

Digitaalisuuden mahdollisuudet jätehuollossa

Keski-Suomen liitto
22.11.2023

Loppuraportti
Raportin tekijänä Sitowise Oy



LIFE15 IPE/FI/004



materiaalikierto.fi

Termit ja määritelmät



IoT eli Internet of Things, suomeksi esineiden internet tarkoittaa toisiinsa yleensä internetin kautta yhdistettyjä laitteita, jotka joukkoa erilaista sensoriteknologiaa hyödyntäen mahdollistavat esimerkiksi etäohjauksen tai kattavan datan keräämisen erilaista operaatioiden analysointia varten. ja sensoreiden tuottaman datan käsittelyä.

RFID eli radiotaajuuksinen etätunnistus on radioaaltoja hyödyntävä teknologia, jota käytetään esimerkiksi erilaisten esineiden tunnistamiseen. Yleisimmin käytetyt niinsanotusti passiiviset RFID-tunnistimet ovat hyvin pieniä ja ne saavat tarvitsemansa virran lukulaitteestaan. RFID-tunnistimet soveltuvat monenlaisiin sääolosuhteisiin ja käyttötarkoituksiin.

Robottiikka on robottien käyttöä ja robottien käytön tutkimusta. Robottiikka voi tarkoittaa **teollisuus-** tai **palvelurobotiikkaa**: Teollisuusrobotiikan sovelluskohteet ovat esimerkiksi tuotantolinjoilla, kokoonpanossa, logistiikassa tai lajittelussa. Palvelurobotiikkaa taas hyödynnetään esimerkiksi terveydenhuollossa tai asiakaspalvelussa.

Konenäköratkaisut tarkoittavat automaattista, nykyisin usein koneoppimisen keinoin tehostettua asioiden tunnistamista joko valokuvista tai liikkuvasta kuvasta. Konenäköratkaisut voivat hyödyntää tavallisia videokameroita tai erilaisia erityiskameroita kuten infrapunavaloa näkeviä kameroita, jolloin esimerkiksi kyky erotella erilaisia kohteita kuvista laajenee huomattavasti verrattuna ihmisen näkökykyyn.

Termit ja määritelmät



Pilvipalvelu viittaa erilaisiin sovelluksiin ja ratkaisuihin joita ei asenneta paikallisille, fyysisille tietokoneille tai palvelimille. Pilvipalveluiden etuna pidetään erityisesti mahdollisuutta skaalata palvelun kokoa kulloiseenkin tarpeeseen ja mahdollisuutta muuttaa joustavasti palveluinfrastruktuuria ilman fyysisistä palvelimista kertyvää investointitarvetta.

SaaS eli Software as a Service on pilvipalveluihin liittyvä palvelumalli. SaaS-mallissa asiakas maksaa palveluun liittyvästä ohjelmistolisenssistä koko sen käyttöajan ja ohjelmiston palveluntarjoaja huolehtii ohjelmiston elinkaaren aikaisesta ylläpidosta. Sovellusta käytetään tyypillisesti joko web-selaimesta tai mobiilisovelluksesta.

Data-analytiikka tarkoittaa tiettyyn toimintaprosessiin liittyvän datan keräämistä, analysointia ja hyödyntämistä. Data-analytiikalla voidaan ymmärtää paremmin prosessiin liittyviä ilmiöitä, ennakoida tapahtumia ja tehostaa päätöksentekoa

Tekoäly on ohjelma, joka kykenee älykkäinä pidettyihin toimintoihin: tämä tarkoittaa esimerkiksi ympäristön havainnointia, ympäristöstä oppimista, päätöksentekoa ja kommunikointia jossa voi olla mukana luovuutta ja generatiivisuutta. Tekoälysovellukset ovat vuoden 2023 aikana keränneet jälleen paljon kiinnostusta erityisesti generatiivisen tekoälyn yleistessä.

Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue. Koneoppivat ratkaisut ja algoritmit oppivat niille syötetystä datasta ja tekemistään ratkaisuista ja parantavat toimintaansa ilman, että niitä pitää erikseen ohjelmoida paremmiksi. Esimerkiksi useat konenäköratkaisut perustuvat koneoppimiseen.

Johdanto

Tässä selvityksessä on tuotettu analyysi digitaalisten mahdollisuuksien hyödyntämisestä yhdyskuntajätehuollossa ja syntypaikkalajittelun parantamisessa. Selvityksessä tutkittuja ratkaisuja ovat mm. älykkäisiin jäteastioihin, logistiikan optimointityökaluihin, pinnanmittausjärjestelmiin, sähköisiin lukkoihin, jäteastioiden käynti- /avausdataan ja materiaalien tunnistamisen liittyvät teknologiat. Selvityksen tarkoituksena on saada lisää tietoa digitaalisista mahdollisuuksista jätehuollossa, soveltuvista ympäristöistä ja mahdollisuuksien käyttöönotossa huomioitavista reunaehdoista.

Lisäksi selvityksessä esitellään tällä hetkellä toimijoilla käytössä olevia digitaalisia ratkaisuja joista arvioidaan niiden tuomia hyötyjä sekä koettuja haasteita. Selvitykseen sisältyy myös arviointi digitaalisten ratkaisujen soveltumisesta kunnallisten jätehuoltoyritysten toimintaan ja asumisessa syntyvien jätteiden jätehuoltoon, muun kuin asumisen jätteiden yhdyskuntajätehuoltoon sekä syntypaikkalajittelun parantamiseen.

Selvitys sisältää lisäksi lähitulevaisuuden potentiaalisten kehityssuuntien arviointia

Projektin toteutus

Projekti toteutettiin 9/2023-11/2023 välisenä aikana. Työn toteutti Sitowise Oy.

Työryhmään kuului Sitowiselta projektipäällikkö Jenna-Riia Oldenburg sekä asiantuntijat Sami Soininen sekä Olli Nevalainen

Ohjausryhmään kuuluivat Sitowisen työryhmän jäsenet sekä työn tilaajan Keski-Suomen Liiton edustaja Enni Huotari, joka toimi samalla työn ohjaajana.

Lopputuotteena syntyi kerättyyn aineistoon perustuva PowerPoint- muotoinen raportti sekä lyhyt PowerPoint- muotoinen tiivistelmä raportin pääkohdista. Selvityksen tuloksena valmistunut raportti on määritelty julkiseksi. Työssä kerätty aineisto, esimerkiksi haastattelumuistiot, luovutettiin tilaajalle työn valmistuttua. Niitä ei julkaista erikseen.



Aineiston keruu

Lähteiden keruu aloitettiin heti työn alettua. Työssä käytetyt lähteet löytyvät työn loppupuolen lähdeluettelosta. Lähteinä käytettiin jätehuollolle digitaalisia ratkaisuja tarjoavien yritysten nettisivuja, erilaisten pilotointikohteiden nettisivuja, tieteellisiä julkaisuja digitaalisuuden ja jätehuollon aloilta sekä konsultin omaa asiantuntemusta.

Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina haastatteluina Microsoft Teamsin välityksellä. Haastatteluita työssä toteutettiin yhteensä 8 kappaletta, jotka toteutettiin syys-lokakuussa 2023. Haastateltavaksi valittiin tilaajan ennakkoon määrittelemiä tahoja sekä konsultin itse valitsemia ajankohtaisia yrityksiä sekä toimijoita jätehuollon alalta. Tilaaja hyväksyi erikseen kaikki haastattelut. Haastattelut painottuivat Keski-Suomen alueella toimiviin yrityksiin ja toimijoihin. Lisäksi haastateltavaksi valikoitui muita mielenkiintoisiksi alan toimijoiksi miellettyjä Suomessa toimivia yrityksiä.

Analyytit haastatteluista toteutettiin laadullisin menetelmin. Käyttötynä tutkimusmetodina käytettiin sisällönanalyysiä.

Yhdyskuntajätehuollon digitaaliset menetelmät ja välineet: Digitalisaation mahdollisuudet

Digitalisaatio muuttaa useita toimialoja, myös jätehuoltoa. Se tuo läpinäkyvyyttä tuotantoprosesseihin ja tuotantoketjuihin, mikä mahdollistaa näiden optimointia ja parantaa niiden läpinäkyvyyttä. Digitalisoituvat palvelut voivat parantaa myös palveluprosessien laatua, tehokkuutta ja joustavuutta sekä vähentää niin kustannuksia kuin toiminnan ympäristövaikutuksia.

Digitalisaatio tuo myös uusia tapoja oppimiseen ja osaamisen kehittämiseen myös jäte- ja ympäristötietoisuusasioissa. Digitaaliset oppimismateriaalit ja tietolähteet voivat lisätä tiedon saavutettavuutta ja digitaalisin välinein voidaan tehokkaammin mahdollistaa esimerkiksi osallisuuden tunne kestävien ratkaisujen kehityksessä.

Digitaalisia ratkaisuja voidaan käyttää myös tuomaan näkyvyyttä ja älykkyyttä tuotteille, materiaaleille tai omaisuudelle esimerkiksi tarjoamalla tietoa niiden sijainnista, ominaisuuksista ja saatavuudesta. (TEM 2022). Digitalisaation myötä syntyy näin myös uusia mahdollisuuksia raportointiin ja materiaalien seurantaan, parantaen esimerkiksi kiertotalouden arvoketjuja jäljitettävimmiksi ja läpinäkyvimmiksi.

