekaj senzorjev v zabojnike na različne lokacije. Sedaj pa na podlagi prejetih podatkov lahko spremljajo delovanje sistema, ki bo podlaga za morebitne nadaljnje investicije na tem področju. Vsekakor pa bodo občine opravljale različne investicije na tem področju vse s ciljem izboljšanja upravljanja sistema odpadkov in izkoriščanja virov.

13. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Predvidevanje, kako se bodo stvari odvijale na področju ravnanja z odpadki v mestih čez 20 let je izzivno, saj so tehnološki, družbeni in okoljski vidiki podvrženi hitrim spremembam. Še vedno bo ključni poudarek na ozaveščanju občanov in občanov glede pomembnosti ločevanja odpadkov. Tehnologija kot taka pa bo služila kot podpora k bolj učinkovitemu upravljanju z viri, optimizacijo odvoznih poti itn. Zagotovo pa lahko pričakujemo:

- nadaljnji razvoj senzorjev, komunikacijskih tehnologij in analitičnih orodij v pametnih smetnjakih za še boljše upravljanje z odpadki;*
- da bodo mesta verjetno še bolj usmerjena v trajnostno ravnanje z odpadki, z večjim poudarkom na recikliranju, ponovni uporabi in zmanjšanju količine odpadkov;*
- pričakovati je več inovacij v procesih recikliranja, s poudarkom na ločevanju in izkoriščanju različnih vrst materialov ter*
- naraščanje pritiska za zmanjšanje odpadkov - povečanim osredotočanjem na podnebne spremembe in trajnost, bodo mesta verjetno pod večjim pritiskom za zmanjšanje količine odpadkov in emisij.*

Vse te spremembe bodo verjetno potekale v okviru širšega gibanja k trajnostnemu urbanemu razvoju, ki bo vključeval boljše upravljanje virov, zmanjšanje odpadkov in ustvarjanje boljših pogojev za bivanje v mestih.

6.1.5 Intervju z g. Dominikom Gruškovnjakom, deluje na področju digitalnega razvoja, IKT-ja, GDPR-ja in projektov pametne skupnosti v občini Tržič

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Dominik Gruškovnjak, zaposlen na Občini Tržič kot sistemski administrator za digitalni razvoj. Pokrivam celotno področje IKT, varnosti in GDPR, digitalizacije procesov ter projektov pametne skupnosti (predvsem pridobivanje odprtih podatkov iz pametne prometne infrastrukture).

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združene različne funkcije upravljanja mest.

Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Vidik upravljanja mora temeljiti na temu, da (obstoječo) tehnologijo čimbolj izkoristimo za to, da bo naše delo bolj učinkovito, produktivno in obvladljivo. Implementacija tehnoloških rešitev pa se po navadi ne začne na pravem mestu ali pa se deležnikom uvajanje predstavi napačno, saj se ne določi odgovornih oseb, ne naredi ocene stroškov ter oceni posledic za zaposlene.

Danes so (skoraj) vse naprave in infrastruktura pametna, zato pametni smetnjak ni več nobena posebnost. Posebnost je to, kaj s pravilnim pristopom, upravljanjem in optimizacijo odvozov smeti iz teh smetnjakov naredimo na pameten in racionalen način, brez večje disrupcije na že ustaljen način dela in urnikov odvoza. Vse to zahteva precej več kot samo postavitve pametnih smetnjakov, zato mora biti odločitev o vpeljavi takšnih novosti najprej na strani komunalnih podjetij.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Postavitve tehnoloških novosti s strani občine, ki bodo na različne načine vplivali na občane, morajo biti tako preiščene, da bo ta vpliv v čim večji meri pozitiven.

Tu sta glavna dejavnika: cena odvoza, ki bi morala biti zaradi optimizacije stroškov po določenem obdobju nižja in primerna komunikacija z občani, ker se smetnjaki ne bodo več praznili po ustaljenem urniku ampak takrat, ko tehnologija oceni, da bo to ustrezno,

racionalno. Z vidika občana je edina prednost nižja cena komunalnih storitev in čim manj motenj okolice pri odvažanju, kar naj bo tudi cilj uvedba pametnih smetnjakov.

V organizaciji, ki bo vpeljala takšno novost se zahteva, da bo potrebno vložiti nekaj napora, pridobiti nova znanja, dodatna izobraževanje in spremeniti način dela, kar po navadi ni tako samoumevno.

4. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Najprej je treba opredeliti kaj točno je pametni smetnjak (kakšno tehnologijo vsebuje) ter se zavedati, da je projekt, ki bo precej vplival na stroške in samo organizacijo komunalnega podjetja.

Postavitev pametnih smetnjakov ne bo prav nič vplivala na zmanjšanje emisij, dokler ni v celoti izvedena optimizacija urnikov odvoza, z vozili, ki čim manj onesnažujejo okolico. Na drugi strani pa samo ločevanje odpadkov pri izvoru še vedno predstavlja izziv za velik del občanov ali občin.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Da, takrat, ko se odpadki pravilno ločujejo, ko so procesi s strani komunal dobro izdelani in ko so tehnološke novosti dobro sprejete med občani.

6. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

Splošne ocene investicij ne morejo obstajati, ker je potrebno upoštevati različne lastnosti posameznih občin, njihove posebnosti in navade, usposobljenost in opremljenost komunalnih podjetij, pripravljenosti na novosti, način dela, način odvoza in ravnanja z odpadki, opremljenost, število gospodinjstev, zahteve za opremo itd.

7. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Pravilno ločevanje – opozorilo ob napačnem odloženem odpadku in beleženje količine (enota kg) in tipa odpadkov.

8. Za kakšne namene bi lahko uporabili podatke zbrane s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Seveda, saj to je tako namen kot pogoj, da se takšna rešitev uvede. Podatki za namen analiz morajo biti popolnoma anonimizirani, spremlja se le količina in tip, po časovnih obdobjih.

9. Ali obstajajo načrti za umestitev pametnih smetnjakov v vaše mesto v prihodnosti?

Zaenkrat ne.

10. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

Ne.

11. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Dokler v sedanosti ni v osnovi urejeno področje sežiga odpadkov, večjega ločevanja in pravilnega odlaganja odpadkov, odprave težav s kopičenjem odpadle embalaže, težavno sprejemanje tehnoloških novosti s strani občanov kot organizacij, spremembe navad pri ločevanju, pretirani birokraciji, nespodbudnega gospodarskega okolja itd. je težko razmišljati o ravnanju z odpadki v prihodnosti.

6.1.6 Intervju z g. Domnom Savičem, predstavnikom nevladne organizacije Državljan D.

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Moje ime je Domen Savič, po izobrazbi sem univerzitetni diplomirani novinar, hkrati deset let vodim nevladno organizacijo Državljan D, ki se ukvarja s področji informacijske družbe, medijske pismenosti in zagovorništvo človekovih pravic.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združene različne funkcije upravljanja mest.

Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

S senzorji opremljeni smetnjaki so zagotovo del koncepta pametnega mesta, saj vključujejo fizično infrastrukturo, ki jo nadzornik spremlja preko digitalnega oziroma spletnega

vmesnika. Dobra stran takih »pametnih« smetnjakov je optimizacija dela komunale, ki se na teren odpravlja samo takrat, ko smetnjaki sporočijo, da je čas za praznjenje.

Sam bi ocenil, da bi to najbolj koristilo mestom z velikim številom smetnjakov ter različnimi tipi uporabnikov, pri katerih je težko oceniti, kdaj bodo smetnjaki polni. Pametni smetnjaki bi tako lahko komunalni pomagali pri optimiziranju poti smetarskih vozil, s katerimi bi odpadke odvažali.

Seveda to pomeni, da bi morala komunala optimizirati svoje delovanje glede na podatke pametnih smetnjakov. V praksi se namreč pametne tehnologije sicer uporabljajo, vendar upravljavec na podlagi podatkov s terena praviloma ne prilagaja svojih delovnih procesov, kar je zelo slabo iz dveh razlogov – na eni strani nastajajo ogromne zbirke podatkov, ki imajo določena zasebnostna tveganja, hkrati pa ti podatki ne pomagajo pri izboljšanju delovnih procesov.

3. Kako pametne rešitve, po vašem mnenju, vplivajo na spoštovanje človekovih pravic, ki se tičejo zasebnosti?

Na žalost svetovne prakse uporabe pametnih tehnologij govorijo o velikemu številu zlorab človekovih pravic, predvsem zasebnosti in svobode izražanja. Cenovna dostopnost pametnih tehnologij, povezana z njihovo vseprisotnostjo, namreč povečuje zbiranje veliko količino podatkov o posameznikih, to pa ima po navadi negativen vpliv na njihovo zasebnost in svobodo izražanja.

Še posebej je ta problem prisoten pri tehnologijah pametnih mest, kjer se te tehnologije uvajajo na javnih prostorih, po navadi brez vključevanja javnosti v odločevalske procese in umeščanja pametnih naprav na način, da se posameznik njihovi uporabi ne more izogniti. Hkrati je potrebno opozoriti še na problem dostopa do podatkovnih zbirk pametnih naprav, saj so ta na voljo tako njihovim upraviteljem kot tudi organom pregona in kriminalnim skupinam, ki do njih dostopajo nepooblaščno.

Dodatna nevarnost za zasebnost je tudi enostavnost preprodaje zbranih podatkov v tržne namene. Tako lahko različna podjetja enostavno kupijo veliko količino podatkov s posameznega področja (nakupovalne navade, lokacijski podatki itd).

4. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Sama po sebi pametna tehnologija po mojem mnenju ne prinaša drugega kot obratovalne in vzdrževalne stroške ter varnostno-zasebnostna tveganja. Če govorimo o uvajanju sistemov za pametni odvoz odpadkov bi rekel, da v teoriji sicer lahko govorimo o boljši optimizaciji odvoza, vendar se to po navadi ne realizira v praksi.

Kot že rečeno so pametne tehnologije v najboljšem primeru dobre za zbiranje podatkov o določenem procesu (odvoz smeti, obremenjenost cest in površin za pešce...), vendar same po sebi ne prinesejo sprememb. Za to je potrebno sprejemati politične odločitve, ki sicer lahko temeljijo na novo-zbranih podatkih, vendar podatki sami po sebi niso dovolj za spremembo.

5. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

V teoriji bi lahko govorili o zmanjšanju emisij, saj bi na podlagi obvestil o količini smeti optimizirali vožnje smetarskih tovornjakov, ki bi v teoriji opravili manj voženj oziroma bi se po cestah vozili samo takrat, ko bi bilo potrebno izprazniti smetnjake.

V praksi dvomim, da pametne tehnologije pripomorejo k zmanjšanju emisij, mogoče bi bilo celo trditi, da zmanjšujejo trajnost, saj predstavljajo nov vir električnih odpadkov, trošijo električno energijo, za njihovo delovanje je potrebno v fizični prostor umestiti kable, mikroprocesorje in drugo tehnologijo, kar spet prinese nove vire onesnaževanja (izkop materiala, nameščanje tehnologij...) in njihovo vzdrževanje.

6. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Na področju potrošniških naprav interneta stvari, med katere spadajo tudi pametni smetnjaki, je ponudba zelo velika, odvisno od posameznega gospodinjstva pa je, ali se bodo za uporabo dejansko tudi odločili. Rekel bi, da je praktičnost pametnih smetnjakov v gospodinjstvih skoraj nična, saj lahko brez pametnih tehnologij in z manjšimi stroški preverimo, ali se nam v smetnjakih nabirajo smeti.

Najmanjša bivanjska enota, kjer bi se mi uporaba zdela smiselna, je v večstanovanjskih stavbah oziroma manjših naseljih, ki si delijo skupna odpadna mesta in kjer bi lahko s

tehnologijo dostopa posameznega gospodinjstva ter senzorji v smetnjakih merili količino odvrženih smeti po gospodinjstvu in tako bolj pravično izračunavali komunalni prispevek.

7. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Poleg javljanja količine smeti bi mogoče lahko premislili o avtomatičnemu prepoznavanju določenih tipov smeti in njihovo sortiranje na za reciklažo primerne skupine. Hkrati bi lahko to prepoznavanje tipov smeti povezali s sistemom za izračunavanja prej omenjenega stroška odvoza smeti po gospodinjstvih, tako da bi lahko pri odjemalcih spodbujali bolj ekološko obnašanje.

8. Za kakšne namene bi lahko uporabili podatke zbrane s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Dvomim, da bi v slovenskem prostoru pametni smetnjaki s trenutnim naborom funkcij konkretno pripomogli pri optimizaciji odvoza smeti, saj jih je premalo. Hkrati bi lahko do podatkov o količinah smeti, s katerimi bi optimizirali odvoz smeti, prišli na bolj enostaven in manj zasebno invaziven način.

9. Ali so v vaše bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

Pametne smetnjake poznamo v več slovenskih občinah oziroma krajih.

10. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Če gledamo v zgodovino, lahko vidimo, da se Evropska unija v zadnjih desetletjih trudi povečati odstotek recikliranih odpadkov in zmanjšanju končne količine odpadkov. Prvi cilj ji uspeva počasi, drugi sploh ne. Edino zmanjšanje odpadkov znotraj EU je po podatkih Evropske okoljske agencije EU zabeležila med pandemijo koronavirusa, ki je bila posledica upada splošnih gospodarskih in družbenih aktivnosti. Glede na počasnost spreminjanja potrošniških navad in sprememb znotraj industrije, lahko predvidevamo, da se v prihodnjih dvajsetih letih ravnanje z odpadki ne bo pomembno spremenilo, bomo pa zagotovo videli vedno več pilotskih projektov na področju pametnih tehnologij, ki jih med drugim spodbuja tudi Evropska komisija z večjim številom pilotskih projektov pametnih tehnologij na tem področju.

6.1.7 Intervju z g. Simonom Štukljem, dolgoletni vodja Komunale Novo mesto.

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Sem Simon Štukelj, dolgoletni vodja službe za ravnanje z odpadki v Komunali Novo mesto.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združeni različni vidiki upravljanja mest. Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Ko govorimo o uvajanju t.i. pametnih tehnologij, se nam nehote vsiljujejo vprašanja do kod in kje vse je mogoče implementirati umetno inteligenco. Uporabnost in potenciali so neizmerni in neskončni. Naj omenim samo en tak primer, ki je morda še najbolj pomenljiv, ko govorimo o potencialih umetne inteligenci, samovozeči avtomobili. Ne tako davno nazaj znanstvena fantastika, danes pa lahko govorimo že o zelo razviti tehnologiji. Ampak do implementacije pa je verjetno še daljša in bolj naporna pot kot je bila prehojena do sedaj. Zakaj navajam ta primer, ker se nam nekaj podobnega lahko zgodi tudi na drugih področjih, tudi na uporabi t.i. pametnih smetnjakov. Za pametno infrastrukturo morajo biti tudi pametni uporabniki, sicer v nekoliko drugačnem smislu te besede. Ne gre za razumevanje delovanja te pametne tehnologije, temveč za pripravljenost v vključevanje, z drugimi besedami bi to opisali kot ozaveščenost, kulturo bivanja.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Zbiranje komunalnih odpadkov je ena od ključnih faz v celotnem konceptu ravnanja z odpadki. Podpora umetne inteligence je šla v nekako treh smereh, ki pa so med sabo izredno povezane. Prva predstavlja sistem za identifikacijo zbirnih posod, drugi so senzorji za zaznavanje polnosti posod in tretja je optimizacija transportnih poti. Torej ključna prednost vse treh podpor je pomoč pri načrtovanju in optimizaciji transportnih poti. Kot slabost moramo izpostaviti še vedno zelo visoka cena tako opreme, kot tudi same podpore teh sistemov.

4. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Pri tem vprašanju je potrebno biti izjemno pozoren, saj se nam kaj hitro lahko ustvari neke vrste paradoks. Namreč človeštvo s svojimi dejavnostmi povzroča vse večje količine izpuste škodljivih plinov t.i. toplogrednih plinov. Največji delež (tudi do 52%) prispevajo izgorevanje fosilnih goriv za pridobivanje toplote, drugi največji onesnaževalec je promet, 26%, kmetijska dejavnost 10%, industrija 9% in odpadki 3%. Ob teh podatkih pozornost usmerjamo na dva navedena vira, in sicer promet in odpadke. Ob tem želimo poudariti samo to, da je načrtovanje transportnih poti izjemno pomembno, še posebno v mestih, kjer se ta obremenitev še toliko bolj izrazi, sicer si lahko hitro povzročimo večjo škodo kot koristi.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Primerni so za gospodinjstva, vendar ne na individualni ravni.

6. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

O finančnih učinkih je ta trenutek še nemogoče govoriti. Trenutno se ta tehnologija uporablja predvsem na znanstvenem in raziskovalnem nivoju. Proizvodnja te tehnološke opreme ni še na ravni masovne proizvodnje, zato bi bil tudi investicijski vložek nekajkrat večji, kot pričakovani prihranki. Ampak razvoj te tehnologije zelo hitro napreduje, zato lahko morda že v bližnji prihodnosti pričakujemo cenejšo in bolj dostopno opremo.

7. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Nekaj od tega smo v uvodu že omenili, iz postopkov obdelave odpadkov (kot druga faza ravnanja s komunalnimi odpadki) pa že poznamo zelo dobro razvit sistem za prepoznavanje vrste odpadkov in njihove materialne in snovne lastnosti (IR čitalci), torej bi poleg osnovnega parametra napolnjenosti zbirne posode lahko preverjali tudi pravilno ločeno zbiranje odpadkov.

8. Za kakšne namene bi lahko uporabili podatke zbrane s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Ja, zagotovo. Že sami ste podali najbolj verjeten odgovor. Za načrtovanje in organizacijo dela je metoda prediktivnih analiz najbolj uporabna.

9. Ali obstajajo načrti za umestitev pametnih smetnjakov v vaše mesto v prihodnosti?

10. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

Odgovor za obe vprašanji.

Trenutno je v izvajanju projekt, ki je predvsem raziskovalne in testne narave, in sicer na manjši skupini zbirnih posod imamo vgrajene senzorje, ki nam javljajo zapolnjenost zbirnih posod. Podatki bodo uporabljeni za načrtovanje optimalnega t.i. inštaliranega volumna zabojnikov in optimizacije transportnih poti.

11. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Za načrtovanje in napovedovanje prihodnosti je nujno poznavanje nekaj osnovnih načel in pravil izvajanja te javne službe. Eno najbolj temeljnih načel, ki izhaja tudi iz same odgovornosti je »povzročitelj plača«. To na koncu tudi pomeni, da mora biti ves razvoj in investicija v napredne modele tudi cenovno vzdržna.

Drugi vidik, ki je tudi izrednega pomena je zanesljivost delovanja vseh sistemov. Lahko imamo zelo sofisticirane modele, vendar lahko povzročijo veliko slabe volje in odpora, v kolikor ne bi zanesljivo delovali. Ampak ne glede na to, kako pametne naprave bomo v prihodnje izumljali, bo na koncu še vedno najbolj pomemben človek in njegov odnos do bivalnega okolja in narave nasploh.

6.1.8 Intervju z g. Matejem Jankom, deluje na področju pametnih mest in prodaje v podjetju Telekom Slovenija

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Sem Matej Janko, delam v prodaji Telekoma Slovenije in sem zadolžen tudi za aktivnosti na področju pametnih mest.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združeni različni vidiki upravljanja mest. Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Pametni smetnjaki so lahko, menim, del celovite rešitve, ki vključuje tudi druge elemente pametnih mest. Lahko so del pametne mestne infrastrukture in skrbijo, da so pristojni obveščeni takoj, ko so polni oziroma je potrebno njihovo praznjenje. Prav tako bi lahko analizirali zasedenost in s tem upravljalcem pomagali načrtovati njihovo geografsko razporeditev v mestu in velikost, ki je potrebna glede na število uporabnikov, ki vanje odlagajo smeti.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Pametna infrastruktura za ravnanje z odpadki niso le pametni smetnjaki. Ti so lahko del te infrastrukture. Prednosti so raznolike, od zaznave polnosti smetnjakov in s tem pravočasnega praznjenja pa do tega, da bi lahko javne službe vpeljale odlaganje smeti ne glede na koš. Namesto, da prebivalci odlagajo v lasten koš, bi lahko to recimo tudi pri sosednjem bloku, v »njihov« koš, saj bi se smetnjak odprl le ob identifikaciji stanovalca, sistem pa bi tako vedel, kdo je prinesel smeti, kar bi olajšalo obračun in načrtovanje kapacitet. Verjetno bi se sčasoma pokazalo še več primerov uporabe, glavna slabost pa je cena takšnih smetnjakov, saj bi bili malce dražji kot smetnjaki, ki nimajo te zmožljivosti.

4. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Vplivajo lahko na še bolj vestno, natančno odlaganje smeti, manj divjega odlaganja in pravočasno praznjenje smeti, kar sploh v poletnih mesecih lahko zmanjša posledice razkroja bioloških odpadkov. Pametni smetnjaki lahko omogočijo komunalnim podjetjem tudi optimalno ruto pobiranja smeti (tovornjaki se ne rabijo voziti na predele, kjer smetnjaki še niso polni). S tem se zmanjša tudi nivo hrupa in dvigne kvaliteta zraka zaradi manj voženj težkih smetarskih tovornjakov.

5. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Zaznava polnosti smetnjaka, obveščanje pristojnih služb o polnosti smetnjaka in identifikacija uporabnikov ter količine in vrste odpadkov, ki jih odvržejo. To zadnje predvsem velja, če bi pametni smetnjaki služili tudi gospodinjstvom, ki imajo zdaj svoje smetnjake pred objekti, le ti pa so pogosto zaprti samo za prebivalce. Z digitalizacijo identifikacije uporabnikov bi lahko tem omogočili, da smeti odlagajo kjer koli, količina pa bi se jim ustrezno obračunala. Preračunavanje optimalnih rut za pobiranje zgolj tistih smetnjakov, ki so že polni. Alarmiranje komunalnim podjetjem, če se smetnjak prevrne (zaznavanje vandalizma ali v primeru naravnih nesreč).

6. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Morda predvsem kot pripomoček, da bi z njimi skušali spodbujati manjše količine odpadkov in njihovo pravilno razvrščanje.

7. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

Takšne ocene so predmet vsakega projekta in so specifične, zato splošnih ocen ne morem podati. Vsekakor pa tukaj ne more iti le za stroškovne prihranke glede na sedanji model zbiranja odpadkov temveč tudi druge učinke, ki so pomembni za kakovost bivanja in bolj odgovoren odnos do okolja.

8. Pomemben element pametnih smetnjakov so tudi senzorji. Kateri senzorji so, oziroma bi, po vašem mnenju, morali biti vključeni v pametni smetnjak?

Smetnjak bi moral spremljati zasedenost svoje kapacitete, lahko pa tudi količino odpadkov, ki jih odda posamezni uporabnik. Smotrno bi bilo tudi nuditi identifikacijo uporabnikov, če smetnjaki niso za celotno javnost (recimo pred bloki, hišami) ter zaznavati primere požara, kadar pride do vnetja v smetnjaku. Zaželeni so tudi senzorji nagibanja (giroskopi) in GPS senzorji za spremljanje morebitnega vandalizma ali odtujitve smetnjakov.

9. Za kakšne namene bi lahko uporabili podatke zbrane s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Podatki bi bili lahko uporabljeni v modelu upravljanja pametnih skupnosti z namenom načrtovanja količine, kapacitete, lokacije smetnjakov in frekvence njihovega praznjenja. Pa

tudi morebitnega dinamičnega obračuna oddanih odpadkov, v kolikor bi služili tudi oddajanju gospodinjskih odpadkov z identifikacijo uporabnika.

10. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

V Sloveniji so bili do sedaj zgolj testni poligoni celovite rešitve pametnega upravljanja z odpadki (npr. komunala Brežice) ali pa so take rešitve nameščene zgolj na določenih predelih mesta (npr. mestna občina Ljubljana).

11. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Menim, da bo odpadkov manj, bolje bodo razvrščeni, smetnjaki bodo povsem primerno dimenzionirani in pravočasno prazni. Odvoz odpadkov pa bo avtomatiziran s samodejnimi vozili.

6.1.9 Intervju z red. prof. dr. Tomažem Krambergerjem, profesorjem na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Sem profesor na fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru. Predavam predmete povezane z optimizacijo procesov v logistiki. Tako se ukvarjam tudi z računalniškim modeliranje storitev pametnega mesta.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združeni različni vidiki upravljanja mest. Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Pametni smetnjaki so lahko dobrodošla storitev pametnem mestu. Vendar mora vsako mesto že pred njihovo uveljavitvijo vedeti katere cilje želi z njimi doseči. Pametni smetnjaki sami zaradi sebe so nekoristni.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Slabosti so očitne. Od nepripravljenosti vpletenih za sodelovanje pa do nedefiniranih ciljev pri dosegih pametnega mesta. Prednosti pa se v vsej svoji veličini prikažejo šele, ko urejeni tudi drugi vidiki kot so ureditev prometa, javni prevoz itd.

4. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Tu se lahko povrnemo kar na prejšnje vprašanje. Ko so urejeni tudi drugi sistemi, celoten sistem vpliva na zmanjšanje prometa osebnih vozil, zmanjšanje gneče v konicah itd. Na kocu pa to vpliva na tišje okolje in boljši zrak.

5. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Pomagati pri optimizaciji odvozov na način, da bo to imelo čim manjši vpliv na okolje.

6. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

So, ampak šele po tem, ko je na primeren način urejen tudi odvoz.

7. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

Tega osebno ne vem.

8. Pomemben element pametnih smetnjakov so tudi senzorji. Kateri senzorji so, oziroma bi, po vašem mnenju, morali biti vključeni v pametni smetnjak?

Verjetno, tehnica, senzor napolnjenosti, mogoče tudi kaj za nadzor vsebine...

9. Za kakšne namene bi lahko uporabili podatke zbrane s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Seveda, podatki iz teh senzorjev so nujno potrebni pri planiranju in modeliranju načinov odvoza.

10. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

V Mariboru kjer sem doma in v Celju kjer sem zaposlen.

11. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Čez 20 si želim, da bi odpadke odložili v poseben zabojnik, ki bi vsebino čez noč spremenil v energijo shranjeno v akumulator. Tako odvoz sploh ne bo potreben.

6.1.10 Intervju z g. Matjažem Rakovcem, županom Mestne občine Kranj

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Leta 2018 so me občanke in občani prvič izvolili za župana Mestne občine Kranj (MOK). V teku je moj drugi mandat. Pred tem sem dolga leta delal v gospodarstvu, na Zavarovalnici Triglav sem bil zaposlen 19 let, v letih od 2009 do 2013 kot predsednik uprave. Več let sem bil na čelu Skupine Triglav z več kot 5500 zaposlenimi v šestih državah. Po izobrazbi sem univerzitetni diplomirani ekonomist. V mladosti sem igral vaterpolo, pozneje sem bil tudi predsednik Vaterpolske zveze Slovenije. Od leta 2010 sem predsednik Hokejske zveze Slovenije; v tem obdobju se je reprezentanca dvakrat uvrstila na olimpijske igre.

Kot župan sem na občini med drugim uvedel Urad za razvoj in pametno skupnost, ki se deli na Oddelek za pametno skupnost in Oddelek za zeleni prehod. S tem poudarjamo, kako pomembna je skrb za okolje, v katerem živimo, in vpeljujemo trajnostne ter digitalne prakse v občinski vsakdan, kar vpliva na dvig kakovosti življenja v Kranju. Na podlagi naših prizadevanj nas je Evropska komisija izbrala v misijo 100 podnebno nevtrálnih in pametnih mest do leta 2030, s svojimi trajnostnimi prizadevanji pa smo si prislužili tudi naziv evropska destinacija odličnosti 2023. Sicer pa kot župan opravljam številne naloge.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združeni različni vidiki upravljanja mest. Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Pametna skupnost je skupnost, ki se jo upravlja z zbranimi podatki iz mesta in okolja s pomočjo uporabnih digitalnih rešitev. Tistega, česar ne meriš, namreč ne moreš kakovostno upravljati. Zbiranje in analiza podatkov o procesih in aktivnostih mesta pomeni, da se odločitve za upravljanje mesta ne sprejemajo »na pamet«, pač pa so podprte s podatki. To prinaša bolj optimalno upravljanje mesta in boljše mestne storitve (če imaš na voljo podatke o stanju okolja in dogajanju v Kranju, o razpoložljivosti mestnih koles in recimo prostih mestih na parkiriščih, je lažje uvesti bolj učinkovite ukrepe, da se stanje/storitve izboljša), izboljšanje kakovosti življenja v občini na splošno in tudi v smeri trajnostnega razvoja – enako ali večje udobje z manjšo porabo naravnih virov in energije – s pomočjo uporabnih digitalnih rešitev. Taka je bila tudi ideja pilotnega projekta Pametna Mlaka – s sodobnimi uporabnimi digitalnimi rešitvami in vzpostavitvijo informacijske platforme izboljšati kakovost življenja za občane, in sicer z boljšim informiranjem (obveščanje gospodinjstev o, na primer, izlivih vode), sprotnim spremljanjem podatkov iz okolja in odzivom nanje (ugašanje javne razsvetljave, ko ni prometa/ljudi), porabe energentov, prometa in še marsikaj drugega. Končna rešitev omenjenega projekta je omogočila zbiranje, prikazovanje in analizo podatkov iz pametnih števec (elektrika, plin, voda), pametnih senzorjev za okolje in promet. S tem je MOK dobila vpogled v organizacijo, vodenje in izzive tovrstnih projektov ter model, primeren tudi za uvajanje po ostali občini in širše. V MOK intenzivno delamo na dveh velikih projektih: podatki platformi Pametni Kranj in mestni kartici CeKR. Znotraj platforme Pametni Kranj v razdelku 'Moj pametni Kranj' je rubrika 'Moji odpadki' za prejetje obvestil o odvozu komunalnih odpadkov – prek tega se lahko vedno znova in spet prejemnice in prejemnike pozove/poduči o pravilnem ločevanju odpadkov. Na tak način – z ozaveščanjem in obveščanjem občanov, hkrati pa z motivacijo – lahko pripomoremo k pozitivni spremembi navad oziroma vedenja občanov in občanov. Z mestno kartico CeKR se bodo občanke in občani identificirali pri odlaganju kosovnih odpadkov v zbirnih centrih (namesto položnice za Komunalo, kakršen je trenutni sistem) in z njo lahko izvedli doplačilo (v primeru, da presežejo količino odloženih kosovnih odpadkov, ki je še brezplačna), v prihodnosti pa tudi pri odlaganju gospodinjskih odpadkov, in sicer na podzemnih zbiralnikih. Področje odpadkov sicer pokriva Komunala Kranj. Pametni smetnjaki bi morali biti ustrezno umeščeni v prostor, prednostno ne bi smeli biti vpadljivi, zato se v zadnjih letih išče prostor, kjer se lahko umesti podzemne zabojnike, ki večino volumna skrivajo pod zemljo (primerni

za večstanovanjske objekte ali skupnosti). Takšni zahtevajo večjo začetno investicijo v primerjavi z nadzemnimi. Na lokacijo vpliva več dejavnikov, kot so dostopnost za uporabnike in prevzemnike, podzemni vodi in lastništvo parcele. V praksi se kaže, da so smetnjaki, nameščeni ob prometnih vpadnicah, pogosto preobremenjeni, saj tam odpadke odlagajo tudi tisti, ki jim smetnjaki niso namenjeni. Smetnjaki bi v tem primeru lahko imeli sistem odpiranja s čipom (kartico), telefonom (NFC) ali preko aplikacije, ki omogoča dostop samo za uporabnike.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Pametni sistemi lahko optimizirajo poti smetarskih vozil, kar zmanjša emisije CO₂, stroške goriva, potencialno je tudi število potrebnih vozil in delavcev manjše. Prednost je tudi beleženje statistike in stanja polnosti v realnem času prek senzorjev. Slabosti so visoki stroški začetne investicije, vzdrževanja in najem programske opreme, kot tudi neznanje uporabnikov in odpor nekaterih do uporabe novih tehnologij.

4. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Zmanjšanje števila nepotrebnih voženj smetarskih vozil pomeni zmanjšanje prometa in s tem posledično manj emisij izpušnih plinov.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Pametni smetnjaki so lahko primerni za večstanovanjske objekte z veliko gospodinjstvi, kot je v MOK primer naselja Planina.

6. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

Trenutno ne.

7. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Javljanje polnosti in integrirana stiskalnica sta dva primera osnovnih nalog. Velika prednost je opremljenost posameznega smetnjaka z avtomatskim sistemom za gašenje, kar pa

nekateri podzemni zabojniki za zbiranje papirja v Kranju že imajo. Sistem za samodejno prepoznavanje frakcije odpadka bi bila zanimiva uporabniška izkušnja.

8. Za kakšne namene bi lahko uporabili podatke zbrane s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Podatki, zbrani s strani pametnih smetnjakov, imajo potencial za izboljšanje ravnanja z odpadki in splošne urejenosti okolice. Uporabimo jih lahko za optimizacijo poti smetarskih vozil, načrtovanje infrastrukture za ravnanje z odpadki, izboljšanje kakovosti zraka kot posledica optimiziranih terminov pobiranja in spremljanje navad ljudi. Z uporabo prediktivne analize lahko predvidimo količino, vrsto odpadkov in časovni trend količin, ki se bodo proizvajali v prihodnosti, prepoznamo vzorce v vedenju ljudi in razvijemo modele za napovedovanje tveganja za onesnaževanje okolja in preprečevanja. Podatke količin že uporabljamo v kazalnikih za predvidevanje količin, saj se vsi zbrani odpadki tehtajo.

9. Ali obstajajo načrti za umestitev pametnih smetnjakov v vaše mesto v prihodnosti?

V MOK je področje zbiranja odpadkov umeščeno v okvir obvezne gospodarske javne službe zbiranja odpadkov, ki ga izvaja Komunala Kranj. Umestitev pametnih smetnjakov je ena od smernic prihodnosti.

10. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

V preteklosti smo imeli že testno nameščene senzorje na naše podzemne zbiralnice, trenutno pa v naši neposredni bližini ni umeščenih pametnih smetnjakov. V razmislek se je potrebno vprašati, ali bo cena nove tehnologije in z njo povezanega vzdrževanja pretehtala negativne posledice navad človeške narave. Če na primer oseba s 7. nadstropja pozabi kartico za odklepanje smetnjaka, bo smeti najverjetneje pustila ob smetnjaku. Oseba, ki ni upravičena do odlaganja v dotični smetnjak in bo ta zaklenjen, bo smeti pustila ob smetnjaku. Potreba po frekvenci praznjenja posameznih smetnjakov se prav tako pokaže skozi čas uporabe.

11. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Največjo vlogo pri ravnanju z odpadki bodo vedno imeli posamezniki in njihove navade oziroma skupnost. Nujna bo aktivna vključenost prebivalcev v krožno gospodarstvo s poudarkom na preprečevanju nastajanja odpadkov in ponovni rabi. Mesta in podjetja bodo

prevzela vlogo vzgleda in ozaveščenosti ter spodbujala recikliranje in uporabo materialov, ki se lažje predelujejo, in katerih proces od proizvodnje do razgradnje in predelave je mogoč na lokalni ravni. Pametni smetnjaki so nadgradnja takšne miselnosti in kulture. Nudili bodo optimizacijo zbiranja in analizo odpadkov.

6.1.11 Intervju z g. Tinetom Janom, zaposlenim v Javnem podjetju VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o.

1. Prosim vas, če se lahko na kratko predstavite in na katerem področju delujete?

Sem Tine Jan, magister podjetniškega managementa, zaposlen kot vodja delovne enote Zelene površine v Javnem podjetju VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o. in skrbim za izvajanje gospodarske javne službe urejanja javnih zelenih površin v Mestni občini Ljubljana.

2. Pod konceptom »Pametno mesto« so združeni različni vidiki upravljanja mest. Kako bi po vašem mnenju morali biti, če sploh, pametni smetnjaki integrirani v koncept pametnega mesta?

Vprašanje glede pametnih smetnjakov v okviru koncepta "Pametno mesto" so zanimiva. V takem okolju bi bilo smiselno, da pametni smetnjaki omogočajo avtomatizirano sledenje nivoja odpadkov, kar bi olajšalo učinkovito ravnanje z odpadki. Prav tako bi bilo koristno, da imajo tehnologijo za samodejno obveščanje, ko so polni, kar bi omogočilo hitro odstranjevanje odpadkov in preprečevanje prenatrpanosti smetnjakov. Take pametne smetnjake že poznamo in na področju javnih zelenih površin v Mestni občini Ljubljana imamo že nameščene 3 pametne smetnjake, ki to tehnologijo omogočajo.

Poleg tega bi lahko pametni smetnjaki imeli senzorje za ločevanje odpadkov, kar bi olajšalo recikliranje. Povezava s sistemom pametnega mesta bi lahko omogočila hkratno upravljanje in spremljanje vseh smetnjakov v realnem času, kar bi pripomoglo k učinkovitejšemu ravnanju z odpadki in boljši skrbi za okolje.

3. Kaj so po vašem mnenju ključne prednosti, ki jih mesta lahko pričakujejo od uvedbe pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki? In kaj glavne slabosti?

Uvedba pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki v mestih prinaša številne prednosti:

- *S pametnimi smetnjaki in senzorji je mogoče natančno spremljati nivo odpadkov, kar omogoča boljšo učinkovitost zbiranja in odvoza smeti ter zmanjšuje prenatrpanost smetnjakov.*
- *Pametna infrastruktura omogoča boljšo načrtovanje in upravljanje, kar lahko zmanjša operativne stroške.*
- *Sistem za ločevanje odpadkov v pametnih smetnjakih spodbuja recikliranje in zmanjšuje količino odpadkov, ki končajo na odlagališčih, kar ima pozitiven vpliv na okolje.*
- *Zmanjšanje prenatrpanosti smetnjakov in boljše upravljanje z odpadki lahko prispevata k čistejšemu in bolj prijetnemu okolju za prebivalce.*

Slabosti pa vidim predvsem naslednje:

- *Vzpostavitev pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki zahteva investicije/denarno vložek v napredno tehnologijo, kar lahko predstavlja visoke začetne stroške.*
- *Uporaba pametne infrastrukture zahteva usposabljanje osebja in prebivalcev, da se zagotovi pravilno delovanje sistema.*
- *Tehnološki sistemi zahtevajo redno vzdrževanje, kar lahko predstavlja dodatne operativne stroške.*

Celoten uspeh pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki je odvisen od ustreznega načrtovanja in sprejemanja odločitev s strani lokalnih skupnosti.

4. Kako pametni smetnjaki, po vašem mnenju, vplivajo na trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij različnih vrst plinov v teh mestih in njihovi okolici?

Uvedba pametne infrastrukture za ravnanje z odpadki, vključno s pametnimi smetnjaki, prinaša različne prednosti za trajnost pametnih mest in zmanjšanje emisij plinov. Sistem avtomatsko zaznava nivo odpadkov in omogoča prilagajanje urnikov praznjenja glede na

dejansko potrebo. To vodi k bolj učinkoviti porabi energije in manjši porabi goriva za prevoz odpadkov.

Pametni smetnjaki bi lahko vsebovali senzorje za ločevanje različnih vrst odpadkov, kar olajša recikliranje. To prispeva k zmanjšanju količine odpadkov, ki končajo na odlagališčih, in spodbuja trajnostno ravnanje z viri.

Z optimiziranim zbiranjem odpadkov in uporabo naprednih tehnologij se zmanjšuje onesnaženost zraka, ki jo povzroča prevoz odpadkov. Manj vozil na cestah za odvoz odpadkov pomeni manj emisij iz izgorevanja goriva. Poleg tega pa pametne rešitve omogočajo tudi komunikacijo med občani in mestnimi organi glede ravnanja z odpadki. Imajo možnost predvajanja sporočil, predstavljajo oglasne površine ipd. To lahko vodi k večji ozaveščenosti prebivalcev o pomenu ločevanja odpadkov in pravilnega ravnanja, kar posredno vpliva na zmanjšanje količine odpadkov.

Glede na slabosti pa je pomembno upoštevati morebitne izzive, kot so visoki začetni stroški implementacije pametne infrastrukture, potreba po zagotavljanju varnosti in zasebnosti podatkov ter morebitni tehnični izzivi pri vzdrževanju in posodabljanju sistema. Prav tako je ključno prepoznati potrebo po vključevanju prebivalcev in lokalnih skupnosti v procese sprejemanja odločitev za doseg najboljših rezultatov.

5. Ali so po vašem mnenju pametni smetnjaki primerni za rabo v gospodinjstvih?

Pametni smetnjaki imajo lahko tudi uporabnost v gospodinjstvih, vendar je odvisno od specifičnih potreb in zahtev posameznega gospodinjstva.

Pametni smetnjaki lahko pomagajo pri načrtovanju odvoza odpadkov v gospodinjstvih, saj zaznavajo nivo odpadkov in omogočajo prilagajanje urnika praznjenja. V kolikor pametni smetnjaki omogočajo ločevanje različnih vrst odpadkov, lahko pomagajo pri spodbujanju trajnostnega ravnanja z odpadki v gospodinjstvu. Omogočajo lahko tudi sledenje količini odpadkov, ki jih proizvede gospodinjstvo, kar lahko pomaga službi kot pokazatelj navad in pomaga pri ozaveščanju o porabi ter spodbuja bolj trajnostne življenjske odločitve.

Uporaba pametnih smetnjakov v gospodinjstvih vključuje zbiranje podatkov o ravnanju z odpadki, kar postavlja vprašanja glede zasebnosti in varnosti teh informacij.

6. Ali obstajajo kakšne ocene potrebnih investicij in na drugi strani stroškovnih prihrankov, ki bi jih posamezna mesta z uvedbo koncepta pametnih smetnjakov realizirala?

Za neko stroškovno učinkovitost pametnih smetnjakov je ključnih več faktorjev in sprejemanje ključnih odločitev. Konkretno ocene stroškov in morebitnih prihrankov pri implementaciji pametnih smetnjakov v okviru urejanja javnih zelenih površin nimamo. V teku je recimo testiranje učinkovitosti pametnih zabojnikov Bigbelly, ki nam bodo kmalu razkrili rezultate.

7. Katere bi, po vašem mnenju, morale biti osnovne naloge pametnih smetnjakov?

Osnovne naloge pametnih smetnjakov bi morale vključevati:

- Avtomatsko sledenje nivoja odpadkov, ki avtomatsko zaznajo nivo odpadkov v notranjosti. To omogoča učinkovito upravljanje časa praznjenja in preprečuje prenasičenost smetnjakov.*
- Pametni smetnjaki naj bi imeli funkcijo samodejnega obveščanja občanov ali pristojnih organov, ko so polni. To pripomore k pravočasnemu praznjenju in preprečevanju prenatrpanosti.*
- Pametni smetnjaki naj bi bili zasnovani tako, da porabljajo čim manj energije in imajo učinkovite sisteme za zaznavanje in poročanje.*
- Sistem naj bi omogočal tudi dvosmerno komunikacijo med pametnimi smetnjaki in prebivalci, kar spodbuja ozaveščanje o pravilnem ravnanju z odpadki in trajnostnih praksah.*
- Vključevali bi lahko tudi senzorje za ločevanje odpadkov, ki bi omogočali ločevanje različnih vrst odpadkov in spodbujali trajnostno prakso ločevanja in recikliranja.*

Predvsem pa bi bilo potrebno zagotoviti, da so pametni smetnjaki enostavni za uporabo, zanesljivi in prilagojeni potrebam lokalne skupnosti.

8. Za kakšne namene bi lahko uporabili podatke zbrane s strani pametnih smetnjakov in ali bi lahko te podatke uporabili tudi za kakšno prediktivno analizo?

Podatki, zbrani s strani pametnih smetnjakov, imajo širok spekter uporabnosti. Na osnovi podatkov o nivoju odpadkov bi lahko optimizirali urnike in poti za praznjenje smetnjakov, kar pripomore k učinkovitejši rabi sredstev in zmanjšanju emisij iz vozil za zbiranje odpadkov.

Podatki o ločevanju odpadkov lahko ponujajo vpogled v vzorce obnašanja prebivalcev pri ravnanju z odpadki, kar lahko pomaga pri oblikovanju ciljanih kampanj za ozaveščanje in izobraževanje.

Podatki lahko nudijo informacije o obremenjenosti različnih delov mesta in potrebah po večji ali boljši infrastrukturi za ravnanje z odpadki.

S pomočjo zgodovinskih podatkov o nivoju odpadkov se lahko izvaja prediktivna analiza, ki pomaga napovedati čas, kdaj bodo smetnjaki polni, kar bi omogočalo boljše načrtovanje praznjenja in preprečuje nepotrebno premikanje praznih smetnjakov.

Analiza dolgoročnih podatkov lahko razkrije tudi trende v ravnanju z odpadki in učinkovitosti sistemov za upravljanje odpadkov v mestu.

Pri vsem tem pa je pomembno zagotoviti, da se podatki uporabljajo skladno z zakonodajo o zasebnosti in varovanju podatkov ter da se uporabljajo v korist lokalne skupnosti z ohranjanjem visokih standardov varnosti.

