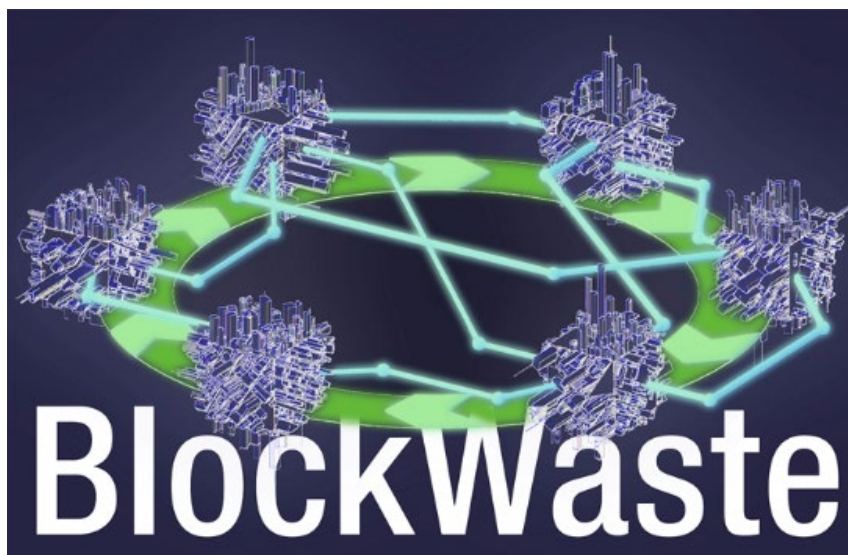


O1.A2.1 Stand van de digitalisering in het Europese gemeentelijke afvalbeheer: *Vergelijkende studie - vijf EU-lidstaten: Estland, Duitsland, Griekenland, Nederland en Spanje.*



Disclaimer

Dit project is gefinancierd met steun van de Europese Commissie. Deze publicatie geeft uitsluitend de mening van de auteurs weer en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.



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

Output factsheet:

Financieringsprogramma	Erasmus+ programma van de Europese Unie
Financiering NA	EL01 Stichting Griekse Staatsbeurs (IKY)
Volledige titel van het project	Innovatieve opleiding op basis van Blockchain-technologie toegepast op afvalbeheer - BLOCKWASTE
Veld	KA2 - Samenwerking voor innovatie en uitwisseling van goede praktijken KA203 - Strategische partnerschappen voor het hoger onderwijs
Projectnummer	2020-1-EL01-KA203-079154
Duur van het project	24 maanden
Startdatum project	01-10-2020
Einddatum van het project:	30-09-2022

Uitvoergegevens:

Titel van de output: O1: Leermateriaal voor interdisciplinair Blockchain-MSW

Taakomschrijving: O1/A2 - Vergelijkende studie van op afvalbeheer toegepaste informatietechnologieën op internationaal niveau

Subtaak: O1/A2.1 - Stand van de digitalisering in het Europese gemeentelijke afvalbeheer: Vergelijkende studie - vijf EU-lidstaten: Estland, Duitsland, Griekenland, Nederland en Spanje.

Outputleider: NTUA

Task leader: FH-Bielefeld

Auteur(s): Rainer Lenz, Bielefeld UAS, rlenz@fh-bielefeld.de, Duitsland

Christa Barkel, Saxion UAS, c.barkel@saxion.nl, Nederland

Maria Menegaki, Nationale Technische Universiteit van Athene, menegaki@metal.ntua.gr, Griekenland.

Marija Klõga, Technische Universiteit Tallinn, marija.kloga@taltech.ee, Estland

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

Gerecenseerd door: Paraskevas Tsangaratos, Nationale Technische Universiteit van Athene, ptsag@metal.ntua.gr, Griekenland, Ermo Täks, Tallinn University of Technology, ermo.taks@taltech.ee, Estonia

Documentcontrole

Versie van het document	Versie	Amendement
V0.1	30/04/2021	Definitieve versie – 30/06/2021



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



Inhoud

Samenvatting	iii
1 Inleiding.....	1
1.1 Korte projectbeschrijving.....	1
1.2 Doelstellingen en methodologische aanpak.....	1
2 Estland: Stand van de digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer	3
2.1 Organisatie van het beheer van stedelijk afval in Estland.....	3
2.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval	4
2.3 Eindbeoordeling	6
3 Duitsland: Stand van de digitalisering in gemeentelijk afvalbeheer	7
3.1 Organisatie van het beheer van stedelijk afval in Duitsland	7
3.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval	9
3.3 Eindbeoordeling	11
4 Griekenland: Stand van de digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer.....	12
4.1 Organisatie van het beheer van stedelijk afval in Griekenland.....	12
4.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval	13
4.3 Voorbeeld van een beste praktijk "Recycling van verpakkingen belonen".	16
4.4 Eindbeoordeling	16
5 Nederland: Stand van zaken digitalisering gemeentelijk afvalbeheer	17
5.1 Organisatie van het Nederlandse gemeentelijk afvalbeheer.....	17
5.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval	18
5.3 Voorbeelden van beste praktijken.....	19
5.4 Eindoordeel	20
6 Spanje: Stand van de digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer	21
6.1 Organisatie van het beheer van stedelijk afval in Spanje	21
6.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval	21
6.3 Voorbeelden van beste praktijken.....	23
6.4 Eindoordeel	23
7 Benchmarking van de bevindingen met andere studies.....	24
7.1 EIONET-verslag "Digitaal afvalbeheer	24
7.2 WINPOL-project "Intelligente systemen en beleid voor afvalbeheer".....	26
7.3 WasteIQ - een casestudy uit Noorwegen	27
8 Bereidheid voor Blockchaintoepassingen in afvalbeheer.....	29
9 Referenties	31

Lijst van figuren

Figuur 1: Schematische structuur van de studie (bron: de auteurs)	2
Figuur 2: Informatieasymmetrie tussen gebruikers en gemeentelijk afvalbeheer (bron: de auteurs)	8
Figuur 3: Marktaandeel van de inzameling van vast afval - Duitsland 2020 (bron: EUWID, 2020)	9
Figuur 4: Digitale projecten in het Duitse gemeentelijke afvalbeheer (bron: de auteurs op basis van gegevens uit Digital project mapping van de Duitse Vereniging van lokale nutsbedrijven van gemeenten (VKU) en Verband Kommunalen Unternehmen e.V. (2019)- voor gedetailleerde statistieken zie bijlage)	10
Figuur 5: Belangrijkste gebieden van digitalisering in gemeentelijk afvalbeheer (bron: Berg en Sebestyén, 2020, p. 23)	24
Figuur 6: IoT-oplossingen geïntegreerd in de vuilniswagen (bron: Berg en Sebestyén, 2020, p. 22)	25
Figuur 7: Belangrijkste digitaliseringsgebieden in best practice projecten (bron: screening op basis van projectgegevens van WINPOL, 2019)	26
Figuur 8: WasteIQ - dataplatform (bron: https://www.iswa.org/home/news/news-detail/article/guest-blog-the-4th-industrial-revolution-in-practice-wasteiq-the-open-waste-management-platf/109/)	27
Figuur 9: Gebrek aan samenhang in projecten voor digitaal afvalbeheer	29

Lijst van afkortingen

Afkorting	Definitie

Samenvatting

Uit de resultaten van de landenstudies en de vergelijking met andere studies blijkt dat het digitaliseringsproces in de gemeentelijke afvalsector nog in de kinderschoenen staat. Er bestaan in de verschillende landen een groot aantal innovatieve projecten op het gebied van communicatie met de gebruikers, stimuleringsystemen en met name het gebruik van het ivd bij de afvalinzameling, maar deze projecten worden in de landen niet uitgebreid bevorderd, noch door financiële steunprogramma's van de overheid, noch door een gerichte overdracht van knowhow. Voorlopig zijn het alleen de verenigingen van gemeentelijke openbare of particuliere afvalverwerkingsbedrijven die als informatieverspreiders en innovatiecentra fungeren.

De beschreven digitaliseringsprojecten in het gemeentelijk afvalbeheer worden sterk gedreven door het gebruik van nieuwe technologie. De installatie van telematica en IoT op vuilniswagens zijn typische taken van werktuigbouwkundigen. Het volbrengen van deze taken is van het grootste belang voor het goed verlopen van logistieke processen binnen een organisatie. Maar blockchain gaat over het creëren van een win-win situatie tussen stakeholders van een keten zodat elk van de betrokken partners uiteindelijk profiteert van de samenwerking.

Om tot slot de vraag over de gereedheid voor de toepassing van blockchaintechnologie te beantwoorden, kan worden gesteld dat, puur technisch gezien, de meeste gemeentelijke afvalbedrijven up-to-date zijn en het IoT uitgebreid gebruiken. Wat ontbreekt is een duidelijke datastrategie die de analyse en het delen van gegevens met diverse belanghebbenden omvat. Dit zijn echter geen technische problemen, maar problemen van de organisatorische ontwikkeling van gemeentelijke afvalbedrijven.

1 Inleiding

1.1 Korte projectbeschrijving

Deze vergelijkende studie maakt deel uit van het BlockWASTE-project, een door de EU gefinancierd Erasmus Plus-project. Het project beoogt de interoperabiliteit tussen afvalbeheer en blockchaintechnologie aan te pakken en de juiste behandeling ervan te bevorderen door educatieve opleidingen, zodat de verzamelde gegevens worden gedeeld in een veilige omgeving, waar geen ruimte is voor onzekerheid en wantrouwen tussen alle partijen die betrokken zijn bij afvalketens of -cycli.

Hiertoe zijn de doelstellingen van het BlockWASTE-project de volgende:

- Onderzoek doen naar vast afval dat in steden wordt geproduceerd en hoe het wordt beheerd, zodat een informatiebasis van goede praktijken kan worden gecreëerd die helpt om afval opnieuw in de waardeketen op te nemen, waarbij het idee van intelligente circulaire steden wordt bevordert.
- De voordelen van de Blockchain-technologie binnen het gemeentelijke afvalbeheer (MSW) in kaart brengen.
- Een studieplan opstellen dat de opleiding van docenten en professionals van organisaties en bedrijven uit de sector ondersteunt, in de overlapping van de domeinen Afvalbeheer, Circulaire Economie en Blockchaintechnologie.
- Het ontwikkelen van een interactieve tool op basis van Blockchain-technologie, waarmee het beheer van gegevens verkregen uit stedelijk afval in de praktijk kan worden gebracht, zodat de manier waarop de gegevens in de Blockchain worden geïmplementeerd wordt gevisualiseerd en gebruikers verschillende vormen van beheer kunnen evalueren.

Nadere informatie is beschikbaar op de website van het BlockWASTE-project <https://blockwasteproject.eu>.

1.2 Doelstellingen en methodologische aanpak

Het doel van deze vergelijkende studie is de status quo bij de digitalisering van het gemeentelijk afvalbeheer in de EU-landen te documenteren, om uiteindelijk te onderzoeken op welke gebieden de implementatie van blockchainoplossingen zinvol is.

Blockchain is slechts een databaseoplossing die het mogelijk maakt transacties binnen een afvalketen te traceren en te volgen, digitale activa van peer tot peer over te dragen en slimme contracten te gebruiken voor het automatiseren van processen. Maar voor een databasetoepassing als de blockchain is de doorslag natuurlijk de automatische verzameling van gegevens via Internet-of-Things apparaten zoals sensoren en camera's, en de analyse van de gegevens via AI-toepassingen. Uiteindelijk gaat deze vergelijkende studie ook over de vraag naar de digitale gereedheid van gemeentelijke afvalbeheerders wat betreft het gebruik van blockchainoplossingen.

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: Schematische structuur van de studie (bron: de auteurs)

Zoals blijkt uit figuur 1 is deze vergelijkende studie gebaseerd op de beschrijving van de status quo van digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer in de vijf landen van de projectpartners: Estland, Duitsland, Griekenland, Nederland en Spanje. De gebruikte IT-oplossingen zijn uiteraard afhankelijk van de organisatie en de processen van gemeentelijk afvalbeheer in elk land. Daarom wordt de feitelijke beschrijving van het gebruik van IT in de gemeenten voorafgegaan door een hoofdstuk over de organisatie van het gemeentelijk afvalbeheer in het desbetreffende land. Daarnaast worden voorbeelden van beste praktijken van elk land kort beschreven, indien beschikbaar.

Het is duidelijk dat een vergelijkend overzicht van slechts vijf van de 27 EU-lidstaten van beperkte betekenis is. Om deze beperking te ondervangen worden de resultaten van de analyse vergeleken met de resultaten van andere studies over dit onderwerp. De gegevens en het aantal studies over dit onderwerp zijn echter beperkt.

