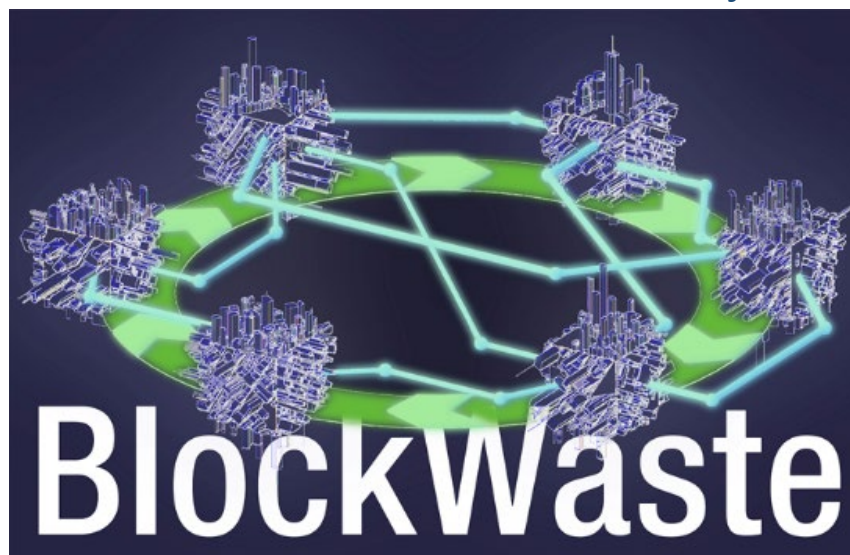


**O1. A2.1 Digitaliseerimise olukord Euroopa olmejäätmete
käitlemises: võrdlev uuring – viis ELi liikmesriiki, Eesti,
Saksamaa, Kreeka, Holland ja Hispaania**



Disclaimer

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Väljundi teabeleht:

Rahastamisprogramm	Euroopa Liidu programm Erasmus+
Rahastamine NA	EL01 Kreeka riigi stipendiumifond (IKY)
Projekti täispealkiri	Jäätmekäitluses rakendatav uudne Blockchaini tehnoloogial põhinev koolitus – BLOCKWASTE
Väli	KA2 - Koostöö innovatsiooni ja heade tavade vahetamise nimel KA203 – Kõrghariduse strateegilised partnerlused
Projekti number	2020-1-EL01-KA203-079154
Projekti kestus	24 kuud
Projekti alguskuupäev	10.01.2020
Projekti lõppkuupäev:	30-09-2022

Väljundi üksikasjad:

Väljundi pealkiri: O1: Interdistsiplinaarse Blockchain-MSW õppematerjalid

Ülesande nimetus: O1/A2 – Rahvusvahelisel tasandil jäätmekäitluses rakendatavate infotehnoloogiate võrdlev uuring

Alamülesanne: O1/A2.1 – Euroopa olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord: võrdlev uuring – viis EL liikmesriiki, Eesti, Saksamaa, Kreeka, Holland ja Hispaania

Väljundi juht: NTUA

Ülesande juht: FH-Bielefeld

Autor (id) : Rainer Lenz, Bielefeldi UAS, rlenz@fh-bielefeld.de, Saksamaa

Christa Barkel, Saxioni UAS, c.barkel@saxion.nl, Holland

Maria Menegaki, Ateena Riiklik Tehnikaülikool, menegaki@metal.ntua.gr, Kreeka

Marija Klõga, Tallinna Tehnikaülikool, marija.kloga@taltech.ee, Eesti

Juana María Torrecilla, Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales, juanamari-toabril@ctmarmol.es, Hispaania

Arvustanud: Paraskevas Tsangaratos, Ateena riiklik tehnikaülikool, ptsag@metal.ntua.gr, Kreeka, Ermo Täks, Tallinna Tehnikaülikool, ermo.taks@taltech.ee, Eesti

Dokumendikontroll

Dokumendi versioon	Versioon	Muudatus
V0.1	30/04/2021	Lõplik versioon – 30/06/2021



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Sisukord

Kokkuvõte	iii
1 Sissejuhatus	1
1.1 Projekti lühikirjeldus	1
1.2 Eesmärgid ja metodoloogiline lähenemine	1
2 Eesti: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord	3
2.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Eestis	3
2.2 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused	4
2.3 Lõpphindamine	5
3 Saksamaa: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord	6
3.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Saksamaal	6
3.2 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused	8
3.3 Lõpphindamine	10
4 Kreeka: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord	11
4.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Kreekas	11
4.2 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused	12
4.3 Hea tava näide „Pakendite taaskasutamise tasustamine”	14
4.4 Lõpphindamine	15
5 Holland: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord	16
5.1 Hollandi olmejäätmete käitlemise korraldus	16
5.2 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused	16
5.3 Heade tavade näited	17
5.4 Lõpphindamine	18
6 Hispaania: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord	20
6.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Hispaanias	20
6.2 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused	20
6.3 Heade tavade näited	21
6.4 Lõpphindamine	22
7 Võrdlusuuringu tulemused teiste uuringutega	23
7.1 EIONETi aruanne “Digijäätmete käitlemine”	23
7.2 WINPOLi projekt “Jäätmekäitluse intelligentsed süsteemid ja poliitikad”	24
7.3 WasteIQ – juhtumiuuring Norrast	25
8 Valmisolek Blockchaini rakenduste jaoks jäätmekäitluses	27
9 Viited	29

Jooniste loend

Joonis 1: Uuringu skemaatiline struktuur (allikas: autorid)	2
Joonis 2: Teabe asümmeetria kasutajate ja olmejäätmete käitlemise vahel (allikas: autorid)	7
Joonis 3: Tahkejäätmete kogumise turuosad – Saksamaa 2020 (allikas: EUWID, 2020)	8
Joonis 4: Digiprojektid Saksamaa olmejäätmete käitlemises (allikas: autorid põhinevad Saksamaa kohalike omavalitsuste liidu (VKU) ja Verband Kommunaler Unternehmen eV (2019) digitaalse projektikaardistuse andmetel – üksikasjalik statistika vt lisa)	9
Joonis 5: Olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise peamised valdkonnad (allikas: Berg ja Sebestyén, 2020, lk 23)	23
Joonis 6: Jätmeautosse integreeritud asjade interneti lahendused (allikas: Berg ja Sebestyén, 2020, lk 22)	24
Joonis 7: Peamised digitaliseerimise valdkonnad parima praktika projektides (allikas: sõelumine WINPOLi projektiandmetel, 2019)	25
Joonis 8: WasteIQ – andmeplatvorm (allikas: https://www.iswa.org/home/news/news-detail/article/guest-blog-the-4th-industrial-revolution-in-practice-wasteiq-the-open-waste-management-platf/109/)	26
Joonis 9: Ühtsuse puudumine digitaalsete jäätmekäitlusprojektide puhul	27

Lühendite loetelu

Lühend	Definitsioon

Kokkuvõte

Riigiuuringute tulemused ja võrdlus teiste uuringutega näitavad, et olmejäätmete sektoris on digitaliseerimisprotsess alles algusjärgus. Erinevates riikides on suur hulk uuenduslikke projekte kasutajatega suhtlemise, stiimulisüsteemide ja eelkõige asjade interneti kasutamise valdkondades jäätmete kogumisel, kuid nende projektide igakülgset propageerimist riikides ei toimu. riiklike rahaliste toetusprogrammide kaudu ega oskusteabe sihipärase edasiandmise kaudu. Praegu on teabe edastajad ja innovatsioonikeskused vaid munitsipaal- või erasektori jäätmekäitlusettevõtete ühendused.

Olmejäätmete käitlemises kirjeldatud digitaliseerimisprojektid on väga palju ajendatud uue tehnoloogia kasutamisest. Telemaatika ja asjade Interneti paigaldamine jäätmeautodele on tüüpilised mehaanikainseneride tööülesanded. Nende ülesannete täitmine on organisatsioonis logistiliste protsesside sujuvaks kulgemiseks ülimalt oluline. Kuid plokiahela eesmärk on luua ahela sidusrühmade vahel mõlemale poolele kasulik olukord, nii et kõik kaasatud partnerid saavad koostööst kasu.

Et lõpuks vastata küsimusele valmisoleku kohta plokiahela tehnoloogia rakendamiseks, võib nentida, et jah, puhttehnilisest aspektist vaadatuna on enamik olmejäätmete käitlusettevõteteid asjaga kursis ja kasutavad IoT-d laialdaselt. Puudu on selge andmestrategia, mis hõlmab analüüsi ja andmete jagamist erinevate sidusrühmadega. Tegemist ei ole aga tehniliste probleemidega, vaid olmejäätmete käitlusettevõtete organisatsioonilise arengu probleemidega.

1 Sissejuhatus

1.1 Projekti lühikirjeldus

See võrdlev uuring on osa projektist BlockWASTE, mis on ELi rahastatud Erasmus Plusi projekt. Projekti eesmärk on käsitleda jäätmekäitluse ja plokiahela tehnoloogia koostalitlusvõimet ning edendada selle õiget käsitlemist läbi koolituse, et kogutud andmeid jagataks turvalises keskkonnas, kus ei jää ruumi ebakindluseks ja usaldamatuseks kõigi jäätmekäitlusega seotud osapoolte vahel. ketid või tsiklid.

Selleks on BlockWASTE projekti eesmärgid järgmised:

- Viia läbi uuringuid linnades tekkivate tahkete jäätmete ja nende käitlemise kohta, et luua heade tavade infobaas, mis aitab jäätmeid väärtusahelasse tagasi tuua, edendades intelligentsete ringlinnade ideed.
- Plokiahela tehnoloogia eeliste tuvastamiseks olmejäätmete käitlemise protsessis.
- Koostada õppekava, mis toetab valdkonna organisatsioonide ja ettevõtete õpetajate ja spetsialistide koolitust, jäätmekäitluse, ringmajanduse ja plokiahela tehnoloogia valdkondade kattuvuses.
- Töötada välja plokiahela tehnoloogial põhinev interaktiivne tööriist, mis võimaldab praktikas rakendada olmejäätmetest saadud andmete haldamist, visualiseerides seeläbi andmete plokiahelas juurutamise viisi ning võimaldades kasutajatel hinnata erinevaid haldusvorme. .

Lisainfot saab BlockWASTE projekti kodulehelt <https://blockwasteproject.eu>.

1.2 Eesmärgid ja metodoloogiline lähenemine

Selle võrdleva uuringu eesmärk on dokumenteerida olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise status quo EL-i riikides, et lõpuks uurida, millistes valdkondades on plokiahela lahenduste rakendamine mõttekas.

Blockchain on ainult andmebaasilahendus, mis võimaldab jälgida ja jälgida jäätmeahelasiseseid tehinguid, teisaldada digitaalseid varasid peer-lt teisele ning kasutada nutikaid lepinguid protsesside automatiseerimiseks. Kuid andmebaasirakenduse, nagu plokiahel, puhul on otsustav tegur loomulikult andmete automaatne kogumine asjade Interneti-seadmete (nt andurid ja kaamerad) kaudu ning andmete analüüs tehisintellekti rakenduste kaudu. Lõppkokkuvõttes puudutab see võrdlev uuring ka olmejäätmete käitlejate digivalmiduse küsimust plokiahela lahenduste kasutamise osas.

Comparative Study: State of digitalisation in Municipal WM	
Estonia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organisation Municipal Waste Management 2. State of Digitalisation in MWM 3. Best Practise 4. Assessment
Germany	
Greece	
Netherlands	
Spain	
Benchmarking results with findings of other studies	
Assessment: Readiness for Blockchain Applications	

Figure 1: Uuringu skemaatiline ülesehitus (allikas: autorid)

Nagu on näidatud joonisel 1, põhineb see võrdlev uuring olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise status quo kirjeldusel viies projektipartneri riigis: Eestis, Saksamaal, Kreekas, Hollandis ja Hispaanias. Kasutatavad IT-lahendused sõltuvad loomulikult iga riigi olmejäätmete käitlemise korraldusest ja protsessidest. Sellest tulenevalt eelneb tegelikule IT kasutamise kirjeldusele omavalitsustes peatükk olmejäätmehoolduse korraldusest vastavas riigis. Lisaks kirjeldatakse lühidalt iga riigi parimate tavade näiteid, kui need on saadaval.

Ilmselgelt on ELi 27-st liikmesriigist vaid viie võrdlev vaade piiratud tähtsusega. Selle piirangu leevendamiseks võrreldakse analüüsi tulemusi teiste selleteemaliste uuringute tulemustega. Andmed ja selleteemaliste uuringute arv on aga piiratud.

2 Eesti: Olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord

2.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Eestis

Eestis vastutavad jäätmekäitluse eest kohalikud omavalitsused, kes korraldavad jäätmete kogumise ja sortimise rajatise. Kohalikel omavalitsustel on eraldi jäätmekavad, mis on piirkonnapõhised ning arvestavad asustustihedust ja kohalikku võimekust. Kohalikud jäätmekavad koostatakse kindlateks ajaperioodideks ja on vastavuses riikliku jäätmekava 2014-2020 (EÜ, 2014) põhieesmärkidega.