9. Ali obstajajo načrti za umestitev pametnih smetnjakov v vaše mesto v prihodnosti?

V okviru urejanja javnih zelenih površin usklajujemo predvidevamo, da bomo uredili novo testno območje, katerega bomo v celoti opremili le s pametnimi smetnjaki Bigbelly, ki jih imamo trenutno posamezno umeščene na treh lokacijah.

10. Ali so v vaši bližini pametni smetnjaki že kje umeščeni v okolje?

Pametne zabojnike Bigbelly imamo trenutno nameščene na lokacijah: Koseški bajer, Prule-Špica in v parku Slovenske reformacije.

Opremljeni so s stiskalno napravo, ki omogoča stiskanje odpadkov znotraj smetnjaka, kar povečuje kapaciteto smetnjaka, kar omogoča daljše obdobje med praznjenji. Senzorji, ki spremljajo nivo odpadkov v realnem času. Ko dosežejo določeno raven, se generira obvestilo, kar omogoča pravočasno praznjenje in preprečuje prenatrpanost smetnjaka. Ima tudi sončno napajanje, kar omogoča neodvisnost od električnega omrežja in zmanjšuje okoljski odtis in imajo razdeljen prostor za ločevanje embalaže, kar spodbuja ločevanje in recikliranje.

Seveda pa so opremljeni tudi z brezžičnim povezovanjem, kar omogoča enostavno komunikacijo med smetnjaki in centralnim sistemom upravljanja.

11. Kako vidite ravnanje z odpadki v mestih čez 20 let?

Čez 20 let lahko pričakujemo napredke v ravnanju z odpadki v mestih, s poudarkom na inovacijah in trajnostnih pristopih. Nekatera možna izboljšanja ki jih vidim v bodoče so predvsem:

- Napredne tehnologije, vključno z umetno inteligenco in robotiko, bi lahko omogočile popolnoma avtomatizirano zbiranje, sortiranje in recikliranje odpadkov, zmanjšujejo potrebo po ročnem delu.*
- Pametni smetnjaki in sistemi za upravljanje odpadkov bodo še bolj razširjeni in povezani v okviru pametnih mest. To bo omogočilo boljšo optimizacijo ravnanja z odpadki in zmanjšalo okoljski vpliv.*
- Razvoj inovativnih metod recikliranja bo omogočil bolj učinkovito uporabo odpadkov za proizvodnjo novih materialov in zmanjšanje obremenitve na odlagališča.*
- Mesta se bodo verjetno bolj osredotočila na vzpostavitev krožnega gospodarstva, kjer se odpadki uporabljajo kot surovine za nove proizvode, namesto da končajo na odlagališčih.*
- S pomočjo tehnologij za komunikacijo in ozaveščanje se bo verjetno povečala vključenost prebivalcev pri ravnanju z odpadki. Pametni sistemi bodo nudili prilagojene informacije in spodbude za spodbujanje pravilnega ločevanja odpadkov.*
- Uporaba okolju prijaznih vozil za zbiranje odpadkov in optimizacija logistike bo zmanjšala emisije iz prevoza odpadkov.*

Prihodnost ravnanja z odpadki pa bo odvisna predvsem od nenehnega razvoja tehnologij, družbenih sprememb in usmerjenosti k trajnostnim pristopom v urbanem okolju.

6.2 Rezultati ankete

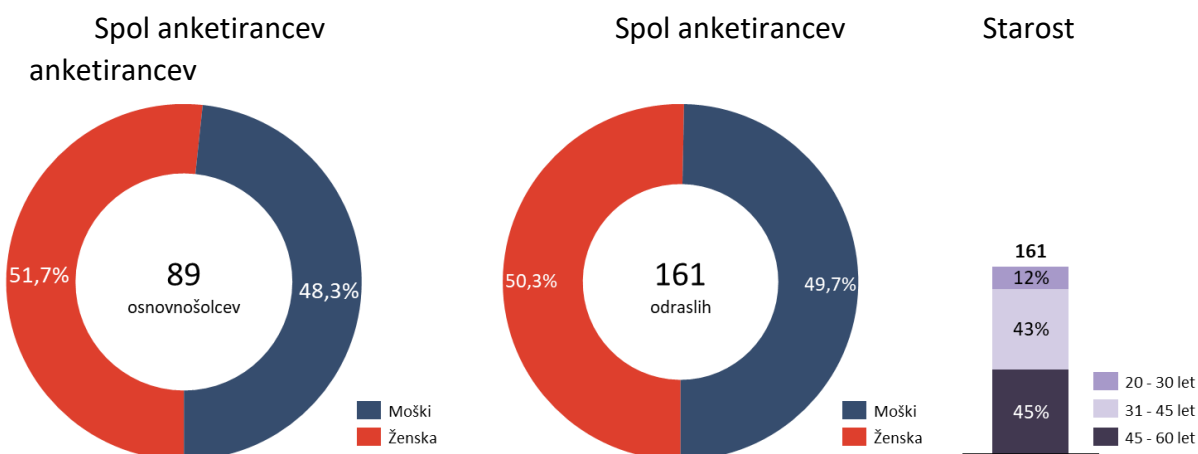
6.2.1 Podatki o anketirancih

V okviru izvedenega anketiranja sem pridobil 161 odgovorov v skupini odraslih in 89 odgovorov med osnovnošolci. Anketiranje odraslih je potekalo od 30. januarja do 4. februarja 2024, anketiranje osnovnošolcev pa 25. in 26. januarja 2024.

Spol in starostna struktura odraslih anketirancev

V obeh skupinah je bil vzorec enakomerno zastopan z moškimi in ženskami. V skupini osnovnošolcev je na anketo odgovorilo 46 (51,7 %) deklet in 43 (48,3 %) fantov. V skupini odraslih anketirancev, pa je anketo rešilo 81 (50,3 %) žensk, moških je bilo 80 (49,7 %).

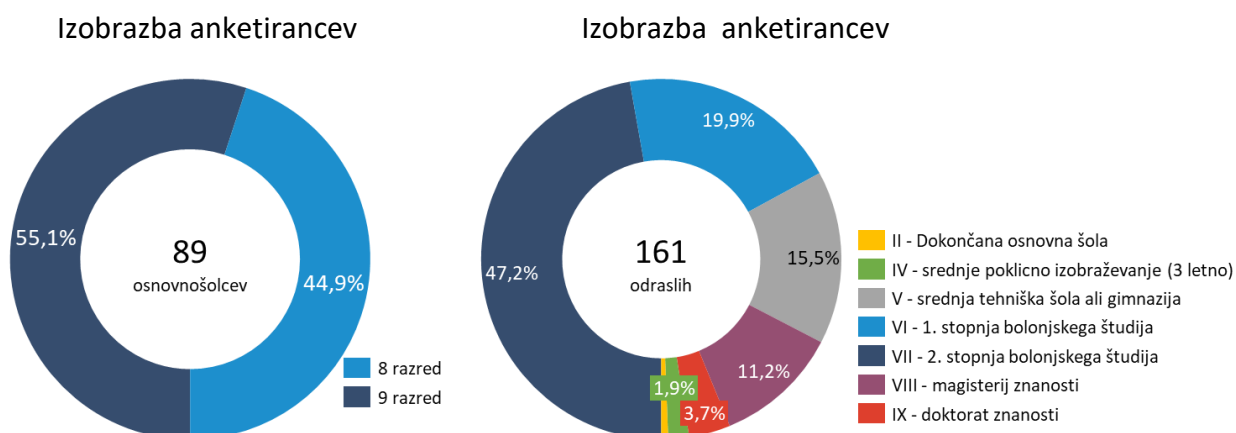
V skupini odrasli smo anketirance vprašali tudi po starosti. Anketiranci so bili starejši od 20 let. Največ anketirancev (73 oz. 45 %) je bilo v starostni skupini 45 pa do 60 let.



Izobrazbena struktura anketirancev

V skupini osnovnošolcev je na anketo odgovorilo 49 devetošolcev in 40 osnovnošolcev.

Med odraslimi anketiranci jih je imela večina (76 oz. 47,2 %) VII. stopnjo izobrazbe oz. 2. stopnjo bolonjskega študija. Med anketiranci je bilo 6 doktorjev znanosti, le ena oseba med anketiranimi pa je imela zaključeno le osnovnošolsko izobrazbo.



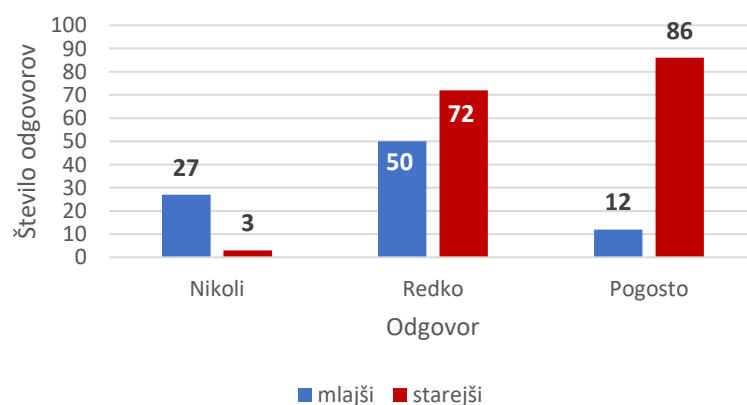
6.2.2 Vprašanja o splošnem poznavanju problema z odpadki v okolju ter pomenu ločevanja odpadkov

1. Vprašanje

Kako pogosto razmišljate o problemu odpadkov v vašem mestu?

- Nikoli.
- Redko.
- Pogosto.

1. vprašanje



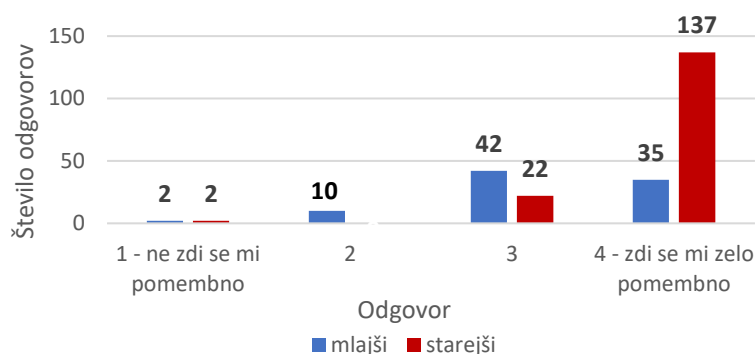
Večina anketirancev vsaj občasno razmišlja o problemu odpadkov v njihovem domačem mestu. Opazil sem razliko med mlajšo in starejšo skupino anketirancev in sicer večina odraslih (86 ali 53, 4 %) o tem problemu razmišlja pogosto, zelo majhen delež pa je tistih, ki o problemu ne razmišljajo. Pri mlajši skupini anketirancev, pa večino predstavljata odgovora nikoli oziroma redko, medtem ko je delež pri odgovoru pogosto nižji.

2. Vprašanje

Kako pomembno se vam zdi ločevanje in recikliranje odpadkov?

- 1 (ne zdi se mi pomembno)
- 2
- 3
- 4 (zdi se mi zelo pomembno)

2. vprašanje



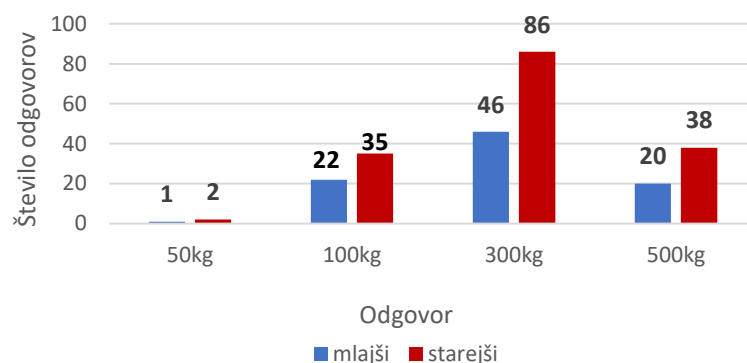
Analiza odgovorov na drugo vprašanje pokaže, da obe skupini anketirancev ločevanju in recikliranju odpadkov pripisujeta visok pomen. Večina anketirancev je namreč izbrala odgovor 3 oziroma 4. Nekoliko izstopa skupina odraslih, kjer je kar 85 % vseh vprašanih odgovorilo »zelo pomembno«, ostalih 14 % pa jih je sledilo s stopnjo pomembnosti 3.

3. Vprašanje

Koliko kilogramov komunalnih odpadkov, po vašem mnenju, ustvari povprečen prebivalec Slovenije na leto?

- 50 kg
- 100 kg
- 300 kg
- 500 kg

3. vprašanje



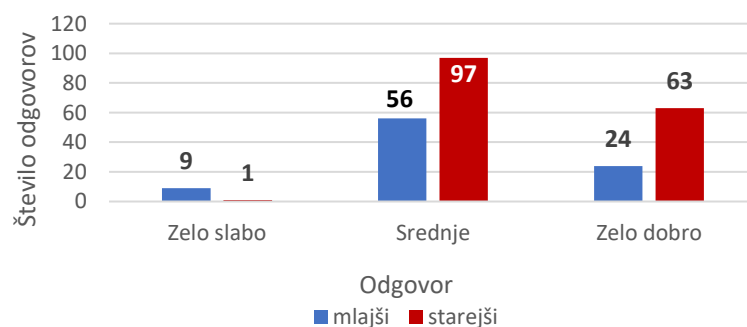
V tretjem vprašanju sem anketirance spraševal o tem, kaj menijo, koliko komunalnih odpadkov ustvari povprečni Slovenec. Iz odgovorov lahko vidimo, da se je večina anketirancev odločila za odgovor 300 kg komunalnih odpadkov. Glede na podatke Statističnega urada RS za leto 2021, je povprečen prebivalec Slovenije ustvaril kar 518 kg komunalnih odpadkov.³⁵ Iz pridobljenih odgovorov lahko zaključim, da si anketiranci težko predstavljajo dejansko količino odpadkov, ki ostajajo za nami.

4. vprašanje

Kako bi ocenili svoje znanje ločevanja odpadkov?

- Zelo slabo.
- Srednje.
- Zelo dobro.