Yhdyskuntajätehuollon digitaaliset menetelmät ja välineet: Digitaaliset teknologiat

Selvitystyössä tunnistettiin useita digitaalisia teknologioita jotka joko yksin tai osana muita ratkaisuja voivat tuoda esimerkiksi tehokkuutta, toimintavarmuutta, kustannussäästöjä tai uusia palvelumuotoja yhdyskuntajätehuoltoon.

Internet of Things (IoT) sekä erilaiset sensorit: Mahdollisia käyttökohteita ovat esimerkiksi älykkäät roska-astiat. IoT-sensoreita voidaan käyttää painontunnistukseen, astian pinnan tarkkailuun, lämpötilan mittaamiseen tai viestintään. RFID-teknologia mahdollistaa myös älykkään lukituksen myös jäteastiatasolla ja yhdistettynä esimerkiksi tuotavan jätteen punnitukseen, tietoa voi hyödyntää jätemäärään perustuvaan laskutukseen. Lisäksi IoT-sensoreiden avulla saadaan pitkäaikainen tilannekuva esimerkiksi tietyn jätepisteen tai -astian toiminnoista, jolloin data-analytiikan mahdollisuudet laajenevat.

Robottiikka ja konenäkö: Mahdollisia käyttökohteita ovat esimerkiksi erilaiset lajitteluratkaisut tai jätteiden tiivistäminen astioissa tasomittarin avulla toimivilla puristimilla. Konenäkö mahdollistaa erityyppisen videokuvan analysoinnin ja esineiden sekä materiaalien tunnistaminen. Konenäön yhdistäminen robotiikkaan mahdollistaa esimerkiksi lähes täysin automatisoidun jätteiden lajittelun vastaanottopisteessä

Data-analytiikka: Sensori- ja toiminnanohjausdatan edistynyt käsittely mahdollistaa esimerkiksi logistiikan reittioptimoinnin. Data-analytiikan avulla myös jätteiden syntyvirtoja voidaan analysoida ja esimerkiksi tiedottaa jätteiden kertymisestä ja lopulta myös kohdentaa maksuja oikeisiin paikkoihin.

Pilvipalvelut ja SaaS-liiketoimintamalli: Mahdollistavat sujuvammat loppuasiakaspalvelut ja esimerkiksi datan rikastamisen useista lähteistä. SaaS-palvelut mahdollistavat myös monenlaiset sovellukset niin kuluttajille kuin yrityksille: sovelluksilla voidaan esimerkiksi organisoida jäteastioiden ja niihin liittyvien kustannusten jakamista. Sovellukset ovat myös jo tällä hetkellä kiinteä osa **kiertotalouden** arvoketjua erityisesti kuluttajakaupassa.

Sähköistyvä arvoketju eli erilaiset sähköllä toimivat, aurinkopaneeleja hyödyntävät kierrätysastiat sekä sähköiset ajoneuvot mahdollistavat jätehuollon hiilijalanjäljen pienenemisen.



Yhdyskuntajätehuollon digitaaliset menetelmät ja välineet

Digitaaliset ratkaisut yhdyskuntajätteen arvoketjussa

Kuluttaja



Jäteyhtiö

Preventio,
valistus

Lajitteluapurit

Hiilijalanjäljen
laskenta ja
visualisointi

Käyttäytymisen
ohjaus,
tietoisuuden
lisääminen

Jätteen
syntypaikka

Älykäs jäteastia

Jätteen koostumuksen
ja painon analysointi

Keräys

Älykäs jäteastia:
täyttöasteesta
viestivä, tarpeen
mukaan tiivistävä

Älylukot ja
jätekatosten
seuranta

Itsepalvelupäätteet ja
palvelut

Logistiikka

Älykäs reititys,
jäteautojen
reittioptimointi

Jätevirtojen seuranta

Jätehuollon kaluston
sähköistyminen

Käsittely

Jätteen punnitus
asemalla

Robottiikka ja konenäkö
jätteen lajittelussa

Kiertotalouden sovellukset

Käytetyn tavaran
kauppa

Dynaaminen
hävikkimyynti

Korjaus ja
käsityöläis-
sovellukset

Toiminnanohjaus

Data ja analytiikka

Dynaaminen laskutus

Sähköistyvät
siirtoasiakirjat

Digitaaliset ratkaisut yhdyskuntajätteen arvoketjussa

Tiedotus, preventio

Syntypaikka

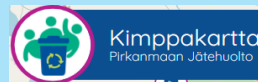
Keräys

Logistiikka

Käsittely



Kiertotalouden sovellukset ja palvelut



Toiminnanohjaus, data ja analytiikka



Yhdyskuntajätehuollon digitaaliset menetelmät ja välineet

Tässä kappaleessa esitellään yhdyskuntajätehuollon digitaaliset menetelmät ja välineet. Esittely pitää sisällään jätehuollon arvoketjun ratkaisut, arvoketjuun liittyvät ratkaisut sekä jätehuollon digitalisaatioon liittyviä trendejä.

- Jätteen syntypaikka
- Jätekuljetus (Kuljetus/Jätehuolto-yhtiö ja tilauspohjainen kuljetus)
- Jätehuollon arvoketjuun liittyvät ratkaisut
- Kiertotalouden sovellukset
- Tietouden kasvattaminen ja tutkimus

Syntypaikka

Yhdyskuntajätteiden syntypaikkaan liittyviä digitaalisia menetelmiä on kehitetty sekä kuluttajien että yritysten käyttöön. Syntypaikkaan liittyvät menetelmät ovat tyypillisesti jätteiden lajitteluun, punnitukseen tai keräysastioihin liittyviä sovelluksia.

Lajitteluun liittyvät sovellukset tukevat erityisesti kuluttajia jätteen oikeanlaisessa lajittelussa. Selvitykseen haastatelluista toimijoista mm. Mustankorkealla on käytössä **lajitteluapuri**, joka jättepisteeseen sijoitetuilla QR-koodeilla kertoo mitä mihinkin jäteastiaan voi laittaa.

Selvityksessä löytyi useita ratkaisuja jotka liittyivät jätteen määrään seurantaan. Sensorein varustetut roska-astiat seuraavat omaa täyttöastettaan ja ilmoittavat jätehuoltoon tyhjentämisen tarpeesta. Astioihin on mahdollista asentaa myös automaattisia jätepuristimia, jotka tietyn täyttöasteen saavuttamisen jälkeen puristavat jätteen pienempään tilaan, mahdollistaen pidemmät tyhjennysvälit.

Esimerkiksi Pirkanmaalla on käytössä jäteastioiden ”**Kimppakartta**”. Sovellus mahdollistaa kuluttajien itseorganisoiman jäteastioiden yhteiskäytön ja samalla jättekustannusten vähentämisen.

Yhdyskuntajätettä syntyy suuria määriä myös esimerkiksi ravintoloissa ja ruokaloissa. Näiden osalta erityisesti ruokahävikin pienentämisen on tärkeää, ja siksi mahdollisia ratkaisuja on testattu erilaisissa aluekehityshankkeissa. **Luonnonvarakeskuksen (LUKE) PAJATSO-hanke** on sisältänyt teknologiakokeilujen lisäksi erilaisia valistukseen liittyviä materiaaleja.

GS1 Finlandin **GOL-palvelu** puolestaan on mahdollistanut kertakäyttöisten kuormalavojen korvaamisen kierrätettävillä kuormalavoilla. Näin on pystytty pienentämään materiaalihävikkiä ja parantamaan yritysten prosesseja.

PlastLife-hanke Paikkatietoa hyödyntäen saadaan kansalaisilta tietoa roskaantumisen yleisyydestä, tästä saadaan hotspot-tietoa roskaantuvista alueista.

Lisäksi tässä raportissa käydään läpi myös ulkomailla käytössä olevia menetelmiä ja välineitä.



MUSTANKORKEA



LIFE15 IPE/FI004



materialitkiertoon.fi

Jätekuljetus

Kuljetus/Jätehuolto-yhtiö

Jätehuolto-yhtiöille etenkin paikannusratkaisut ja jäteautonkuljettajaa tukevat järjestelmät ovat tärkeitä jätekuljetuksen digitalisaatiossa. Jäteasioiden paikannustietoa hyödynnetään reittien suunnittelussa ja paikannustieto auttaa myös jäteastioiden löytymisen kannalta.

Keräilyautojen ajoneuvopäätteet mahdollistavat reittien muodostamisen tarvittaviin tyhjennyskohteisiin, tätä voidaan jatkossa kehittää entistä reaaliaikaisemmaksi. Keräilyautoissa käytetyin järjestelmä tällä hetkellä on **Vitec Vingo**. Järjestelmä sisältää erilaiset tunnistetiedot, digitaalisen siirtoasiakirjan ja laskutuksen. Myös asiakashallinta ja pääosin yritysasiakkaille tehtävä raportointi sisältyy järjestelmään.