Jäätmeseaduse kohaselt on kohalike omavalitsuste üks olulisemaid kohustusi jäätmehoolduse osas korraldada oma territooriumil olmejäätmete kogumist. Olme-/olmejäätmed kogub ja veab valla poolt riigihanke korras lepingu sõlminud jäätmekäitlusettevõtte. Leping sõlmitakse viieks aastaks ja ettevõttel on monopol teatud jäätmekogumisalal (jäätmekogumisalad on määratletud jäätmeseaduses). Tavaliselt võib hanki kõige odavamad jäätmete äraveo tasu pakkuv ettevõtte. Korraldatud jäätmekogumine peab hõlmama piirkonnas tekkivaid (sega)olmejäätmeid. Kohalik omavalitsus võib aga korraldatud kogumist laiendada ka teistele jäätmeliikidele (Tallinna Keskkonnaagentuur, 2014).

Jäätmehooldusega seotud kohustusi reguleerib lisaks jäätmeseadusele ka pakendiseadus, mille kohaselt on kohalikel omavalitsustel kohustus korraldada oma territooriumil pakendijäätmete kogumine. Peamine eesmärk on kohalike omavalitsuste poolt kogumissüsteemi toimimise koordineerimine (kokkulepped taaskasutusorganisatsioonidega, pakendijäätmete kogumissüsteemi nõuete esitamine, teadlikkuse tõstmine ja järelevalve) (Tallinna Keskkonnaagentuur, 2014).

Eestis on kõige levinum erinevate jäätmete kogumise viis elamupiirkondade lähedusse toomine. Lisaks on kasutusel laiendatud tootjavastutuse (EPR) tagatisraha tagastussüsteem, kus tagastuspunktid asuvad valdavalt kohalike toidupoodide läheduses. Ühest uksest kogumise ja kombineeritud kogumissüsteemid on muutumas levinumaks, kuid erinevad sõltuvalt kohaliku omavalitsuse jäätmekavast; need on eelistatud eramurajoonide/naabruskonna jäätmekogumissüsteem. Üha rohkem on kodanikumugavuste alal erinevate jäätmete kogumiseks (elektroonikajäätmed, aia-/haljasjäätmed, ehitusjäätmed jm). Kogumissüsteemid varieeruvad erinevates geograafilistes asukohtades olenevalt rahvastikust ja asustustihedusest (Eesti Keskkonnaministeerium, 2014, lk Lisa 4, lk 7-22)

Pakendijäätmete (mittetagastussüsteemiga) kogumist korraldavad kolm tootjavastutusorganisatsiooni. Pakendijäätmed kogutakse valdavalt otse ettevõtetelt ja jaemüüjatelt. Kodumajapidamiste pakendijäätmed kogutakse peamiselt kogumispunktide süsteemi kaudu. Lisaks on väga hästi toimiv klaasist, plastikust ja alumiiniumist joogitaara pandi-tagastussüsteem (korraldab tagatisraha organisatsioon) (BiPRO, 2014).

Karistused eeskirjade eiramise eest on väikesed

Riiklikku järelevalvet jäätmeseadusest tulenevate nõuete täitmise üle teostavad Keskkonnainspeksioon ja kohalikud omavalitsused või kohaliku omavalitsuse asutused. Ettekirjutuse täitmata jätmisel on sunniraha ülemmäär asendustäitmise ja sunniraha seaduses sätestatud korras 32 000 eurot.

Jäätmekäitlusteenuse tasud on fikseeritud

Erilist stiimulisüsteemi, mis aitaks omavalitsusi ja majapidamisi tahkete jäätmete ärahoidmise või vähendamise eest tahkete jäätmete sektoris, ei leitud. Teenustasud on fikseeritud valla ja töövõtja vahelises lepingus teenusepakettide kaupa, kusjuures antud majatüübi puhul on miinimumpakett kohustuslik ehk iga jäätmevaldaja peab ise paketi valima. Omavalitsuse korraldatud kogude eesmärk on selgelt kaasata kogumisskeemi võimalikult palju võimalikke jäätmevaldajaid. Arvestades märkimisväärselt madalat teenustasude taset, tundub tulemus olevat edukas. Mitmes piirkonnas maksavad leibkonnad umbes 1 €/kuus, kuigi keskmine on 4-6 €/kuus. Need tasud makstakse otse erateenuste osutajatele. Korterelemute puhul arvestatakse teenustasu kindla määrana (Keskonnaministeerium, 2012)

2.2 Olmejäätmekäitluses kasutatavad IT-lahendused

Saadud tulemused ja väited uuenduslike IT-lahenduste kasutamise kohta olmejäätmete käitlemisel võivad olla puudulikud ja segmenteeritud. Kõigilt olmejäätmete käitlusettevõtetest ei olnud võimalik personaalseid vastuseid saada ning kättesaadavad avatud lähtekoodiga andmed ei ole kõikehõlmavad. Eriti jäi puudu:

- teave Blockchaini kasutamise kohta jäätmeahela jälgimiseks ja usaldusväärse teabe pakkumiseks
- teave žetoonide või mängustamisstrateegiate kasutamise kohta

IoT (andurid, kaamerad, jäätmeskanneerid)

Tallinna Jäätmete Uuskasutuskeskuse (<https://tjt.ee/>) kirjaliku vastuse kohaselt kasutavad Eestis olmejäätmeid koguvad prügiautod GPS-i ja jälgimistarkvara ning on kõige kaasaegsemad ja automatiseeritud tüüpi. Eestis ei kasutata mastaapselt nutikaid prügikastide lahendusi, kuna MSW konteinerite hulk ja nende tühendamise sagedus on liiga kõrge.

Nutikad prügikastid, mida kasutatakse ainult tööstusklientidele

Vastavalt intervjuule Ragn-Selli (www.ragnsells.ee) esindajaga on ettevõttes kasutusel sensortehnoloogiad (RFID Solutions), mille käigus kogutakse nutikatest prügikastianduritest reaajas infot prügikasti täituvuse kohta. Neid nutikaid prügikaste kasutatakse praegu ainult äri-/tööstusklientide jaoks, kuna neil on vaja elektritoidet, mis on hõlpsasti kättesaadav nt tootmisrajatistes. Samuti kasutavad tööstuskliendid enamasti suuri prügikonteinereid, kus enne tegelikku äravedu saab jäätme mahtu oluliselt vähendada. Prügikastidesse paigaldatud andureid testitakse ka avalikes pakendijäätmete kogumise konteinerites (Tallinnas ca 40 konteineris). Eraklientide jaoks võib see lahendus olla liiga kulukas.

Kodumajapidamistes tekkivate jäätmete jälgimiseks ja eraklientide käitumismustrite hindamiseks viidi Norra haiglates läbi piloottestid, mis on lähiajal plaanis ka Eestis kasutusele võtta.

IoT kasutatakse automatiseerimise ja protsesside tõhususe suurendamiseks

Eestis on kasutusel kõige kaasaegsem jäätmeveoautode logistikasüsteem, mis annab teateid kogumise vajadusest koos teabe optimeeritud jäätmete kogumise marsruutidega, et vähendada kogumisaega ja -kulusid kütusele, veokimaterjalidele ja inimressursile. Lisaks on era- ja äriklientidele kasutusel täiustatud iseteenindusplatvorm, kus süsteem arvutab automaatselt välja, milliseid teenuseid «teenuse saaja» aadressil osutatakse. Süsteemiarendajate jaoks on kõige keerulisem ülesanne jäätmete kogumise ajavahemike korrektne arvutamine.

Katsetatakse uut sorteerimisliini erinevat tüüpi plastijäätmete sorteerimiseks infrapunaspetskoopiaga (masinõppe abil). Süsteem tunneb ära erinevat tüüpi plastid ja eraldab need suruõhu abil.

Eliko Elektroonika, Info- ja Sidetehnoloogia Kompetentsikeskuse kirjaliku vastuse kohaselt kasutab Bepco ettevõtte oma jäätmekäitlussüsteemi korduskasutatavate pakendite jälgimiseks RFID (Radio Frequency Identification) süsteemi (<http://bepco.ee/rfid>). - jälgimine/). Täpsem video on siin: <https://youtu.be/iEFeQsJJ07Q>.

Nutitelefonirakendused kodanike abistamiseks jäätmekäitluses on:

- Informatiivne veebileht (saadaval ka äpp nutitelefonidele) kodanikele, kus näidatakse, kuhu erinevaid olmejäätmeid visata: <https://kuhuvii.ee/>
- Mäng kodanikele, kuidas erinevaid olmeprügi õigesti sorteerida: <https://www.energia.ee/prugimang>
- Lisaks on väljatöötamisel nutitelefonide tarneajast teatamise süsteem. See kliendirakendus võimaldaks kodanikel jäätmekogumisaegu koguda ja ajastada.

Erinevad andmesüsteemid konkreetsete jäätmeliikide jaoks

Peamised jäätmekäitlusteenust pakuvad infosüsteemid Eestis on:

- PROTO – Probleemsete toodete ja jäätmete register Eestis
- PAKIS – Pakendiregister, mis peab arvestust Eesti turul ringleva kauba pakendite, tekkivate pakendijäätmete, pakendite korduskasutuse, pakendijäätmete taaskasutamise jms kohta.
- OJS – Ohtlike jäätmete käitlemise infosüsteem
- JATS – Jäätmearuandluse infosüsteem

2.3 Lõplik hinnang

Viimase aja tehnoloogilised arengud pakuvad uusi nutikaid lahendusi olmejäätmete käitlemise kõikides etappides. Uute tehnoloogiate rakendamine sõltub aga paljudest teguritest alates majanduslikest võimalustest kuni üldise jäätmekäitluse korralduse ja jäätmetekke mustriteni. VJK ekspertide hinnangul ei ole Eesti jäätmefirmad viimastel aastatel tehnoloogiaarendusse suuremahulisi investeeringuid teinud, kuna jäätmekäitluse võimalikud arengud on olnud üsna ebaselged (OSKA, 2019). Eestis ei ole seni leitud ühtegi konkreetset riiklikku rahastamisprogrammi (föderaalsel, piirkondlikul või kohaliku omavalitsuse tasandil), mis toetaks avalike olmejäätmete käitlemise pakujate digitaalset ümberkujundamist.

3 Saksamaa: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord

ECO-Innovation Observatory (2019) andmetel on Saksamaa jäätmekäitluse, ringlussevõtu ja keskkonnatehnoloogiaste valdkonnas väljakujunenud esirinnas. Viimasel ajal on üha enam tähelepanu pööratud digitaliseerimisele ja selle potentsiaalidele ringmajanduses ning keskkonna- ja ressursikaitstes. Saksamaa keskkonnaministeerium käivitas 2020. aastal digitaalse tegevuskava.

Lisaks „Saksamaa ei ole veel välja töötanud spetsiaalset ökoinnovatsiooni tegevuskava (Eco-AP), kuid siiski on ta rakendanud ökoinnovatsiooni poliitikat. Mitmed strateegiad sillutavad teed ökoinnovatsioonile, teadus- ja arendustegevusele ning teadusuuringutele ja investeringutele, kuid neil on oht jääda strateegilisele tasemele seni, kuni neid ei toeta stiimulid ja siduvad vahendid, mis suunavad suunda. Äsja algas uus teadus- ja arendusprogramm nimega “Ressursitõhus ringmajandus – Ehitus- ja mineraalitsüklid (ReMin) (2020-2024).

[Ökoinnovatsiooni vaatluskeskus](#) avaldab ökoinnovatsiooni indeksi, mis näitab riigi ökoinnovatsiooni tulemuslikkust võrreldes ELi keskmise ja ELi parimate näitajatega ¹.

Hinded näitavad, et Saksamaa üldised tulemused võrreldes 27 riigi ja ELi keskmisega on head. 2019. aastal on Saksamaa ökoinnovatsiooni indeksis kuuendal kohal (ülaloleval lingil olev joonis 1). See on kaotanud kolm kohta võrreldes 2017. aasta indeksiga ja kuus kohta alates 2015. aastast, mil ta oli esikohal, kuid kuulub endiselt ökoliidrite hulka.

3.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Saksamaal

Vastavalt Saksamaa föderaalsetele struktuurile on jäätmekäitlusega seotud vastutus, vastutus ja kohustused jagatud föderaalvalitsuse, 16 liidumaa ning kohalike kogukondade ja linnade vahel. Riigi Keskkonnaministeerium seab prioriteedid, osaleb riigi ja Euroopa tasandi keskkonnavalitsuste seadusandlikes protsessides ja jälgib nende elluviimist, koostab elluviimise strateegiad koos eesmärkidega ja määrab nõuded jäätmehooldajatele. Föderaalriigid ja kohalikud kogukonnad/linnad vastutavad riiklike ja Euroopa seaduste rakendamise eest. Rakendamiseks võtab iga osariik vastu oma jäätmekäitluseaduse, mis sisaldab täiendavaid rakendussätteid vastava liidumaa omavalitsuste ja linnade kohta siseriiklike ja Euroopa õigusaktidega lubatud ulatuses. Kuna kogu Saksamaal puudub tsentraalne või ühtne jäätmehoolduse planeerimine, kehtivad riigi ja omavalitsuste tasandil mõnikord väga erinevad jäätmehoolduskontseptsioonid ja nõuete reeglid (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2016).