4. vprašanje



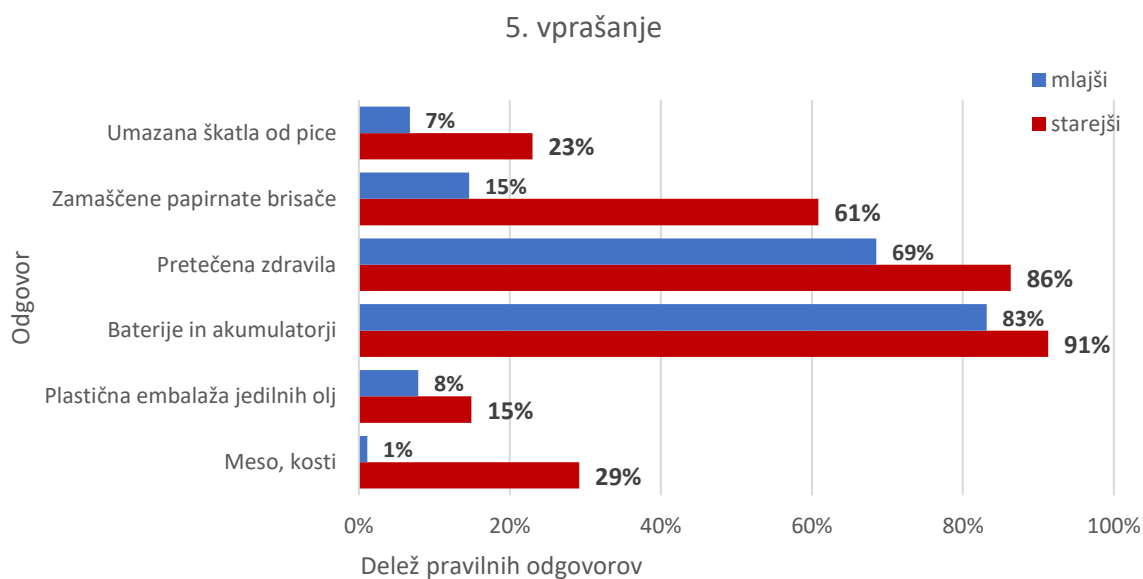
V četrtem vprašanju sem želel preveriti, kako anketiranci ocenjujejo svoje znanje ločevanja odpadkov. Večina vprašanih v obeh skupinah (63 % mlajših oz. 60 % starejših vprašanih) je izbrala odgovor »srednje«.

³⁵ Odpadki, 2021. Pridobljeno s: <https://www.stat.si/statweb/News/Index/10566>

5. Vprašanje

Kam po vašem mnenju sodijo naslednji odpadki?

- Umazana škatla od pice.
- Zamaščene papirnate brisače.
- Pretečena zdravila.
- Baterije in akumulatorji.
- Plastična embalaža jedilnih olj.
- Meso, kosti.



Peto vprašanje je bilo izbirnega tipa. Anketirance sem prosil, da na osnovi svojega znanja ločevanja odpadkov razvrstijo nekaj primerov gospodinjskih odpadkov. V grafu prikazujem delež pravih odgovorov za posamezno vrsto odpadka, za obe skupini anketirancev. Pravilne odgovore sem sam iskal na spletni strani komunalnega podjetja JP Voka Snaga d.o.o. Ljubljana. Omeniti pa moram dejstvo, da imamo v Sloveniji veliko komunalnih podjetij, katerih navodila o pravilnem razvrščanju se lahko razlikujejo.

Umazana škatla od pice sodi med ostale komunalne odpadke. Pravilno bi jo odložilo 23 % starejših in 7 % mlajših anketirancev. Med napačnimi odgovori je največkrat naveden odpadni papir in odpadna embalaža.

Zamaščene papirnate brisače sodijo med ostale komunalne odpadke. Pravilno bi jih odložilo 61 % starejših in 15 % mlajših anketirancev. Med napačnimi odgovori je pri starejših anketirancih največkrat naveden odgovor biološki odpadki, pri mlajših anketirancih pa odgovor odpadni papir.

Zdravila s pretečenim rokom uporabe sodijo med druge vrste odpadkov, običajno jih je potrebno vrniti v lekarno. Po nekaterih navedbah jih smemo odlagati tudi med nevarne odpadke, ki jih zbirajo v zbirnih centrih. Pravilno bi jih odložilo 86 % starejših in 69 % mlajših anketirancev.

Baterije in akumulatorji sodijo med nevarne ali druge vrste odpadkov. Tudi pri tej vrsti odpadkov je bilo veliko pravih odgovorov – pri starejših 91% in pri mlajših 83 %.

Nasprotno od zgornjih dveh vrst odpadkov, bi plastično embalažo jedilnih olj pravilno razvrstilo zgolj 15 % odraslih in 8 % mlajših anketirancev. Embalažo onesnaženo z olji pravilno odlagamo med ostale komunalne odpadke. Največkrat je bil, pri obeh skupinah anketirancev, kot napačni odgovor naveden odpadna embalaža.

Kot zadnjo vrsto odpadka sem anketirance vprašal, kam bi odložili ostanke hrane - posebej sem izpostavil meso in kosti. Ti za razliko od ostalih ostankov hrane (obrezki in olupki različne zelenjave, pokvarjena živila, kavni in čajni filtri...) sodijo med ostale komunalne odpadke, saj njihov vonj privablja različne glodalce in ostali mrčes. Pomembno je, da meso, kosti, ribe in druge mesne ostanke ločimo od bioloških odpadkov, saj jih v zbirnem centru predelujejo v organsko gnojilo, za kar pa meso ni ustrezno. Opažam, da se tega anketiranci ne zavedajo, saj bi tovrstne odpadke pravilno razvrstilo zgolj 29 % starejših in le 1 % mlajših anketirancev.

6.2.3 Vprašanja, ki se nanašajo na pametne smetnjake

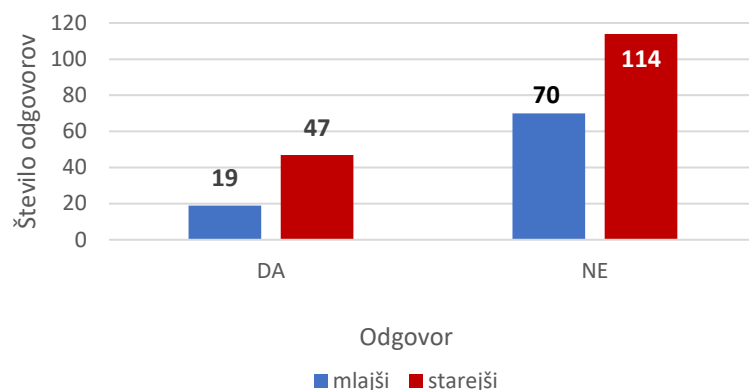
6. vprašanje

Ali ste že slišali za pametne smetnjake?

- Da.
- Ne.

Iz analize odgovorov na 6. vprašanje lahko ugotovim, da večina anketirancev še ni slišala za pametne smetnjake. Pri mlajših je delež tistih, ki so odgovorili z »NE« enak 79 % vseh odgovorov, v skupini starejših anketirancev pa za pametne smetnjake še ni slišalo 114 vprašanih oz. 71 % vseh.

6. vprašanje



V vprašalniku sta se na prejšnje vprašanje nanašali dve podvprašanji, ki sem jih zastavil glede na to, kaj so odgovorili v 6. vprašanju.

6.a Vprašanje - za tiste, ki so odgovorili z »DA«:

Kaj so po vašem mnenju glavne funkcije pametnih smetnjakov?

- Samosežig odpadkov.
- Tehtanje odpadkov.
- Zbiranje in posredovanje podatkov.
- Javljanje napolnjenosti smetnjaka.
- Prepoznavanje in ločevanje odpadkov.
- Stiskanje odpadkov že v smetnjaku.

6.a vprašanje:



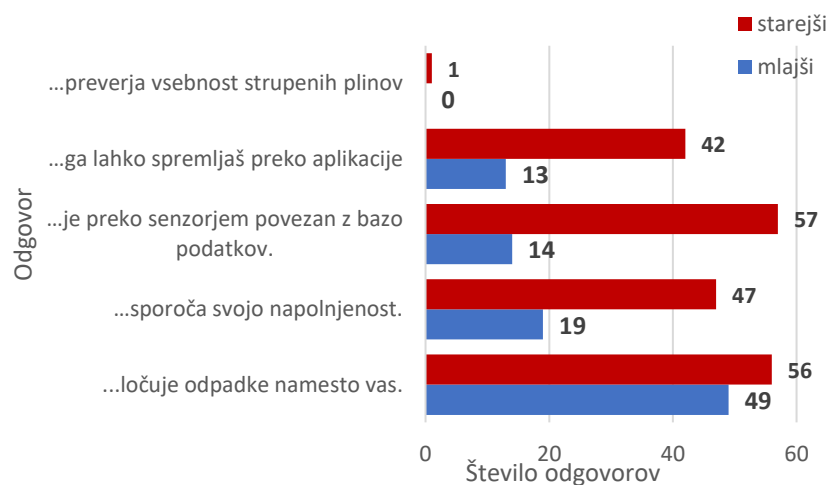
Tiste, ki so odgovorili, da poznajo pametne smetnjake sem povprašal ali lahko izberejo glavne funkcije takšnih smetnjakov. Največ anketirancev v skupini odraslih je kot prvo funkcionalnost izbralo sporočanje napolnjenosti smetnjaka. Sledila sta odgovora, ki se nanašata na funkcionalnost zbiranja in posredovanja podatkov ter prepoznavanja in ločevanja odpadkov. Mlajši anketiranci si kot glavno funkcionalnost pametnega smetnjaka predstavljajo njegovo sposobnost prepoznavanja in ločevanja odpadkov.

6.b vprašanje - za tiste, ki so odgovorili z »NE«:

Kaj si predstavljate pod pojmom pametni smetnjak?

- Smetnjak, ki ločuje odpadke namesto vas.
- Smetnjak, ki sporoča svojo napolnjenost.
- Smetnjak, ki je preko senzorjev povezan z bazo podatkov.
- Smetnjak, ki ga lahko spremljaš preko aplikacije.
- Drugo.

6.b vprašanje

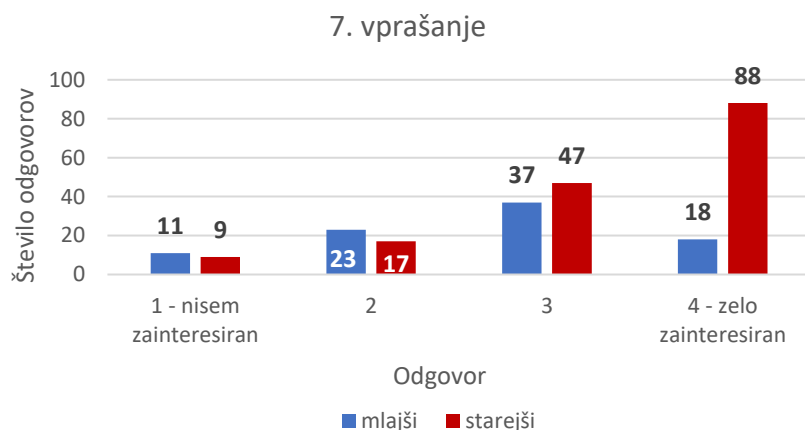


Tudi anketirance, ki še niso slišali za pametne smetnjake sem vprašal, kaj si predstavljajo pod tovrstno napravo. Pri mlajših anketirancih je izstopal odgovor, da je to smetnjak, ki prepozna in ločuje odpadke. Starejši anketiranci pa so precej enakomerno izbirali med štirimi ponujenimi odgovori – največ se jih je mnenja, da je to smetnjak, ki ločuje odpadke in je preko senzorjev povezan z bazo podatkov. Eden od anketirancev iz skupine starejših, pa je pod odgovor Drugo dodal funkcionalnost merjenja vsebnosti strupenih plinov.

7. vprašanje

Kako zainteresirani ste za uporabo pametnih smetnjakov, če bi bili ti na voljo v vaši skupnosti?

- 1 – sploh nisem zainteresiran
- 2
- 3
- 4 – sem zelo zainteresiran

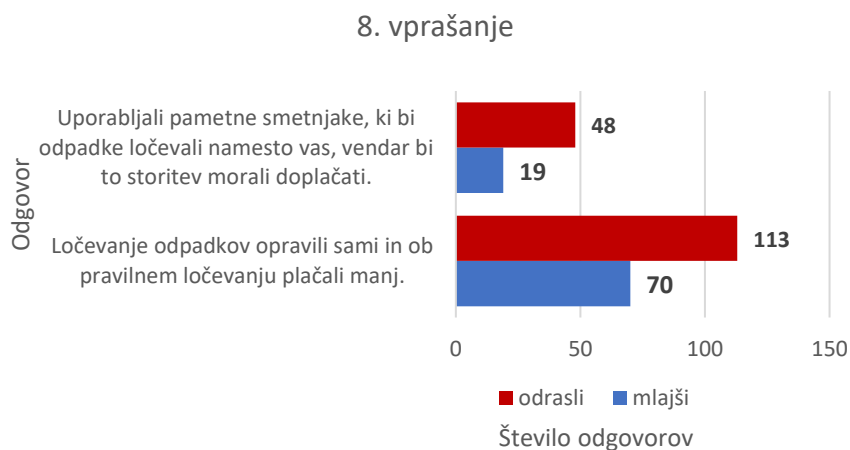


Večina anketirancev v obeh skupinah je odgovorila s 4 - zelo zainteresiran oziroma 3 - zainteresiran, kar kaže na njihovo pripravljenost na uporabo. Med odraslimi dodatno izstopa odgovor zelo zainteresiran, katerega je izbralo 55 % vseh vprašanih.

8. vprašanje

Ali bi raje:

- uporabljali pametne smetnjake, ki bi ločevali odpadke namesto vas, vendar bi to storitev morali doplačati?
- ločevanje odpadkov opravili sami in ob pravilnem ločevanju plačali manj?



V osmem vprašanju me je zanimalo, ali bi bili anketiranci dodatne funkcije pametnih smetnjakov pripravljeni doplačati. Ugotavljam, da bi v obeh skupinah večina anketirancev raje ločevala odpadke sama in zato plačala manj. Pri starejših je ta delež odgovorov znašal 70,2 %, pri mlajših pa celo 78,7 %.

8.a vprašanje

Predstavljajte si, da živite v mestnem središču. Odpadke odlagate na ekološkem otoku, v podzemne zabojnike. Za katere funkcije pametnih smetnjakov bi bili pripravljeni doplačati?

- Vgradnja sistema za zmanjšanje neprijetnih vonjav in mrčesa.
- Obveščanje o napolnjenosti zabojnikov.
- Samodejno stiskanje odpadkov - prihranek pri številu odvozov.
- Aplikacija za pametne naprave.
- Obvestilo o napovedani večji obremenitvi s smetmi.
- Avtomatsko razvrščanje odpadkov.

Pri skupini starejših anketirancev, ki bi bili pripravljeni ob dodatnih funkcijah pametnih smetnjakov nositi višje stroške, me je zanimalo za katere funkcije bi še bili pripravljeni doplačati. Največkrat je bila izpostavljena funkcija avtomatskega razvrščanja odpadkov (46). Sledila je funkcija vgrajenega sistema za zmanjšanje neprijetnih vonjav in mrčesa.

8.a vprašanje

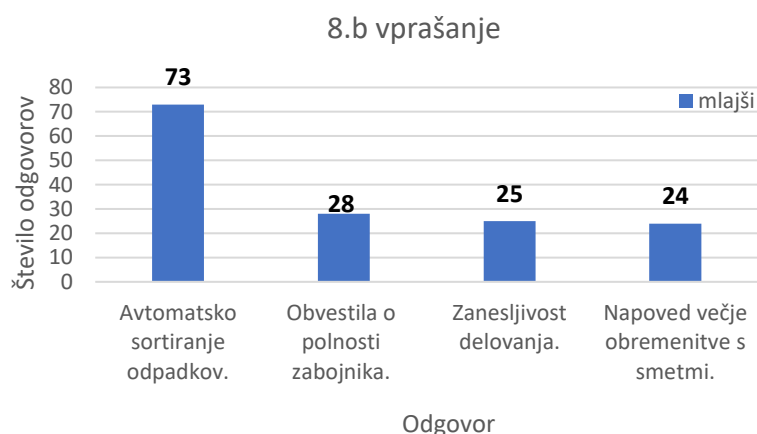


8.b vprašanje

Katere funkcije pametnih smetnjakov bi vas najbolj zanimale?