Ajoneuvojen punnituksesta vastaanotto-pisteissä tieto välittyy digitaalisten järjestelmien avulla esim. **Material Port** järjestelmää käytetään tähän tarkoitukseen. Jätelogistiikan digitalisaatio ja logistiikkaoptimointi lähtee luultavasti Keski- ja Etelä- Euroopasta liikkeelle, joissa jätteiden keräys on keskitettyä ja siten jäteautojen täyttöasteen nostamisesta saadaan enemmän hyötyä. Tulevaisuudessa käytettävä ajoneuvokanta sähköistyy.



LIFE15 IPE/FI004



materiaalikierto.fi

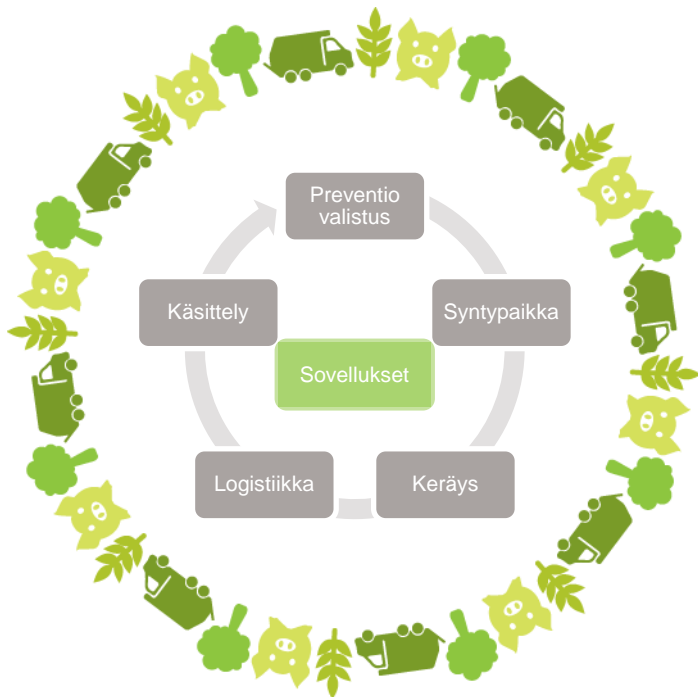
Tilauspohjainen kuljetus

Tilauspohjainen jätehuolto tarkoittaa sitä että jätekuljetus tilataan asiakkaan tai automaattisen sensorin toimesta. Tilauspohjaisen kuljetuksen avulla voidaan välttää tyhjiä tai vajaa täytettyjen astioiden kuljettamiselta. Lisäksi asiakas maksaa vain tarpeellisista tyhjennyskerroista.

Jätehuollossa on jo käytössä useita tilauspohjaisen jätehuollon sovellutuksia. **L&T:lla Raksanappi**, jolla hoidetaan työmaan jäteastioiden tuonnit, tyhjennykset, siirrot ja noudot sekä seurataan tilausten etenemistä. L&T:lla on myös Ympäristönetti - palvelu yritysasiakkaiden jätehuollon seurantaan ja kehittämiseen.

Myös Pirkanmaan Jätehuolto Oy:llä (PHJOY) on oma jätehuolto - palvelu, jonka kautta voi tilata jätekuljetuksia ja -palveluita. Hauru Smart Waste bin -sovelluksesta kerrotaan erikseen Case - kohdassa.

Arvoketjuun liittyvät ratkaisut



Tässä selvityksessä yhdyskuntajätteen arvoketjulla tarkoitetaan jätteen syntymiseen, keräämiseen, logistiikkaan ja käsittelyyn suoraan tarkoitettuja ratkaisuja.

Lisäksi selvityksessä on kartoitettu ratkaisuja jotka **liittyvät** yhdyskuntajätteen arvoketjuun. Näitä ratkaisuja voidaan hyödyntää yhdyskuntajätteen arvoketjussa mutta niitä ei ole ensisijaisesti suunniteltu siihen. Ilmiö on digitaalisille ratkaisuille tyypillinen ja usein digitaalisten ratkaisujen etuna on, että niitä voidaan ketterästi hyödyntää muissakin kuin juuri niissä sovelluskohteissa missä ne on ensin suunniteltu

Selvityksessä tunnistettuja yhdyskuntajätteen arvoketjuun liittyviä ratkaisuja ovat esimerkiksi digitaaliset lukot, jättepisteiden valvonta ja lajitteluasemien itsepalveluasiointi. Esimerkiksi lajitteluasemien itsepalveluasiointi voidaan toteuttaa selainpohjaisena, niin että asiakas valitsee kuorman sisällön ja tarvittaessa voi maksaa tämän samalla, sovelluksen kautta asiakas saa avauskoodin ja sitä kautta lajitteluaseman portti aukeaa.

Kiertotalouden sovellukset



Koska yhdyskuntajätettä muodostuu merkittävästi kuluttajien kotona, ravintoloissa ja vastaavissa paikoissa, yhdyskuntajätehuollon digitalisaatioon liittyvät myös erilaiset **kiertotalouteen liittyvät sovellukset**. Kiertotaloutta edistävät sovellukset vaikuttavat omalta osaltaan erityisesti jätteen vähenemiseen helpottamalla käytetyn ja tarpeettoman tavaran kiertoa käyttöön jätteen sijaan.

Sovelluksia ja palveluita on kehitetty kuluttajien väliseen, kuluttajien ja yritysten välitykseen sekä yritysten väliseen vaihdantaan ja kaupankäyntiin. Sovelluksissa kokeillaan usein myös hyvin erityyppisiä liiketoimintamalleja ja sovelluskehitystä rahoitetaan esimerkiksi provisioilla, erikseen hinnoitelluilla premium-sopimuksilla tai mainospaikkamyynnillä. Osa sovelluksista tarjoaa myös kaupankäyntiin liittyviä palveluita jotka tekevät käytetyn ja tarpeettoman tavaran myynnistä helpompaa.

Sovellukset ovat tehokas keino myös valistaa käyttäjiä ja tuoda helposti esiin tietoa ympäristöviisaan kulutuskäyttäytymisen hyödyistä.

Sovellusesimerkkejä

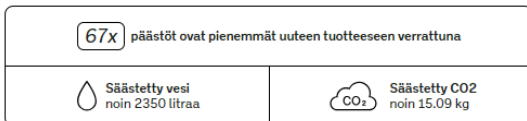
1. Suosittuja kuluttajasovelluksia ovat esimerkiksi erilaiset markkinapaikat. Huuto.net, Tori.fi ja Metan(Facebook) kauppapaikat ovat käytännössä kaikille tuttuja ja niissä kuluttajat myyvät ja ostavat tavaraa suoraan toisiltaan. Palvelumallilla toimivia sovelluksia ovat esimerkiksi Emmy tai Sellpy. Kuluttajien väliseen toimintaan on myös noussut viime aikoina erilaisia **vertaisvuokraus** palveluita, joissa kuluttajat vuokraavat esimerkiksi työkaluja tai jopa autoja toisilleen. Esimerkkejä tällaisista palveluista ovat Hygglo tai GoMore
2. Yrityksiltä kuluttajille-sovelluksia ovat esimerkiksi ResQ Club tai Fiksuruoka. Näissä kuluttajat voivat ostaa joskus merkittävästikin halvemmalla tyypillisesti elintarvikkeita jotka ovat vaarassa vanhentua ja vähentävät näin ruokahävikkiä.
3. Yrityksiltä yrityksille-sovelluksia ovat esimerkiksi Materiaalitori.fi ja Kierto.net

Tietouden kasvattaminen

Useat suunnatut yhdyskuntajätteen digitaaliset ratkaisut ja sovellukset pitävät sisällään elementtejä joilla valistetaan ja kasvatetaan tietoutta jätehuollosta

Näillä jätteen tuottajia opastetaan esimerkiksi tehokkaampaan lajitteluun, kuluttajia kestävämpään ostokäyttäytymiseen ja erilaisia paikallisia yrittäjiä yhteen tuovaan ekosysteemitomintaan.

Tietoutta lisäävät sovellukset voivat pitää sisällään myös data-analytiikan keinoin tuotettua tietoa ympäristötietoisien toiminnan suorista vaikutuksista. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi hiilijalanjäljen dynaaminen laskeminen käytettyjen tavaroiden hankkimisen yhteydessä.



Esimerkkejä

kierrätys.info

Kierrätys.info on Suomen Kiertovoima Ry:n ylläpitämä verkkopalvelu, voi etsiä kotitalouksien jätteille tarkoitettujen, alueellisten keräyspisteiden ja kiertävien keräysten tietoja kaikkialla Suomessa.

KEKO

Metropolia AMK:n ja Forum Viriumin KEKO-kestävät korttelihanke lisää Helsingin seudulla paikallista tietoisuutta kaupunginosien vastuullisista palvelutarjoajista.