Jäätmete eraldamine ja majapidamisteave

¹Ecol indeks on liitindeks, mis põhineb 16 indikaatoril, mis on koondatud viieks komponendiks: ökoinnovatsiooni sisendid, ökoinnovatsiooni tegevused ja ökoinnovatsiooni väljundid ning keskkonnatulemused ja sotsiaal-majanduslikud tulemused.

Saksa kodumajapidamistes tekkivad jäätmed kogutakse detsentraliseeritult iganädalase uksest ukseni teenusega. Igal majapidamisel palutakse oma jäätmed sorteerida enamasti nelja selleks ettenähtud erinevat värvi prügikasti:

- rohelised prügikastid biojätmete jaoks
- kollased prügikastid pakendijätmete, plasti ja metallide jaoks
- sinised prügikastid paberi jaoks
- mustad prügikastid jääjätmete jaoks
- Suurjäätmed saab ära anda otse valla kesksesse kogumispunkti või suuremate koguste korral ka jäätmeteenistuse poolt.
- Purke ja muid ühekordselt kasutatavaid ja korduvtäidetavaid anumaids saab tühjana viia tagasi supermarketitesse nende kaupade ostmisel makstud tagatisraha saamiseks. Kõik jooginõud teatud eranditega veinile jms on tagatisrahaga.
- Klaasijäätmed, nagu tühjad veinipudelid, visatakse üle linna laiali asuvatesse tsentraalsetesse kogumiskonteineritesse.

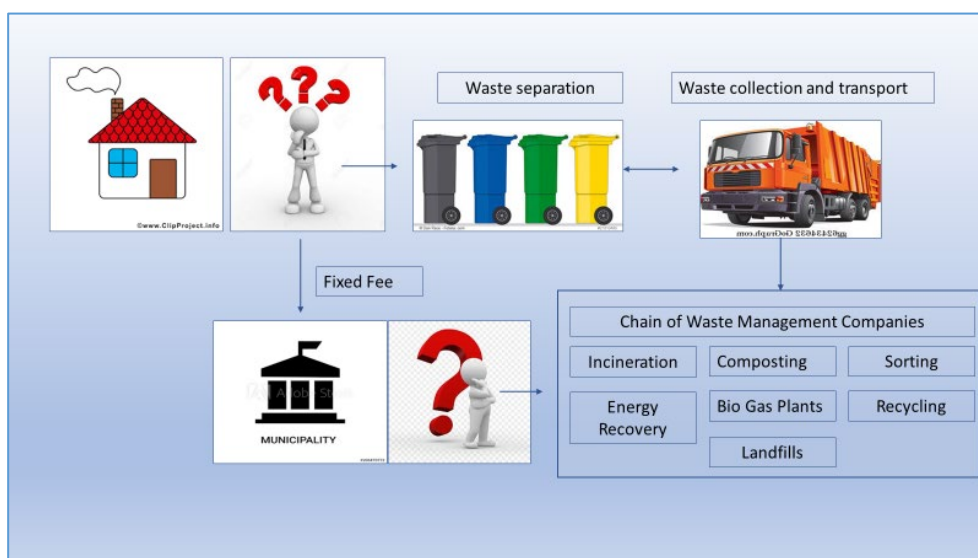


Figure 2: Teabe asümmeetria kasutajate ja olmejäätmete käitlemise vahel (allikas: autorid)

Fikseeritud majapidamistasu

Tavaliselt maksavad kodanikud omavalitsustele olmejäätmete kogumise eest fikseeritud tasu. Tasu määravad kohalikud omavalitsused. Mõnes edumeelses omavalitsuses sõltub jäätmetasu tekkivate olmejäätmete massist. See aga eeldab esiteks, et prügikast oleks varustatud RFID-kiibiga ja teiseks, et prügiautod mõõdaksid prügikaste tühjendades kaalu veoki küljes oleva kaaluga.

Pakendijätmete kogumine on kodanikele tasuta, kuna toote jäätme muutmise vastutab toote tootja (nn laiendatud tootjavastutus – ERP) toote eest. Erinevalt teistest EL-i riikidest kehtib Saksamaal ERP ainult olmepakendijätmetele, enamikus Euroopa riikides aga kaubanduslikud ja tööstuslikud pakendijätmed (European Environment Agency, 2016).

Majapidamisjäätmete kogumine ja vedu

Saksamaal vastutavad ringmajanduse seaduse alusel eramajapidamisjätmete ja olmejätmetega sarnaste kaubanduslike jätmete kõrvaldamise eest omavalitsused. Omavalitsuste vastutus hõlmab jätmete kogumist ja vedu, jätmetekke vältimise ja taaskasutamise edendamise meetmeid ning jäätmekäitluskohtade kavandamist, ehitamist ja käitamist kooskõlas riiklike ja piirkondlike õigusaktidega. Teenust võivad osutada riiklikud jäätmekäitlusasutused ise või avaliku ja erasektori partnerlusettevõtete tellimise vormis kolmandate isikute poolt või eraõiguslikud jäätmekäitlusettevõtted hankemenetluse alusel.

Jätmete kogumise ja veo turu moodustavad 52% valla omanduses olevatest ettevõtetest, eraettevõtetel on aga 41% turuosa ja 7% jääb PPP segmendile (ASA et al, 2020).

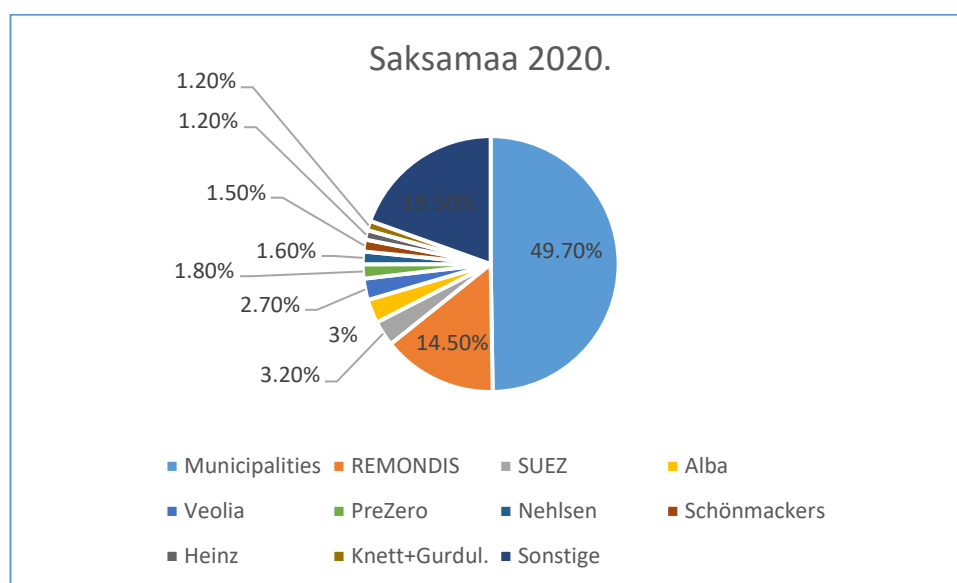


Figure 3: Tahkejätmete kogumise turuosad – Saksamaa 2020 (allikas: EUWID, 2020)

3.2 Olmejäätmekäitluses kasutatavad IT-lahendused

Saksamaa jäätmekäitluse detsentraliseeritud organisatsioonilise struktuuri tõttu puudub olmejätmete käitlemise uuenduslike digiprojektide keskne statistika. Ainult Verband kommunaler Unternehmen eV (VKU), Saksamaa kohalike kommunaalsete ettevõtete assotsiatsioon, juhib oma liikmesettevõtete [digitaalsete rakenduste kaardistamist ja avaldab kõik projektid oma veebisaidil](#). Märksõna “Jäätmekäitlus” kasutamine otsingufunktsioonis toob kaasa 23 parimate tavade näidet digitaalsete rakenduste kohta kohalikes jäätmekäitlusettevõtetes. Lisaks avaldas Verband Kommunaler Unternehmen eV (2019) uuringu „[Abfallwirtschaft Digital](#)” (Digitaalne jäätmekäitlus), mis sisaldab 18 digitaalsete jäätmekäitluse parimat tava. Kokku annab see olmejätmete käitlemises 46 digiprojekti 43 omavalitsuses. Neid sõeluti järgmiste kategooriate järgi:

- Digitaalsete ideede töötoad
- Puhtuse objektide ja kujutiste tuvastamine (andmeanalüütika)
- Autonoomsed puhastusmasinad ja robotid
- Nutikad prügikastid, mis on varustatud anduritega täitumise mõõtmiseks
- Jätmetest teatamise rakendused või QR-koodid kodanikele
- Telemaatikasüsteemid sõidukite ja kontorite vaheliseks suhtluseks

- Mobiilsed jõudlusandurid salvestavad andmeid protsessi optimeerimiseks

Kuna ühelgi loetletud projektil polnud plokiahela rakendust, ei kaasatud plokiahel selgesõnalise kategooriana.

Sõelumisprotsess andis järgmised tulemused:

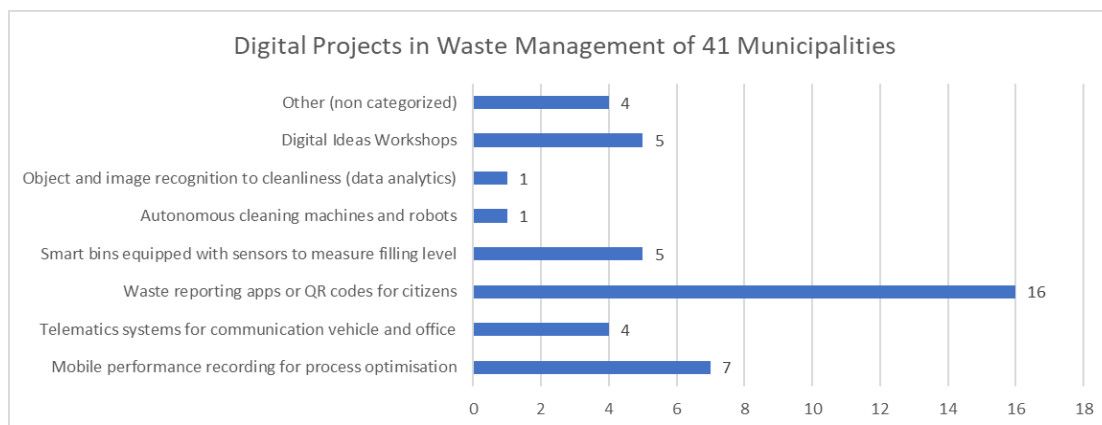


Figure 4: Digiprojektid Saksamaa olmejäätmete käitlemises (allikas: autorid põhinevad [Saksamaa kohalike omavalitsuste liidu \(VKU\) ja Verband Kommunalen Unternehmen eV \(2019\) digitaalse projektikaardistuse andmetel](#) – üksikasjalik statistika vt lisa)

Enamik digiprojekte on jäätmetest teatamise rakendused, mis võimaldavad kodanikel teavitada pargis leiduvast prügist või isegi prügikorjamise ajal vigadest teatamiseks. Lõppkokkuvõttes on need esimesed esialgsed sammud kodanikega suhtlemise ja suhtlemise suunas, kuigi need ei ületa veel ülalmainitud teabe asümmeetriat. Enamik neist rakendustest ei ole interaktiivsed, vaid on loodud kommunikatiivseks ühesuunaliseks tänavaks. Tavaliselt puudub andmepõhine suhtlusstrateegia, mis on individuaalselt kohandatud vastava leibkonna kasutajaprofiiliga. Selline strateegia tähendaks omavalitsuste kui majapidamiste jäätmekäitluse teenusepakkujate täiesti uut minapilti.

Digiprojektid, mis hõlmavad prügikastide varustamist anduritega täitetaseme mõõtmiseks, liiguvad samuti teabe asümmeetria ületamise poole. Nutikates prügikastides olevad andurid võimaldavad omavalitsusel määrata prügikastid nende omanikele ja teavitada majapidamisi nende individuaalsest jäätmetekkest koos. Muutes tasustruktuurid püsitasudelt kasutusele maksmise süsteemidele, kehtestatakse täiendavad stiimulid jäätmetekke vältimisele. Probleemiks on siin andmekaitse ja kodanike õigus eraelu puutumatusel. Andmekaitset ja anonüümsust oleks plokiahelapõhise lahendusega kindlasti lihtsam saavutada. Põhimõtteliselt nõuab nende takistuste ületamine kodanike ja omavalitsuste vahel usalduse loomist, mida saab luua ainult uuenduslike suhtlus- ja osalemiskontseptsioonide kaudu.

Telemaatilised süsteemid reaajas prügiveokite ja omavalitsuste kontorite vahel suhtlemiseks käivad käsikäes mobiilse jõudluse salvestamisega, mis valmistaks ette protsesside optimeerimise. Jäätmeautod võiks tänapäeval olla varustatud kõigi kaasagsete asjade interneti lahendustega, mis toodavad massiliselt reaajas andmeid.