2 Estland: Stand van de digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer

2.1 Organisatie van het beheer van stedelijk afval in Estland

In Estland valt het afvalbeheer onder de verantwoordelijkheid van de lokale overheden die de afvalinzameling en de scheidingsinstallaties organiseren. Lokale overheden hebben afzonderlijke afvalbeheersplannen, die regiospecifiek zijn en rekening houden met de bevolkingsdichtheid en de lokale capaciteit. De lokale afvalbeheersplannen worden opgesteld voor bepaalde perioden en zijn afgestemd op de belangrijkste doelstellingen van het nationale afvalbeheerplan 2014-2020 (EC, 2014).

Volgens de afvalwet is een van de belangrijkste verantwoordelijkheden van de lokale autoriteiten op het gebied van afvalbeheer het organiseren van de inzameling van huishoudelijk afval op hun grondgebied. Huishoudelijk / gemeentelijk afval wordt ingezameld en vervoerd door een afvalverwerkingsbedrijf, dat door de gemeente via een openbare aanbesteding is gecontracteerd. Er wordt een contract gesloten voor vijf jaar en het bedrijf heeft een monopolie in een bepaald afvalinzamelingsgebied (afvalinzamelingsgebieden worden gedefinieerd in de afvalwet). Het bedrijf dat het goedkoopste tarief voor afvalinzameling biedt, wint meestal de aanbesteding. De georganiseerde afvalinzameling moet betrekking hebben op (gemengd) huishoudelijk afval dat in het gebied wordt geproduceerd. De lokale overheid kan de georganiseerde inzameling echter ook uitbreiden tot andere soorten afval (Tallinn Environmental Agency, 2014).

Naast de afvalwet zijn de verantwoordelijkheden op het gebied van afvalbeheer ook geregeld in de verpakkingwet, volgens welke de lokale autoriteiten verantwoordelijk zijn voor de organisatie van de inzameling van verpakkingsafval op hun grondgebied. Het belangrijkste doel is dat de lokale overheden de werking van een inzamelingssysteem coördineren (overeenkomsten met terugwinningsorganisaties, presentatie van de vereisten voor het inzamelingssysteem voor verpakkingsafval, bewustmaking en toezicht) (Tallinn Environmental Agency, 2014).

In Estland omvat de meest gebruikelijke manier om verschillende soorten afval in te zamelen brengpunten in de buurt van woonwijken. Daarnaast is er een systeem van uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (EPR) voor de terugbetaling van statiegeld, waarbij de inleverpunten meestal in de buurt van/in plaatselijke kruidenierswinkels zijn gelegen. Huis-aan-huis-inzameling en systemen van gezamenlijke inzameling komen steeds vaker voor, maar variëren naar gelang van het afvalbeheersplan van een lokale overheid; zij zijn een preferentieel afvalinzamelingssysteem voor particuliere woonwijken. Er zijn steeds meer locaties voor de inzameling van verschillende soorten afval (elektronisch afval, tuin-/groenafval, bouwafval en ander afval). De inzamelsystemen verschillen per geografische locatie, afhankelijk van de bevolking en de bevolkingsdichtheid (Ests ministerie van Milieu, 2014, blz. Bijlage 4, blz. 7-22).

De inzameling van verpakkingsafval (dat niet onder het statiegeldsysteem valt) wordt georganiseerd door drie organisaties voor producentenverantwoordelijkheid. Verpakkingsafval wordt meestal rechtstreeks ingezameld bij bedrijven en detailhandelaren. Verpakkingsafval van huishoudens wordt voornamelijk ingezameld via het systeem van inzamelpunten. Daarnaast is er een zeer goed functionerend statiegeldsysteem voor glazen,

plastic en aluminium drankverpakkingen (georganiseerd door een statiegeldorganisatie) (BiPRO, 2014).

De sancties voor niet-naleving zijn laag

Het overheidstoezicht op de naleving van de voorschriften van de Afvalstoffenwet wordt uitgeoefend door de Milieu-inspectie en de lokale overheden of lokale overheidsinstanties. Bij niet-naleving van een voorschrift bedraagt de bovengrens van een dwangsom ingevolge de procedure van de Wet vervangende sancties en dwangsommen 32.000 euro.

De tarieven voor afvalbeheer zijn vast

Er is geen speciaal systeem gevonden dat gemeenten en huishoudens beloont om vast afval in de SVA-sector te voorkomen of te verminderen. De vergoedingen voor de dienstverlening worden vastgesteld in het contract tussen de gemeente en de aannemer, gedifferentieerd naar dienstenpakket, terwijl het minimumpakket verplicht is voor een bepaald type woning, d.w.z. dat elke afvalhouder een pakket moet kiezen. Het doel van de door de gemeente georganiseerde inzameling is duidelijk om zoveel mogelijk afvalbezitters bij de inzameling te betrekken. Gezien het opmerkelijk lage niveau van de servicekosten lijkt het resultaat geslaagd. In verschillende gebieden betalen de huishoudens ongeveer 1 euro per maand, hoewel het gemiddelde 4-6 euro per maand bedraagt. Deze vergoedingen worden rechtstreeks aan particuliere dienstverleners betaald. Voor appartementsgebouwen wordt de dienstvergoeding berekend als een vast bedrag (Ests ministerie van Milieu, 2012).

2.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval

De verkregen resultaten en verklaringen over het gebruik van innovatieve IT-oplossingen bij het beheer van stedelijk afval zijn wellicht onvolledig en segmentarisch. Het was niet mogelijk om van alle gemeentelijke afvalbeheerbedrijven persoonlijke antwoorden te krijgen en de beschikbare openbrongegevens zijn niet volledig. Wat met name ontbrak was:

- informatie over het gebruik van Blockchain voor het volgen van de afvalketen en het verstrekken van betrouwbare informatie
- informatie over het gebruik van tokens of gamification-strategieën

IoT (sensoren, camera's, afvalscanners)

Volgens een schriftelijk antwoord van het Tallinn Wastes Reuse Centre (<https://tjt.ee/>) maken de vuilniswagens die in Estland huishoudelijk afval ophalen, gebruik van GPS en tracking software en zijn zij van het modernste en meest geautomatiseerde type. In Estland worden geen slimme oplossingen voor vuilnisbakken op grote schaal gebruikt, aangezien de hoeveelheid vuilniscontainers en de frequentie van het legen ervan te hoog zijn.

Slimme bakken alleen gebruikt voor industriële klanten

Volgens een interview met de vertegenwoordiger van Ragn-Sells (www.ragnsells.ee) maakt het bedrijf gebruik van sensortechnologieën (RFID-oplossingen), waarbij informatie over het vulniveau van de vuilnisbak in real-time wordt verzameld door sensoren van slimme vuilnisbakken. Deze slimme bakken worden momenteel alleen gebruikt voor zakelijke/industriële klanten, aangezien zij elektrische stroom nodig hebben, die gemakkelijk toegankelijk is in bijvoorbeeld fabrieken. Bovendien gebruiken industriële klanten gewoonlijk grote afvalcontainers waarin het afvalvolume aanzienlijk kan worden verminderd voordat het

daadwerkelijk wordt ingezameld. De in vuilnisbakken geïnstalleerde sensoren worden ook getest in openbare containers voor de inzameling van verpakkingsafval (in ongeveer 40 containers in Tallinn). Voor particuliere klanten zou deze oplossing te duur kunnen zijn.

Voor het toezicht op het door huishoudens geproduceerde afval en voor de beoordeling van de gedragspatronen van particuliere klanten zijn enkele proefprojecten uitgevoerd in ziekenhuizen in Noorwegen en zijn er plannen om deze in de nabije toekomst in Estland uit te voeren.

IoT gebruikt om automatisering en procesefficiëntie te verbeteren

In Estland wordt een zeer geavanceerd logistiek systeem voor vuilniswagens gebruikt, dat kennisgevingen van de noodzaak tot inzameling en informatie over geoptimaliseerde routes voor afvalinzameling verstrekt, zodat de inzamelingstijd en de kosten voor brandstof, vrachtwagenmateriaal en personeel kunnen worden beperkt. Daarnaast wordt een geavanceerd zelfbedieningsplatform gebruikt voor particuliere en zakelijke klanten, waarbij het systeem automatisch berekent welke diensten op het adres van de "dienstontvanger" worden verleend. De meest uitdagende taak voor systeemontwikkelaars is het correct berekenen van de intervallen voor afvalinzameling.

Een nieuwe sorteerlijn wordt getest voor het sorteren van verschillende soorten plastic afval met infraroodspectroscopie (met behulp van machine learning). Het systeem herkent verschillende soorten plastic en scheidt deze met behulp van perslucht.

Volgens een schriftelijk antwoord van het Eliko Competence Centre in Electronics, Info- and Communication Technologies gebruikt het bedrijf Bepco het RFID-systeem (Radio Frequency Identification) om de herbruikbare verpakkingen van zijn afvalbeheersysteem (<http://bepco.ee/rfid-tracking/>) te controleren. Een meer gedetailleerde video is hier te vinden: <https://youtu.be/iEfEQsJJ07Q>.

Smartphone apps voor hulp van burgers bij afvalbeheer zijn:

- Informatieve webpagina (er is ook een app beschikbaar voor smartphones) voor burgers die laat zien waar ze verschillende soorten huishoudelijk afval kunnen inleveren: <https://kuhuviaa.ee/>
- Spel voor burgers over het correct sorteren van verschillende soorten huishoudelijk afval: <https://www.energia.ee/prugimang>
- Voorts wordt gewerkt aan een systeem voor de melding van afgiftetijden op smartphones. Met deze klanten-app zouden burgers afvalophaalstippentijden kunnen verzamelen en plannen.

Verschiedende gegevenssystemen voor specifieke soorten afval

De belangrijkste informatiesystemen die diensten verlenen op het gebied van afvalbeheer in Estland zijn:

- PROTO - Register van problematische producten en afvalstoffen in Estland
- PAKIS - Verpakkingsregister dat gegevens bijhoudt over de verpakking van goederen die op de Estse markt circuleren, geproduceerd verpakkingsafval, hergebruik van verpakkingen, terugwinning van verpakkingsafval, enz.
- OJS - Informatiesysteem voor de behandeling van gevaarlijke afvalstoffen
- JATS - Informatiesysteem voor afvalrapportage

2.3 Eindbeoordeling

Recente technologische ontwikkelingen bieden nieuwe slimme oplossingen in alle stadia van het gemeentelijk afvalbeheer. De toepassing van nieuwe technologieën is echter afhankelijk van vele factoren, gaande van economische mogelijkheden tot de algemene organisatie van het afvalbeheer en de afvalproductiepatronen. Volgens VJK-deskundigen hebben Estse afvalbedrijven de afgelopen jaren geen grootschalige investeringen in technologieontwikkeling gedaan omdat mogelijke ontwikkelingen in het afvalbeheer nogal onduidelijk waren (OSKA, 2019). In Estland zijn tot nu toe geen specifieke publieke financieringsprogramma's (op federaal, regionaal of lokaal overheidsniveau) gevonden voor de ondersteuning van de digitale transformatie van publieke aanbieders van gemeentelijk afvalbeheer.

3 Duitsland: Stand van de digitalisering in gemeentelijk afvalbeheer

Volgens het ECO-Innovation Observatory (2019) is Duitsland een gevestigde koploper op het gebied van afvalbeheer, recycling en milieutechnologieën. De laatste tijd gaat steeds meer aandacht uit naar digitalisering en de mogelijkheden daarvan voor de circulaire economie en de bescherming van milieu en hulpbronnen. Het Duitse ministerie van Milieu heeft in 2020 een 'Digitale Agenda' gelanceerd.

Bovendien heeft Duitsland nog geen specifiek actieplan voor eco-innovatie (Eco-AP) ontwikkeld, maar wel een eco-innovatiebeleid gevoerd. Verschillende strategieën effenen de weg voor eco-innovatie, O&O en onderzoek en investeringen, maar dreigen op een strategisch niveau te blijven zolang ze niet worden geflankeerd door stimulansen en bindende instrumenten die de richting aangeven. Er is net een nieuw O&O-programma gestart met de naam "Grondstoffenefficiënte kringlooeconomie - Bouw- en mineralencycli (ReMin) (2020-2024).

Het [Waarnemingscentrum voor eco-innovatie](#) publiceert de eco-innovatie-index, die de eco-innovatieprestaties van een land weergeeft in vergelijking met het EU-gemiddelde en met de EU-toppers¹.