Sellpy -palvelun laskema positiivinen päästövaikutus käytettynä ostetulle tuotteelle

Tutkimushankkeita ja kansallisia kehityshankkeita



SYKE PlastLIFE on laaja kansallinen yhteistyöhanke muovien kiertotalouden edistämiseksi. Tavoitteena on kestävä muovien kiertotalous Suomessa vuoteen 2035 mennessä. Seitsenvuotinen hanke käynnistyi joulukuussa 2022 ja jatkuu vuoden 2029 loppuun saakka. Se kuuluu EU:n LIFE-ohjelmaan ja on kokonaisbudjetiltaan noin 20 miljoonaa euroa.

Ympäristöministeriö, Jäte- ja tuotetietojärjestelmä. Hankkeen tavoitteena on rakentaa yhtenäinen tietojärjestelmä, josta saadaan kattavaa ja luotettavaa tietoa jätetilastoinnin, EU-raportoinnin, jätehuollon seurannan ja valvonnan sekä kiertotalouden edistämisen tarpeisiin. Hankkeen päätyttyä jäte- ja tuotetietojärjestelmään voidaan toimittaa EU-raportointiin tarvittavia uusia tietoja ja järjestelmä täyttää jätteiden seurantaan koskevat jätedirektiivin vaatimukset

Digitaalisten ratkaisujen käyttöönotto

Digitaalisten ratkaisujen käyttöönotossa huomioitavia asioita voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, ulkoisiin ja sisäisiin tekijöihin.

Sisäiset tekijät liittyvät yrityksen ja organisaation välittömään omaan toimintaan.

Liiketoimintamalli ja strategia määrittelevät yrityksen toiminnan raamit ja digitaalisten ratkaisujen käyttöönotto saattaa vaikuttaa näihin etenkin pidemmällä aikavälillä. Tyypillisesti suorat vaikutukset digitaalisten ratkaisujen käyttöönotossa näkyvät ensin resursseissa ja osaamisessa – henkilöstön ja ratkaisujen käyttäjien osaaminen vaikuttavat merkittävästi siihen, tuleeko digitaalisesta ratkaisusta toimiva osa yrityksen toimintaprosessia.

Ulkoiset tekijät liittyvät esimerkiksi organisaation toimintaympäristöön, ulkoisiin sidosryhmiin ja lainsäädäntöön. Toimintaympäristö voi tarkoittaa esimerkiksi taloudellista ympäristöä, markkinoita tai esimerkiksi väestötekijöitä. Lainsäädäntö asettaa etenkin julkisille toimijoille merkittäviä reunaehtoja jotka saattavat vaikuttaa esimerkiksi siihen, millaisia ratkaisuja ylipäättään voidaan ottaa käyttöön. Esimerkiksi pilvipalveluissa tai datan uudenaikaisessa hyödyntämisessä lainsäädännön vaatimukseen vastaaminen saattaa kasvattaa käyttöönoton ja elinkaaren aikaisia kuluja.

Asiakaskokemus ja sidosryhmät ovat merkittävä tekijä digitaalisten ratkaisujen käyttöönoton onnistumisessa, etenkin jos digitaalinen ratkaisu on suunnattu esimerkiksi laajalle joukolle kuluttajia. Kuluttajaratkaisuihin saavutettavuus, kieliversiointi ja käyttöön tarvittavat päätelaitteet kustannuksineen ovat olennaisia huomioitavia tekijöitä ratkaisujen suunnittelussa sekä käyttöönotossa.

Liiketoimintamalli
ja strategia

Resurssit ja
osaaminen

Toimintaympäristö
ja lainsäädäntö

Asiakaskokemus
ja sidosryhmät

Digitaalisten ratkaisujen käyttöönotto

Liiketoimintamalli ja strategia

Digitaaliset ratkaisut voivat auttaa asiakaskokemuksen parantamisessa, prosessien tehostamisessa ja uusien palveluiden tai tuotteiden kehittämisessä sekä liiketoimintaedun luomisessa. Digitaaliset ratkaisut voivat muuttaa niitä hyödyntävien yritysten liiketoimintamalleja radikaalisti ja muodostaa myös uudenlaisia kustannuseriä. Esimerkiksi SaaS-ratkaisujen palvelumaksujen perusteet on syytä selvittää tarkasti ennen palveluiden käyttöönottoa.

Resurssit ja osaaminen

Digitaaliset ratkaisut vaativat investointeja laitteisiin, ohjelmistoihin, tietoturvaan, koulutukseen ja ylläpitoon. Investoinnit eivät ole vain kertaluonteisia, vaan esimerkiksi ajantasaisesta tietoturvasta ja henkilöstön osaamistasosta on pidettävä huolta jatkuvasti. Uuden digitaalisen ratkaisun käyttöönotto voi myös vaatia integraatioita eri järjestelmiin.

Toimintaympäristö ja lainsäädäntö

Digitaalisten ratkaisujen lainsäädäntö ja toimintaympäristö muuttuvat perinteisiä toimintaympäristöjä nopeammin, joten organisaatioiden täytyy panostaa entistä enemmän myös näiden seurantaan. Tietoturva, erilaisten henkilötietojen käsittely, kyberturva ja kyberuhkiin varautumiseen ovat tärkeä osa digitaalisten ratkaisujen käyttöönottoa. Mitä enemmän järjestelmissä käsitellään henkilötietoa tai mitä läheisemmin ne liittyvät yhteiskunnan kannalta kriittisiin toimintoihin, sitä enemmän tietoturvaan tulee kiinnittää huomiota jo käyttöönottovaiheessa.

Asiakaskokemus ja sidosryhmät

Digitaaliset palvelut yleistyvät eri asiakas- ja sidosryhmissä hyvin erilaisessa tahdissa. Uusissa palveluissa on huomioitava myös saavutettavuus, erilaiset erityisryhmät ja palveluiden tietoturva. Sidoryhmien kanssa ratkaisujen käyttöönotossa on huomioitava myös teknisten ratkaisujen yhteen toimivuus, datan käytettävyys sekä rajapintojen ja toisiinsa liittyvien ratkaisujen tietoturva.

Digitaalisten ratkaisujen käyttöönotto ja hankinta



Käyttöönottoja ja hankintoja voidaan tehdä monella tapaa. Hankinnoissa julkisia toimijoita sitoo julkisia hankintoja koskeva hankintalainsäädäntö, joka määrittää esimerkiksi euromääräisiä rajoja hankintoihin liittyvään kilpailutukseen. Yksityisen sektorin hankinta perustuu markkinatalouteen ja hankinnat ovat tyypillisesti joustavampia sekä nopeampia.

Selvityksessä tehtyjen haastattelujen perusteella yritysten ja kuntien digitaalisten ratkaisujen käyttöönottoa edistävät ja hidastavat seuraavat tekijät:

Edistävät tekijät: Digitaalisten ratkaisujen käyttöönotossa edistävänä tekijänä on nähty erityisesti lainsäädännön kehitys. Esim. sähköiset siirtoasiakirjat, raportointimääräykset sekä hiilijalanjälkilaskenta. Digitaaliset ratkaisut ovat joko välttämättömiä lainsäädännön vaatimusten toteuttamiseen tai tukevat niitä tehokkaasti. Esimerkiksi erilaiset raportoinnit tai hiilijalanjäljen pienentämisen toimet ovat todennettavissa data-analytiikkaa ja sensoriteknologiaa hyödyntävillä ratkaisuilla.

Jarruttavat tekijät: Jarruttavana tekijöinä nähtiin mm. paikalliset jätehuoltomääräykset ja liian nopealla syklillä muuttuva lainsäädäntö (esim. muuttuva vastuunjako jätteenkeräyksestä). Sähköinen siirtoasiakirjavaatimus on haastattelujen mukaan tullut markkinoille hajanaisesti ilman ohjaavaa valtakunnallista ohjelmistoa. Tämä on edesauttanut siirtoasiakirjamarkkinan hajautumista useaan pienempään toimijaan.

Digitaalisten ratkaisujen käyttöönotto: pilotointi

Pilotointi on erityisesti innovatiivisten digitaalisten ratkaisujen hankinnassa ja käyttöönotossa tyypillinen toimintatapa. Pilotointi mahdollistaa ratkaisujen toimivuuden ja soveltuvuuden arvioinnin käytännössä rajoitetussa käyttötapauksessa ja antaa mahdollisuuden kartoittaa ratkaisun hyötyjä sekä mahdollisia kehityskohteita ennen esimerkiksi kokonaisen tietojärjestelmän hankintaa. Pilotoinnissa uutta ratkaisua tai toimintamallia kokeillaan ennalta määritellyissä reunaehdoissa: usein määritellään tietty aika, tietty prosessin osa tai tietty käyttäjäryhmä josta kokemuksia halutaan kerätä.

Julkisissa tutkimus-, kehitys- ja selvityshankkeissa pilotoinnin tarkoitus on usein testata uusia innovaatioita ja tuottaa tietoa varsinaisen uuden järjestelmän tai toimintamallin suunnitteluun ja kilpailutukseen. Pilotointia tehdään runsaasti julkisissa hankkeissa ja toimintamallissa on sekä hyötyjä että haasteita.