3.3 Lõplik hindamine

Praeguseks puuduvad olmejäätmete käitlemise digiteerimise lähenemisviiside hulgas järgmised tehnoloogiad:

- Tehisintellektil põhinev suurandmete analüüs
- Plokiahel ja tokeniseerimine

Põhimõtteliselt tunduvad senised lähenemisviisid olevat üksikud digiprojektid, mis on vaevalt integreeritud ühtsesse olmejäätmete käitlemise ümberkujundamise digitaalse ümberkujundamise strateegiasse. Lähenemisviisid on suures osas tehnoloogiapõhised ega keskendu kodanikele ja jäätmetekke vältimisele kui peamisele prioriteedile. Tehnoloogia üksi ei suuda seda niikuinii teha. See nõuab omavalitsuste organisatsiooni ja missiooni põhjalikku ümberkujundamist: kõigi tegevuste ja toimingute eesmärk peab olema jäätmete vältimine kodumajapidamiste, st kodanike poolt.

4 Kreeka: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord

4.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Kreekas

Kreeka jäätmehoolduse haldusstruktuur hõlmab järgmisi sidusrühmi:

- Keskkonna- ja energeetikaministeerium (YPEN) vastutab keskkonna- ja jäätmekäitluspoliitika väljatöötamise ja rakendamise eest riiklikul tasandil.
- Siseministeerium (YPES) vastutab detsentraliseeritud haldusasutuste (DA) ja kohalike ametiasutuste (piirkonnad ja omavalitsused) järelevalve eest.
- Kreeka ringlussevõtu agentuur (HRA) ehk alternatiivne jäätmekäitlus on avalikes huvides tegutsev mittetulunduslik eraüksus, mille järelevalvet teostab YPEN. Selle põhieesmärk on jäätmete ringlussevõtu ja taaskasutamise poliitika väljatöötamine, kavandamine ja rakendamine.
- Tahkete jäätmete käitlemise ühendused (kreeka keeles FoDSA) on piirkondlikud mittetulunduslikud jäätmekäitlusüksused, mis koosnevad iga piirkonna omavalitsusüksustest ja vastutavad piirkondlike jäätmekavade väljatöötamise, rakendamise ja järelevalve eest.
- Kohalike jäätmekavade (piirkondlike jäätmekavade alusel) väljatöötamise ja rakendamise eest vastutavad omavalitsused.
- Laiendatud tootjavastutuse (EPR) skeemid ja tootjavastutusorganisatsioonid (PRO), mis on sektorite kaupa rühmitatud eraorganisatsioonid, mis koosnevad EPR-poliitika alusel vastutavatest tootjatest. Kreekas on EPR-süsteemid (MSW jaoks) patareide, elektroonikaromude ja pakendite jaoks.
 - Üks PRO akude kogumiseks nimega AFIS SA
 - Kaks WEEE kogumise plussi — ANAKYKLOSI SA ja FOTOKYKLOSI SA
 - Neli pakendamise eelist:
 - ✓ Hellenic Recovery Recycling Corporation (HERRCO), mis on kõige levinum süsteem ja millel on ulatuslik pakendijäätmete "siniste prügikastide" võrgustik ja teine siniste kellade võrgustik klaasi eraldi kogumiseks.
 - ✓ Alternatiivse keskkonnajuhtimise keskus SA (kreeka keeles KEPED SA) on PRO, mis edendab määrdeõlide pakendijäätmete üleriigilist kogumist.
 - ✓ Rewarding Packaging Recycling, mis korraldab pakendite olmejäätmete eraldi kogumist 51 „Taaskasutusmaja” kaudu, mida levitatakse suuremates linnapiirkondades üleriigiliselt (vt parimate tavade näidet allpool).
 - ✓ AB Vassilopoulos on Kreekas ja Euroopas ainsa üheliikmelise PRO-ga supermarketite kett, mis kogub pakendijäätmeid ning pakub materjalide (paber, plast, metall ja klaas) integreeritud taaskasutussüsteemides eraldi kogumist. Süsteem kasutab "Taaskasutuskeskusi" ja supermarketites üleriigilisi tagasimüügiautomaate (AB Vasilopoulos SA, 2017). Nad pakuvad kodanikele rahalisi soodustusi ringlussevõtuks (1 euro iga 33 pakendi kohta) jaemüügivautšerite kaudu.

- ✓ Vabatahtlikku tagatisraha tagastamise skeemi pakkuvaid PRO-sid haldab ka Ateena õlletehas õlle ja joogipudelite jaoks (HRA, 2019); (Ateena õlletehas, 2020).

4.2 Olmejäätmekäitluses kasutatavad IT-lahendused

Seni ei ole Kreekas MSW-s IT-lahenduste laiendatud juurutamist. Konkreetsete omavalitsused on alustanud kohalike meetmete võtmist ja mõningatest uutest katsetest on teatatud peamiselt pilootprojektide kaudu.

Pay-as-you-throw – pilootrakendus

Atika piirkonnas asuv Elefsina omavalitsus on LIFE Environment programmi (Life + Environment Policy and Governance, 2011) pilootrakenduses rakendanud pay-as-you-throw (PAYT) süsteemi. Tulemused on olnud mõõdukalt edukad. Vitoraki (2019) sõnul ei olnud ringlussevõtu infrastruktuur ja kodanike mugavus asjakohaselt kavandatud. Kogumissüsteemi on vaja täiustada, et muuta ringlussevõtt kodanike jaoks mugavamaks. Uksest ukseni kogumine on võimalus, mida tuleb teatud või kõigi omavalitsusüksuste puhul uurida.

Erinevad Smart Bin projektid

Kreeta Chania piirkond osales LIFE programmi projektis pealkirjaga "Säästev jäätmekäitus IKT vahenditega – LIFE EWAS", mille eesmärk oli optimeerida jäätmete kogumist kogumissageduse ja marsruudi planeerimise osas. Andurid saatsid GPRS-i kaudu andmeid iga konteineri täituvuse kohta.

Metsovo ja Zirose omavalitsused Hepiruses osalesid projektis INTERNET OF BINS, mida kaasrahastatakse Interreg IPA CBC programmi "Kreeka – Albaania 2014 – 2020" raames. Uuenduslik projekt sisaldab kolme elementi:

- Integreeritud "Nutika" jäätmekäitluslahendus/võimsuse suurendamine: Nutika jäätmekäitluse ja telemaatilise seireseadmete paigaldamine (prügikonteinerite seiresüsteem-ultraheli täiteandurid ja tarkvararakendus, jäätmekäitlustarvikud).
- Visuaalsete häirete vähendamine: Maa-aluste jäätmekogumissüsteemide paigaldamine kriitilistesse kohtadesse ja
- Keskkonnasõbralikud lähenemised jäätmekäitlusele: kompostikastide tarnimine ja jagamine (olmejäätmete otstarbeks), teadlikkuse tõstmise kampaaniad, jäätmekäitluse optimeerimise ja seirekavad (andmete analüüs ja käitluskava), temaatilise teabe jaoks mõeldud mobiili- ja veebirakendused.

IoT jäätmeautodel ja elanike suhtluses

Halandri vald osales EL Horisont 2020 programmist rahastatud projektis "Waste4Think". Valla jäätmekäitluses on ühendatud kaks funktsiooni:

- Suhtlemine elanikega nende kaasamise tagamiseks (ajakohane valla veebileht, sotsiaalmeedia kasutamine, taaskasutamise ja taaskasutamise teadlikkuse tõstmise üritused, elanike kogumise ajakava).
- IoT jäätmeautodes: GPS ja informaatikasüsteemid, biojäätmete ja paberi/papi kogumisautodes.

Leibkonnaandmete kasutamine ja elanike suhtlus

Vari-Voula-Vouliagmeni vald rakendas kuue (6) jäätmevoo liigiti kogumise. Vallal on lepingud EPR skeemidega (HERRCO) ning rakendatakse erinevaid kogumissüsteeme vastavalt majapidamiste iseärasustele, jäätmeliigile ja pindalale (uksest ukseni, äärekivi, kommunaal jne).

Valla jäätmekäitus- ja taaskasutusaktsioonidest teavitatakse elanikke, et tagada nende kaasamine, muuhulgas elanikele hõlpsasti kättesaadava teabe ja juhiste kaudu valla veebilehe kaudu, seltskondlikel üritustel või vabatahtlikele kodaniku- ja keskkonnakaitserühmadele antava toetuse kaudu.

Kodanike stiimulid ja suhtlus koos nutikate prügikastidega

Kodanike menetlusse kaasatuse suurendamiseks jagab Voula-Vari-Vouliagmeni vald soodustustena lojaalsuspunkte pluss allahindlusi randade sissepääsult, lasteaiatasudelt jne. Omavalitsus rakendas optimeerimiseks SMART jäätmekäitluslahendusi, sealhulgas telemaatikat, kogumisteede ja SMART prügikastide anduritega, mis näitavad prügikastide täitetaset ja asukohta.

Vrilissia vald rakendab kaheteistkümne (12) jäätmevoo eraldi kogumist. Pidev ja uuenduslik teabevahetus ja valla jäätmekäitluse ja ringlussevõtu levitamine on mõeldud elanike kaasatuse tagamiseks, tehes muu hulgas järgmisi jõupingutusi:

- on-line platvorm teadlikkuse tõstmiseks, elanike teavitamiseks ja harimiseks kompostimise, mahepõllumajandusliku korraliku liigiti kogumise jms osas;
- Valla ajakohase kodulehe, seltskonnaürituste, töötubade kaudu elanikele hõlpsasti kättesaadav teave ja juhised;
- omavalitsustevahelise taaskasutuspreemiate platvormi „Follow green“ kasutamine, mis propageerib taaskasutust, koolitades ja harides elanikke mängude, taaskasutust käsitlevate artiklite jms kaudu, kogudes samal ajal kohalike ettevõtetega lunastatavaid punkte;

Andmekogumisplatvorm jäätmevoogude ja PAYT tasu skeemi jälgimiseks

Heraklion (GR) ja Kreeta piirkond olid kaasatud projekti “WIN – POL” (Waste Management Intelligent Systems and Policies, PGI04924), mida rahastab Interreg Europe 2014-2020. Projekti eesmärk on parandada Euroopa linnade jäätmekäitlust asjade Interneti ja ergutussüsteemide kasutamise kaudu. WINPOL saavutas olulise verstaposti kuue tegevuskava ettevalmistamisega, millest igaüks viiakse ellu ühes kuuest valitud linnast. Heraklioni puhul rakendatakse ja testitakse järgmisi toiminguid:

- uuenduslik süsteem biojätmete kogumise kohta andmete kogumiseks
- platvorm jäätmevoogude jälgimiseks ja tarneahela optimeerimiseks omavalitsuse tasandil
- platvorm, mis jälgib piirkondlikul tasandil rohelistes punktides kogutud jäätmeid ja jagab andmeid kasutajatega
- PAYT süsteemide rahastamisvõimaluste tutvustamine omavalitsustele

Atika piirkond on kuulutanud välja pakkumiskutse digitaalse kaugplatvormi väljatöötamiseks, mida kasutatakse ringlussevõtu teadlikkuse tõstmiseks mõeldud tasuprogrammide integreerimiseks koos ringlussevõtunurkade ning maapealsete ja maa-aluste prügikastisüsteemidega.

Kaugplatvorm koondab ühte infosüsteemi kõik taaskasutusnurkadest, kodanikelt, omavalitsustelt ja kõigilt teistelt asjassepuutuvatelt sidusrühmadelt saadud andmed. Platvorm töötleb teavet protseduuride sõnastamiseks ning tulemuste esitamiseks ja edastamiseks asjaosalistele.

Platvormi põhifunktsioonid on järgmised:

- Suhtlus võrku kuuluvate taaskasutusnurkadega ja täpsemalt kohalike kontrollorganite või -seadmetega (kohalikud halduskonsoolid – KTD)
- Suhtlemine kodanike ja taaskasutajatega veebisaidi, rakenduste jms kaudu.
- Avalikkuse teavitamine ja teadlikkuse tõstmine.
- Kodanike premeerimine lepinguliste taaskasutusnurkade kaudu taaskasutatud jäätmete alusel.
- Taaskasutusnurga, kasutaja ja omavalitsuse kaupa kogutud jäätmekoguste arvestus.
- Hoiatus "Ämber täis" ja kogumismarsruudi optimeerimine. Kogumismarsruutide optimeerimiseks paigutatakse igasse prügiautosse tahvelarvuti koos rätsepataarkvaraga. Tarkvara saab andmed prügikastide täituvuse kohta ringlussevõtunurkade ja materjalikastide kaupa. Nende andmete põhjal, mis on jaotatud ringlussevõetavate üksuste ja saadaolevate veokite kaupa, konfigureerib tarkvara iga päev optimaalsed kogumismarsruudid ja edastab need kas vastavatele kogumisagentidele või veokite tahvelarvutitele, olenevalt kokkuleppest kogumisagentidega.