Uit de puntentelling blijkt dat de algemene prestaties van Duitsland in vergelijking met de 27 landen en het EU-gemiddelde goed zijn. In 2019 staat Duitsland zesde op de Eco-Innovation Index (figuur 1 in de link hierboven). Het heeft drie plaatsen verloren ten opzichte van de index van 2017 en zes plaatsen sinds 2015, toen het de eerste plaats innam, maar het behoort nog steeds tot de eco-leiders.

3.1 Organisatie van het gemeentelijk afvalbeheer in Duitsland

In overeenstemming met de federale structuur van Duitsland worden de verantwoordelijkheden, verantwoordelijkheid en taken inzake afvalbeheer gedeeld tussen de federale regering, de 16 deelstaten en de lokale gemeenschappen en steden. Het nationale ministerie van Milieu bepaalt de prioriteiten, neemt deel aan wetgevingsprocessen op milieugebied op nationaal en Europees niveau en ziet toe op de uitvoering daarvan, formuleert strategieën voor de uitvoering met doelstellingen en stelt eisen aan afvalvoorzieningen. Federale staten en lokale gemeenschappen/steden zijn verantwoordelijk voor de uitvoering van nationale en Europese wetten. Voor de uitvoering neemt elke deelstaat zijn eigen afvalbeheerswet aan met nadere uitvoeringsbepalingen voor gemeenten en steden van de respectieve deelstaat, voor zover de nationale en Europese wetgeving dat toestaat. Aangezien er geen centrale of uniforme afvalbeheerplanning voor heel Duitsland bestaat, zijn er soms zeer uiteenlopende afvalbeheerconcepten en voorschriften van kracht op deelstaat- en gemeentelijk niveau (Europees Milieuagentschap, 2016).

¹ De Ecol-index is een samengestelde index die is gebaseerd op 16 indicatoren die zijn geaggregeerd in vijf componenten: eco-innovatie-inputs, eco-innovatieactiviteiten en eco-innovatie-outputs alsmede milieuresultaten en sociaaleconomische resultaten.

Afvalscheiding en voorlichting aan huishoudens

Het afval van de Duitse huishoudens wordt decentraal ingezameld door een wekelijkse huis-aan-huisdienst. Elk huishouden wordt verzocht zijn afval te scheiden in meestal vier speciale, verschillend gekleurde bakken:

- groene bakken voor bio-afval
- gele bakken voor verpakkingsafval, plastic en metalen
- blauwe bakken voor papier
- zwarte bakken voor restafval
- Grofvuil kan rechtstreeks bij een centraal inzamelpunt van de gemeente worden afgegeven of, in het geval van grotere hoeveelheden, ook door de afvaldienst worden opgehaald.
- Blikjes en andere wegwerp- en hervulbare verpakkingen kunnen, wanneer zij leeg zijn, worden teruggebracht naar supermarkten voor de inning van het statiegeld dat bij de aankoop van deze goederen is betaald. Voor alle drankverpakkingen, met enkele uitzonderingen voor wijn enz., moet statiegeld worden betaald.
- Glasafval zoals lege wijnflessen wordt gedeponeerd bij centrale verzamelcontainers verspreid over de stad.

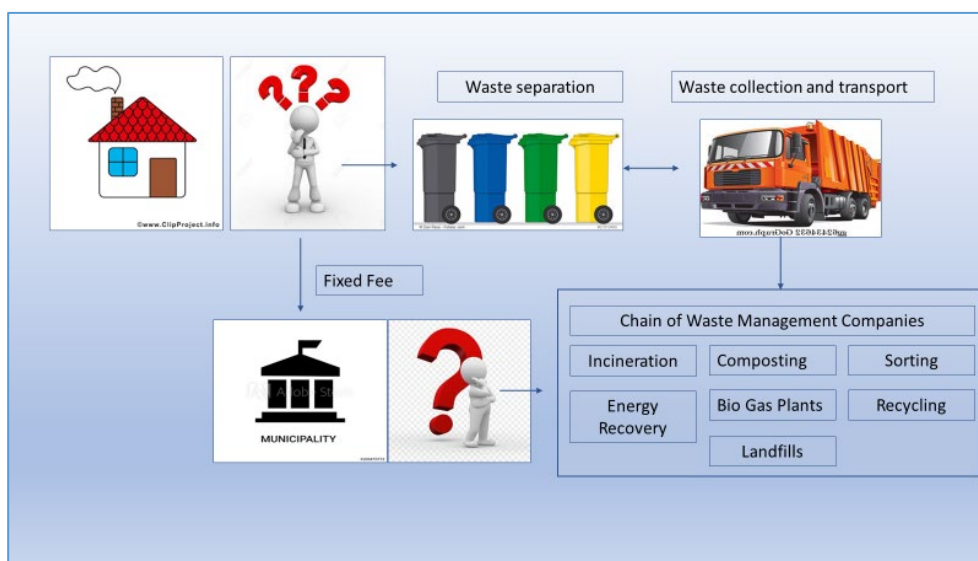


Figure 2: Informatieasymmetrie tussen gebruikers en gemeentelijk afvalbeheer (bron: de auteurs)

Vast bedrag voor het huishouden

Burgers betalen doorgaans een vaste vergoeding aan gemeenten voor het ophalen van huishoudelijk afval. De vergoeding wordt vastgesteld door de plaatselijke autoriteiten. In sommige meer progressieve gemeenten is de afvalbijdrage afhankelijk van het gewicht van het geproduceerde huishoudelijke afval. Dit vereist echter ten eerste dat de vuilnisbak is uitgerust met een RFID-chip, en ten tweede dat de vuilniswagens het gewicht meten met een weegschaal op de vrachtwagen wanneer zij de vuilnisbakken legen.

De inzameling van verpakkingsafval is gratis voor burgers, aangezien de producent van een product verantwoordelijk is voor het product wanneer het afval wordt (zogenaamde "uitgebreide producentenverantwoordelijkheid - ERP"). In tegenstelling tot andere EU-landen geldt het ERP in Duitsland alleen voor huishoudelijk verpakkingsafval, terwijl in de meeste Europese landen ook commercieel en industrieel verpakkingsafval hieronder valt (Europees Milieuagentschap, 2016).

Inzameling en vervoer van huishoudelijk afval

In Duitsland zijn gemeenten op grond van de wet op de circulaire economie verantwoordelijk voor de verwijdering van particulier huishoudelijk afval en met huishoudelijk afval vergelijkbaar bedrijfsafval. De verantwoordelijkheid van de gemeenten omvat de inzameling en het vervoer van afval, maatregelen ter bevordering van afvalpreventie en terugwinning, en de planning, bouw en exploitatie van afvalverwijderingsinstallaties overeenkomstig de nationale en regionale wetgeving. De dienst kan worden verleend door de openbare instanties voor afvalbeheer zelf of in de vorm van een opdracht aan derden door PPS-bedrijven (Publiek-Private Samenwerking) of door particuliere bedrijven voor afvalbeheer na een aanbesteding.

De markt voor afvalinzameling en -transport bestaat voor 52% uit gemeentebedrijven, terwijl particuliere bedrijven een marktaandeel van 41% hebben en er 7% overblijft voor het PPS-segment (ASA et al, 2020).

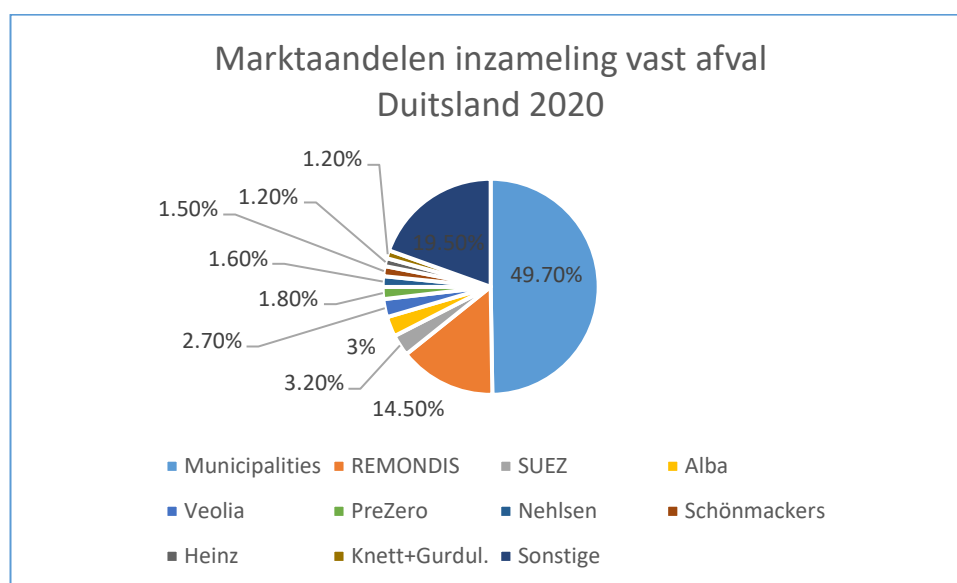


Figure 3: Marktaandelen van de inzameling van vast afval - Duitsland 2020 (bron: EUWID, 2020)

3.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval

Vanwege de gedecentraliseerde organisatiestructuur van het Duitse afvalbeheer zijn er geen centrale statistieken over innovatieve digitale projecten in het gemeentelijke afvalbeheer. Alleen het Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), de Duitse vereniging van plaatselijke nutsbedrijven, brengt [digitale toepassingen](#) van de bij haar aangesloten bedrijven [in kaart](#) en publiceert alle projecten op haar webpagina. Gebruik van het trefwoord "Afvalbeheer" in de zoekfunctie leidt tot 23 voorbeelden van beste praktijken van digitale toepassingen in lokale nutsbedrijven voor afvalbeheer. Daarnaast publiceerde het Verband

Kommunaler Unternehmen e.V. (2019) een studie "[Abfallwirtschaft Digital](#)" (Afalbeheer digitaal) met 18 best-practice voorbeelden van digitaal afvalbeheer. In totaal resulteert dit in 46 digitale projecten in gemeentelijk afvalbeheer in 43 gemeenten. Deze werden gescreend aan de hand van de volgende categorieën:

- Digitale ideeënworkshops
- Object- en beeldherkenning van properheid (data analytics)
- Autonome schoonmaakmachines en -robots
- Slimme bakken uitgerust met sensoren om de vulling te meten
- Afvalrapportage-apps of QR-codes voor burgers
- Telematicsystemen voor communicatie tussen voertuigen en kantoren
- Mobiele prestatiesensoren registreren gegevens voor procesoptimalisatie

Aangezien geen van de vermelde projecten een blockchaintoepassing had, werd blockchain niet als expliciete categorie opgenomen.

De screening leidde tot de volgende resultaten:

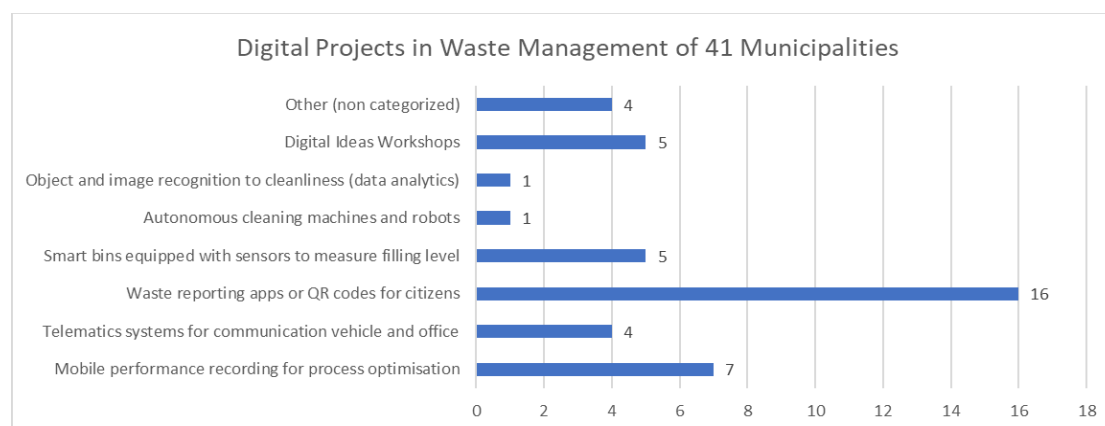


Figure 4: Digitale projecten in het Duitse gemeentelijke afvalbeheer (bron: de auteurs op basis van gegevens uit [Digital project mapping van de Duitse Vereniging van lokale nutsbedrijven van gemeenten](#) (VKU) en Verband Kommunaler Unternehmen e.V. (2019)- voor gedetailleerde statistieken zie bijlage)

De meeste van de digitale projecten zijn afvalmeldingsapps voor burgers om afval in parken te melden of zelfs om fouten te melden bij het ophalen van afval. Uiteindelijk zijn dit de eerste voorzichtige stappen in de richting van communicatie en interactie met de burgers, hoewel zij de bovengenoemde informatie-asymmetrie nog niet overwinnen. De meeste van deze apps zijn niet interactief, maar zijn ontworpen als een communicatief eenrichtingsverkeer. Er is meestal geen op gegevens gebaseerde communicatiestrategie die individueel is afgestemd op het gebruikersprofiel van het desbetreffende huishouden. Een dergelijke strategie zou een volledig nieuw zelfbeeld van gemeenten betekenen als dienstverleners voor huishoudens op het gebied van afvalbeheer.