Hyödyt

- Innovatiivisten ratkaisujen ja toimintamallien kokeilu ilman sitoutumista
- Pienet aloituskustannukset hyödyttävät erityisesti julkista sektoria
- Varsinaisen ratkaisun hankinta tai käyttöönotto on helpompaa ennalta kerätyn tiedon ja sen perusteella tehtyjen muutosten myötä

Haasteet

- Pilotti kohteen määrittely niin, että pilotti tuottaa vastaukset tärkeimpiin kysymyksiin
- Pilottien arviointi ja toiminnan jatkuvuus
- Pilotointitoiminnasta ei välttämättä voi vetää johtopäätöksiä erityisesti liiketoiminnallisesta tiedosta ja hyötytekijöistä



Jätehuollon digitalisaation trendit ja Case-kuvaukset

Jätehuollon digitalisaation trendit ja Case-kuvaukset

Jätehuollon digitalisaation trendit

- Kansainväliset esimerkit digitaalisuuden mahdollisuuksista jätehuollossa
- Lainsäädäntö digitalisaation vauhdittajana
- Tilauspohjainen jätehuolto
- Lajitteluasemien itsepalveluasointi

Digitalisaation trendianalyysit on muodostettu asiantuntijatyönä. Case-esittelyissä tausta-aineistona on käytetty pääosin caseissa esitelyjen toimijoiden haastatteluja,

Esiteltävät case

1. Case: Kankaan alueen älykäs jätehuolto (Jyväskylän kaupunki)
2. Case: Älyroska-astioiden puistokokeilu (Jyväskylän kaupunki)
3. Case: Golli – tavarantoimittajapalvelu (GS1 Finland)
4. Case: Hauru Smart – jätehuollon sovellus ja sensoriratkaisu (Hauru)
5. Case: Jaete -anturi (Wastebook)
6. Case: PAJATSO-alusta (LUKE)
7. Case: Jätteiden lajittelurobotit (ZenRobotics)
8. Case: Biojätteen kierrätysjärjestelmä (BER)

Kansainvälisiä esimerkkejä digitaalisuuden mahdollisuuksista

Kansainvälisiä ratkaisuja

Sensoriteknologialla varustetut älykkäät jätteenkeräysratkaisut ovat maailmanlaajuisesti varsin yleisiä: esimerkiksi Italiassa kierrätysaste vaikuttaa asiakkaan jätemaksuun ja käyttämällä RFID-tunnisteella varustettuja avaimia jätekonteissa, asiakkaan jätemääriä voidaan seurata.

Lajittelevat keräysastiat ovat älyjäteastioiden seuraava askel. Esimerkiksi puolalaisen **Bin-e** -yhtiön toimistoihin suunnattu ratkaisu lajittelee jätettä automaattisesti konenäön avulla. Lisäksi se paikkaa kevyet jätteet tiiviimmäksi ja vähentää näin tyhjennystarvetta. Jäteastia tuottaa myös jätteeseen liittyvää analytiikkaa.

Envac on ruotsalainen jätehuoltoyritys joka tarjoaa kokonaisille alueille integroitavia jätehuoltojärjestelmiä. Järjestelmät yhdistävät rakennuksissa ja ulkoalueilla olevia keräysastioita ja toimittavat jätteen putkia pitkin keskitettyihin keräyspisteisiin. Ratkaisuun liittyy myös analytiikkaa



Robottiikka ja konenäkö jätelajittelussa on myös laajasti levinnyt maihin joissa iso osa jätelajittelusta tapahtuu vasta jäteasemalla. Esimerkiksi **AMP Robotics** USA:sta toimittaa kierrätysrobotteja jotka tunnistavat suurista jätemassoista kierrätettäviä materiaaleja.



Valistus ja tietoisuuden lisääminen kestävästä elämäntavoista on kasvava trendi digitalisaatiossa. **Nudgd** on ruotsalainen yritys, jonka ratkaisulla pyritään vaikuttamaan kohderyhmän käyttäytymiseen, esimerkiksi roskaamisen vähentämiseen tietyllä alueella. Ratkaisuihin voi liittyä esimerkiksi mobiiliapplikaatioita tai vaihtuvia tekstejä näyttötäuluilla.

Kansainväliseen toimintaan verrattuna jätehuollon digitalisaatio etenee tämän selvityksen valossa Suomessa hyvin samaa tahtia muiden kanssa. Edelläkävijäteknologioita ja -toimijoita esiintyy pistemäisesti ja alueittain, mutta selvityksessä ei ole löydetty sellaisia laajassa käytössä olevia teknologisia ratkaisuja tai toimintamalleja jotka olisivat merkittävästi suomalaista jätehuoltoa edellä.

Lainsäädäntö digitalisaation vauhdittajana

Sähköiset siirtoasiakirjapalvelut (Useita yrityksiä, jotka tarjoavat sähköisiä siirtoasiakirjapalveluita)

Aikataulu: Jätelain muutoksien (714/2021) mukaan jätteiden siirtoasiakirjat on pitänyt tehdä ensisijaisesti sähköisinä vuoden 2022 alusta alkaen. Valtioneuvoston asetus jätteistä (978/2021) mukaan siirtoasiakirjan tiedot pitää toimittaa sähköiseen siirtoasiakirjarekisteriin (SIIRTO) 1.9.2022 alkaen.

Palveluntarjoajia ja palveluita:

- MaterialPort, Elenium Oy (Kehitetty yhteistyössä viiden jätehuoltoyhtiön kanssa)
- WasteApp, Silvasti Software Oy / Insinööritoimisto Gradientti Oy
- Repomark, Silmu Software Oy
- ZeroWaste, Enpros Oy
- Pinjan sähköinen siirtoasiakirja, Pinja Oy

Teknologiat vaihtelevat eri palveluntarjoajien välillä, mutta kaikkien avulla voidaan toimittaa tiedot sähköiseen siirtoasiakirjarekisteriin (SIIRTO). Sähköisten siirtoasiakirjojen hyötyinä on työläistä paperisista siirtoasiakirjoista luopuminen sekä tiedolla johtamisen mahdollisuudet kerätyn datan avulla. Haasteena on yhden yhteisen järjestelmän puuttuminen.

Yritysten jätemäärien raportointi

Jätelainsäädännön muutosten myötä yritysten jäteraportointivaatimukset ovat lisääntyneet. Raportointivelvollisuus koskettaa valtaosaa yrityksistä – nyt myös elintarvikkeiden jalostus- ja valmistusteollisuutta, kauppaa ja muuta jakelutoimintaa sekä ravintola- ja majoitustoimintaa. Jätteistä on pidettävä kirjaa ja huolehdittava jäteraportit kuntoon, esim. silloin, kun:

- jätettä syntyy vähintään 100 tonnia vuodessa
- toiminnasta syntyy vaarallista jätettä tai POP-jätettä
- toiminta on ympäristönsuojelulain mukaan luvanvaraista
- kyseessä on elintarviketeollisuuden toiminta, joka on ympäristönsuojelulain mukaan ilmoituksenvaraista

Myös jäteraporttien sisältövaatimuksia on päivitetty. Jatkossa on raportoitava aiempaa tarkemmin mm. jätteen tyyppi ja laatu sekä jätteen vastaanottajan ja kuljettajan tiedot.

Jätekirjanpitoa ja -raportointia varten on olemassa eri palveluntarjoajien digitaalisia palveluita.

Tilauspohjainen jätehuolto

Tilauspohjaisen jätehuollon periaatteet ja hyödyt

Tilauspohjaisella jätehuollolla tarkoitetaan jätehuollon muotoa, jossa jätekuljetus tilataan asiakkaan tai automaattisen sensorin toimesta aina tarpeen mukaan. Tilauspohjaisen kuljetuksen avulla voidaan välttää tyhjien tai vajaiden astioiden tyhjentämiseltä ja kuljettamiselta. Lisäksi asiakas maksaa vain tarpeellisista tyhjennyskerroista. Aiemmin tilauspohjainen jätehuolto on ollut käytössä yleisesti esim. sako- ja umpisäiliöiden lietteen keräyksessä sekä vaihtolavojen ja jätepuristimien yhteydessä.

Tilauspohjainen järjestelmä voi olla tehokkaampi, kuin perinteiset jätteenkeräysjärjestelmät, koska se vähentää keräysmatkojen määrää ja niihin liittyviä kustannuksia. Digitaalisilla ratkaisuilla, kuten tyhjennyksen automaattisesti kutsuvilla jäteastioilla ja täyttöasteen reaaliaikaisella seurannalla, voidaan entisestään tehostaa tilauspohjaista jätehuoltoa. Se edellyttää kuitenkin selkeää tiedonvaihtoa ja mahdollisesti automatiikkaa jätehuoltoyrityksen ja asiakkaiden välillä, jotta jätteet kerätään oikea-aikaisesti. Lisäksi jätehuoltoyrityksellä tulee olla tarvittavat resurssit palvelun tarjoamiseen sitä pyydettyä.

Esimerkkejä tilauspohjaisesta jätehuollosta



Tilauspohjaista jätehuoltoa tarjoaa esimerkiksi rakennusjätteelle Lassila & Tikanoja Raksanappi-palvelulla. Raksanappi on rakennustyömaan asiointikanavana toimiva mobiilisovellus, jossa voi keskitetysti hoitaa rakennustyömaan jätehuoltoon liittyvät tilaukset.