Platvorm töötleb pidevalt uuenevaid andmekogumeid ning saab neid vastavalt huvilisele muuta ja visualiseerida. Lisaks saab platvorm ühenduda mis tahes muude intelligentsete sortimissüsteemidega ringlussevõetavate materjalide allikas (nt staatilised või mobiilsed rohelised laigud) või muude digitaalsete platvormidega ringlussevõtu autasude saamiseks.

Kreeka ringlussevõtu agentuur (HRA/EOAN) on D-Waste tehnilise toel välja töötanud uue spetsiaalse platvormi nimega "GRE-CYCLE", mis võimaldab kodanikke kiiresti, lihtsalt ja vastutustundlikult teavitada konkreetsetest ringlussevõtu probleemidest. Samuti saavad kasutajad oma mobiiltelefoni kasutades mõne sekundiga saata fotosid ja kommentaare konkreetsete taaskasutusprobleemide kohta. Rakendus on saadaval iOS-ile ja Androidile ning selle saab alla laadida tasuta veebipoodidest. Rakendus töötati välja avatud lähtekoodiga tarkvara abil. Täpsemalt, andmete visualiseerimiseks kasutati Google Mapsi koos avatud lähtekoodiga CMS-iga.

4.3 Parima tava näide „Pakendite taaskasutamise tasustamine”

Tuntuim IT-lahendus laiendatud tootjavastutuse raames pärineb tootja vastutavast organisatsioonist nimega Rewarding Packaging Recycling (RPR), mis rajas 51 taaskasutusmajast koosneva võrgustiku suuremates linnapiirkondades üleriigiliselt.

RPR haldab integreeritud lahuskogumissüsteemi, kasutades tagasipööratud müügiautomaatide (RVM) võrgustikku, nimelt tasustamiskeskusi (RRC) või ringlussevõtumaju, mis on paigaldatud kergesti ligipääsetavatesse avalikesse kohtadesse. Iga RRC pindala on ligikaudu 11 m² ja see on kavandatud vastu võtma peamiselt nelja jäätmevoo pakendijäätmeid: plast, metall, klaas ja paber/papp, samas kui hiljuti on mõnes RRC-s kehtestatud täiendav säte puidu pakendamiseks. (peamiselt kaubaalused). RRC hoiab

utiliseeritud materjalid eraldatuna ja vähendab nende suurust (klaasi purustamine, purkide pressimine ja plastide pressimine või purustamine), pakkudes samal ajal kasutajatele rahalist preemiat (1 € iga 33 ühiku kohta), mida pakutakse kas soodusvautšerina. Koostööd tegevates supermarketites või annetada heategevusorganisatsioonidele.

PRO teostab järelevalvet jäätmekäitlustoimingute üle, nagu kogumine, üleandmine, töötlemine, personali ja seadmete hooldus, mida pakuvad töövõtjad. Lisaks vastutab PRO andmete esitamise eest EOAN-ile (Kreeka taaskasutusorganisatsioon). Koostööd tegevad omavalitsused vastutavad avalikesse kohtadesse paigaldatud seadmete tööks vajaliku elektriga varustamise eest.

PRO saavutas uue Guinnessi rekordi "enim ühe nädala jooksul taaskasutatud klaaspudelite" osas ja teise Guinnessi rekordi "kõige rohkem ühe nädala jooksul ringlussevõetud plastpudelite osas". Esimene mobiilne "Recycling House" maailmas, mille toimimine põhineb päikeseenergial, loodi 2020. aastal, nii et teenust saaks kasutada kogu Ateena Rivas.

4.4 Lõplik hindamine

IT-lahendused Kreekas on osaliselt kasutusele võetud pilootprojektide käigus. Viimase kahe aasta jooksul on osa omavalitsusi hakanud rakendama nutikaid tehnoloogiaid, et optimeerida peamiselt jäätmekäitluse kogumist ja eraldamist, kuid uuendatud NWMP eesmärkide saavutamiseks on lähiajal vaja palju ära teha. Praegu käimasolevad uurimisprojektid on paljulubavad. Nende tulemusi pole aga veel hinnatud. Lähitulevikus rakenduv uus majandusinstrument ehk pay-as-you-throw (PAYT) nõuab uuendatud NWMP järgi paljude tehnoloogiliste muudatuste regulaarset kehtestamist.

5 Holland: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord

5.1 Hollandi olmejäätmete käitlemise korraldus

Madalmaades kogutakse jäätmeid kodumajapidamistest omavalitsused või nende nimel. Kuna kaupluste ja sarnaste asutuste jäätmed kogutakse sageli samaaegselt olmejäätmetega, ei teki (väike) osa kodumajapidamistest. Jäätmeid kogutakse uksest ukseni. Siia kuuluvad ka (maa-aluste) kogumismahutite kaudu kogutavad (mahukad) olmejäätmed. Taaskasutatavad jäätmed antakse ära tänavarajatistesse (nt klaaskonteinerid), vallahoovidesse või keskkonnatänavatele.

Majapidamisjäätmete 2025. aasta avaliku poliitika raamistikus (VANG-HHA, 2014) võttis Hollandi poliitika endale kohustuse liikuda ringmajandusele ning sulgeda nii palju kui võimalik tooraine- ja materjaliahelad. Ambitsiooniks on, et 2020. aastal jõuaks lõpptöötlusesse (põletusse) maksimaalselt 100 kg jäme- ja peenjäätmeid elaniku kohta aastas. Aastaks 2025 tuleks seda veelgi vähendada kuni maksimaalselt 30 kg jääkjätmeteni aastas.

Rakendusprogramm sisaldab erinevaid tegevussuundi, et saavutada suurem jäätmete sorteerimine ja vähem olmejäätmeid:

- Ahelparteid töötavad koos ahelate sulgemiseks. Ahellähened keskendub eelkõige toodetele, mis on osa olmejäätmetest nende kasutusea lõppfaasis. Osa tooteid leidub ka muudes jäätmevoogudes (nt kontori jäätmed).
- Kodumajapidamistest ahelast jääkjätmetena väljuva materjali hulga vähendamine, kodumajapidamiste jääkjätmetena ketist väljuva materjali hulga vähendamine.
- Pannes saastajad maksma. Ettevõtetele ja kodanikele antakse ruumi ning turutõrgetega tegeletakse.
- Innovatiivsete ettevõtete ja organisatsioonide ergutamine ja hõlbustamine, et nad sõnastaks ühiselt jätkusuutlik ambitsioon ja astuksid konkreetseid samme selle eesmärgi elluviimiseks.

Põhimõtet saastaja maksab rakendati DIFTAR tasuskeemiga, mida enamik omavalitsusi kasutab. DIFTAR on diferentseeritud tariifide lühend, mis tähendab, et kodumajapidamised või juriidilised isikud maksavad erinevat tüüpi jäätmetele erinevaid tariife vastavalt kogustele. Mida rohkem on jääk- ja muid jäätmeid, mida ei saa taaskasutada, seda suurem on jäätmete kogumistasu. Vastupidiselt, pakkudes vähem jäätmeid, on väiksem muutuv jäätmekäitlustasu, kuid püsitasu jääb samaks.

2019. aastal maksis üks Hollandi leibkond valla jäätmekäitlusteenuse eest keskmiselt 244 eurot aastas. Kuid tasud on valdade lõikes väga erinevad. Madalate jäätmekäitluskuludega omavalitsused on üldiselt kehtestanud jäätmeveo tariifide diferentseerimise (diftar). DIFTAR omavalitsustes eraldavad elanikud oma jäätmeid üldiselt järjepidevamalt, mille tulemuseks on vähem jääkjätmeid.

5.2 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused

Hollandis on mitmed pakkujad, kes pakuvad jäätmekäitluse terviklahendusi omavalitsuste keskkonna- ja puhastusteenuste jaoks. Nende hulka kuuluvad täiustatud tehnoloogilised lahendused olmejäätmete kogumiseks, marsruudi planeerimine, sõidukitehnoloogia (teeäärne ja RFID), suve- ja talveteenused ning klienditugi. Pakkujad on loonud oma

platvormid, mis toetavad tarnijate juhtimist, teenusetaseme jälgimist, dünaamilist aruandlust ja analüüsi. See võimaldab omavalitsustel kasutada olemasolevaid eelarveid kõige tõhusamalt ära, optimeerides marsruute, haldades konteinereid ja visualiseerides kogumist reaalsajas. See pakub reaalsajas juurdepääsu kliendi- ja teenindusandmetele, nii et päringuid saab kohe käsitleda. See minimeerib (vahelejäänud) tühjenusringe ja parandab klienditeenindust. Need pakuvad individuaalset parooliga kaitstud juurdepääsu keskkonnale, kus salvestatakse konfigureeritavat kliendipõhist teavet. See hõlmab kogumise sagedust, teenindusajalugu, saadaolevaid lisateenuseid, kaebusi või küsimusi, muudatusi või sõnumeid ning vajadusel konto ja arve olekut, sealhulgas väljavõtteid, arveid ja veebimaksevõimalusi.

Mobiili- ja sõidukilahendused

Sõidukilahendusi saab kohandada vastavalt iga omavalitsuse funktsionaalsetele nõuetele ja eelarvele. Marsruudi andmeid loetakse tahvelarvutitest. Toetatakse sõidujuhiseid ja suhtlemist administraatoriga, nagu ka sõidukitehnoloogiat teenuse toimivuse jälgimiseks, kas eraldiseisvalt või koos RFID-ga. Mitmed tarnijad pakuvad jäätmete kogumiseks ka oma sertifitseeritud kaalumissüsteemi, mis on täielikult integreeritud ERP-süsteemide back-office lahendusse. Makse põhineb kaalul/sagedusel (diftar) või ringlussevõtu jälgimisprogrammidel.

Plokiahela lahendus piiriülese jäätmeveo järelevalveks

Euroopa jäätmeveoga seotud järelevalvekulude vähendamiseks soovis Hollandi ministerium ühendada plokiahela tehnoloogia olemasolevate IT-süsteemidega. Nii saavad kontrolliasutused automatiseerida olulise osa oma ülesannetest. See vabastab teadmised ja teadmised muude oluliste ülesannete jaoks, mida ei saa (veel) ilma inimabita sooritada. Blockchaini rakenduse kontseptsiooni tõestamise eesmärk on näidata, et plokiahela tehnoloogiat saab kasutada ELi piiriülese jäätmeveo protsessi tõhususe ja läbipaistvuse suurendamiseks. Lisaks on selle eesmärk vähendada Euroopa jäätmeveoga seotud järelevalvekulusid. Blockchaini atribuudid on järgmised:

- Loataotlusi kontrollitakse, kontrollitakse ja aktsepteeritakse tehisintellekti ekspertmasina kaudu.
- Asjade Interneti-seadmete kaudu ühendatud kaalud annavad protsessile ja loale kaalust teada.
- Loa andmeid jagatakse kõigi huvirühmadega ja need määravad plokiahelas protsessi järgmised ülesanded.

5.3 Parimate tavade näited

OpenWaste – üks kogumisplatvorm PRO-dele

Seoses tootjavastutuse laienemisega kaubanduslikul jäätmeturul sõidavad erinevad jäätmekogujad (tootjavastutavad organisatsioonid) linnakeskustes oma klientide teenindamiseks sama marsruuti. Tihti sõidetakse ka tarneakna aegade seoses üksteise taga. Kommertsjäätmete kogumist erinevate kogujate poolt kokku kogudes ja neutraalse prügiveokiga kokku vedades saab veoliikumist rasketes linnapiirkondades vähendada enam kui 60 protsenti ilma, et lõppklient ise midagi märkaks.

OpenWaste hõlbustab PRO-osalejate tsentraalset registreerimist siselinna või äripargi tööstusjäätmete ühiskogumisel ühe neutraalse sõidukiga (White Label). Selle tulemuseks on vähem liiklust ja vähem kahjulikke heitmeid (CO₂, NO_x ja peentolm).

Apeldoorni vald – taaskasutusteenus 2025

Recycleservice 2025 põhielemendid on: vastupidine kogumine koos kõrgetasemelise teenindusega eraldatud ressurssidele ja jääkjäätmete eest maksmine, kui viskate. Pöördkogumine tähendab kõrgetasemelist teenust taaskasutatavate esemete osas (ääreäärne kogumine ratastega prügikastide kaudu) ja madalat teenindust jääkjäätmete osas (inimesed viivad need äraandmispunktidesse). Kui inimesed valivad peenjäätmete kõrgema taseme teenuse (kodus rattakast), saab prügikaste etteteatamisega tühjendada, kuid nad maksavad kõrgemat jäätmetasu

Esimesed tulemused, mis saadi pärast uue poliitika rakendamist vaid pooles Apeldoorni linnast, on paljulubavad. Kuna 2017. aastal oli 123 kg peenjäätmeid elaniku kohta ja 66% eraldusmäärast 2017. aastal, vähenes peenjäätmete kogus 89 kg elaniku kohta ja eraldusmäär tõusis 74%ni (WINPOL, 2019, lk 53).