De digitale projecten, waarbij afvalbakken worden uitgerust met sensoren om de vulniveaus te meten, gaan ook in de richting van het overwinnen van informatieasymmetrie. Sensoren in slimme vuilnisbakken stellen een gemeente in staat vuilnisbakken toe te wijzen aan hun eigenaars en huishoudens te informeren over hun individuele afvalproductie per maand. Door

de tariefstructuren te veranderen van vaste tarieven in een systeem van betaling naar gelang van het gebruik, worden verdere prikkels gegeven om afval te vermijden. Het probleem is hier de gegevensbescherming en het recht op privacy van de burgers. Gegevensbescherming en anonimiteit zouden zeker gemakkelijker te realiseren zijn met een op blockchain gebaseerde oplossing. Om deze belemmeringen te overwinnen moet er in principe vertrouwen worden opgebouwd tussen burgers en gemeenten, wat alleen mogelijk is via innovatieve communicatie- en participatieconcepten.

Telematicasystemen voor real-time communicatie tussen vuilniswagens en gemeentelijke kantoren gaan hand in hand met een mobiele registratie van prestaties die procesoptimalisatie zou voorbereiden. Afvalwagens kunnen tegenwoordig worden uitgerust met alle moderne IoT-oplossingen die een massa real-time gegevens produceren.

3.3 Eindbeoordeling

Tot op heden ontbreken de volgende technologieën in de aanpak van de digitalisering van het gemeentelijk afvalbeheer:

- Big Data-analyse op basis van AI
- Blockchain en tokenization

In wezen lijken de tot dusver gevolgde benaderingen geïsoleerde digitale projecten die nauwelijks zijn geïntegreerd in een coherente digitale transformatiestrategie voor de omvorming van het gemeentelijke afvalbeheer. De benaderingen zijn grotendeels technologiegedreven en richten zich niet op burgers en afvalpreventie als topprioriteit. Technologie alleen kan dit sowieso niet bewerkstelligen. Dit vereist een fundamentele transformatie van de organisatie en de missie van de gemeenten: Het doel van alle activiteiten en operaties moet afvalvermijding door huishoudens, dus door burgers, zijn.

4 Griekenland: Stand van de digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer

4.1 Organisatie van gemeentelijk afvalbeheer in Griekenland

De administratieve structuur met betrekking tot het afvalbeheer in Griekenland omvat de volgende belanghebbenden:

- Het ministerie van Milieu en Energie (YPEN) is verantwoordelijk voor de ontwikkeling en uitvoering van het milieubeleid en het afvalbeheer op nationaal niveau.
- Het ministerie van Binnenlandse Zaken (YPES) is verantwoordelijk voor het toezicht op de gedecentraliseerde besturen (DA) en de lokale overheden (regio's en gemeenten).
- Het Hellenic Recycling Agency (HRA) of "Alternative Waste Management" is een particuliere non-profit entiteit van openbaar belang die onder toezicht staat van het YPEN. Het hoofddoel is de ontwikkeling, planning en uitvoering van beleid voor de recycling en terugwinning van afval.
- Solid Waste Management Associations ("FoDSA" in het Grieks) zijn de regionale non-profit entiteiten voor afvalbeheer die de gemeenten in elke regio omvatten en verantwoordelijk zijn voor de ontwikkeling, uitvoering en monitoring van regionale plannen voor afvalbeheer.
- De gemeenten zijn verantwoordelijk voor de ontwikkeling en uitvoering van lokale afvalbeheersplannen (gebaseerd op regionale afvalbeheersplannen).
- regelingen voor uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (EPR) en organisaties voor producentenverantwoordelijkheid (PRO), particuliere organisaties die per sector zijn gegroepeerd en die bestaan uit producenten die in het kader van het EPR-beleid aansprakelijk zijn. Griekenland heeft EPR-systemen (voor VHA) voor batterijen, AEEA en verpakkingen.
 - Een PRO voor de inzameling van batterijen genaamd AFIS S.A.
 - Twee PRO's voor de inzameling van AEEA - ANAKYKLOSI S.A. en FOTOKYKLOSI S.A.
 - Vier PRO's voor de verpakking:
 - ✓ de Hellenic Recovery Recycling Corporation (HERRCO), dat het meest uitgebreide systeem is en beschikt over een uitgebreid netwerk van "blauwe bakken" voor verpakkingsafval en een tweede netwerk van "blauwe bellen" voor de gescheiden inzameling van glas.
 - ✓ Het Centrum voor Alternatief Milieubeheer S.A. ("KEPED" S.A., in het Grieks) is een PRO, dat een landelijke inzameling van het verpakkingsafval van smeerolie bevordert.
 - ✓ de Rewarding Packaging Recycling, waarbij verpakkingen gescheiden worden ingezameld via 51 "Recycling Houses", verspreid over het hele land in grote stedelijke gebieden (zie het voorbeeld van de beste praktijk hieronder).
 - ✓ AB Vassilopoulos is een supermarktketen met het enige PRO in Griekenland en in Europa dat verpakkingsafval inzamelt en een gescheiden inzameling van materialen aanbiedt in geïntegreerde recyclingsystemen van verpakkingsafval (papier, plastic, metaal en glas). Het systeem maakt gebruik van "recyclagecentra" en

- omgekeerde automaten in supermarkten in het hele land (AB Vasilopoulos S.A., 2017). Zij bieden burgers geldelijke stimulansen voor recycling (1 euro voor elke 33 verpakkingen) via retailvouchers.
- ✓ PRO's die een vrijwillige statiegeldregeling aanbieden, worden ook uitgevoerd door de Atheense Brouwerij voor bier- en drankflessen (HRA, 2019); (Atheense Brouwerij, 2020).

4.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval

Tot dusver zijn er in Griekenland nog geen uitgebreide IT-oplossingen voor SVA geïmplementeerd. Bepaalde gemeenten zijn begonnen met lokale acties en er zijn enkele nieuwe pogingen aangekondigd, hoofdzakelijk via proefprojecten.

Omslagstelsel - proefapplicatie

De gemeente Elefsina, in de regio Attica, heeft een pay-as-you-throw (PAYT) systeem ingevoerd in een proefapplicatie in het kader van het LIFE Environment programma (Life + Environment Policy and Governance, 2011). De resultaten zijn slechts matig succesvol. Volgens Vitoraki (2019) is de recyclinginfrastructuur en het gemak voor burgers niet goed ontworpen. Er zijn verbeteringen in het inzamelsysteem nodig om recycling voor burgers gemakkelijker te maken. Huis-aan-huis inzameling is een optie die moet worden onderzocht voor bepaalde of alle gemeentedistricten.

Diverse Smart Bin-projecten

De regio Chania, Kreta, was betrokken bij een LIFE-programma-project getiteld: "Duurzaam afvalbeheer met behulp van ICT-instrumenten-LIFE EWAS" met als doel de afvalinzameling te optimaliseren wat betreft inzaelfrequentie en routeplanning. De sensoren verstuurd via GPRS gegevens over de vulniveaus van elke container.

De gemeenten Metsovo en Ziros in Hepirus waren betrokken bij het project INTERNET VAN BINNEN dat medegefinancierd wordt in het kader van het Interreg IPA CBC-programma "Griekenland - Albanië 2014 - 2020". Het innovatieve project bevat drie elementen:

- Geïntegreerde "slimme" oplossing voor afvalbeheer/capaciteitsverbetering: Installatie van Smart Waste Management en Telematic Monitoring Equipment (Bin monitoring system-ultrasone vulsensoren en softwaretoepassing, benodigdheden voor afvalbeheer).
- Vermindering van visuele verstoring: Installatie van ondergrondse afvalverzamelingsystemen op kritieke punten en
- Milieuvriendelijke aanpak van het afvalbeheer: levering en distributie van compostbakken (voor huishoudelijk afval), bewustmakingscampagnes, plannen voor optimalisering en monitoring van het afvalbeheer (plan voor gegevensanalyse en -beheer), mobiele en webtoepassingen voor thematische informatie.

ivd op vuilniswagens en in bewonerscommunicatie

De gemeente Halandri was betrokken bij het "Waste4Think"-project dat werd gefinancierd door het Horizon 2020-programma van de EU. Het afvalbeheer van de gemeente combineert twee kenmerken:

- Communicatie met de inwoners om hun betrokkenheid te waarborgen (actuele website van de gemeente, gebruik van sociale media, bewustmakingsevenementen voor hergebruik en recycling, ophaalschema voor inwoners).
- IoT in vuilniswagens: GPS en informaticasystemen, in voertuigen voor de inzameling van bioafval en papier/karton.

Gebruik van gegevens over huishoudens en communicatie met de bewoners

De gemeente Vari-Voula-Vouliagmeni heeft de gescheiden inzameling van zes (6) afvalstromen ingevoerd. De gemeente heeft contracten met EPR-systemen (HERRCO) en past verschillende ophaalsystemen toe naar gelang van de kenmerken van de huishoudens, het soort afval en het gebied (huis-aan-huis, stoeprand, gemeenschappelijk, enz.).

De acties van de gemeente op het gebied van afvalbeheer en recycling worden aan de inwoners meegedeeld om hun betrokkenheid te waarborgen, op vele manieren, waaronder gemakkelijk toegankelijke informatie en richtsnoeren voor de inwoners via de website van de gemeente, sociale evenementen of steun aan vrijwillige burger- en milieubeschermingsgroepen.

Burgerprikkel & communicatie in combinatie met slimme bakken

Om de betrokkenheid van de burgers bij de procedure te vergroten, geeft de gemeente Voula-Vari-Vouliagmeni als stimulans getrouwheidspunten en kortingen op de toegang tot stranden, op kinderdagverblijven enz. De gemeente heeft "SMART" oplossingen voor afvalbeheer ingevoerd, waaronder telematica voor het optimaliseren van de ophaalroutes en "SMART" vuilnisbakken met sensoren die de vulgraad en de locatie van de bakken aangeven.

De gemeente Vrilissia voert een gescheiden inzameling van twaalf (12) afvalstromen in. Voortdurende en innovatieve communicatie en verspreiding van het afvalbeheer en de recycling van de gemeente zijn bedoeld om de betrokkenheid van de inwoners te waarborgen, waarbij de inspanningen onder meer bestaan uit:

- een onlineplatform voor bewustmaking, voorlichting en educatie van de bewoners over compostering, correcte gescheiden inzameling van organisch afval, enz;
- gemakkelijk toegankelijke informatie en richtsnoeren voor inwoners via de actuele website van de gemeente, sociale evenementen, workshops;
- het gebruik van het intergemeentelijke recyclingbeloningsplatform "Follow green" ter bevordering van recycling door het opleiden en voorlichten van bewoners via spelletjes, artikelen over recycling, enz. en het scoren van punten die bij lokale bedrijven kunnen worden ingewisseld;

Gegevensverzamelingsplatform voor toezicht op afvalstromen en PAYT-vergoedingsregeling

Heraklion (GR) en de regio Kreta waren betrokken bij het door Interreg Europe 2014-2020 gefinancierde project "WIN - POL" (Waste Management Intelligent Systems and Policies, PGI04924). Het project wil het afvalbeheer in Europese steden verbeteren door het gebruik van het ivd en stimuleringsystemen. WINPOL heeft een belangrijke mijlpaal bereikt met de opstelling van zes actieplannen, die elk in een van de zes geselecteerde steden zullen worden uitgevoerd. In het geval van Heraklion zullen de volgende acties worden uitgevoerd en getest:

- een innovatief systeem om gegevens over de inzameling van bioafval te verzamelen

- een platform dat de afvalstromen controleert en de afvalketen op gemeentelijk niveau optimaliseert
- een platform dat het bij de groene punten ingezamelde afval op regionaal niveau controleert en gegevens met de gebruikers deelt
- invoering van PAYT-systemen financieringsmogelijkheden voor gemeenten

De regio Attica heeft een aanbesteding aangekondigd voor de ontwikkeling van een digitaal platform op afstand, dat zal worden gebruikt voor de integratie van beloningsprogramma's die gericht zijn op recyclingbewustzijn - met recyclinghoeken en boven- en ondergrondse vuilnisbaksystemen.