Case-esimerkkinä esiteltävä Hauru Smart –jätehuoltoratkaisu mahdollistaa myös tilauspohjaisen jätehuollon. Kotitalousjätteen lisäksi tilauspohjainen jätehuolto yhdyskuntajätteessä voisi olla mahdollista esimerkiksi erilaisten tapahtumien yhteydessä.

Itsepalveluasointi

Itsepalveluasoinnin periaatteet ja hyödyt

Itsepalvelu jäteasemilla on valtakunnallinen trendi, joka on käytössä jo eri puolilla Suomea. Itsepalveluasointi on hyvä esimerkki digitaalisuuden mahdollistamasta **toiminnan laajentamisesta**.

Itsepalveluasointi mahdollistetaan monissa paikoissa useiden digitaalisten teknologioiden yhdistelmillä. Älykkäät lukot aukeavat esimerkiksi selaimessa tai mobiilisovelluksessa lähetetyn koodin avulla tai hyödyntäen auton rekisterinumeron tunnistusta. Mahdolliset jätemaksut hoidetaan verkkokaupan tapaan ja videovalvonta jätepisteellä mahdollistaa toiminnan seuraamisen.

Itsepalveluasointi mahdollistaa jätepisteiden paremman saavutettavuuden ilman työntekijäkulujen nousemista. Itsepalveluasoinnin avulla kuluttajat voivat myös järjestellä jätehuoltoaan itsenäisemmin. Parempi saavutettavuus ja jätepisteiden pidennetty aukioloaika tyypillisten asiointiaikojen ulkopuolella madaltaa kynnystä oikeanlaiseen jätelajitteluun.



Esimerkkejä itsepalveluasoinnista

Sammakkokangas ottaa käyttöön jäteasemien itsepalveluasoinnin www-selaimen kautta vuonna 2024. Asiakas valitsee selaimessa kuorman sisällön ja tarvittaessa maksaa jätemaksun. Järjestelmä on suunniteltu toimivan verkkokauppojen tapaan. Maksun jälkeen järjestelmä antaa asiakkaalle avauskoodin, jolla lajitteluaseman portti aukeaa.



Rosk'n Roll (Länsi- ja Itä-Uudenmaan jätehuolto) tarjoaa tavanomaisimpien jätelajien itsepalvelutoimittamisen lisäksi vaarallisten jätteiden itsepalvelukonttia.



Pirkanmaan Jätehuollon Biokimppa tarjoaa kuluttajille mahdollisuuden sopia biojäteastioiden kimppasopimuksia, joissa kimppaan liittyvät naapurit voivat käyttää yhteisiä biojäteastioita. Jätekimppaa tarjotaan Keski-Suomen alueella myös Sammakkokankaan ja Mustankorkean alueilla. Kimppaporukka voi sopia asiasta ensin yhdessä ja sitten ilmoittaa toiminnasta jätelyhtiön.

1. Case: Kankaan alueen älykäs jätehuolto

Jyväskylän kaupunki

Aikataulu: 5/2019 – 2023

Paikka: Kankaan kaupunginosa, Jyväskylä

Jyväskylän kaupunki on järjestänyt Kankaan alueelle kokeilun älykkäistä jätehuollon ratkaisuista. Alueen syväkeräysastioissa on käytössä sähköinen lukitus, jonka avulla voidaan seurata jätessäiliöllä käyntien määrää ja arvioida täyttöastetta. Järjestelmällä pyritään myös vähentämään syntyvän jätteen määrää ja kannustetaan asukkaita kierrättämään.

Hankkeen yhteydessä on lisäksi kerätty asukkailta ideoita jätteen synnyn ehkäisyyn ja määrän vähentämiseen, lajittelun edistämiseen ja uudelleen käyttöön. Alueella on saatu rohkaisevaa tietoa kierrätysasteesta, joka on parantunut hankkeen edetessä. Kiertotalouden näkökulmasta korkeampi kierrätysaste avaa mahdollisuuksia jätteen uudelleenkäytölle ja luo uutta liiketoimintapotentiaalia.

Kokeilua varten oli tavoitteena käyttäjäkohtainen vertailu, mutta GDPR -direktiivi esti käytännössä tämän toteutumisen. Myöskään pinnanmittausta tai konenäköä ei ollut käytössä, koska ei löydetty soveltuvaa tekniikkaa. Kokeilun yhteydessä pyrittiin soveltamaan mm. time of flight -tekniikkaa (ToF). Kokeilun aikana ei kuitenkaan löydetty soveltuvaa tekniikka, jolla yksittäisellä käynnillä jätetty jättemäärä saataisiin mitattua (paino tai tilavuus).

Teknologiat

- IoT-tekniologiaa hyödyntävät älykkäät jätessätiat joissa sähköinen lukitus

Hyödyt

- Jätteen uudelleenkäytöstä liiketoimintaa
- Kierrätysasteen parantaminen

Haasteet

- GDPR -direktiivin takia käyttäjiltä tulee pyytää suostumus datan käyttöön
- Jätessätioiden suuri määrä, kustannukset ja ongelmat kertaantuvat
- Käyttö loppunut 2023

Jatkuu seuraavalla sivulla

1. Case: Kankaan alueen älykäs jätehuolto

Kokeilu alkoi toukokuussa 2019, joka huoneisto sai käyttöönsä 2 kpl jäteastioiden avaimia (tageja). Lätjän kadotessa oli mahdollista tilata helposti uusi tilalle. Lukituksen yhdistäminen kotiavaimen olisi ollut vielä kätevämpää. Lukituksen käyttöönotosta tiedotettiin käyttäjiä mm. kirjeitse ja sosiaalisen median kampanjan avulla. Lisäksi tehtiin jätehuollon pelillistämisen kokeilu. Talojen valmistuessa avaimia (tageja) jaettiin asuntokohtaisesti. Asukkailta tuli lopulta yllättävän vähän kommentteja liittyen jätehuoltoon ja usein kommentit olivat vastakkaisia.

Kankaalla sähköisen lukituksen osalta jäi aina jälki astian käytöstä. Mutta käytössä ei kuitenkaan ollut "pay as you throw" -mallia. Tällöin käyttäjällä tulisi olla perus käyttömaksu ja mahdollisuus saada hyvitystä. Lisäksi Kankaalla oli alueellinen järjestelmä, jossa useampi astia, johon voi viedä jätteitä. Olisi ehkä helpompaa testata yhden taloyhtiön mallissa.

Älykkään jätehuollon kokeilu on loppumassa vuoden 2023 lopussa. Hankintakulut eivät olleet ainoa syy kokeilun lopetukselle, vaan lähinnä ylimääräinen työmäärä. Tulee prosesseja hoidettavaksi, mm. lukituksen hallinta, pitää olla joku ylläpitää ja hallinnoi järjestelmää. Molokin lukitusteknologista vastaava kumppani on vaihtunut, jolloin jatkossa olisi ollut tiedossa muutoksia.



(YLE 2019 ja Jyväskylän kaupunki 2023)



2. Case: Älyroska-astioiden puistokokeilu

Jyväskylän kaupunki

Aikataulu: alkanut 5/2023 – kokeilua jatketaan talven 2024 yli

Paikka: Satamanpuisto, Jyväskylän keskusta-alue

Jyväskylän kaupungin puistot- ja viheralueet- palvelualue on ottanut kokeilukäyttöön kaksi älyroska-astiaa Satamanpuistossa. Kyseessä on Smart Bin CitySolar, Lehtovuoren malli, jonka tilavuus on 240 litraa. Älyroska-astiat on varustettu tasomittarilla, aurinkopaneelilla sekä puristimella, joka aktivoituu astian täyttöasteen saavuttaessa tietyn tason. Puristimen ansiosta yhteen 240 litran astiaan mahtuu sama määrä jätettä, mitä 60 kpl tavalliseen 60 litran roskaa-astiaan (3600 litraa). Astioiden asennus on myös ollut helppoa, ne voidaan asettaa suoraan kivialustalle, eikä asennus vaadi erikseen maanrakennustöitä.

Lehtovuoren älyroska-astioita on käytössä Suomessa yhteensä noin 500 kpl. Älyroska-astiat on kytketty Finbin/Citysolar sovellukseen, jonne sensorien mittaustieto kerätään. Tiedot saadaan myös integroitua suoraan jätteenkeräysrytyn järjestelmiin, jolloin tyhjennysväli voidaan optimoida. Kokeilun hyötynä on ollut roska-astioiden normaalia harvempi tyhjennysväli. Julkisten alueiden roska-astioihin kertyy erityisesti kesäaikaan runsaasti sesonkiluontoista jätettä, johon itse puristavat astiat ovat olleet hyvä ratkaisu. Erityisesti jäteastioiden talvikäytöstä kerätään kokemuksia tulevana talvena. Ennalta arvioiden aurinkopaneeleja voi haitata lumipeite astian päällä. Roska-astia luukun voi avata kädellä ja jalkakäytkimellä, talviaikaan lumi voi haitata jalkakäytkimen käyttöä.