Amsterdami omavalitsus – objektide tuvastamine jäätmete risustamise äratundmiseks

Alates 2020. aasta algusest hakkas rohkem pühendunud meeskond (Ontwikkelteam Openbare Ruimte) tegelema Objectdetection-Kiti produktiivse ja kõrgetasemelise kasutamise. See sai alguse Objectdetection-Kiti kasutuselevõtust, et vähendada ja vältida jäätmete risutamist jäätmekonteinerite ümber. Ühes naabruskonnas kontrollitakse jäätmeid iga päev. Selles naabruskonnas on 300 prügikonteinerite asukohta ja kõige skannimiseks kulub 2 tundi. See annab ülevaate risustatud kohtadest. Praegu kasutab Amsterdam kõige probleemsemate asukohtade määratlemiseks mitme nädala andmeid. Nende asukohtade suhtes kohaldatakse seejärel konkreetseid meetmeid, nagu lisakampaania või tänavabussid (WINPOL, 2019, lk 20).

Amsterdami linn – jäätmeandmete jagamine avalikkusega

Amsterdamil on avatud ja reaajas jäätmete andmeportaal. Tal on iga tarnijaga kokkulepe, et kogutud andmed kuuluvad avalikkusele, on juurdepääsetavad ja arusaadavad. Sidusrühmad ja tarnijad pääsevad vajalikele andmetele hõlpsasti juurde. Amsterdamis saadi väärtuslikke andmeid linna erinevate töötajate kohta: nt linnaplaneerijad, korrakaitsjad, sotsiaaltöötajad. Nad kõik saavad kasutada andmeid oma tegevuse tõhustamiseks. (WINPOL, 2019, lk 29).

5.4 Lõplik hinnang

Madalmaades on ringmajandusele pööratud tähelepanu ja olmejäätmete konkreetne 100-kilose eesmärk avalikus raamistikus pannud paljud omavalitsused tegelema diftari ja/või vastupidise kogumise kavadega. Samuti on palju plaane järelkogumiseks. Peaaegu pooled omavalitsused on juba kasutusele võtnud diftari ja/või pöördkogumise ning umbes nelikümmend kasutavad allika ja järeleralduse kombinatsiooni.

Samuti tuleb teatada mõningatest takistustest ja dilemmast. Paljud elanikud ja haldajad usuvad, et allikate eraldamine pole enam vajalik, mis õõnestab sellisuunalisi plaane. Kuid paberi, klaasi ja eriti mitte VGF jaoks pole järeleraldus lahendus. Orgaaniliste jäätmete

komponent on vähesel määral tegelikult järeleraldamise käigus kääritatud ja muudetud biogaasiks, kuid allesjäänud (saastunud) kääritusjäägi jaoks pole veel ringikujulist lahendust. Lisaks ei saa pärast eraldamist saadud PMD-d kergesti kasutada tõeliselt kõrgekvaliteedilise toorainena, eriti orgaanilistest jäätmetest põhjustatud eraldamisprobleemide, reostuse ja lõhna tõttu.

Veel üheks linnalise ringkäigu takistuseks on regulatsioonid ja kokkulepped, mis takistavad omavalitsustel olmeprügi meenutavate tööstusjäätmete eest hoolitsemist. See toob kaasa suuri puudusi, nagu ebatõhus kogumine, paljudest kogumisautodest põhjustatud ebamugavused ning eelkõige tööstusjäätmete halb eraldamine ja ringlussevõtt. Tundub, et Holland on selles osas rahvusvaheliselt negatiivne erand. Seega on siin märkimisväärsed võimalused.

Teisest küljest pööratakse palju tähelepanu ringliiklusele, mis on omavalitsuste päevakorras kõrgel kohal. Digitaalsed uuendused piirduvad praegu asjade interneti ja andmete kogumisega, et saada ülevaadet, tõhusamaid haldusprotsesse ja eriti marsruudi optimeerimist. Tehnoloogia kasutamine on endiselt killustatud ja vähesel määral või üldse mitte ahela sulgemise suunas.

Plokiahela rakendused olmejäätmetes pole veel saadaval, kuid eeldatakse, et tööstuse edasise digitaliseerimise ja tehnoloogistamise käigus ei lase need rakendused kaua oodata.

6 Hispaania: olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise olukord

6.1 Olmejäätmete käitlemise korraldus Hispaanias

Hispaanias vastutavad olmejäätmete käitlemise eest peamiselt kohalikud omavalitsused ja suuremal või vähemal määral autonoomsed piirkonnad. Haldusasutuste ees seisev väljakutse on sõnastada tõhusad majandamismudelid, mis võimaldavad neil täita kohustusi ja õiguslikke eesmärke, mis tulenevad neid jäätmeid mõjutavatest mitmekesistest ja mitmekesistest ühenduse, riiklikest ja autonoomse ühenduse õigusaktidest.

Kontrolli-, kontrolli- ja järelevalvesüsteemid on viimastel aastatel paranenud, kuid need on endiselt ebapiisavad. Selles vallas tasub esile tõsta looduskaitseteenistuse (SEPRONA) tegevust, millega ametkondadel tuleb teha tihedat koostööd.

Riigi tasandil puudub Hispaanias stiimulisüsteem, mis premeerib omavalitsusi ja majapidamisi jäätmetekke vältimise või vähendamise eest. Jäätmete kogumise tasud Hispaanias on geograafiliselt erinevad ja jäävad vahemikku 25–52 eurot aastas. Võttes arvesse, et Hispaania keskmine bruto aastapalk on INE järgi 24 009,12 €, siis kohaliku jäätmeveo tasuga tehtavad kulutused jäävad vahemikku 0,10% kuni 0,22%, mis on madal tasu. Vaatamata madalatele tasudele kasvab riigis plahvatuslikult ebaseaduslikud prügimäed.

Tootjavastutuse laiendamise skeemi raames löid mõned tootjad taaskasutatavate jäätmete pandisüsteemi, millega premeeritakse kodanikke konteinerite kasutamise järel tagastamise eest. Valencias on tasu virtuaalse tasakaalu või "reciclose" laadimine vastutasuks iga konteineri eest, mis on ringluse võetud kas tavalistesse kollastesse konteineritesse või spetsiaalsetesse jaamadesse, kaubandus- ja vabaajakeskustesse paigaldatud pandiautomaatidesse. "Reciclose" preemia saab lunastada transpordivautšerite, kohalikes kauplustes kulutatud vautšeri või elektritõukerataste kasutamise eest.

6.2 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused

Osariigi, piirkondlikul ega kohalikul tasandil ei ole Hispaanias jäätmekäitluse digiteerimise toetamiseks ühtegi riiklikku rahastamisprogrammi. Linnad, kogukonnad ja omavalitsused on püüdnud kaasata end EL-i projektidesse, et saada raha uudsete lahenduste jaoks. Vastasel juhul juhib innovatsiooniprotsessi kaubandussektor.

IoT – nutikad prügikastid ja veokid

Seoses jäätmekäitluse asjade internetiga kasutavad paljud jäätmekäitlejad seda tööriista. Mõned linnad, nagu Sevilla või Barcelona, on juba valinud seda tüüpi uuenduslike lahenduste väljatöötamise, saavutades märkimisväärset kulude kokkuhoidu ning vähendades ka CO2 emissiooni ja jäätmeveo liiklusest või inimeste puhkeaja häirimisest põhjustatud ebamugavusi.

Asjade internetil põhinevate tehnoloogiliste lahenduste otsimisele spetsialiseerunud keskkonnakontrolli operaator ettevõtte Hirisens on välja töötanud uue teenuse nimega Hiriwaste. See lahendus põhineb anduri paigutamisel jäätmekonteineritesse ja selle hilisemal ühendamisel oma veebivormingus toimiva IoT platvormiga. See võimaldab visualiseerida iga konteineri olekut reaalajas. See suurendab kogumise protsessi tõhusust, aitab optimeerida kogumismarsruute ja suurendab kasutajate rahulolu. Süsteemi saab kohandada ka teist tüüpi jäätmetele.

Jäätmeandmete jagamine platvormi ja andmeanalüüsi tööriistade kaudu

Mis puutub suuandmetesse, lõi Minsait koos Hispaanias plasti, purkide ja telliste ning papi ja paberi taaskasutamise ja ringlussevõtu eest vastutava üksuse Ecoembesiga andmeplatvormi, mis on mõeldud jäätmeahela sidusrühmadele andmetele juurdepääsu jagamiseks. 2018. aastal. Andmeanalüüsi tööriistad muudavad algandmed teadmisteks avaliku sektori haldajatele, kes kasutavad neid paremaks planeerimiseks ja otsuste tegemiseks, näiteks rajades dünaamilisi kogumismarsruute, mida saab kohandada vastavalt jäätmete arvu suurenemisele või vähendamisele trassi või konteineri kohta, olenevalt aastaajast või piirkonna demograafilisest koosseisust, tänu kogutud andmete põhjal tehtud hinnangutele.

Blockchaini tehnoloogia pilootrakendused

Heura koos Signeblockiga rakendas Blockchaini tehnoloogiat põllumajandusjäätmete taaskasutusse. See on lahendus põllumajandusprotsessides kasutatavate pakendite haldamise jälgitavuse ja optimeerimise tagamiseks, keskkonnakaitse tõhustamiseks ja tõhusate ringmajanduse mudelite loomiseks.

2021. aasta alguses teatasid Ecoembes ja Minsait plokiahela võrgustiku kasutuselevõttust, et suurendada läbipaistvust ja julgustada koostööd ringmajanduses. See on projekt, mis on hõlmanud suurt tehnoloogilise innovatsiooni väljakutset ja millel on märkimisväärne mõju keskkonnasäästlikkusele. See hajutatud registrite võrgustik võimaldab aidata haldusasutustel, kohalikel üksustel, käitajatel, ringlussevõtjatel ja muudel organisatsioonidel turvaliselt jagada ja kontrollida kõiki süsteemis olevaid andmeid ning kiirendada kõiki jäätmete sorteerimisprotsessiga seotud tehinguid.

Abi saamiseks mitu nutitelefoni rakendust

Kodanike ringlussevõtul abistamiseks on saadaval suur valik mobiilirakendusi, mida enamasti pakuvad PRO-d:

- Rakendus "Recicla y suma" (Recycle and Add up), mis maksab hispaanlastele taaskasutuse eest. Ettevõtte PENSUMO, uudsete ärimudelite edendaja, mis on raamitud ringmajanduse ja Hispaania globaalse kokkuleppe võrgustiku SDG 8 raames, esitab uue lihtsa, kuid võimsa ettepaneku: "Teie taaskasutate, meie maksame".
- Rakendus "RECICLA" teavitab registreeritud kasutajaid, kuidas on ettemakstud taaskasutus ja millised jäätmed on nõudlikud. See algab ühe miljoniga, mis kulub ettemakstud taaskasutusse (alates 0,02 € ja kuni 1 €). Protsessi käivitab rakenduse kaudu saadetud foto, millel kuvatakse taaskasutusse minev materjal koos konteineriga taustal.
- Rakendust EMTRE testib Valencia kogukonnas suurlinna jäätmekäitlusüksus (EMTRE), andes kasutajatele teada, kuidas lähimasse ökoparki jõuda, mitu korda nad on viimaste kuude jooksul ökopargis käinud või milliseid jäätmeid on mis tuleb nende toodetud ringlusse võtta.

6.3 Parimate tavade näited

Gijóni vald – ökoparkide kasutaja tuvastamine

Praktika seisneb juurdepääsukontrolli mehhanismide paigaldamises ja deposiidi registreerimises tsiviilmugavuste kohas (CAS). Süsteem võimaldab juurdepääsu kontrolli

identifitseerimiskaardi abil. Lisaks peavad kasutajad registreerima ladestatavate jäätmete liigi ja koguse.

Selleks, et saaks kontrollida sissepääsuid mugavusobjektidele ning kodanike ja ettevõtete hoiuseid, on vaja sisse seada läbipääsusüsteem. See võimaldab kontrollida, mida, kes ja kui sageli tarnitakse. See võimaldab blokeerida juurdepääsu kasutajatele, kes teenust väärkasutavad. Tulevikus võib see hõlbustada viskamisel maksmise süsteemi rakendamist.

Gijóni omavalitsus – nutitelefonirakendused

EMULSA on Gijóni linna jaoks välja töötanud kaks tasuta mobiilirakendust – rakenduse Citizen ja Reusapp – ning jätkusuutlike ettevõtete kaardi osana oma strateegilisest äriplaanist ja Gijóni olmejäätmete käitluskavast. Peamine eesmärk on saavutada Euroopa Liidu poolt 2020. aastaks seatud 50% taaskasutamise ja taaskasutuse eesmärk. Need kolm projekti hoiavad ära ka kodanikega suhtlemise valesi.

COGERSA SAU - "COOMIDA" -rakendus hõlbustab toidu annetamist

COOMIDA on uuenduslik tehnoloogiline ja koostöövahend, mille eesmärk on hõlbustada toidu annetamist (sh toidu ülejääki), vähendades seeläbi toidu raiskamist. COOMIDA ühendab kohalikud annetajad, toidupangad, vabatahtlikud ja heategevusorganisatsioonid koostöövõrgustiku kaudu toiduannetuste tõhusaks ja jätkusuutlikuks haldamiseks. COOMIDA võimaldab annetajatel ja heategevusorganisatsioonidel otse ühendust hoida; seetõttu võib see vähendada aega, heitkoguseid ja kulutusi. COOMIDA võimaldab tagasi saada ka vähe ja kaugannetusi, mis muidu võiksid ületada Toidupanga võimsust.