Het platform op afstand zal in één enkel informatiesysteem alle gegevens verzamelen die afkomstig zijn van recyclagehoeken, van burgers, gemeenten en alle andere betrokken belanghebbenden. De informatie zal door het platform worden verwerkt om procedures te formuleren en de resultaten aan de betrokken partijen te presenteren en mee te delen.

De belangrijkste functies van het platform zullen zijn:

- Communicatie met de recyclingcentra die deel uitmaken van het netwerk en meer bepaald met lokale controleorganen of apparatuur (lokale beheerconsoles - KTD).
- Communicatie met burgers en recyclers via de website, apps, enz.
- Voorlichting en bewustmaking van het publiek.
- Het belonen van burgers op basis van het afval dat via de gecontracteerde recyclinghoeken wordt gerecycleerd.
- Registratie van de per recyclinghoek, per gebruiker en per gemeente ingezamelde hoeveelheden afval.
- Waarschuwing "emmer vol" en optimalisatie van de ophaalroutes. Om de ophaalroutes te optimaliseren, zal in elke vuilniswagen een tablet met op maat gemaakte software worden geplaatst. De software zal gegevens ontvangen over de vulgraad van de bakken, uitgesplitst naar recyclagehoek en materiaalbak. Op basis van deze gegevens, uitgesplitst naar recyclage-instantie en beschikbare vrachtwagen, zal de software dagelijks optimale inzamelroutes configureren en deze doorsturen naar de respectieve inzamelaars of de tablets van de vrachtwagens, afhankelijk van de afspraken met de inzamelaars.

Het platform zal voortdurend bijgewerkte gegevenssets verwerken en zal de mogelijkheid hebben deze te bewerken en te visualiseren, afhankelijk van het geïnteresseerde publiek. Bovendien zal het platform verbinding kunnen maken met andere intelligente sorteersystemen aan de bron van recycleerbare materialen (zoals vaste of mobiele groene plekken) of met andere digitale platforms voor recyclingbeloningen.

Het Hellenic Recycling Agency (HRA/EOAN) heeft, met de technische steun van D-Waste, een nieuw gespecialiseerd platform ontwikkeld onder de naam "GRE-CYCLE", waarmee burgers snel, gemakkelijk en verantwoord kunnen worden geïnformeerd over specifieke recyclingkwesties. Gebruikers kunnen ook, in een kwestie van seconden, foto's en commentaar sturen over specifieke recycling kwesties, met behulp van hun mobiele telefoon. De applicatie is beschikbaar voor iOS en Android en is te downloaden via gratis online winkels. De app is ontwikkeld met behulp van open-source software. Meer bepaald werd voor de visualisatie van de gegevens Google Maps gebruikt in combinatie met open-source CMS.

4.3 Voorbeeld van een beste praktijk "Recycling van verpakkingen belonen".

De bekendste IT-oplossing binnen de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid is van een organisatie voor producentenverantwoordelijkheid genaamd Rewarding Packaging Recycling (RPR), die een netwerk van 51 "Recycling Houses" heeft opgezet in grote stedelijke gebieden in het hele land.

RPR heeft een geïntegreerd systeem van gescheiden inzameling dat gebruik maakt van een netwerk van omgekeerde automaten (RVM), namelijk Rewarding Recycling Centres (RRC's) of "Recycling Houses", die zijn geïnstalleerd in gemakkelijk toegankelijke openbare ruimten. Elk RRC heeft een oppervlakte van ongeveer 11 m² en is ontworpen om verpakkingsafval van hoofdzakelijk vier afvalstromen te ontvangen: plastic, metaal, glas en papier/karton, terwijl er sinds kort in sommige RRC's een extra voorziening is voor verpakkingshout (voornamelijk pallets). RRC houdt het weggegooid materiaal gescheiden en verkleint het (pletten voor glas, persen voor blikjes en persen of versnipperen voor plastic), terwijl het de gebruikers een geldelijke beloning oplevert (1 euro voor elke 33 eenheden), die ofwel als kortingsbon in de samenwerkende supermarkten wordt aangeboden of aan goede doelen kan worden geschonken.

Het PRO houdt toezicht op afvalbeheeractiviteiten zoals inzameling, overbrenging, behandeling, personeel en onderhoud van apparatuur, die door aannemers worden aangeboden. Voorts is het PRO verantwoordelijk voor het rapporteren van de gegevens aan de EOAN (Griekse recyclingorganisatie). De samenwerkende gemeenten zijn verantwoordelijk voor de levering van elektriciteit voor de werking van de apparatuur wanneer deze op openbare plaatsen is geïnstalleerd.

Het PRO behaalde een nieuw Guinness World Record voor de "meeste glazen flessen die in één week worden gerecycled" en het tweede Guinness World Record voor de "meeste plastic flessen die in één week worden gerecycled". Het eerste mobiele "Recycling House" wereldwijd, waarvan de werking is gebaseerd op zonne-energie, werd in 2020 opgericht zodat de dienst kan worden ingezet in de hele Atheense Rivièra.

4.4 Eindbeoordeling

IT-oplossingen zijn in Griekenland gedeeltelijk geïmplementeerd tijdens proefprojecten. De afgelopen twee jaar zijn sommige gemeenten begonnen met het toepassen van slimme technologieën om vooral het inzamelen en scheiden van afval te optimaliseren, maar er moet in de nabije toekomst nog veel gebeuren om de doelstellingen van het herziene NWMP te halen. De lopende onderzoeksprojecten zijn veelbelovend. De resultaten ervan zijn echter nog niet geëvalueerd. Het nieuwe economische instrument, namelijk het omslagstelsel (PAYT), dat volgens het herziene NWMP in de nabije toekomst moet worden ingevoerd, vereist veel technologische veranderingen die regelmatig moeten worden doorgevoerd.

5 Nederland: Stand van de digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer

5.1 Organisatie van het Nederlandse gemeentelijk afvalbeheer

In Nederland wordt afval van huishoudens ingezameld door of namens de gemeenten. Aangezien het afval van winkels en dergelijke vaak tegelijk met het huishoudelijk afval wordt ingezameld, zal een (klein) deel niet van huishoudens afkomstig zijn. Het afval wordt huis-aan-huis ingezameld. Hieronder valt ook (grof) huishoudelijk restafval dat via (ondergrondse) verzamelcontainers wordt ingezameld. Herbruikbaar afval wordt afgegeven bij straatvoorzieningen (zoals glascontainers), gemeentewerven of milieustraten.

Binnen het publieke beleidskader huishoudelijk afval 2025 (VANG-HHA, 2014) heeft de Nederlandse politiek zich gecommitteerd aan de transitie naar een circulaire economie en het zoveel mogelijk sluiten van de grondstof- en materiaalketens. De ambitie is dat in 2020 maximaal 100 kg grof en fijn restafval per inwoner per jaar naar de eindverwerking (verbranding) gaat. In 2025 moet dit verder zijn teruggebracht tot maximaal 30 kg restafval per jaar.

Het uitvoeringsprogramma omvat verschillende actielijnen om te komen tot meer afvalscheiding en minder huishoudelijk afval:

- Ketenpartijen die samenwerken om ketens te sluiten. De ketenaanpak richt zich primair op de producten die deel uitmaken van het huishoudelijk afval in de eindfase. Sommige producten zitten ook in andere afvalstromen (bijvoorbeeld kantoorafval).
- Vermindering van de hoeveelheid materiaal die als restafval van huishoudens de keten verlaat. Vermindering van de hoeveelheid materiaal die als restafval van huishoudens de keten verlaat.
- Vervuilers laten betalen. Bedrijven en burgers krijgen de ruimte en marktfalen wordt aangepakt.
- Het stimuleren en faciliteren van innovatieve bedrijven en organisaties om gezamenlijk een duurzame ambitie te formuleren en concrete stappen te zetten om die ambitie uit te voeren.

Het beginsel dat de vervuiler betaalt is ten uitvoer gelegd met de DIFTAR-tariefregeling die de meeste gemeenten toepassen. DIFTAR is de afkorting van gedifferentieerde tarieven, wat betekent dat huishoudens of rechtspersonen op basis van hoeveelheden verschillende tarieven betalen voor verschillende soorten afval. Hoe meer rest- en ander afval er is dat niet kan worden gerecycleerd, hoe hoger de afvalstoffenheffing zal zijn. Omgekeerd leidt het aanbieden van minder afval tot een lagere variabele afvalstoffenheffing, maar de vaste heffing blijft gelijk.

In 2019 betaalde een Nederlands huishouden gemiddeld 244 euro per jaar voor de afvaldienst van de gemeente. Maar de tarieven verschillen extreem per gemeente. Gemeenten met lage afvalbeheerkosten hebben over het algemeen tariefdifferentiatie op het afvalaanbod (diftar) ingevoerd. In diftar-gemeenten scheiden inwoners hun afval over het algemeen consequenter, waardoor er minder restafval overblijft.

5.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval

In Nederland zijn er verschillende aanbieders die complete afvalbeheeroplossingen aanbieden voor gemeentelijke milieu- en reinigingsdiensten. Deze omvatten geavanceerde technologische oplossingen voor de inzameling van huishoudelijk afval, routeplanning, voertuigtechnologie (wegkant en RFID), zomer- en winterdiensten en klantenondersteuning. De aanbieders hebben hun eigen platforms gebouwd die leveranciersbeheer, bewaking van het serviceniveau, dynamische rapportage en analyse ondersteunen. Hierdoor kunnen gemeenten de beschikbare budgetten zo efficiënt mogelijk gebruiken door routes te optimaliseren, containers te beheren en de inzameling in realtime te visualiseren. Het biedt real-time toegang tot klant- en servicegegevens, zodat vragen direct kunnen worden afgehandeld. Dit minimaliseert (gemiste) ledigingen en verbetert de klantenservice. Het biedt individuele, met een wachtwoord beveiligde toegang tot een omgeving waar configureerbare, klantspecifieke informatie wordt opgeslagen. Dit omvat incassofrequentie, servicegeschiedenis, beschikbare aanvullende diensten, klachten of vragen, wijzigingen of berichten, en indien van toepassing, rekening- en factuurstatus, inclusief afschriften, facturen en online betalingsmogelijkheden.

Mobiele oplossingen en oplossingen voor voertuigen

Voertuigoplossingen kunnen worden afgestemd op de functionele eisen en het budget van elke gemeente. Routegegevens worden uitgelezen van tablets. Rij-instructies en interactie met de administratie worden ondersteund, evenals voertuigtechnologie voor het monitoren van de serviceprestaties, op zichzelf staand of in combinatie met RFID. Een aantal leveranciers levert ook een eigen gecertificeerd weegsysteem voor afvalinzameling dat volledig is geïntegreerd in de back-office oplossing van ERP-systemen. De betaling is gebaseerd op gewicht/frequentie (diftar), of op programma's voor recyclingcontrole.

Blockchain-oplossing voor toezicht op grensoverschrijdend afvalvervoer

Om de toezichtskosten in verband met het Europese afvalvervoer te verminderen, wilde het Nederlandse ministerie blockchaintechnologie combineren met bestaande IT-systemen. Zo kunnen de inspectiediensten een belangrijk deel van hun taken automatiseren. Hierdoor komt kennis en expertise vrij voor andere belangrijke taken die (nog) niet zonder menselijke hulp kunnen worden uitgevoerd. Het proof of concept van de Blockchain-toepassing is bedoeld om aan te tonen dat blockchain-technologie kan worden gebruikt om efficiëntie en transparantie te creëren binnen het grensoverschrijdende afvaltransportproces in de EU. Daarnaast is het bedoeld om de toezichtskosten met betrekking tot Europees afvaltransport te verminderen. De Blockchain-attributen zijn:

- Vergunningsaanvragen worden gecontroleerd, geverifieerd en aanvaard door een deskundige machine met kunstmatige intelligentie.
- Via Internet of Things apparaten verbonden weegschalen communiceren het gewicht naar het proces en de vergunning.
- Vergunningsgegevens worden gedeeld met alle belanghebbenden en bepalen de volgende taken in het proces op de blockchain.

5.3 Voorbeelden van beste praktijken

OpenWaste - één inzamelplatform voor PRO's

Door de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid op de bedrijfsafvalmarkt rijden verschillende afvalinzamelaars (producentenverantwoordelijke organisaties) in stadscentra dezelfde route om hun eigen klanten te bedienen. Vaak rijden zij ook achter elkaar in verband met venstertijden. Door de inzameling van bedrijfsafval door verschillende inzamelaars te bundelen en met een neutrale vuilniswagen op te halen, kan het aantal transportbewegingen in moeilijke binnensteden met meer dan 60 procent worden verminderd zonder dat de eindklant daar iets van merkt.