Teknologiat

- IoT-tekniikat (tasomittari, aurinkopaneeli ja puristin)
- Sovellus mittaustietojen kokoamiseen, jossa integraatio jäteyhtiön järjestelmiin

Hyödyt

- Harvemmat tyhjennysväli, toimivat erityisesti julkisilla alueilla
- Astiathyjennysten pienemmät kustannukset
- Tiedolla johtaminen mahdollistuu kerätyn datan avulla

Haasteet

- Käyttö talvella (varauksin)
- Älykäs jätehuolto vaatii uuden oppimista organisaatiolta
- Älyroska-astian korkea hinta

3. Case: Golli -tavarantoimittajapalvelu

GS1 Finland



Aikataulu: Kehitetty jo 2010 -luvulla

Paikka: Yli 400 toimijaa käyttää palvelua

GS1 Finlandin digitaalinen Golli-palvelu helpottaa tavarantoimittajien ja kaupan välistä kanssakäymistä ja tuo toimitusketjuihin resurssitehokkuutta. Se digitalisoi tilaus-toimitusketjun toimialasta ja yrityksen koosta riippumatta. Selaimella käytettävän pilvipalvelun avulla voi muodostaa mm. oikeaoppiset lavamerkinnot, jotka toimivat myös kaupparyhmien automaattivarastoissa. Palvelua on suunniteltu yhteistyössä Solita Oyj:n kanssa, joka on myös palvelun tekninen toteuttaja. (Materiaalit kiertoon 2020)

Golli on lisännyt suomalaisten pk-tavarantoimittajien kilpailukykyä, lisännyt kaupan ekosysteemin toimivuutta ja mahdollistanut säästöjä. Lisäksi Golli edistää kiertotalouden ideoita monella tavoin. Gollin avulla on pystytty korvaamaan kertakäyttöisiä kuormalavoja kierrätettävillä kuormalavoilla. Vuokrattavia lavoja omistava ja hallinnoiva Encore Ympäristöpalvelut Oy on arvioinut, että vuoden aikana yksi kiertävä kuormalava korvaa seitsemästä kymmeneen hävitettävää kertakäyttöistä lavaa. Gollin avulla tietoa pystytään keräämään myös pieniltä yrityksiltä, joiden omat järjestelmät eivät pysty tuottamaan esimerkiksi toimitustietosanomiamia. Koska Gollin avulla oikeat tuotteet saadaan nopeasti kauppojen hyllyille, myös niiden myyntiaika pitenee. Elintarvikkeiden kuljetusten määrät ja ajankohdat voidaan optimoida kulutuksen mukaan. Näin sähköiset toimitustiedot ovat osaltaan apuna myös kauppojen ruokahävikin minimoimisessa. Lisäksi Golli parantaa tuotteiden jäljitettävyyttä toimitusketjussa. (Materiaalit kiertoon 2020)

Teknologiat

- Selaimella käytettävä pilvipalvelu tilaus-toimitusketjun digitalisaatioon

Hyödyt

- Pk-tavarantoimittajien kilpailukyvyyn parantuminen ja säästöt
- Kertakäyttöisten kuormalavojen korvaaminen uudelleen käytettävillä
- Tuotteiden nopeampi toimitus jälleenmyyjille
- Kuljetusten optimointi
- Ruokahävikin minimoiminen
- Tuotteiden jäljitettävyyden toimitusketjussa

Haasteet

- Palvelun markkinointi osaksi toimitusketjua
- Yhteensopivuus muiden järjestelmien kanssa

4. Case: Hauru Smart – jätehuollon sovellus ja sensoriratkaisu

Haurun Jäteauto Oy

Aikataulu: Pilotti 3 vuotta sitten, tällä hetkellä kaupallisessa käytössä

Paikka: Pohjois-Pohjanmaan maakunta

Jätehuollon sovellus- ja sensoriratkaisu on käytössä laajalti Pohjois-Pohjanmaalla Oulussa. Sensori (Jaete, Wastebook) mittaa keruuastian täyttöastetta sekä kannen avauksia. Ratkaisussa asennetaan sensoreita pienkeruuastioista aina syväkeräysastioihin. Sensorien keräämä tieto on välittynyt toiminnanohjausjärjestelmään (Vitec Vingo), jonka perusteella jätehuolto toimii.

Jätteiden keruu tapahtuu optimoituja reittejä pitkin, sensori lähettää täyttöasteesta viestin järjestelmään, joka välittää tiedon kuljettajalle. Tyhjennykset tehdään ennakkoon suunniteltuja reittejä pitkin, kun riittävän moni sensori reitillä ilmoittaa täyttöasteen lähestyvän täyttä. Lisäksi asiakkaalla on mahdollisuus tilata tyhjennys Hauru Smart Waste bin -sovelluksen kautta. Tarkoituksena on, ettei keräysreitillä pysähdytä turhaan sellaisten astioiden kohdille, jotka eivät ole täynnä. Toimintatapa mahdollistaa kustannussäästöjä, jäteyhtiö parantaa keruun tehokkuutta ja kuluttaja maksaa ainoastaan täysien jäteastioiden tyhjennyksestä. Tällä hetkellä sensori on käytössä vain polttokelpoisen sekajätteen astioissa.

Reittioptimoinnin osalta haasteena on se että asiakas tilaa jäteastian tyhjennyksen yleensä vasta kun ollaan jo melkein 100% täyttöasteen rajapinnassa. Jäteastian tyhjennys tehdään 2 arkipäivän kuluessa asiakkaan ilmoituksesta. Parempi vaihtoehto olisi, että tyhjennyspyyntö tulee automaattisesti.

Teknologiat

- IoT-sensorit jäteasteissa
- Taustajärjestelmä reitin optimointiin
- Hauru Smart Waste Bin -sovellus

Hyödyt

- Reitin optimoinnista syntyvät säästöt
- Vain täysien astioiden tyhjennyksestä saatavat säästöt

Haasteet

- Asiakas tilaa jäteastian tyhjennyksen yleensä vasta kun astia on jo 100% täynnä.
- Sensori käytössä vain polttokelpoiselle jätteelle



5. Case: Jaete –anturi

Wastebook Oy



Aikataulu: Ensimmäiset anturit asennettiin maaliskuussa 2021 (Haurun Jäteauto Oy)
Paikka: Pohjois-Pohjanmaa, Hossan kansallispuisto, Espoo (pieni kokeilu)

Wastebook on kehittänyt älykkään ratkaisun, jolla optimoida jätehuolto ja tuottaa tietoa päätöksenteon pohjaksi. Nykyisin 90 % jätteestä kerätään joko liian aikaisin tai liian myöhään. Se käy kalliiksi niin meille kuin ympäristölle.

Jaete-sensori mittaa jäteastian täyttötasoa tutkan avulla. Jaete-sensori ei vaadi puhdistusta toimiakseen. Laitteen lämpötila-, asennon- ja etäisyyden mittaussensoreita suojaa vahva iskunkestävä ja vedenpitävä kotelo. Älykäs virranhallinta, joka perustuu DTLS-tunnelointiin mahdollistaa yli viiden vuoden käytön yksillä paristoilla, jotka ovat vaihdettavissa. Laite toimii itsenäisesti ja langattomasti eikä vaadi huoltoa. Se lähettää pinnanmittaustiedot Jaete-pilveen 4G-NB-IoT-tai LoRa-verkon kautta. Yhteydet toimivat LORA-verkoissa Suomessa. Uusissa versioissa 4G SIM. Operaattorien ongelmat vaikuttavat Wastebookin ratkaisuihin. Järjestelmä yhdistetty esim. Vitecin Vingoön, jolla voidaan optimoida keräysreitit.

Wastebookilla lisäksi kehitteillä asiakaskohtainen seuranta jätteen määrästä. Wastebook on kehittänyt myös Hauru Smart Waste bin -sovelluksen, jossa asiakas voi itse tilata jätteen tyhjennyksen, kun asiakas sitä tarvitsee.

Teknologiat

- Sensorin tutka
- Virran hallinnassa DTLS-tunnelointi
- Datan lähetykset Jaete-pilveen 4G-NB-IoT- tai LoRa-verkon kautta

Hyödyt

- Yli viiden vuoden käyttö yksillä paristoilla
- Järjestelmä yhdistetty esim. Vitecin Vingoön, jolla voidaan optimoida keräysreitit

Haasteet

- Hinnoittelu on vielä avointa
- Sensoriteknologia yksin ei vielä muuta arvoketjun toimintaa

6. Case: PAJATSO-hanke

Luonnonvarakeskus, Vaasan Yliopisto



Aikataulu: Elokuu 2021 – Joulukuun 2022

Paikka: Lapuan kaupunki

PAJATSO-hankkeen tavoitteena oli edistää ruokahävikin vähentymistä uusien teknologioiden ja sosiokulttuurisen muutoksen mukana. Hanke toteutettiin Euroopan aluekehitysrahaston EAKR 2014-2020 tuella.