6.4 Lõplik hinnang

Kuigi olmejäätmete käitlemise digitaliseerimiseks puudub keskvalitsuse rahastamisprogramm, on omavalitsuste või piirkondade poolt arvestatav hulk uuendusliku lähenemisega detsentraliseeritud kohalikke algatusi. Neid detsentraliseeritud lahendusi tuleks süstemaatiliselt edendada ja uurida nende ülekandmist teistesse piirkondadesse. Paljud algatused tulevad erasektorist või põhinevad vabauhenduste vabatahtlikul kohustusel. Üldiselt on positiivne suundumus keskkonnakäitumise muutumise suunas, kuigi seda suundumust võiks siiski toetada uute tehnoloogiate suurem kasutamine.

IoT sagenenud kasutamisega, olgu see siis prügiveokitel või prügikastides, on pandud alus tulevasele ühendusele plokiahela andmebaasiga.

7 Tulemuste võrdlemine teiste uuringutega

Järgnevalt võrreldakse viie riigi jäätmekäitluse digitaalse transformatsiooni status quo analüüsi tulemusi teiste riikide tulemustega.

7.1 EIONETi aruanne “Digijäätmete käitlemine”

Bergi ja Sebestýeni 2020. aasta EIONETi aruanne (2020) pealkirjaga "Digitaalne jäätmekäitlus" analüüsib jäätmekäitlussektori digitaalsest ümberkujundamisest tulenevat status quo'd, võimalusi ja riske. Jäätmesektori digitaliseerimise peamised tõukejõud on järgmised:

- kulusurve, kuna konkurents riiklike ja erasektori jäätmeteenuste vahel on suur ning digitaliseerimist nähakse kulude kokkuhoiu vahendina
- esilekerkivad uued ärimudelid, mille on loonud tehnoloogiapõhised idufirmad.
- kliendid, kes soovivad saada lähiajalist teavet tellimuste oleku kohta ja soovivad jälgida oma kommunaalteenuseid
- üleminek ringmajandusele koos kasvava õigusliku surve ja ELi ja liikmesriikide poliitika eesmärkidega
- kliimakriis sundis kasvuhoonegaase vähendama
- Laiendatud tootjavastutus, mis käivitab ettevõttes kehtivad materjalihalduspoliitika; Eeldatavasti rakendatakse EPR-skeeme poliitiliste eesmärkide täitmiseks rohkematele toodetele
- kasvav linnastumine kasvav surve linnades

Autorid töid välja kolm peamist digitaliseerimise valdkonda olmejäätmete käitlemises: side, jäätmete kogumine ja siseprotsessid ning töid näiteid digirakendusest vastavas valdkonnas – vt allolevat tabelit.

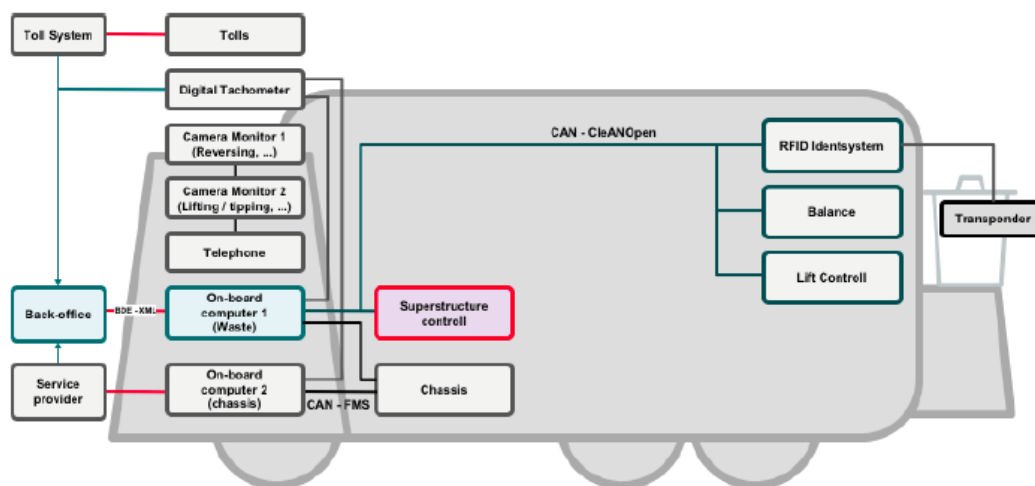
Communication	Waste Collection	Internal processes
Websites	Sensor-equipped vehicles	Billing
Mobile apps	Route planning	Accounting
Integration in other services	Resource planning	Controlling
Third party social media apps	Inventory tracking	Processing of orders
	Documentation	Documentation

Figure 5: Olmejäätmete käitlemise digitaliseerimise peamised valdkonnad (allikas: Berg ja Sebestýen, 2020, lk 23)

Bergi ja Sebestýeni (2020) sõnul moodustab kommunikatsioonitehnoloogia suurima osa jäätmesektoris juba kasutusel olevatest digilahendustest. Siin on teistest sektoritest üleminek lihtne, kuna vajalik investering riistvarasse on suhteliselt väike.“ Jäätmekogumisprotsesside

vallas tuleks esile tõsta IoT kasutamist; see puudutab ühelt poolt andurite kasutamist prügikastis (nutikastides) või jäätmekogumisautos. Jäätmekäitluse sisemistes protsessides kasutatakse digitaliseerimist protsessivoogude automatiseerimiseks paberivaba dokumenteerimise ja registreerimise suunas. Lõppkokkuvõttes on see digitaalne ümberkujundamine, mis on erasektoris juba mitu aastat hoo sisse saanud.

Jäätmeauto illustratsioon koos kõigi IoT lahenduste kasutamise võimalustega annab suurepärase ülevaate jäätmekogumisprotsessi digitaliseerimisest.



Source: Adapted from a BDE/VKU publication (BDE - Bundesverband der deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft and VKU - Verband Kommunalen Unternehmen, 2015)

Figure 6: Jäätmeautosse integreeritud asjade interneti lahendused (allikas: Berg ja Sebestyén, 2020, lk 22)

Võrreldes EIONETi tulemusi viie riigi analüüsi tulemustega, võib täheldada järgmisi sarnasusi. Lõppkokkuvõttes jagunevad kõik digitaliseerimisprojektid EIONETi määratletud kategooriatesse: side, jäätmete kogumine ja sisemised protsessid. Siseprotsessidega seotud digitaliseerimispuudlustest räägiti vähe, mis on lõpuks tingitud läbipaistmusest avalik-õiguslike organisatsioonide ja nende protsesside tõhususe osas. Riigiaruanded kinnitavad laiendatud tootjavastutuse skeemi positiivset rolli, mida peetakse ka innovatsiooni peamiseks toukejõuks. EIONETi aruannetest on puudu kaks aspekti, kuid need tulevad välja riigiaruannetest: Suhtlemine klientide või kasutajatega ning jäätmekogumisprotsesside digitaliseerimine on vastastikku sõltuvad. Ilma intensiivse ülesvoolu suhtluseta kasutajatega on protsesside edasine digitaliseerimine vaevalt võimalik. Teine punkt on eesmärk seada stiimulid kasutajate käitumise muutmiseks. Riigiaruannetes on teatud projektid, mis tegelevad just digilahenduste kaudu stiimulite kujundamisega. Suhtlemist, stiimuleid ja digitaliseerimist tuleks käsitleda kontekstis.

7.2 WINPOLi projekt “Jäätmekäitluse intelligentsed süsteemid ja poliitika”

WINPOL on Interreg Europe programmi raames rahastatud Euroopa projekt, mis edendab intelligentsete seadmete ja poliitika kasutamist olmejäätmete käitlemisel. Alates 2018. aasta

juunist on üheksa partnerit üle Euroopa – kaheksa riigiasutust, keda esindavad Antwerpeni (BE), Drobeta Turnu Severini (RO), Heraklioni (GR), Mehedinti maakonna (RO), Kreeta piirkonna (GR) omavalitsused, EMULSA (ES), Snaga (SI), ERA (MT) ja ACR+ (BE) nõuandva partnerina – on selles 4,5-aastasest projektis koostööd teinud.

2019. aastal avaldas WINPOL (2019) “Heade tavade juhendi”, milles on loetletud 26 olmejäätmete käitlemise parimat tava kogu Euroopas. Loetletud 26 hea tava näite sõelumine vastavalt järgmisele kolmele kategooriale (1) stiimulid (PAYT jne tasumudel või muud soodustused), (2) suhtlus kasutajatega ja (3) jäätmekogumisprotsessi digitaliseerimine kinnitab EIONETi aruande ja viie eelmise riigi aruande tulemusi. Enamik projekte on seotud digitaalse meedia vahendusel kasutajatega suhtlemisega ja jäätmete kogumisprotsessi optimeerimisega asjade interneti kasutamise kaudu.

	Best Practise Project	Incentive	Communication	Waste Collection	Others
1	Civic Amenity site access control			x	
2	Connecting online with users: Citizen app, Sustainable businesses map and Reusapp		x		
3	Container sensors for optimized waste collection			x	
4	Customer portal for collected bulky waste at civic amenity sites		x		
5	Electronic closure on waste containers and use of information		x	x	
6	Information-based waste collection		x	x	
7	Mobile app on bulky waste for reuse and recycling		x		
8	Operating aid system and waste collection weighing			x	
9	Route optimization for waste collection				
10	Sharing data on waste and resources with the public		x		
11	Smart bins to recycle anytime, anywhere			x	
12	Solar compact waste bins			x	
13	Waste management data center		x		
14	Waste management data warehouse		x		
15	COOMDA – Reducing surplus food waste and food needs		x	x	
16	From door-to-door collection to pay-as-you-throw	x			
17	G'scheit feiern – Reducing waste of events and festivals				x
18	Pay-as-you-throw to reach 80% recycling	x			
19	Pop-up civic amenity sites		x	x	
20	Raising awareness on plastic waste with the CAPS Contest	x	x		
21	Recycleservice 2025 – A reversed waste collection system for residual waste	x	x	x	
22	Reuse Box – New collection scheme for reusable items			x	
23	Second Chance – Reuse on marketplaces			x	
24	Smart collection system to optimise used cooking oil to the biodiesel value chain			x	
25	The Collection – Improving textile waste collection			x	
26	Treatment of biodegradable waste			x	
	sum	4	12	15	1

Figure 7: Peamised digitaliseerimise valdkonnad parimate tavade projektides (allikas: sõelumine WINPOLi projektandmetel, 2019)

On silmatorkav, et kaks loetletud WIPOLI projekti hõlmavad andmete jagamist jäätmeahela sidusrühmadega teabeplatvormi kaudu. Teatud riigid (Kreeka ja Hispaania) on teatanud ka sellistest andmete jagamise ja analüüsi projektidest. See viitab vajadusele ühiste andmekogude järele ja eemaldumisest oma andmebaaside ("andmesilode") loomisest, mis nõuab keerukaid liideseid automaatseks andmevahetuseks.

7.3 WastelQ – juhtumiuuring Norrast

Järgnev juhtumiuuring WastelQ on tähelepanuväärne selle poolest, et see hõlmab terviklikku lähenemist, mis ühendab mitu aspekti: asjade Interneti kasutamine nutikates prügikastides või konteinerites, andmete salvestamine ja analüüs ühisel platvormil (andmete jagamine sidusrühmadega) ja ergutussüsteem, mis hõlmab ka nügimise käitumuslikke ökonoomilisi komponente.

WasteIQ on avatud jäätmekäitlusplatvorm, mis integreerub kaasaegsete digiteeritud jäätmekäitlusseadmetega, et võimaldada kohandatud jäätmete hinnakujundusmudelit. Projekt sai alguse BIR-i (Norra Bergeni olmejäätmete käitlemise organisatsioon) ja digitaalse idufirma WasteIQ koostöös.

Süsteem käitab erinevaid jääkjätmete ja taaskasutatavate jäätmete jaamu Bergenis, mis on varustatud digitaalsete lukkude ja anduritega. Osa sisselaskevad on ühendatud ka maa-aluse vaakumsüsteemiga, mis viib jäätmed automaatselt kesksesse kogumisterninali.