OpenWaste faciliteert centrale registratie voor PRO-deelnemers bij de gezamenlijke inzameling van bedrijfsafval in een binnenstad of bedrijventerrein met één neutraal voertuig (White Label). Dit resulteert in minder verkeer en minder schadelijke uitstoot (CO₂, NO_x en fijnstof).

Gemeente Apeldoorn - Recycleservice 2025

De kernelementen van Recycleservice 2025 zijn: omgekeerde inzameling met hoogwaardige dienstverlening op gescheiden grondstoffen en pay-as-you-throw voor restafval. Omgekeerde inzameling betekent een hoogwaardige service op recyclebare materialen (ophaling langs de stoeprand via rolcontainers) en een lage service op restafval (mensen brengen het naar afgiftepunten). Als mensen kiezen voor een hogere service op fijn restafval (kliko aan huis), kunnen de bakken op afroep worden geleegd, maar betalen zij een hogere afvalbijdrage.

De eerste resultaten na invoering van het nieuwe beleid in slechts de helft van de stad Apeldoorn zijn veelbelovend. Komende van 123kg fijn restafval per inwoner en een scheidingspercentage van 66% in 2017, is het fijn restafval gedaald naar 89kg per inwoner en is het scheidingspercentage gestegen naar 74% (WINPOL, 2019, p. 53).

Gemeente Amsterdam - objectdetectie om afval te herkennen

Vanaf begin 2020 begon een meer toegewijd team (Ontwikkelteam Openbare Ruimte) te werken aan het productief en opgeschaald gebruik van de Objectdetectie-Kit. Dit begon met de inzet van Objectdetectie-Kit in een aanpak om het zwerfafval rond afvalcontainers te verminderen en te voorkomen. In één wijk wordt dagelijks een scan op afval uitgevoerd. Deze wijk heeft 300 locaties met afvalcontainers en het duurt 2 uur om alles te scannen. Dit geeft inzicht in de vervuilde locaties. Op dit moment gebruikt Amsterdam de gegevens van meerdere weken om de meest problematische locaties te bepalen. Op deze locaties worden vervolgens concrete maatregelen genomen zoals een extra campagne of straatcoaches (WINPOL, 2019, p. 20).

Gemeente Amsterdam - afvalgegevens delen met het publiek

Amsterdam heeft een open en real-time dataportaal voor afval. Met elke leverancier is afgesproken dat de verzamelde gegevens openbaar, toegankelijk en begrijpelijk zijn. Belanghebbenden en leveranciers hebben gemakkelijk toegang tot de benodigde gegevens. Amsterdam heeft waardevolle gegevens verkregen voor verschillende werkers in de stad: bv. stadsplanners, wetshandhavers, maatschappelijk werkers. Zij kunnen allemaal de gegevens gebruiken om hun activiteiten te verbeteren. (WINPOL, 2019, p. 29).

5.4 Eindbeoordeling

In Nederland hebben de aandacht voor de circulaire economie en de concrete 100-kilogram-doelstelling voor huishoudelijk restafval in het publieke kader ertoe geleid dat veel gemeenten werken aan plannen voor diftar en/of omgekeerde inzameling. Ook zijn er veel plannen voor na-inzameling. Bijna de helft van de gemeenten heeft al diftar en/of omgekeerd inzamelen ingevoerd en een veertigtal werkt met een combinatie van bron- en nascheiding.

Er zijn ook enkele hobbels en dilemma's te melden. Veel bewoners en bestuurders menen dat bronscheiding niet meer nodig is, wat de plannen in die richting ondermijnt. Maar nascheiding is geen oplossing voor papier, glas en al helemaal niet voor GFT. De organische afvalcomponent wordt bij nascheiding weliswaar voor een klein deel vergist en omgezet in biogas, maar voor het resterende (vervuilde) digestaat is er nog geen circulaire oplossing. Bovendien kan het PMD uit de nascheiding niet gemakkelijk worden gebruikt als een echt hoogwaardige grondstof, met name vanwege de scheidingsproblemen, de vervuiling en de geur die het organische afval veroorzaakt.

Een ander obstakel voor stedelijke circulariteit is de regelgeving en afspraken die gemeenten ervan weerhouden zich bezig te houden met industrieel afval dat op huishoudelijk afval lijkt. Dit leidt tot grote nadelen zoals inefficiënte inzameling, overlast door de vele inzamelvoertuigen en vooral slechte scheiding en recycling van bedrijfsafval. Nederland lijkt in dit opzicht internationaal gezien een negatieve uitzondering te zijn. Hier liggen dus aanzienlijke kansen.

Anderzijds is er veel aandacht voor circulariteit, die hoog op de gemeentelijke agenda staat. Digitale innovaties beperken zich momenteel tot IoT en dataverzameling, voor inzicht, efficiëntere administratieve processen en vooral voor routeoptimalisatie. De inzet van technologie is nog versnipperd en weinig tot niet gericht op het sluiten van de keten.

Blockchaintoepassingen in gemeentelijk afval zijn er nog niet, maar de verwachting is dat met de verdere digitalisering en technologisering van de sector deze toepassingen niet lang meer op zich zullen laten wachten.

6 Spanje: Stand van de digitalisering in het gemeentelijk afvalbeheer

6.1 Organisatie van het beheer van stedelijk afval in Spanje

In Spanje valt het beheer van huishoudelijk stedelijk afval hoofdzakelijk onder de verantwoordelijkheid van de lokale overheden en, in mindere of meerdere mate, van de autonome gemeenschappen. De uitdaging voor de overheden bestaat erin efficiënte beheersmodellen uit te werken die hen in staat stellen te voldoen aan de verplichtingen en wettelijke doelstellingen die voortvloeien uit de talrijke en uiteenlopende communautaire, nationale en autonome communautaire wetgevingen die op dit afval van toepassing zijn.

De controle-, inspectie- en bewakingssystemen zijn de laatste jaren verbeterd, maar zijn nog steeds ontoereikend. Op dit gebied moet worden gewezen op het optreden van de Dienst natuurbescherming (SEPRONA), waarmee de overheden nauw moeten samenwerken.

Op staatsniveau heeft Spanje geen stimuleringsstelsel dat gemeenten en huishoudens beloont voor het voorkomen of verminderen van afvalproductie. De tarieven voor afvalinzameling in Spanje variëren geografisch en liggen tussen 25 en 52 euro per jaar. Rekening houdend met het feit dat het gemiddelde bruto jaarloon in Spanje volgens het INE 24.009,12 € bedraagt, schommelen de uitgaven voor de lokale afvalstoffenheffing tussen 0,10% en 0,22%, wat een lage vergoeding is. Ondanks de lage tarieven nemen de illegale stortplaatsen in het land exponentieel toe.

In het kader van de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid hebben sommige PRO's een statiegeldstelsel voor recyclebaar afval opgezet waarbij burgers worden beloond voor het inleveren van containers na gebruik. In Valencia bestaat de beloning uit het opladen van virtueel saldo of "reciclos" in ruil voor elke gerecycleerde container, hetzij in conventionele gele containers, hetzij in speciale statiegeldmachines die in stations, winkel- en vrijetijdscentra zijn geïnstalleerd. De beloning van "reciclos" is inwisselbaar voor vervoersvouchers, vouchers die in plaatselijke winkels worden uitgegeven of voor het gebruik van elektrische scooters.

6.2 IT-oplossingen voor het beheer van stedelijk afval

Op nationaal, regionaal of lokaal niveau zijn er in Spanje geen openbare financieringsprogramma's om digitalisering van het afvalbeheer te ondersteunen. Steden en gemeenten hebben geprobeerd deel te nemen aan EU-projecten om financiering voor innovatieve oplossingen te krijgen. Voor het overige wordt het innovatieproces gestuurd door de commerciële sector.

IoT - Slimme bakken en vrachtwagens

Veel afvalbeheerders maken gebruik van het ijd voor afvalbeheer. Sommige steden, zoals Sevilla of Barcelona, hebben al gekozen voor de ontwikkeling van dit soort innovatieve oplossingen, waardoor ze aanzienlijke kostenbesparingen realiseren en ook de CO₂-uitstoot en de ongemakken als gevolg van het afvalinzamelingsverkeer of de verstoring van de rust van mensen verminderen.

Het bedrijf Hirisens, een milieubeheerder die gespecialiseerd is in het zoeken naar technologische oplossingen op basis van het internet der dingen, heeft een nieuwe dienst ontwikkeld met de naam Hiriwaste. Deze oplossing is gebaseerd op de plaatsing van een

sensor in afvalcontainers en de daaropvolgende verbinding met zijn IoT-platform, dat in webformaat werkt. Hierdoor kan de status van elke container in realtime worden gevisualiseerd. Het verbetert de efficiëntie van de inzameling, helpt de inzamelroutes te optimaliseren en leidt tot een grotere tevredenheid van de gebruikers. Het systeem kan ook worden aangepast aan andere soorten afval.

Delen van afvalgegevens via platform en instrumenten voor gegevensanalyse

Wat Big Data betreft, heeft Minsait samen met Ecoembes, de entiteit die belast is met het beheer van de terugwinning en recycling van plastic, blikjes en bakstenen, en karton en papier in Spanje, in 2018 een dataplatform gecreëerd dat is ontworpen om belanghebbenden van de afvalketen toegang te geven tot gegevens. Tools voor gegevensanalyse zetten ruwe gegevens om in kennis voor overheidsbeheerders, die ze gebruiken voor een betere planning en besluitvorming bij bijvoorbeeld het opstellen van dynamische ophaalroutes die kunnen worden aangepast aan de toe- of afname van afval per route of per container, afhankelijk van de tijd van het jaar of de demografische samenstelling van het gebied, dankzij de schattingen die op basis van de verzamelde gegevens worden gemaakt.

Proeftoepassingen van Blockchain-technologie

Heura heeft samen met Signeblock de Blockchain-technologie toegepast op de recycling van landbouwafval. Het is een oplossing voor de traceerbaarheid en optimalisatie van het beheer van verpakkingen die in landbouwprocessen worden gebruikt, waardoor de bescherming van het milieu en het genereren van efficiënte modellen voor de circulaire economie worden verbeterd.

Begin 2021 kondigden Ecoembes en Minsait de inzet van een Blockchain-netwerk aan om de transparantie te vergroten en samenwerking in de Circulaire Economie te stimuleren. Dit is een project dat een grote technologische innovatie-uitdaging inhoudt en een opmerkelijke impact zal hebben op de ecologische duurzaamheid. Met dit netwerk van gedistribueerde registers kunnen overheidsdiensten, lokale entiteiten, exploitanten, recyclers en andere organisaties alle gegevens in het systeem veilig delen en controleren en alle transacties in verband met het afvalscheidingsproces versnellen.

Verskillende smart phone apps voor assistentie

Er bestaat een grote verscheidenheid aan mobiele toepassingen die meestal door PRO's worden aangeboden om burgers te helpen bij het recyclen:

- App "Recicla y suma" (Recycle en tel op), die Spanjaarden betaalt voor recycling. Het bedrijf PENSUMO, promotor van innovatieve bedrijfsmodellen ingekaderd in de Circulaire Economie en Top SDG 8 van het Spaanse Global Compact Netwerk, komt met een nieuw eenvoudig maar krachtig voorstel: "U recyclet, wij betalen".
- App "RECICLA" informeert geregistreerde gebruikers over hoe prepaid recycling werkt en naar welk afval er vraag is. Het begint met een miljoen te besteden aan prepaid recycling (vanaf 0,02€ en tot 1€). Het proces wordt in gang gezet door een via de app verstuurd foto waarin het te recyclen materiaal verschijnt met op de achtergrond de container.
- App "EMTRE" wordt in de Valenciaanse Gemeenschap getest door de Metropolitan Entity for Waste Treatment (EMTRE) en informeert gebruikers over hoe ze bij het dichtstbijzijnde ecopark kunnen komen, hoe vaak ze de afgelopen maanden in het

ecopark zijn geweest of welk soort afval dat moet worden gerecycled ze hebben geproduceerd.

6.3 Voorbeelden van beste praktijken

Gemeente Gijón - identificatie van de gebruiker van ecoparken

De praktijk bestaat uit de installatie van toegangscontrolemechanismen en depotregistratie in een openbare voorziening (CAS). Het systeem maakt toegangscontrole met behulp van een identificatiekaart mogelijk. Bovendien moeten de gebruikers het soort afval en de hoeveelheid ervan registreren.