- Avtomatsko sortiranje odpadkov.
- Obvestila o napolnjenosti zabojnikov.
- Zanesljivost delovanja.
- Napoved večje obremenitve s smetmi.

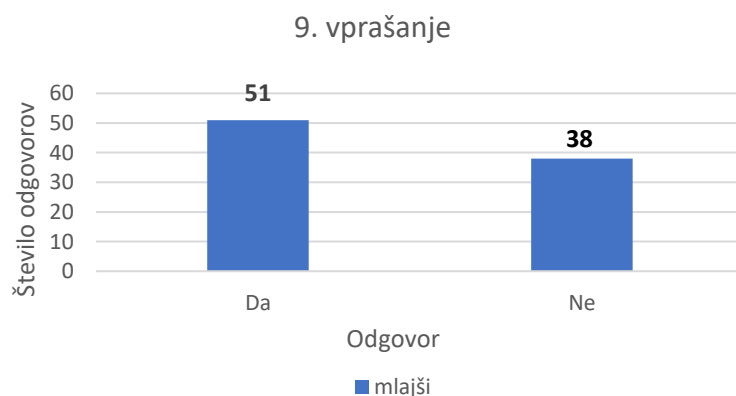
Pri mlajši skupini anketirancev sem sem z dodatnim vprašanjem preverjal katere dodatne funkcije pametnih smetnjakov bi jih najbolj zanimale (ne glede na morebitne dodatne stroške). 49 % vseh vprašanih si bi želelo pametne smetnjake, ki prepoznavajo in sortirajo odpadke. Ostale funkcije se jim zdijo manj pomembne.



9. vprašanje

Ali menite, da imate v šoli dovolj izobraževanja na temo ločevanja, smeti in ostalih ekoloških problemov?

- Da.
- Ne.



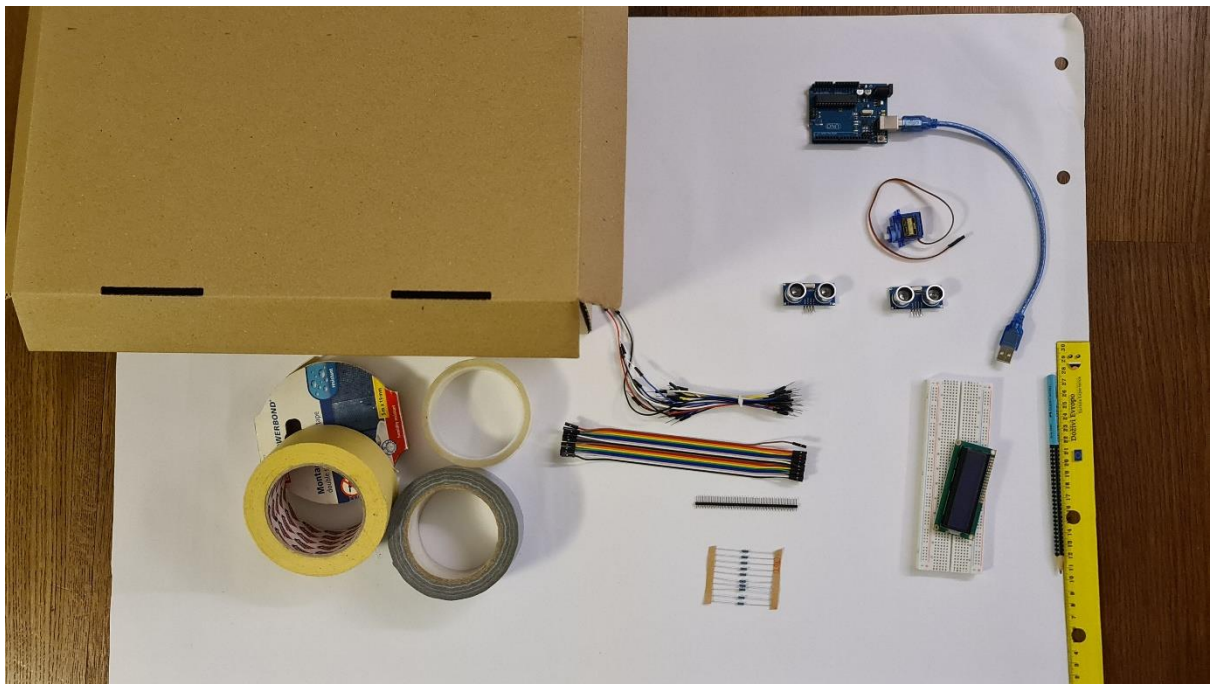
Kot zadnje vprašanje v vprašalniku namenjenem osnovnošolcem, me je zanimalo, ali menijo, da je v okviru šolskega programa, dovolj pozornosti namenjene izobraževanju s področja ločevanja in recikliranja odpadkov in ostalih ekoloških problemov.

57 % vprašanih je sicer mnenja, da je izobraževanja dovolj, vendar pa kar 43 % vprašanih meni, da bi ga moralo biti več.

6.3 Izdelava modela pametnega smetnjaka

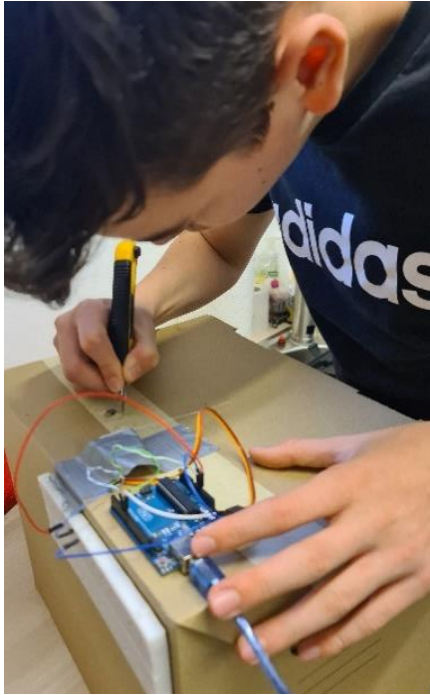
Z modelom pametnega smetnjaka sem želel dokazati, da je, z nekaj znanja programiranja in izbranimi deli iz zbirke Arduino, na dokaj lahek način in brez večjih stroškov mogoče izdelati »domačo verzijo« pametnega smetnjaka.

Za izdelavo smetnjaka sem potreboval kartonasto škatlo, mikrokontroler Arduino UNO, dva ultrasonična merilca globine, servomotor, signalni lučki, dva 220 Ω upora, vodnike, s katerimi električne elemente povežemo z vhodnimi in izhodnimi priključki Arduina in še kabel za prenos podatkov oz. informacij med računalnikom in Arduino.



Slika 7: Vsi predmeti, potrebni za izdelavo pametnega smetnjaka

Za ogrodje smetnjaka sem uporabil kartonasto škatlo. Potrebno so je bilo malo prilagoditi in sicer izrezati luknje za senzorje, ki so imele premer 10 mm, ter prilagoditi rob pokrova, tako, da se ta lahko odpira s pomočjo servomotorja.



Slika 8: Izrezovanje lukenj za senzorje

Nato sem se lotil izdelave programa v aplikaciji Arduino IDE.

PROGRAM

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo sg90;
```

```
int echo = 6;
```

```
int trig = 5;
```

```
int servopin = 7;
```

```
int distance;
```

```
int duration;
```

```
const int pingPin = 7;
```

```
int echo1 = 8;
```

```
int trig1 = 9;
```

```
const int pingPin1 = 10;
```

```
int distance1;
```

```
int duration1;
```

```

int ledPin1 = 2;
int ledPin2 = 3;

void setup() {
  sg90.attach(servopin);
  pinMode(trig, OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
  pinMode(trig1, OUTPUT);
  pinMode(echo1, INPUT);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig, LOW);
  duration = pulseIn(echo, HIGH);
  distance = duration * 0.034 / 2;

  if (distance < 30) {
    sg90.write(0);
    delay(4500);
    Serial.print(distance);
  } else {
    sg90.write(160);
    delay(50);
  }
}

```

```

long inches, cm;
pinMode(pingPin, OUTPUT);
digitalWrite(pingPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(pingPin, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(pingPin, LOW);
pinMode(pingPin, INPUT);
duration = pulseIn(pingPin, HIGH);
inches = microsecondsToInches(duration);
cm = microsecondsToCentimeters(duration);
Serial.print(inches);
Serial.print("in, ");
Serial.print(cm);
Serial.print("cm");
Serial.println();
delay(100);

digitalWrite(trig1, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trig1, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trig1, LOW);
duration1 = pulseIn(echo1, HIGH);
distance1 = duration1 * 0.034 / 2;

if (distance1 < 10) {
    digitalWrite(ledPin1, HIGH);
    digitalWrite(ledPin2, LOW);
} else {
    digitalWrite(ledPin2, HIGH);

```

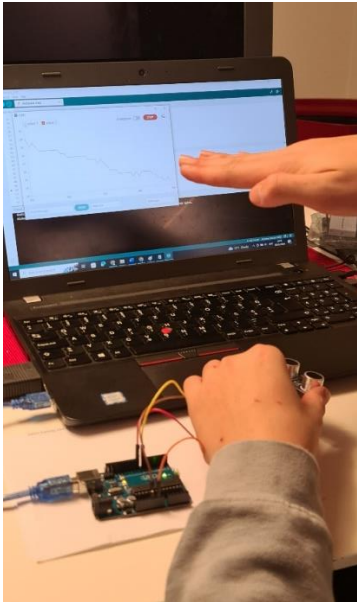
```
    digitalWrite(ledPin1, LOW);  
}
```

```
long inches1, cm1;  
pinMode(pingPin1, OUTPUT);  
digitalWrite(pingPin1, LOW);  
delayMicroseconds(2);  
digitalWrite(pingPin1, HIGH);  
delayMicroseconds(5);  
digitalWrite(pingPin1, LOW);  
pinMode(pingPin1, INPUT);  
duration1 = pulseIn(pingPin1, HIGH);  
inches1 = microsecondsToInches(duration1);  
cm1 = microsecondsToCentimeters(duration1);  
Serial.print(inches1);  
Serial.print("in, ");  
Serial.print(cm1);  
Serial.print("cm");  
Serial.println();  
delay(100);  
}
```

```
long microsecondsToInches(long microseconds) {  
    return microseconds / 74 / 2;  
}
```