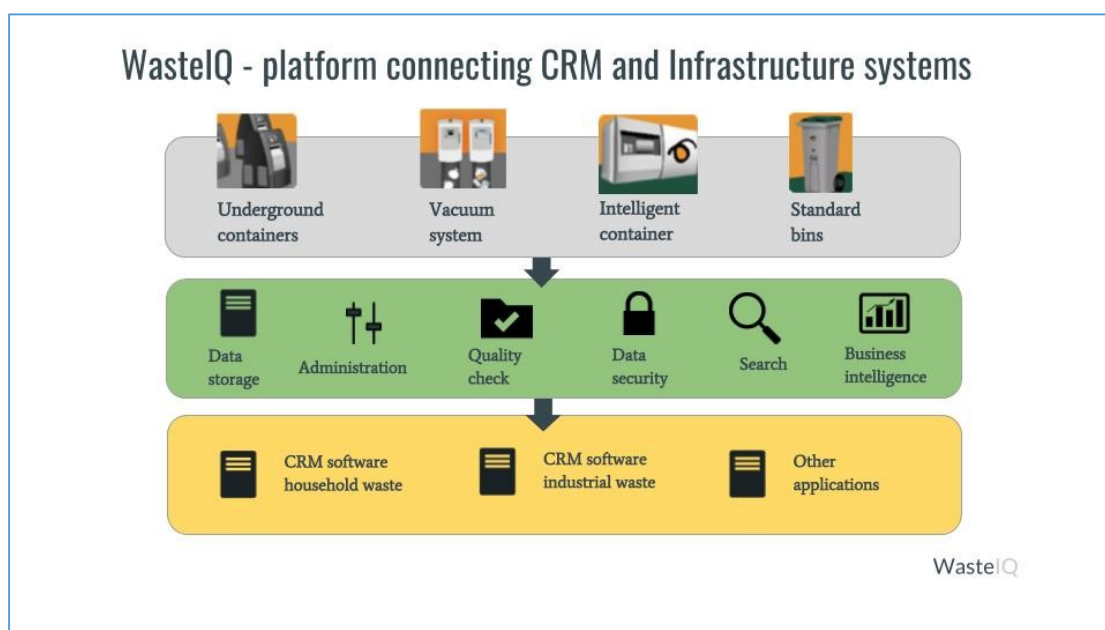


Figure 8: WasteIQ – andmeplatvorm (allikas: <https://www.iswa.org/home/news/news-detail/article/quest-blog-the-4th-industrial-revolution-in-practice-wasteiq-the-open-waste-management-platf/109/>)

WasteIQ on välja töötanud süsteemi, mis kogub andmeid, rikastab neid ja jagab andmeid erinevatele osalejatele ja tehnilistele süsteemidele. IT-süsteem koondab andmed üksikute majapidamiste ja ettevõtete kasutusmahtude kohta. Samuti annab see ülevaate konteinerite jäätmetasemetest ja annab märku, millal need tuleks tühendada. Lisaks on jäätmekäitlussüsteem võimeline kaaluma ja arvutama iga kodaniku jäätmetarbimist ning kasutab saadud andmeid individuaalse maksesüsteemi võimaldamiseks, et motiveerida isiklike jäätmetasemeid vähendama. Prügikastides on tasuta sorteerimiskastid plasti ja papi jaoks. See sunnib Bergeni kodanikke oma jäätmeid korralikult sorteerima. Nutikate konteinerite, andmete kogumise ja uute majanduslike stiimulite kombinatsioon on seni vähendanud üldjäätmete taset 10% ja tõstnud plasti kogumise taset 29%.

8 Valmisolek Blockchaini rakendusteks jäätmekäitluses

Riigiuuringute tulemused ja võrdlus teiste uuringutega näitavad, et olmejäätmete sektoris on digitaliseerimisprotsess alles algusjärgus. Või siis, kui EIONETi raporti autorid (Berg & Sebestyén, 2020) seda diplomaatilisemalt väljendavad: see näitab, et jäätmekäitlussektor on selle arengu algaasis. Selle digitaalse ümberkujundamise võimalused ja mõju on endiselt esile kerkimas ja neid saab veel kujundada.

Erinevates riikides on suur hulk uuenduslikke projekte kasutajatega suhtlemise, stiimulisüsteemide ja eelkõige asjade interneti kasutamise valdkondades jäätmete kogumisel, kuid nende projektide igakülgset propageerimist riikides ei toimu. riiklike rahaliste toetusprogrammide kaudu ega oskusteabe sihipärase edasiandmise kaudu. Praegu on teabe edastajad ja innovatsioonikeskused vaid munitsipaal- või erasektori jäätmekäitlusettevõtete ühendused.

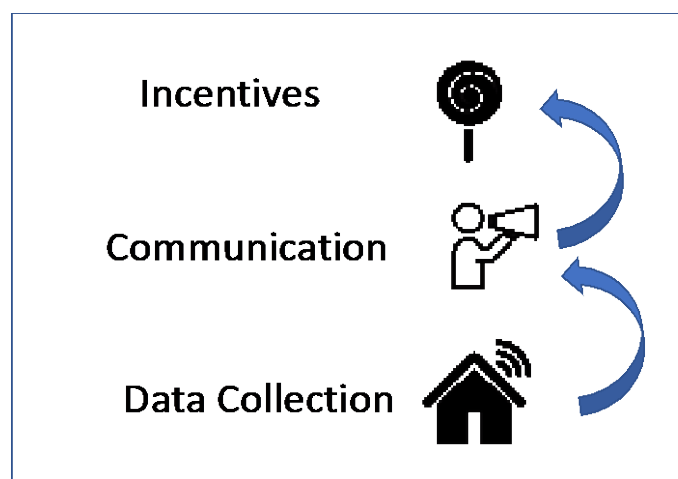


Figure 9: Sidususe puudumine digitaalsetes jäätmekäitlusprojektides

Kui keskenduda ainult projektides kasutatavatele IT-tööriistadele, siis tundub, et kõik on paigas: nutitelefonirakenduste kaudu suhtlemine kasutajatega, stiimulstruktuurid ja hulgaliselt andmeid asjade Interneti kasutamise kohta nutikates prügikastides ja veoautodes. Kuid enamik projekte on isoleeritud lähenemisviisid vahendite rakendamiseks kas suhtlemiseks või andmete kogumiseks või stiimulstruktuuride loomiseks. Puudu on nende tööriistade vaheline seos: kasutajaandmete abil saaks luua kasutajaprofiile ja luua kasutajatega profiilipõhist suhtlust, mis hõlmab ka sobivate stiimulite valikut. Käitumismuutuste osas kehtestatud stiimulite tõhusust saab vastutasuks mõõta leibkonna jäätmeandmetega. Lõppkokkuvõttes on tegemist sidusa lähenemisega planeerimisele IT kasutamisel, mis seab järjekindlalt prioriteediks probleemi lahendamise (märksõna “disainmõtlemine”).

Lisaks ei ole enamik esitatud projekte oma olemuselt koostöötä, mis puudutab andmete jagamist suure hulga sidusrühmadega ja kaasatud partnerite vahelise sünergia tekitamist. Kuid ringmajanduse edu saavutamiseks on vaja koostööd sidusrühmade vahel, olgu selleks tootjad, tarbijad, supermarketid, omavalitsused või promootorid, kes peavad oma koostöös andmeid jagama.

Täpselt seda rõhutab PwC (2016) kirjutades:

"Koostöetehnoloogia, nagu Blockchain, lubab parandada ettevõtete vahelisi äriprotsesse, vähendades radikaalselt "usalduskulusid". Sel põhjusel võib see pakkuda iga kulutatud investeeringu dollari pealt oluliselt suuremat tulu kui traditsioonilised siseinvesteeringud.

Mis on siis saak? Te ei saa ise tagasi saada; peate olema valmis ja suutma teha koostööd klientide, tarnijate ja konkurentidega viisil, mida te pole kunagi varem teinud.

Seetõttu koosneb Blockchaini projekti arendamine ja juurutamine suures osas muudatuste juhtimise ja protsesside juhtimise tööst. Vastupidiselt ootustele on tehnilise Blockchaini lahenduse valikul allutatud roll. Intensiivne suhtlemine, üksteise huvide mõistmine, huvigruppide ja üksikisikute kaasa võtmine ja veenmine, Plokiahela tehniliste võimaluste lihtsate sõnadega selgitamine – need on eduka projekti komponendid ja projektimeeskonna liikmete valik. (Lenz, 2019, lk 46)

Olmejäätmete käitlemises kirjeldatud digitaliseerimisprojektid on väga palju ajendatud uue tehnoloogia kasutamisest. Telemaatika ja asjade Interneti paigaldamine jäätmeautodele on tüüpilised mehaanikainseneride tööülesanded. Nende ülesannete täitmine on organisatsioonis logistiliste protsesside sujuvaks kulgemiseks ülimalt oluline. Kuid plokiahela eesmärk on luua ahela sidusrühmade vahel mõlemale poolele kasulik olukord, nii et kõik kaasatud partnerid saavad koostööst kasu.

Vastates küsimustele olmejäätmete käitlemise valmisoleku kohta plokiahelaks mõistame, et tehniliste probleemide lahendused on mõnikord lihtsamad ja kiiremad kui terve organisatsioonimudeli muutmine eesmärgiga teha tihedat koostööd partnerite võrgustikus. Et lõpuks vastata küsimusele valmisoleku kohta plokiahela tehnoloogia rakendamiseks, võib nentida, et jah, puhttehnilisest aspektist vaadatuna on enamik olmejäätmete käitlusettevõteteid asjaga kursis ja kasutavad IoT-d laialdaselt. Puudu on selge andmestrateegia, mis hõlmab analüüsi ja andmete jagamist erinevate sidusrühmadega. Tegemist ei ole aga tehniliste probleemidega, vaid olmejäätmete käitlusettevõtete organisatsioonilise arengu probleemidega.

9 Viited

- ASA et al. (2020). *Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2020*, . Välja otsitud saidilt https://statusbericht-kreislaufwirtschaft.de/wp-content/uploads/2020/11/2020_Statusbericht_mobil.pdf
- Berg, H. ja Sebestyén, J. (2020). Phillip Bendix (Wuppertali Instituut), Kévin Le Blevenec (VITO), Karl Vrancken (VITO).
- BiPRO. (2014). *Detailne hindamisaruanne Eesti jäätmekava hindamiseks – riiklik, Lõplik projekt* . Välja otsitud aadressilt
- EÜ. (2014). *Riiklik teabeleht - Eesti. ELi 28 pealinna liigiti kogumise skeemide hindamine* . Välja otsitud saidilt <https://www.municipalwasteeurope.eu/sites/default/files/EE%20National%20factsheet.pdf>
- ÖKO-innovatsiooni vaatluskeskus. (2019). *ÖKO Innovatsioon Saksamaal* . Välja otsitud saidilt https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/default/files/field/field-country-files/eio_country_profile_2018-2019_germany.pdf
- Eesti Keskkonnaministeerium. (2012). *Eesti KKM avaldus Eesti teabelehe kohta* .
- Eesti Keskkonnaministeerium. (2014). *Riiklik jäätmekava 2014-2020/ Riiklik Jäätmekava* . Välja otsitud [aadressilt https://www.envir.ee/sites/default/files/riigi_jaatmekava_2014-2020.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/riigi_jaatmekava_2014-2020.pdf)
- Euroopa Keskkonnaagentuur. (2016). *Saksamaa: Olmejäätmete käitlemine* . Välja otsitud saidilt https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/other-products/docs/germany_msw_2016.pdf
- EUWID. (2020). *Kommunen und Remondis dominieren Abfallsammlung in Deutschland. Recycling und Entsorgung* . Välja otsitud saidilt <https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/kommunen-und-remondis-dominieren-abfallsammlung-in-deutschland.html>
- Lenz, R. (2019). *Jaotatud pearaamatute haldamine: plokiahel ja kaugemale. Saadaval numbril SSRN 3360655* .
- Life + Environment Policy and Governance. (2011). *Pay As You Throw süsteemide arendamine Hellases, Eestis ja Küprosel* . Välja otsitud saidilt http://payt.gr/images/stories/pdf/Laymans_EN.pdf
- OSKA. (2019). *Tulevikuvaade tööjõu- ja oskuste vajadused: vee- ja jäätmemajanduse ning keskkond. Tööjõuvajaduse seire- ja prognoosisüsteem* . Välja otsitud Tallinnast, 190 lk
- PwC. (2016). *Q&A: Mis on plokiahel?* Välja otsitud saidilt <https://www.pwc.com/gr/en/publications/assets/qa-what-is-blockchain.pdf>
- Sahin, I. (2006). Üksikasjalik ülevaade Rogersi uuendusteooria levikust ja Rogersi teorial põhinevatest haridustehnoloogiaga seotud uuringutest. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 5 (2), 14-23.
- Tallinna Keskkonnaagentuur. (2014). *Tallinna olmejäätmete taaskasutussüsteemi täiustamine parimate praktikate näidete põhjal. Aruanne*. Välja otsitud aadressilt
- Verband Kommunaler Unternehmen eV (2019). *Abfallwirtschaft Digital, Beispiele aus der kommunalen Praxis* . Välja otsitud saidilt

https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Publikationen/2020/VKU_Broschuere_Digitalisierung_Abfallwirtschaft_ES.pdf

Vitoraki, M. (2019). Pay-as-you-visit skeemide rakendamine Kreekas: peamised eelised ja tulevikupotentsiaal.

WINPOL. (2019). *Head tavade juhend*

Innovatsiooni edendamine jäätmeäitluse parandamiseks kohalikul tasandil, . Välja otsitud saidilt www.interregeurope.eu/winpol/good-practices