Om controle te kunnen uitoefenen op de toegang tot de terreinen van de burgerlijke vrijheden en de afzettingen van burgers en bedrijven is het noodzakelijk een toegangscontrolesysteem op te zetten. Hiermee kan worden gecontroleerd wat wordt afgeleverd, door wie en hoe vaak. Het maakt het mogelijk de toegang te blokkeren voor gebruikers die misbruik maken van de dienst. In de toekomst zou het de invoering van een pay-as-you-throw systeem kunnen vergemakkelijken.

Gemeente Gijón - apps voor smartphones

EMULSA heeft twee gratis mobiele apps voor de stad Gijón ontwikkeld - de Citizen app en de Reusapp - en een kaart van duurzame bedrijven als onderdeel van haar strategisch bedrijfsplan en het gemeentelijke afvalbeheersplan van Gijón. Het belangrijkste doel is om de doelstelling van 50% hergebruik en recycling te halen die de Europese Unie voor het jaar 2020 heeft vastgesteld. Deze drie projecten voorkomen ook miscommunicatie met de burgers.

COGERSA SAU - "COOMIDA" -App vergemakkelijkt voedseldonaties

COOMIDA is een innovatief technologisch en coöperatief instrument om voedseldonaties (inclusief voedseloverschotten) te vergemakkelijken en zo voedselverspilling tegen te gaan. COOMIDA verbindt lokale donoren, voedselbanken, vrijwilligers en liefdadigheidsinstellingen via een samenwerkingsnetwerk voor een efficiënt en duurzaam beheer van voedseldonaties. COOMIDA stelt donoren en liefdadigheidsinstellingen in staat rechtstreeks contact te onderhouden. COOMIDA maakt het ook mogelijk kleine en afgelegen donaties te recupereren die anders de capaciteit van de voedselbank zouden overschrijden.

6.4 Eindbeoordeling

Hoewel er geen financieringsprogramma van de centrale overheid bestaat voor de digitalisering van het gemeentelijk afvalbeheer, is er een aanzienlijk aantal gedecentraliseerde lokale initiatieven van gemeenten of regio's met een innovatieve aanpak. Deze gedecentraliseerde oplossingen moeten systematisch worden bevorderd en de overdraagbaarheid ervan op andere regio's moet worden onderzocht. Veel van de initiatieven komen uit de particuliere sector of zijn gebaseerd op de vrijwillige inzet van NGO's. In het algemeen is er een positieve tendens om het milieugedrag te veranderen, hoewel deze tendens nog zou kunnen worden ondersteund door een groter gebruik van nieuwe technologieën.

Met het toenemende gebruik van IoT, of dat nu op vuilniswagens is of in vuilnisbakken, is de basis gelegd voor een toekomstige verbinding met een blockchain-database.

7 Benchmarking van de bevindingen met andere studies

Hieronder worden de resultaten van de voorgaande analyse van de status quo op het gebied van digitale transformatie in het afvalbeheer in vijf landen vergeleken met de resultaten van andere landen.

7.1 EIONET-rapport "Digitaal afvalbeheer"

In het EIONET-rapport 2020 van Berg en Sebestyén (2020) "Digitaal afvalbeheer" worden de status quo, de kansen en de risico's van de digitale transformatie van de afvalbeheersector geanalyseerd. De belangrijkste aanjagers van digitalisering in de afvalsector worden gezien in de volgende factoren:

- kostendruk, aangezien de concurrentie tussen openbare en particuliere afvaldiensten groot is en digitalisering wordt gezien als een middel om kosten te besparen
- opkomende nieuwe bedrijfsmodellen, gecreëerd door technologiegedreven start-ups.
- klanten die op de hoogte willen blijven van de status van hun bestellingen en hun nutsvoorzieningen willen volgen.
- de verschuiving naar een circulaire economie in combinatie met toenemende juridische druk en doelstellingen van de EU en nationaal beleid
- de klimaatcrisis dwingt tot vermindering van de broeikasgassen
- De uitgebreide verantwoordelijkheid van de producent zet het huidige materiaalbeheerbeleid in de bedrijfssector in werking; verwacht wordt dat EPR-regelingen op meer producten zullen worden toegepast om aan de politieke doelstellingen te voldoen.
- toenemende verstedelijking toenemende druk binnen de steden

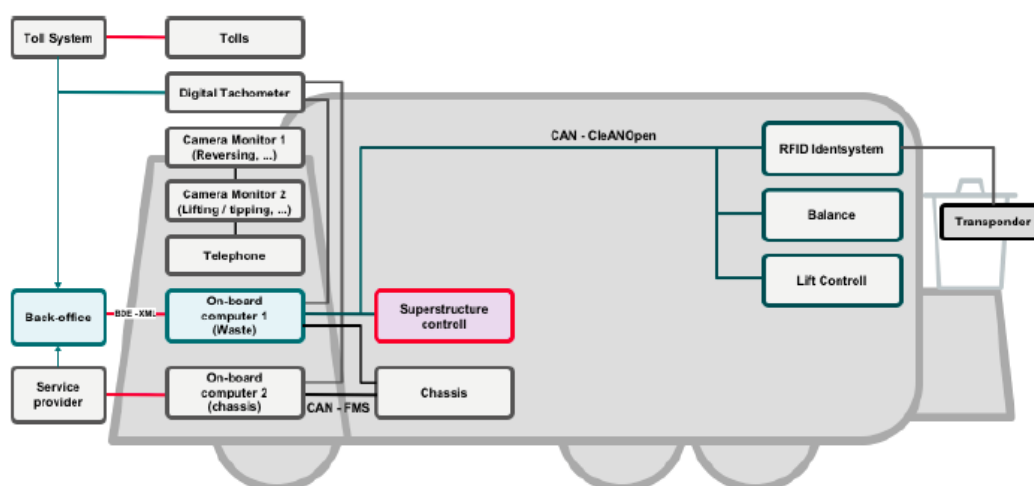
De auteurs onderscheidden drie belangrijke gebieden van digitalisering in het gemeentelijke afvalbeheer: communicatie, afvalinzameling en interne processen, en gaven voorbeelden van digitale toepassing op het respectieve gebied - zie onderstaande tabel.

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:Belangrijkste gebieden van digitalisering in gemeentelijk afvalbeheer (bron: Berg en Sebestyén, 2020, p. 23)

Volgens Berg en Sebestyén (2020) "vormt communicatietechnologie het grootste deel van de digitale oplossingen die in de afvalsector al in gebruik zijn. Hier is de overdracht vanuit andere sectoren eenvoudig omdat de benodigde investeringen in hardware relatief laag zijn." Op het gebied van afvalinzamelingsprocessen moet het gebruik van IoT worden benadrukt; dit betreft enerzijds het gebruik van sensoren in de afvalbak (slimme bakken) of op het afvalinzamelingsvoertuig. In de interne processen van afvalbeheer wordt digitalisering gebruikt om processtromen te automatiseren naar papierloze documentatie en registratie. Uiteindelijk is dit de digitale transformatie die in de private sector al enkele jaren op gang is gekomen.

De illustratie van een vuilniswagen met alle mogelijkheden van het gebruik van IoT-oplossingen geeft een uitstekend overzicht van de digitalisering van het afvalinzamelingsproces.



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

Figure 6: IoT-oplossingen geïntegreerd in de vuilniswagen (bron: Berg en Sebestyén, 2020, blz. 22)

Wanneer de EIONET-resultaten worden vergeleken met de resultaten van de analyse uit vijf landen, kunnen de volgende overeenkomsten worden vastgesteld. Uiteindelijk vallen alle digitaliseringsprojecten in de door EIONET gedefinieerde categorieën: communicatie, afvalinzameling en interne processen. Er werd weinig gerapporteerd over de digitaliseringsinspanningen met betrekking tot interne processen, wat uiteindelijk te wijten is aan het gebrek aan transparantie over de efficiëntie van overheidsorganisaties en hun processen. De landenverslagen bevestigen de positieve rol van de regeling voor uitgebreide producentenverantwoordelijkheid, die ook als een belangrijke motor voor innovatie wordt aangemerkt. Twee aspecten ontbreken in de EIONET-verslagen, maar komen wel naar voren in de landenverslagen: Communicatie met klanten of gebruikers en digitalisering van afvalinzamelingsprocessen zijn wederzijds afhankelijk. Zonder intensieve communicatie vooraf met de gebruikers is verdere digitalisering van de processen nauwelijks mogelijk. Het

tweede punt is de doelstelling om prikkels te geven voor veranderingen in het gedrag van gebruikers. In de landenrapporten zijn er bepaalde projecten die juist ingaan op de vormgeving van prikkels via digitale oplossingen. Communicatie, stimulering en digitalisering moeten in samenhang worden gezien.

7.2 WINPOL-project "Intelligente systemen en beleid voor afvalbeheer".

WINPOL is een Europees project, gefinancierd in het kader van het Interreg Europe programma, dat het gebruik van intelligente apparatuur en beleid bij gemeentelijk afvalbeheer stimuleert. Sinds juni 2018 werken negen partners in heel Europa - acht overheidsinstanties vertegenwoordigd door de gemeenten Antwerpen (BE), Drobeta Turnu Severin (RO), Heraklion (GR), het graafschap Mehedinti (RO), de regio Kreta (GR), EMULSA (ES), Snaga (SI), ERA (MT) en ACR+ (BE) als adviserende partner - samen in dit 4,5 jaar durende project.

In 2019 heeft WINPOL (2019) een "Gids voor goede praktijken" gepubliceerd waarin 26 voorbeelden van goede praktijken op het gebied van gemeentelijk afvalbeheer in heel Europa zijn opgenomen. Een screening van de 26 genoemde voorbeelden van goede praktijken aan de hand van de volgende drie categorieën (1) stimulansen (PAYT etc. tariefmodel of andere prikkels), (2) communicatie met de gebruikers en (3) digitalisering van het afvalinzamelingsproces bevestigt de verklaring van het EIONET-rapport en de resultaten van de voorgaande vijf landenrapporten. De meeste projecten hebben betrekking op de communicatie met de gebruikers via digitale media en op de optimalisering van het afvalinzamelingsproces door het gebruik van het ivd.

	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 datacenter		x		
14	Waste management data warehouse		x		
15	COOMIDA – Reducing surplus food waste and food needs		x	x	
16	From door-to-door collection to pay-as-you-throw	x			
17	G'scheitfeiern – 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:Belangrijkste digitaliseringsgebieden in best practice-projecten (bron: screening op basis van projectgegevens van WINPOL, 2019)

Het is opvallend dat twee van de vermelde WIPOL-projecten betrekking hebben op het delen van gegevens met belanghebbenden in de afvalketen via een informatieplatform. Ook bepaalde landen (Griekenland en Spanje) maken melding van dergelijke projecten voor gegevensuitwisseling en gegevensanalyse. Dit wijst op een behoefte aan gemeenschappelijke datapools en een verschuiving van het opbouwen van eigen databanken ("datasilo's"), waarvoor complexe interfaces nodig zijn voor de automatische uitwisseling van gegevens.

7.3 WastelQ - een casestudy uit Noorwegen

De volgende casestudy, WastelQ, is opmerkelijk omdat het een holistische aanpak volgt, waarbij verschillende aspecten worden gecombineerd: Het gebruik van IoT in slimme bakken of containers, gegevensopslag en -analyse op een gemeenschappelijk platform (gegevens delen met belanghebbenden) en een stimuleringsysteem, dat ook gedragseconomische componenten van nudging omvat.

WastelQ is een open afvalbeheerplatform dat integreert met moderne gedigitaliseerde afvalverwerkingsapparatuur om een afvalprijsmodel op maat mogelijk te maken. Het project is ontstaan uit een samenwerking tussen BIR (gemeentelijke organisatie voor afvalbeheer in Bergen, Noorwegen) en een digitale startup, WastelQ.

Het systeem beheert de verschillende stations voor restafval en recyclebare stoffen in Bergen die zijn uitgerust met digitale sloten en sensoren. Sommige van de inlaten zijn ook verbonden met een ondergronds vacuümsysteem dat het afval automatisch naar een centrale inzamelingsterminal brengt.