```
long microsecondsToCentimeters(long microseconds) {  
    return microseconds / 29 / 2;  
}
```

Izdelał oz. sestavił sem tudi vezje, ki je prikazano na spodnji sliki. Shemo vezja sem narisal v programu Circuito IO.

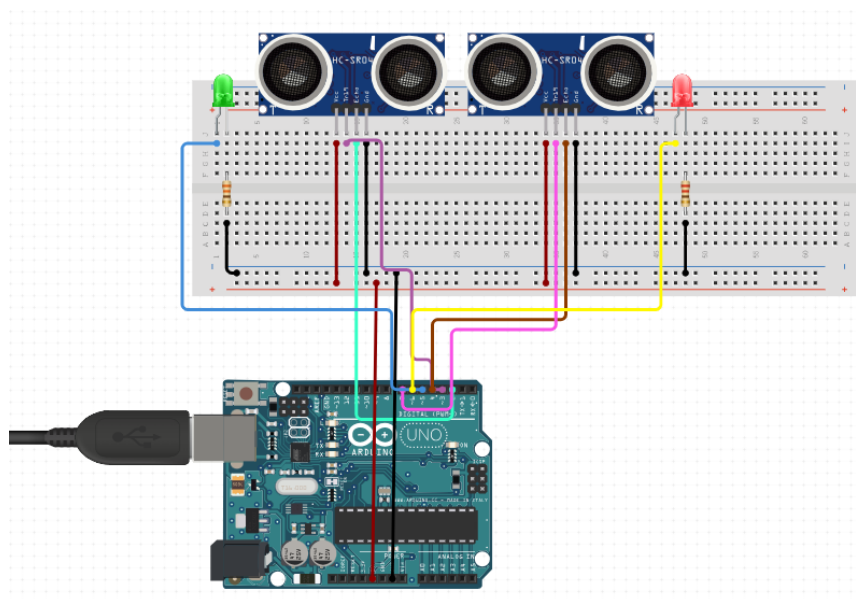


Slika 9: Vezava elementov na mikrokontroler



Slika 10: Vezava elementov na mikrokontroler

Na škatlo sem skozi izrezane luknje namestil ultrasonične senzorje, ter namestil vso potrebno opremo - prototipno ploščo, signalni lučki, servo motor in pa plošček arduino UNO.



Slika 11: Prikaz vezave elementov - Circuito IO

OPIS PROGRAMA

Program zazna oviro in odpre pokrov. Program sem nastavil tako, da prvi senzor, ki deluje kot merilec bližine, zazna oviro, ko je ta v oddaljenosti do 30 cm. Drugi senzor medtem meri globino oz. prostor, ki je v smetnjaku še na voljo. Ob praznem smetnjaku sveti zelena luč, čim pa se smetnjak napolni do zgornje meje, katera je nastavljena na 10 cm pod tipalom senzorja, zasveti rdeča luč. To pomeni, da je smetnjak poln in je potreben odvoz. Z nastavljenim povratno (loop) zanko omogočimo, da program deluje v nedogled.

7 RAZPRAVA

7.1 Potrjevanje hipotez

1. hipoteza: »Starejši anketiranci se bodo bolj zavedali problema, ki ga predstavljajo odpadki v našem okolju, in pomena ločevanja odpadkov.«

Na prvo hipotezo se nanašata prvi dve vprašanji. Pri prvem vprašanju, sem spraševal, kolikokrat anketiranci razmišljajo o težavah, ki jih povzročajo odpadki v mestu, kjer živijo. Večina odraslih (53 %) je odgovorila, da o tej temi razmišljajo pogosto, mlajši pa redkeje (za odgovor pogosto je odločilo 13 % anketirancev). Da o tej temi pogosto razmišljajo, je odgovorilo več odraslih kot otrok.

Pri drugem vprašanju, ki se nanaša na isto hipotezo, sem spraševal, kako pomembno se anketirancem zdi ločevanje in recikliranje odpadkov. Kar 137 (oz. 85 %) odraslih je odgovorilo z »zelo pomembno«. V skupini otrok je ta odgovor izbralo 39 % vprašanih. Prvo hipotezo lahko **potrdim**, saj se je v obeh vprašanjih ki se nanašajo na to temo ta trditev izkazala za resnično.

2. hipoteza: »Večina anketirancev bo imela težave s pravilnim ločevanjem vsakodnevnih odpadkov.«

S to hipotezo povezujem dve vprašanji v anketi in sicer vprašanje o lastni oceni znanja ločevanja odpadkov in izbirno vprašanje, s konkretnim razvrščanjem primerov odpadkov. Večina anketirancev v obeh skupinah je bila mnenja, da je njihovo znanje ločevanja vsaj srednje ali pa zelo dobro. To prepričanje, pa se je po analizi odgovorov o razvrščanju konkretnih primerov odpadkov nekajkrat izkazalo za napačno. V 5. vprašanju sem anketirance spraševal kam bi razvrstili nekaj konkretnih primerov odpadkov: večji ostanki mesa, kosti, odpadna embalaža jedilnih olj, baterije in akumulatorji, zdravila s pretečenim rokom, zamaščene papirnate brisače in umazana škatla od pice.

V povprečju je odpadke pravilno razvrstila polovica odraslih ter 30 % otrok. Največ težav so imeli v primeru pravilne razvrstitve odpadne embalaže jedilnih olj, kjer je pravilni odgovor izbralo le 15 % starejših in 8% otrok. Nižji deleži pravilnih odgovorov je bil še v primeru razvrščanja umazane škatle od pice in v primeru ostankov mesa in kosti.

Najvišji delež pravilnih odgovorov je bil pri razvrščanju odsluženih baterij in akumulatorjev ter zdravil s pretečenim rokom.

Ker je bil v povprečju delež pravilnih odgovorov nižji od 50 % lahko hipotezo **potrdim**.

3. hipoteza: »Večina anketiranih ne pozna pametnih smetnjakov.«

S 6. vprašanjem »Ali ste že slišali za pametne smetnjake?« sem želel preveriti tezo, da koncept pametnega upravljanja s smetmi, katerega ključni del so pametni smetnjaki, med ljudi ni širše poznan.

Hipotezo lahko **potrdim**, saj 79 % otrok in 71 % odraslih še ni slišalo za pametne smetnjake. Na osnovi te ugotovitve menim, da bo za uvajanje sprememb v mestih potrebno veliko truda vložiti tudi v osveščanje prebivalcev, da bodo pripravljeni sprejeti spremembe in jih uporabljati v svojem vsakdanjem življenju.

4. hipoteza: »Večina anketiranih bo pripravljena doplačati za nove funkcionalnosti, ki jih omogočajo pametni smetnjaki.«

Za preverbo te hipoteze sem v anketnem vprašalniku zastavil vprašanje »Ali bi raje uporabljali pametne s smetnjake, ki bi ločevali odpadke namesto vas, vendar bi to storitev morali doplačati oziroma ločevanje odpadkov opravili sami in ob pravilnem ločevanju plačali manj? Na osnovi analize odgovorov anketirancev ugotavljam, da 78 % mlajših in 71 % starejših ni pripravljeno doplačevati dodatnih storitev in bi še naprej raje ohranili obstoječi sistem ločevanja. Verjamem, da si nihče ne želi višjega računa za odvoz odpadkov, vendar menim, da trenutno dodatne funkcionalnosti, ki bi jih sodobno urejeno upravljanje z odpadki lahko prinašalo mestu še ni dovolj prepoznano. To hipotezo lahko, na osnovi zbranih odgovorov **ovržem**.

5. hipoteza: »Mesta bodo v prihodnje bolj trajnostno usmerjena in bodo več pozornosti namenjala sodobnim pristopom pri ravnanju z odpadki.«

Za preverjanje te hipoteze sem se obrnil na intervjuvance. Iz analize intervjujev ugotavljam, da se načeloma vsi sogovorniki strinjajo s trditvijo, da mesta potrebujejo trajnostne rešitve, na področju ravnanja z odpadki, imajo pa različne pomisleke, kako, kdaj in v kakšnem obsegu te rešitve uvajati. Razpon analiziranih odgovorov gre od mnenja, da se v 20 letih na področju upravljanja s smetmi ne bodo zgodile bistvene spremembe, pa vse do povsem nasprotnega mnenja, da bodo v mestih doseženi cilji zmanjšanja odpadkov, da bo optimizirano avtomatizirano opravljanje javne službe in odvoz ter da bomo že poznali smetnjake, ki bodo preko noči sposobni predelati zbrane odpadke in jih kot energijo shraniti v akumulator.

Večina jih je menila, da bodo kljub visokim stroškom mesta potrebovala nove, pametne rešitve. Dejstvo je, da se še naprej pričakuje hiter razvoj tehnoloških rešitev, vendar bo po mnenju intervjuvancev ključen tudi poudarek na ozaveščanju občanov in občanov glede pomembnosti ločevanja odpadkov. Tehnologija kot taka pa bo služila kot podpora k bolj učinkovitemu upravljanju z viri in njihovo optimizacijo. Vse te spremembe bodo morale potekati v okviru širšega gibanja k trajnostnemu urbanemu razvoju, ki bo vključeval boljše upravljanje virov, zmanjšanje odpadkov in ustvarjanje boljših pogojev za bivanje v mestih. Upoštevati bo potrebno tudi spoštovanje človekovih pravic z vidika problema vdora v zasebnost posameznika ter povečanega tveganje nepooblaščne uporabe podatkov, ki bi jih zbirale različne naprave. Zanimiv pa je pogled g. Saviča, ki pravi, da se »v prihodnjih dvajsetih letih ravnanje z odpadki ne bo pomembno spremenilo, bomo pa zagotovo videli vedno več pilotskih projektov na področju pametnih tehnologij, ki jih med drugim spodbuja tudi Evropska komisija, z večjim številom pilotskih projektov pametnih tehnologij na tem področju.« Te hipoteze tako v celoti ne morem **ne potrditi, ne ovreči**.

7.2 Ugotovitve

Ob analiziranju zbranih podatkov v anketah, intervjujih ter raziskovanju in prebiranju razne strokovne literature, sem dobil širšo sliko vpliva smeti na nas meščane in na okolje. Pozitivno sem presenečen glede tehnološkega napredka (IoT, pametna mesta, podatkovna jezera in zbiranje podatkov za optimizacijo in prediktivno analizo itd.), nekoliko manj pa me navdušuje trenutno osveščenost moje generacije in našega zavedanja glede prihodnosti trajnostnega obnašanja. Analiza odgovorov anket namreč pove, kako smo po mnenju posameznikov trajnostno osveščeni in samozavestni pri svojih odločitvah glede razvrščanja vsakodnevnih odpadkov, rezultat odgovorov pa je žal povprečen odraz dejanskega stanja. Pri intervjujih s strokovnjaki sem spoznal širok spekter mnenj in idej o vlogi pametnih smetnjakov v urbanih ekosistemih. Pogledi se združujejo v skupno prepričanje, da morajo biti pametni smetnjaki integrirani v del širše infrastrukture pametnih mest, kjer igrajo ključno vlogo pri optimizaciji odvoza odpadkov, izboljšanju čistoče in spodbujanju k recikliranju.

Trajnostni vidik pametnih smetnjakov je še posebej pomemben. Z optimizacijo odvoza odpadkov, ki temelji na natančnem zaznavanju napolnjenosti smetnjakov preko naprednih senzorjev, se zmanjšuje potreba po pogostem praznjenju, kar neposredno vpliva na zmanjšanje emisij ogljikovega dioksida. To je posledica manjšega števila poti, ki jih morajo opraviti smetarska vozila, s čimer se zmanjšuje tudi poraba goriva. Ta pristop ne le da prispeva k bolj zelenemu in čistemu okolju, ampak tudi zmanjšuje stroške, povezane z odvozom odpadkov, kar je pomembno za gospodarstvo mest.

Integracija pametnih smetnjakov v večja mesta zahteva premišljen pristop, ki presega zgolj postavitev tehnološko naprednih zabojnikov po mestu. Kot poudarja g. Podjed, je ključnega pomena razvoj "umirjenih, nemotečih rešitev", ki ne preobremenjujejo meščanov z nepotrebnimi funkcionalnostmi ali obvestili. To pomeni, da morajo biti pametni smetnjaki zasnovani tako, da se nemoteče vključujejo v mestno infrastrukturo, hkrati pa nudijo uporabne informacije za optimizacijo odvoza odpadkov brez neposrednih motenj za vsakdanje življenje ljudi. Poleg tega se z integracijo pametnih smetnjakov v širši ekosistem pametnega mesta odpirajo nove možnosti za izboljšanje upravljanja odpadkov. Z zbiranjem

in analizo podatkov, ki jih zbirajo senzorji v smetnjakih, lahko mesta izvajajo prediktivne (napovedne) analize in bolje načrtujejo potrebe po odvozu odpadkov. To lahko vključuje prilagajanje urnikov odvoza odpadkov glede na sezonske spremembe ali dogodke v mestu, kar še dodatno zmanjšuje nepotrebne vožnje in prispeva k trajnostnemu razvoju. Župan MOK celo meni, da česar ne meriš, ne moreš kakovostno upravljati.

Na koncu je treba poudariti, da pametni smetnjaki niso le orodje za zmanjšanje emisij in optimizacijo odvoza odpadkov. So tudi simbol širše zavezanosti mest k trajnostnemu razvoju in inovacijam, ki izboljšujejo kakovost življenja v urbanih okoljih. Z zagotavljanjem, da so ti sistemi dobro integrirani in usmerjeni v služenje skupnosti, lahko večja mesta naredijo pomemben korak naprej v smeri čistejšega, bolj učinkovitega in trajnostno usmerjenega urbanega okolja.

Ne glede na to, kakšne tehnološke rešitve nas na tem področju čakajo, pa bodo na koncu še vedno najpomembnejši ljudje, njihova kultura in odnos do okolja.

Prebivalci se bodo morali vključiti v krožno gospodarstvo s poudarkom na preprečevanju nastajanja odpadkov in ponovni rabi. Mesta in podjetja bodo prevzela vlogo vzgleda in ozaveščenosti ter spodbujala recikliranje in uporabo materialov.

Pametni smetnjaki bodo le nadgradnja takšne miselnosti in kulture. Nudili bodo optimizacijo zbiranja in analizo odpadkov.

8 ZAKLJUČEK

V središču preobrazbe mest v pametna mesta so tehnologije, kot so pametni smetnjaki, ki igrajo pomembno vlogo pri izboljšanju učinkovitosti in trajnosti urbanih okolij. Ti napredni sistemi za ravnanje z odpadki ne le optimizirajo logistiko odvoza in prispevajo k zmanjšanju ogljičnega odtisa, ampak so tudi izjemno pomembni za osveščanje in vključevanje prebivalstva v procese trajnostnega razvoja. S pomočjo integrirane senzorike in zbiranja podatkov pametni smetnjaki omogočajo boljše razumevanje in upravljanje odpadkov, hkrati pa nudijo priložnost za izobraževanje prebivalcev o pomenu ločevanja odpadkov in recikliranja na eni strani ter izstavljanje računov po sistemu »Plačaj kolikor zavržeš«.

Vendar še tako izpopolnjena tehnologija sama po sebi ne more rešiti vseh izzivov povezanih z odpadki. V raziskavi se pokaže, da ljudje sicer prepoznavajo problem odpadkov v mestu in ločevanju pripisujejo visok pomen, vendar se še vedno ne zavedamo, koliko odpadkov dejansko ustvarimo. Pametni smetnjaki bodo morali tako predstavljati nekakšen most med tehnološkimi inovacijami in ljudmi, da bodo le te spodbujali k odgovornem ravnanju z odpadki in s pomočjo obdelave pridobljenih podatkov ljudi predvsem spodbujali, k cilju zmanjšanja odpadkov že v osnovi. Aktivno sodelovanje in zavedanje prebivalcev o pomenu njihovih dejanj za okolje sta temeljna za uspešno prehajanje k bolj trajnostnim mestnim ekosistemom.

Tudi sogovorniki poudarjajo, da bo pri uvajanju novih rešitev ključnega pomena ohranjanje ravnovesja med tehnološkim napredkom in ohranjanjem človeškega elementa, kjer je osveščanje in vključevanje prebivalcev v središču prizadevanj za trajnostni razvoj.

Pri uvajanju trajnostnih rešitev bodo občine in mestne skupnosti morale upoštevati več vidikov. V intervjuju je g. Gruškovnjak izpostavil nekaj aktualnih ovir, s katerimi se soočajo občine na področju ravnanja z odpadki. Te bo, predno bodo izpolnjeni pogoji za nadaljnji razvoj in implementacijo pametnih rešitev, potrebno celostno nasloviti in jih urediti z ustreznimi predpisi na nivoju države. Iz tega sklepam, da trenutno razvoj tehnologije močno prehiteva ustrezni zakonodajni okvir, ki bo moral predpisati različne vidike uporabe

pametnih rešitev. Na enega od pomembnih vidikov je opozoril tudi g. Savič, ki izpostavlja, da bo potrebno posebno pozornost nameniti področju varovanja osebnih podatkov in negativnemu vplivu na zasebnost.

Kljub omenjenim oviram upam, da se bomo tudi v Sloveniji uspeli zgledovati po skandinavskih državah, ki so na tem področju korak pred nami. Dober primer so integracije sežigalnic v njihova večja mesta, katerih vidnejši primer je izgradnja »mestnega hriba« Amager Bakke. Tu so poleg trajnostnega vidika in skorajda ničnih emisij pri sežiganju odpadkov, poskrbeli tudi za pametno umestitev v njihovo okolje, dodatna delovna mesta za prebivalce ter čisto energijo za ogrevanje mestnih stanovanj – ja, vse to iz odpadkov prebivalcev.

V skandinavskih državah ogrevanje velemest tako deloma zagotavljajo s pomočjo sežiga bioloških in drugih primernih odpadkov. Tako so uveljavili pomemben del strategije za trajnostno upravljanje z energijo in odpadki. Ta pristop omogoča, da se odpadki, ki bi sicer končali na odlagališčih, pretvorijo v koristno energijo za ogrevanje domov, poslovnih prostorov in vode, hkrati pa se iz bioloških odpadkov pridobiva tudi bioplin. Uporaba odpadkov za proizvodnjo energije se izkaže za ekonomično na dolgi rok, saj zmanjšuje potrebo po naravnih virih in lahko ustvari prihodke iz prodaje toplotne energije. Ta model ne samo da izboljšuje energetska samozadostnost mest, ampak tudi služi kot primer trajnostnega načrtovanja za ostali svet.

Skratka, pametni smetnjaki, z ustrezno zaledno infrastrukturo, predstavljajo pomemben del razvoja pametnih mest, kjer tehnologija služi kot podpora za bolj učinkovito, trajnostno ter vključujoče upravljanje z odpadki. Ključ do uspeha pa, po moje, leži v pravilnem ravnovesju med tehnološkim napredkom in vključevanjem ter ozaveščanjem vseh nas, da se te prednosti v polnosti izkoristijo.

9 VIRI

VIRI BESEDILA

1. Avsec, T. 2016. Pregled platform za upravljanje pametnih mest, Diplomsko delo. UL Fakulteta za računalništvo in informatiko, pridobljeno 2. 12. 2023 s <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=88215&lang=slv>
2. Bevc, M. Politika trajnostnega ravnanja z odpadki v Sloveniji. 2010. Magistrsko delo. UL Fakulteta za družbene vede
3. Big potential of cutting greenhouse gases from waste. Pridobljeno 11.12.2023 s: <https://www.eea.europa.eu/highlights/big-potential-of-cutting-greenhouse>
4. Burger, G. et al. Snovanje interaktivnega pametnega zabojnika za smeti. 2020. ELEKTROTEHNIŠKI VESTNIK 87(4): 209-216, 2020. Pridobljeno 1.12.2023 s: <https://ev.fe.uni-lj.si/4-2020/Burger.pdf>
5. Ekonomski vidik pametnih smetnjakov. Pridobljeno 24.1.2024 s: https://projects2014-2020.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/library/file_1606486397.pdf
6. GreenCREATIVE, inventor of the first smart trashcan, granted the 2015 Start-up of the Year Award. Pridobljeno 2. 12. 2023 s <https://innovation.engie.com/en/news/news/smart-house/greencreative-inventor-of-the-first-smart-trashcan-granted-the-2015-start-up-of-the-year-award/363>
7. Habermeyer, W., Lotter, K., Košnik-Virant, Š. 1994. Filozofija smeti 12 tez. Časopis za kritiko znanosti, letnik 22, številka 170/171.
8. Krajnović, E. 2015. Revija MQ št. 33, decembra 2015
9. Lettieri, G. 2023. What Are Smart Waste Bins and How Are They Changing Recycling? Pridobljeno 15. 12. 2023 s: <https://www.rts.com/blog/what-is-a-smart-waste-bin/>
10. Logatec pametno mesto.ppt, Pametna mesta, interno gradivo T-2, 2023.
11. McLaren, D.; Agyeman, J. 2015. Sharing Cities: A Case for Truly Smart and Sustainable Cities. Cambridge, MIT Press. Pridobljeno 1. 12. 2023 s https://www.researchgate.net/publication/317667621_Sharing_Cities_A_Case_for_Truly_Smart_and_Sustainable_Cities
12. Mesto prihodnosti danes. T-2 Pametna mesta, interno gradivo T-2, 2022.
13. Odpadki in izpusti toplogrednih plinov. Pridobljeno 11.12.2023 s: <https://deloindom.delo.si/odpadki/odpadki-izpusti-toplogrednih-plinov>
14. Pametna mesta – čisto okolje in višja kakovost bivanja. Pridobljeno 30. 11. 2023 s <https://www.varcevanje-energije.si/okolje-in-zdravje/pametna-omrezja-in-pametna-mesta.html>
15. Pametna mesta in skupnosti, pridobljeno 2.12.2023 s: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/sl/policies/smart-cities-and-communities>

16. People-Centred Development of a Smart Waste Bin. Pridobljeno 2. 12. 2023 s
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8840414>
17. Pametna mesta - čisto okolje in višja kakovost bivanja. Pridobljeno 1. 2. 2024 s:
<https://www.varcevanje-energije.si/okolje-in-zdravje/pametna-omrezja-in-pametna-mesta.html>
18. Pametna mesta morajo temeljiti na skupnem upravljanju in anonimnosti podatkov. Pridobljeno 10.2.2024 s: <https://www.finance.si/pmm/pametna-mesta-morajo-temeljiti-na-skrbnem-upravljanju-in-anonimnosti-podatkov/a/8973910>
19. Pametna mesta so ključna za trajnostno prihodnost. Pridobljeno 10.12.2023 s:
<https://www.intesasanpaolobank.si/prebivalstvo/nas-svet/trajnostni-razvoj/pametna-mesta.html>
20. Platforma za interakcijo z občani. T-2 Pametna mesta, interno gradivo T-2, 2022
21. Podjed, D., Polajnar Horvat K. 2022. Nevidno življenje odpadkov. ZRC, Ljubljana.
22. Podnebne spremembe: toplogredni plini, ki povzročajo globalno segrevanje, pridobljeno 1. 12. 2023 s
<https://www.europarl.europa.eu/news/si/headlines/society/20230316STO77629/podnebne-spremembe-toplogredni-plini-ki-povzrocajo-globalno-segrevanje>
23. Podnebni izzivi pametnih mest, pridobljeno 3. 12. 2023 s <https://www.finance.si/pmm/podnebni-izzivi-pametnih-mest/a/8974812>
24. Posledice podnebnih sprememb, pridobljeno 20.2.2024 s: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_sl
25. Skrivnostne poti slovenskih smeti. Pridobljeno 3.12. 2023 s
<https://old.delo.si/novice/slovenija/skrivnostne-poti-slovenskih-smeti.html>
26. The Benefits of Smart Bins in Waste Management Systems, pridobljeno 12. 12. 2023 s
<https://www.linkedin.com/pulse/benefits-smart-bins-waste-management-systems-plaex>
27. Tudi v Sloveniji imamo pametna mesta, katero je najpametnejše, pridobljeno 2. 12. 2023 s
<https://n1info.si/novice/slovenija/tudi-v-sloveniji-imamo-pametna-mesta-katero-je-najpametnejse/>

VIRI SLIK

Slika 1: Frost-Sullivanov koncept pametnega mesta, pridobljeno 12.12.2023 s:

<https://www.mojaobcina.si/logatec/novice/obcina-logatec-pristopila-k-izvedbi-pilotnega-projekta-pametno-mesto-logatec.html#gallery-3>

Slika 2: Štirje stebri pametnega mesta, pridobljeno 12.12.2023 s: <https://www.eeworldonline.com/smart-city-in-a-box-infographic/>

Slika 3: Mreža pametnih smetnjakov in ekoloških otokov v mestu Logatec; zajem zaslona, interni vir T-2.

Slika 4: Izris optimizirane poti za komunalno vozilo, zajem zaslona, interni vir T-2.

Slika 5: Povezovanje različnih virov v enotno platformo, T-2 Pametna mesta, interno gradivo T-2, 2022.

Slika 6: Zajem in evidentiranje podatkov iz platforme Pametno mesto Logatec, zajem zaslona, interni vir T-2.

Slika 7: Vsi predmeti, potrebni za izdelavo pametnega smetnjaka, slikal Gorazd Zorič.91

Slika 8: Izrezovanje lukenj za senzorje, slikal Gorazd Zorič.92

Slika 9: Vezava elementov na mikrokontroler, slikal Gorazd Zorič.

Slika 10: Vezava elementov na mikrokontroler, slikal Gorazd Zorič. 96

Slika 11: Prikaz vezave elementov - Circuito IO, slikal Gorazd Zorič.

10 PRILOGE

10.1 Anketni vprašalnik za učence



Razdelek 1 od 6

Pametni smetnjaki v pametnih mestih

Pozdravljeni!

Sem Matic Zorič, učenec 9. razreda OŠ Polje.

V letošnjem letu pripravljam raziskovalno nalogo s področja tehnike z naslovom "Pametni smetnjaki v pametnih mestih". Prosim vas, da si vzamete nekaj časa in odgovorite na moja vprašanja in mi s tem pomagate pri zbiranju mnenj za raziskavo.

Anketa je anonimna.

Že vnaprej hvala.

Matic

Ta obrazec samodejno zbira e-pošto vseh anketirancev. [Spremeni nastavitve](#)

Spol *

☐ Moški.

☐ Ženska.

Razred *

☐ 8 razred

☐ 9 razred

Po razdelku 1 Naprej na naslednji razdelek

1) Kako pogosto razmišljate o problemu odpadkov v vašem mestu? *

- ☐ Nikoli.
- ☐ Redko.
- ☐ Pogosto.

2) Kako pomembno se vam zdi ločevanje in recikliranje odpadkov? *

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| ne zdi se mi pomembno | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | zdi se mi zelo pomembno |

3) Koliko kilogramov komunalnih odpadkov, po vašem mnenju, ustvari povprečen prebivalec Slovenije na leto? *

- ☐ 50kg
- ☐ 100kg
- ☐ 300kg
- ☐ 500kg

4) Kako bi ocenili svoje poznavanje ločevanja odpadkov? *

- ☐ 1 - Zelo slabo.
- ☐ 2 - Srednje.
- ☐ 3 - Zelo dobro.

5) Kam po vašem mnenju sodijo naslednji odpadki? *

	Biološki o...	Odpadna e...	Ostali kom...	Odpadni p...	Steklo.	Nevarni od...	Drugo.
Umazana ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zamaščen...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pretečena ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Baterije in ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Plastična ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ostanki hr...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Po razdelku 2 Naprej na naslednji razdelek

6) Ali ste že slišali za pametne smetnjake? *

☐ Da.

☐ Ne.

Po razdelku 3 Naprej na naslednji razdelek

6.A) Odgovorili ste z DA. Kaj so po vašem mnenju glavne funkcije pametnih smetnjakov? *

- ☐ Samosežig odpadkov.
- ☐ Tehtanje odpadkov.
- ☐ Zbiranje in posredovanje podatkov.
- ☐ Javljanje napolnjenosti smetnjaka.
- ☐ Prepoznavanje in ločevanje odpadkov.
- ☐ Stiskanje odpadkov že v zabojniku.

Po razdelku 4 Pojdi v razdelek 6

6.B) Odgovorili ste z NE. Kaj si predstavljate pod pojmom pametni smetnjak? *

- ☐ Smetnjak, ki ločuje odpadke namesto vas.
- ☐ Smetnjak, ki sporoča svojo napolnjenost.
- ☐ Smetnjak, ki je preko senzorjev povezan z bazo podatkov.
- ☐ Smetnjak, ki ga lahko spremljaš preko aplikacije.
- ☐ Drugo ...

Po razdelku 5 Naprej na naslednji razdelek

7) Kako zainteresirani ste za uporabo pametnih smetnjakov, če bi bili ti na voljo v vaši skupnosti? *

	1	2	3	4	
sploh nisem zainteresiran	☐	☐	☐	☐	sem zelo zainteresiran

8) Katere funkcije pametnih smetnjakov bi vas najbolj zanimala? *

- ☐ Avtomatsko sortiranje odpadkov.
- ☐ Obvestila o polnosti zabojnika.
- ☐ Zanesljivost delovanja.
- ☐ Napoved večje obremenitve s smetmi (večji dogodek v okolici).
- ☐ Drugo ...

9) Ali bi raje.... *

- ☐ Uporabljali pametne smetnjake, ki bi odpadke ločevali namesto vas, vendar bi to storitev morali doplačati.
- ☐ Ločevanje odpadkov opravili sami in ob pravilnem ločevanju plačali manj.

10) Ali menite, da imate v šoli dovolj izobraževanja na temo ločevanja, smeti in ostalih ekoloških problemov?

- ☐ Da.
- ☐ Ne.

10.2 Anketni vprašalnik za odrasle



Razdelek 1 od 7

Pametni smetnjaki v pametnih mestih



Pozdravljeni!

Sem Matic Zorič, učenec 9. razreda OŠ Polje.

V letošnjem letu pripravljam raziskovalno nalogo s področja tehnike, z naslovom "Pametni smetnjaki v pametnih mestih". Prosim vas, da si vzamete nekaj časa in odgovorite na moja vprašanja ter mi s tem pomagate pri zbiranju mnenj za raziskavo.

Anketa je anonimna.

Že vnaprej hvala.

Matic

Spol *

- ☐ Moški.
- ☐ Ženska.

Starost *

- ☐ 20-30 let
- ☐ 31-45 let
- ☐ 45-60 let

Izobrazba *

- ☐ I - Nedokončana osnovna šola
- ☐ II - Končana osnovna šola
- ☐ III - Nižje poklicno izobraževanje (2 letno)
- ☐ IV - Srednje poklicno izobraževanje (3 - letno)
- ☐ V - Srednja tehniška šola ali gimnazija
- ☐ VI - 1. stopnja bolonjskega študija ali višješolska izobrazba
- ☐ VII - 2. stopnja bolonjskega študija ali univerzitetna izobrazba
- ☐ VIII - magisterij znanosti
- ☐ IX - doktorat znanosti

Po razdelku 1 Naprej na naslednji razdelek ▼

1) Kako pogosto razmišljate o problemu odpadkov v vašem mestu? *

- ☐ Nikoli.
- ☐ Redko.
- ☐ Pogosto.

2) Kako pomembno se vam zdi ločevanje in recikliranje odpadkov? *

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Ne zdi se mi pomembno. | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | Zdi se mi zelo pomembno. |

3) Koliko kilogramov komunalnih odpadkov, po vašem mnenju, ustvari povprečen prebivalec Slovenije na leto? *

- ☐ 50kg
- ☐ 100kg
- ☐ 300kg
- ☐ 500kg

4) Kako bi ocenili svoje poznavanje ločevanja odpadkov? *

- ☐ 1 - Zelo slabo.
- ☐ 2 - Srednje.
- ☐ 3 - Zelo dobro.

5) Kam po vašem mnenju sodijo naslednji odpadki? *

	Biološki o...	Odpadna e...	Ostali kom...	Odpadni p...	Steklo.	Nearni od...	Drugo.
Umazana ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zamaščen...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pretečena ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Baterije in ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Plastična ...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ostanki hr...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Po razdelku 2 Naprej na naslednji razdelek



6) Ali ste že slišali za pametne smetnjake? *

☐ Da.

☐ Ne.

Po razdelku 3 Naprej na naslednji razdelek

6.A) Odgovorili ste z DA. Kaj so po vašem mnenju glavne funkcije pametnih smetnjakov? *

☐ Samosežig odpadkov.

☐ Tehtanje odpadkov.

☐ Zbiranje in posredovanje podatkov.

☐ Javljanje napolnjenosti smetnjaka.

☐ Prepoznavanje in ločevanje odpadkov.

☐ Stiskanje odpadkov že v zabojniku.

Po razdelku 4 Pojdi v razdelek 6

6.B) Odgovorili ste z NE. Kaj si predstavljate pod pojmom pametni smetnjak? *

☐ Smetnjak, ki ločuje odpadke namesto vas.

☐ Smetnjak, ki sporoča svojo napolnjenost.

☐ Smetnjak, ki je preko senzorjev povezan z bazo podatkov.

☐ Smetnjak, ki ga lahko spremljaš preko aplikacije.

☐ Drugo ...

Po razdelku 5 Naprej na naslednji razdelek

7) Kako zainteresirani ste za uporabo pametnih smetnjakov, če bi bili ti na voljo v vaši skupnosti? *

	1	2	3	4	
sploh nisem zainteresiran.	☐	☐	☐	☐	sem zelo zainteresiran

8) Ali bi raje.... *

- ☐ Uporabljali pametne smetnjake, ki bi odpadke ločevali namesto vas, vendar bi to storitev morali doplačati.
- ☐ Ločevanje odpadkov opravili sami in ob pravilnem ločevanju plačali manj.

Po razdelku 6 Naprej na naslednji razdelek

9) Predstavljajte si, da živite v mestnem središču. Odpadke odlagate na ekološkem otoku, v podzemne zabojnike. Za katere funkcije pametnih smetnjakov bi bili pripravljeni doplačati? *

- ☐ Avtomatsko razvrščanje odpadkov.
- ☐ Obvestilo o napovedani večji obremenitvi s smetmi (večji dogodek v okolici) - velja za skupinske smetnja...
- ☐ Aplikacija za pametne naprave.
- ☐ Samodejno stiskanje odpadkov - prihranek na številu odvozov.
- ☐ Obveščanje o polnosti zabojnikov.
- ☐ Vgradnja sistema za zmanjšanje neprijetnih vonjav in mrčesa.