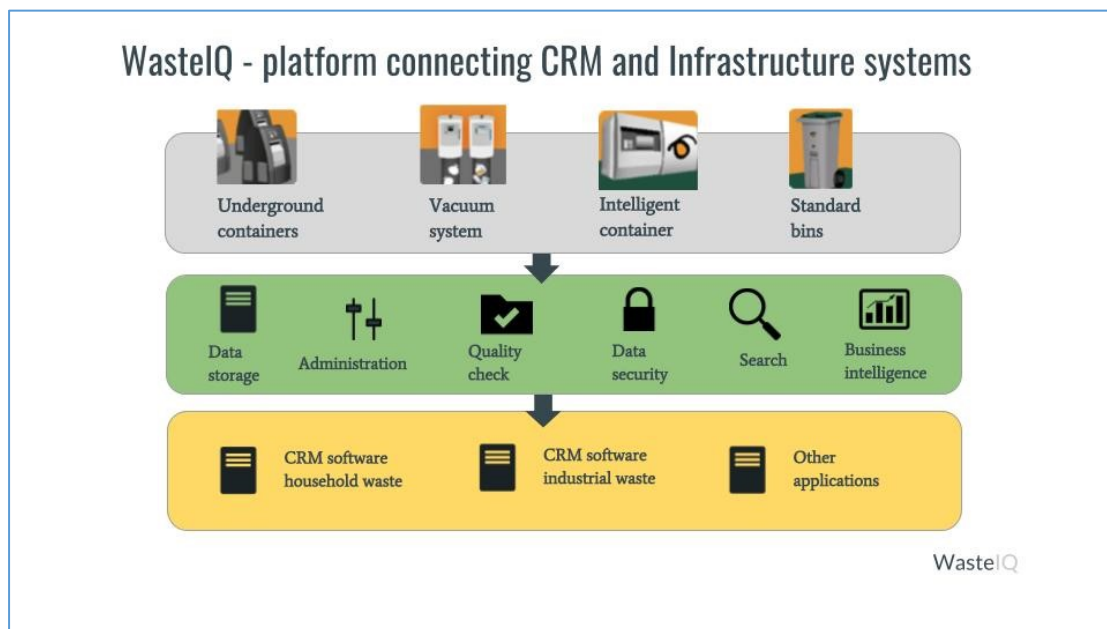


Figure 8: WastelQ - dataplatform (bron: <https://www.iswa.org/home/news/news-detail/article/guest-blog-the-4th-industrial-revolution-in-practice-wasteiq-the-open-waste-management-platf/109/>)

WasteIQ heeft een systeem ontwikkeld dat gegevens verzamelt, verrijkt en distribueert naar diverse actoren en technische systemen. Het IT-systeem aggregereert gegevens over de hoeveelheid afval van individuele huishoudens en bedrijven. Het biedt ook een overzicht van de afvalniveaus van de containers en geeft aan wanneer deze geleegd moeten worden. Bovendien kan het afvalbeheersysteem het afvalverbruik van elke burger wegen en berekenen en de gegevens gebruiken om een geïndividualiseerd betalingssysteem mogelijk te maken om de vermindering van persoonlijke afvalniveaus te motiveren. Vuilnisstations beschikken over gratis sorteerbakken voor plastic en karton. Dit stimuleert de burgers van Bergen om hun afval goed te sorteren. De combinatie van slimme containers, gegevensverzameling en nieuwe economische stimulansen heeft tot dusver geleid tot een daling van de hoeveelheid algemeen afval met 10% en een stijging van de kunststofinzameling met 29%.

8 Bereidheid voor Blockchaintoepassingen in afvalbeheer

Uit de resultaten van de landenstudies en de vergelijking met andere studies blijkt dat het digitaliseringsproces in de gemeentelijke afvalsector nog in de kinderschoenen staat. Of anders, zoals de auteurs van het EIONET-rapport (Berg & Sebestyén, 2020) het diplomatieker verwoorden: Het laat zien dat de afvalsector zich in een vroege fase van deze ontwikkeling bevindt. Zowel de mogelijkheden als de impact van haar digitale transformatie zijn nog in opkomst en kunnen nog vorm krijgen.

In de verschillende landen bestaat een groot aantal innovatieve projecten op het gebied van communicatie met de gebruikers, stimuleringsystemen en met name het gebruik van het internet bij de afvalinzameling, maar deze projecten worden in de landen niet algemeen bevorderd, noch door financiële steunprogramma's van de overheid, noch door een gerichte overdracht van knowhow. Vooralsnog zijn het alleen de verenigingen van gemeentelijke openbare of particuliere afvalverwerkingsbedrijven die als informatieverspreiders en innovatiecentra fungeren.

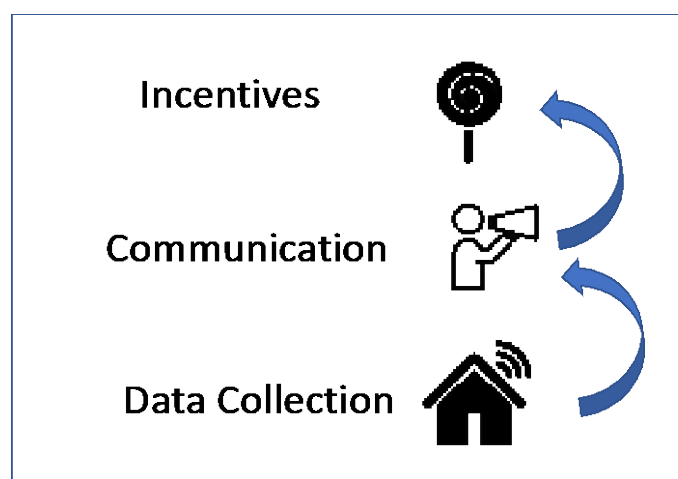


Figure 9: Gebrek aan samenhang in projecten voor digitaal afvalbeheer

Als uitsluitend wordt gekeken naar de IT-tools die in de projecten worden gebruikt, lijkt alles aanwezig te zijn: communicatie via smartphone-apps met gebruikers, stimuleringsstructuren en een veelheid aan gegevens over ivd-gebruik in slimme bakken en vrachtwagens. Maar de meeste projecten zijn geïsoleerde benaderingen van de implementatie van instrumenten voor communicatie of voor het verzamelen van gegevens of voor het opzetten van stimuleringsstructuren. Wat ontbreekt is de verbinding tussen deze instrumenten: gebruikersgegevens zouden kunnen worden gebruikt om gebruikersprofielen op te stellen en profielgebaseerde communicatie met gebruikers tot stand te brengen, waarbij ook passende stimulansen worden gekozen. De doeltreffendheid van de vastgestelde stimulansen in termen van gedragsverandering kan op zijn beurt worden gemeten aan de hand van de afvalgegevens van het huishouden. Uiteindelijk gaat het om een coherente aanpak van de planning bij het gebruik van IT die consequent prioriteit geeft aan de oplossing van het probleem (trefwoord "design thinking").

Voorts zijn de meeste gepresenteerde projecten ook niet-collaboratief van aard wat betreft het delen van gegevens met een groot aantal groepen belanghebbenden en het genereren van synergie-effecten tussen de betrokken partners. Maar om de circulaire economie tot een succes te maken, is samenwerking tussen belanghebbenden vereist, of het nu gaat om producenten, consumenten, supermarkten, gemeenten of PRO's, die in hun samenwerking gegevens moeten delen.

Dit is precies het punt dat PwC (2016) benadrukt wanneer zij schrijft:

"Collaboratieve technologie, zoals Blockchain, belooft de mogelijkheid om de bedrijfsprocessen die plaatsvinden tussen bedrijven te verbeteren, waardoor de "kosten van vertrouwen" radicaal worden verlaagd. Daarom kan het een aanzienlijk hoger rendement bieden voor elke uitgegeven investeringsdollar dan traditionele interne investeringen.

Dus wat is het addertje onder het gras? Je kunt het rendement niet alleen halen; je moet bereid en in staat zijn om samen te werken met klanten, leveranciers en concurrenten op manieren die je nooit eerder hebt gedaan."

Daarom bestaat de ontwikkeling en implementatie van een Blockchain-project grotendeels uit werkzaamheden op het gebied van verandermanagement en procesbeheer. Tegen de verwachting in speelt de selectie van de technische Blockchain oplossing een ondergeschikte rol. Intensieve communicatie, elkaars belangen begrijpen, stakeholder en individuen meenemen en overtuigen, de technische mogelijkheden van de Blockchain in eenvoudige bewoordingen uitleggen - dat zijn de onderdelen van een succesvol project en de selectie van projectteamleden. (Lenz, 2019, p. 46)

De beschreven digitaliseringsprojecten in het gemeentelijk afvalbeheer worden sterk gedreven door het gebruik van nieuwe technologie. De installatie van telematica en IoT op vuilniswagens zijn typische taken van werktuigbouwkundigen. Het volbrengen van deze taken is van het grootste belang voor het goed verlopen van logistieke processen binnen een organisatie. Maar blockchain gaat over het creëren van een win-win situatie tussen stakeholders van een keten zodat elk van de betrokken partners uiteindelijk profiteert van de samenwerking.

Bij het beantwoorden van vragen over de gereedheid van gemeentelijk afvalbeheer voor de blockchain realiseren we ons dat oplossingen voor technische problemen soms makkelijker en sneller te behandelen zijn dan het veranderen van een heel organisatiemodel met het oog op nauwe samenwerking in een netwerk van partners. Om tot slot de vraag over de gereedheid voor de toepassing van blockchaintechnologie te beantwoorden, kan worden gesteld dat, ja, puur technisch gezien, de meeste gemeentelijke afvalbeheerbedrijven up-to-date zijn en het IoT uitgebreid gebruiken. Wat ontbreekt is een duidelijke datastrategie die de analyse en het delen van gegevens met diverse belanghebbenden omvat. Dit zijn echter geen technische problemen, maar problemen van de organisatorische ontwikkeling van gemeentelijke afvalbedrijven.

9 Referenties

- ASA et al. (2020). *Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2020*, . Opgehaald van https://statusbericht-kreislaufwirtschaft.de/wp-content/uploads/2020/11/2020_Statusbericht_mobil.pdf
- Berg, H., & Sebestyén, J. (2020). Phillip Bendix (Wuppertal Instituut), Kévin Le Blevenec (VITO), Karl Vrancken (VITO).
- BiPRO. (2014). *Gedetailleerd evaluatieverslag voor de beoordeling van het afvalbeheersplan van Estland - nationaal, Final Draft*. Opgehaald van
- EG. (2014). *Nationale factsheet - Estland. Beoordeling van regelingen voor gescheiden inzameling in de 28 hoofdsteden van de EU*. Opgehaald van <https://www.municipalwasteurope.eu/sites/default/files/EE%20National%20factsheet.pdf>
- ECO-Innovatie Observatorium. (2019). *ECO-Innovatie in Duitsland*. Opgehaald van https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/default/files/field/field-country-files/eio_country_profile_2018-2019_germany.pdf
- Ests ministerie van Milieu. (2012). *Verklaring van het Estse ministerie van Milieu over de Estse factsheet*.
- Ests ministerie van Milieu. (2014). *Het nationale afvalbeheersplan 2014-2020/ Riiklik Jäätmekava*. Opgehaald van https://www.envir.ee/sites/default/files/riigi_jaاتمekava_2014-2020.pdf
- Europees Milieuagentschap. (2016). *Duitsland: Gemeentelijk afvalbeheer*. Opgehaald van 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*. Opgehaald van <https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/kommunen-und-remondis-dominieren-abfallsammlung-in-deutschland.html>
- Lenz, R. (2019). Managing Distributed Ledgers: Blockchain en verder. *Beschikbaar op SSRN 3360655*.
- Life + Environment Policy and Governance. (2011). *Ontwikkeling van pay as you throw-systemen in Hellas, Estland en Cyprus*. Opgehaald van http://payt.gr/images/stories/pdf/Laymans_EN.pdf
- OSKA. (2019). *Tulevikuvaade tööjõu- ja oskuste vajadusele: vee- ja jäätmemajandus ning keskkond. Tööjõuvajaduse seire- ja prognoosisüsteem*. Opgehaald uit Tallinn, 190 lk
- PwC. (2016). V&A: Wat is een blockchain? Opgehaald van <https://www.pwc.com/gr/en/publications/assets/qa-what-is-blockchain.pdf>
- Sahin, I. (2006). Gedetailleerd overzicht van Rogers' diffusie van innovatietheorie en onderwijstechnologie-gerelateerde studies gebaseerd op Rogers' theorie. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 5(2), 14-23.
- Milieuagentschap van Tallinn. (2014). *Verbetering van het recyclingsysteem van gemeentelijk afval in Tallinn op basis van de voorbeelden van beste praktijken. Rapport*. Opgehaald van
- Verband Kommunaler Unternehmen e.V. (2019). *Abfallwirtschaft Digital, Beispiele aus der kommunalen Praxis*. Opgehaald van

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

Vitoraki, M. (2019). Implementatie van pay-as-you-throw regelingen in Griekenland: grote voordelen en toekomstig potentieel.

WINPOL. (2019). *Gids voor goede praktijken*

Bevordering van innovatie ter verbetering van het afvalbeheer op lokaal niveau, . Opgehaald van www.interregeurope.eu/winpol/good-practices