Hankkeessa toteutettiin kolme työpakettia: Ruokahävikkimittauksen automatisointi, hävikin vähentämisen menetelmäpankki ja hävikkiratkaisujen levitysmekanismit. Hankkeessa luotiin alueellinen ruokahävikin liiketoimintaekosysteemi ja kehitettiin ruokahävikin vähentämiseen liittyviä uusia digitaalisia ratkaisuja, kuten ruokahävikin mittaamisen automatisointia. Lisäksi hankkeessa oli voimakas valistusnäkökulma ja sen seurauksena syntyi laaja materiaalipankki ravitsemispalveluiden ja oppilaitosten käyttöön.

PAJATSO-kokemukset olivat positiivisia, vaikka sen aikana koettiin haasteita esimerkiksi demotasolla olevan teknologian käytettävyydestä, testipalautteissa korostettiin että ratkaisuilta toivotaan ennen kaikkea selkeyttä ja helppoutta. Lisäksi testijaksojen arvioissa nostettiin esiin hankeviestinnän tärkeyden ymmärtäminen.

Teknologiat

- Ruokahävikin mittaamisen mahdollistavan ennustemallin algoritmin prototyyppi
- "Älyvaaka", uusi suostuttelevan teknologian ja suunnittelun toimintamalli
- Pelillistämistä hyödyntävä kurssimateriaali

Hyödyt

- Toimintamallin muutos tuottaa onnistuessaan pitkäaikaisia vaikutuksia
- Ruokahävikkiin liittyvät säästöt ovat merkittäviä
- Ruokahävikin ympärille voi syntyä uusia liiketoimintamalleja

Haasteet

- Demoversioiden tekniset ominaisuudet jäävät piloteissa usein vajaaksi
- Pilottien jatkokehitys

7. Case: ZenRobotics

Edistynyt robotiikka jätelajittelussa

ZenRobotics on alun perin suomalainen, nykyisin amerikkalaisessa omistuksessa oleva yritys, joka kehittää ja tarjoaa robotiikkaan perustuvia jätteenlajittelujärjestelmiä. Yrityksen järjestelmät käyttävät tekoälyä erilaisten jätteiden, kuten metallin, puun ja muovin, tunnistamiseen ja lajitteluun sekajätteestä. Kuljetusringille toimitettujen robottien nopeus on yli 6000 poimintaa tunnissa ja yksittäisen poimittavan kappaleen paino voi olla jopa 30 kiloa (STT info 2022).

Robotiikka ja tekoäly auttavat jätteiden lajittelussa lisäämällä tehokkuutta, tarkkuutta, turvallisuutta ja kestävyyttä. Robotit voivat käsitellä erilaisia jätteitä, kuten rakennus- ja purkujätettä, kaupallista ja teollisuusjätettä, puujätettä, sekalaisia inerttejä jätteitä, kiinteitä yhdyskuntajätteitä, kevyitä pakkausjätteitä ja kuivaa sekalajittelua. ZenRoboticsin robotteja käytetään kierrätysyrityksissä yli 15 maassa ympäri maailmaa. Suomessa asiakkaina ovat mm. Remeo, Kuljetusrinki Oy.

ZENROBOTICS
A TEREK BRAND

Teknologiat

- Koneäly, neuroverkkojen hyödyntäminen
- Kone näkö, infrapunakamerat
- Robotiikka

Hyödyt

- Robotisoitu lajittelu on potentiaalisesti nopeampaa ja luotettavampaa kuin ihmisvoimin tehty
- Robottilajittelu mahdollistaa esimerkiksi vaarallisten aineiden käsittelyn ilman ihmisiä

Haasteet

- Uuden teknologian kustannusten kattaminen
- Robottilajittelun sovittaminen olemassa olevaan infraan

8. Case: BER Oy

Biojätteen kierrätysjärjestelmä



BER Oy on kehittänyt ruokajätemylyn ja säiliöjärjestelmän, jossa biojäte voidaan kaataa suoraan keittiössä olevaan ruokajätemylyyn. Myllystä biomassa kerätään edelleen säiliöön joka tyhjennetään imuautolla, tyypillisesti harvemmin kuin tavallinen biojätekeräys jolloin jätekuljetuksista säästyy resursseja.

Jätemylyllä voi kierrättää kaiken normaalin biojätteen ja yhtiön mukaan maan alle sijoitetulla säiliöllä saadaan ehkäistyä monia perinteisten jäteastioiden aiheuttamia ongelmia, kuten biojätteen mahdollinen jäätyminen, haju- ja tuhoishaitat. Myös jätehuoltoyhtiöille biojätteen keräys ja jatkojalostus on vaivattomampaa.

Ratkaisulle on haettu kansainvälistä patenttisuojaa ja ensimmäinen suuren kokoluokan hanke on Pirkan Opiskelija-asunnot Oy:n Tampereen Hipposkylään rakentuvan uuden opiskelijakerrostalon yhteydessä.

Teknologiat

- Jätemyly ja säiliöjärjestelmä

Hyödyt

- Helpottaa biojätteen kierrätystä asukkaalle
- Harvemmat biojäteyhtiön tyhjennysvälit
- Normaalisti biojätēsäiliöistä johtuvat haitat poistuvat

Haasteet

- Asennuksen kokoluokka, isoihin kohteisiin mahdollista saneerausten tai uudiskohteiden kohdalla



Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuusarviointi

Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuusarviointi Keski-Suomeen

Soveltuvuusarviointi maantieteellisestä ja toimijoiden näkökulmasta

Tässä kappaleessa arvioidaan erilaisten ratkaisujen soveltuvuutta Keski-Suomen maakuntaan. Maakunnan erityispiirteitä jätehuollon näkökulmasta ovat mm. vesistöjen suuri määrä, suurehko keskuskaupunki ja laaja suhteellisen harvaan asuttu maaseutu. Lisäksi maakuntaa jakaa suuret yksittäiset järvet kuten Päijänne, jotka voivat aiheuttaa jätteiden keruulogistiikkaan haasteita.

Maakunta on väestöltään suhteellisen pieni. Väestön vähäinen määrä asettaa omia haasteitaan digitaalisten ratkaisujen käyttöönnottoon. Tiiviissä kaupungissa monista digitaalisista ratkaisuista, kuten reittioptimoinnista saadaan optimaalisin hyöty. Pieni väestö tuottaa myös vähemmän jätteitä, jolloin alueelta kerättävät jätemaksut jäävät pienemmäksi. Tällöin jäteyhtiöiden kassavirta on pienempää ja investointien tekeminen toiminnan kehittämiseksi voi osoittautua olla haasteelliseksi.

Keski-Suomen alueella toimii useita pienempiä jäteoperaattoreita, joten tiettyjen ratkaisujen käyttöönotto koko maakunnan alueella voi olla haastavaa toimijakentän hajanaisuuden vuoksi. Suomessa tämä ei ole erityisen poikkeuksellinen tilanne ja vaikuttaa jätehuollon digitalisaatioon valtakunnallisesti.

Alueen taajamilla on tiettyjä erityispiirteitä. Etäisyydet taajamien välillä ovat suhteellisen pitkiä. Lisäksi esimerkiksi vesistöt voivat vaikeuttaa siirtymistä taajamien ja maaseudun välillä ja pidentää jätteiden kuljetusmatkoja. Pitkät etäisyydet voivat asettaa oman haasteensa esimerkiksi tilauspohjaisen jätehuollon käyttöönotolle.

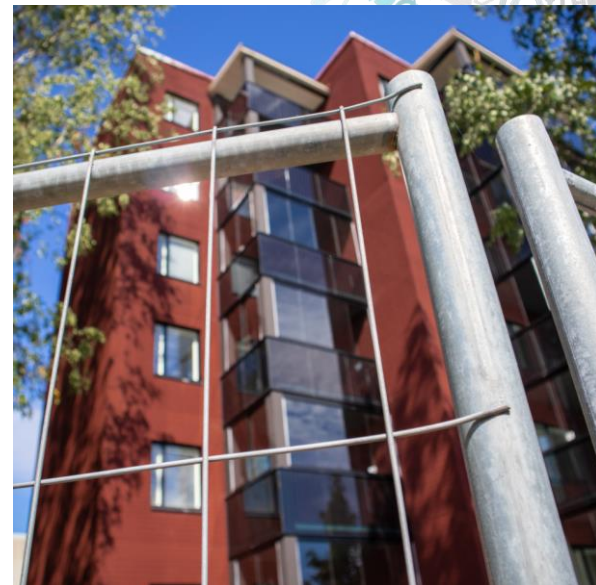
Taajamien sisällä on myös omia erityispiirteitään. Esimerkiksi Jyväskylän keskustataajamassa on runsaasti ahtaita porttikongeja ja katutila on ahdas verrattuna maakunnan muihin taajamiin. Ahtaus asettaa omat vaatimuksensa jätteenkeruukalustolle, ja lisää vaatimuksia esimerkiksi mahdolliselle reittioptimointijärjestelmälle. Haasteita syntyy, kun samalla ajoneuvolla ei voida tyhjentää kaikkia jäteastioita esimerkiksi ahtaiden porttikongien vuoksi.

Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuusarviointi Keski-Suomeen

Jätehuollon trendien ja eri teknologioiden soveltuvuus Keski-Suomeen.

Tilauspohjainen jätehuolto: Tilauspohjainen jätehuolto on tällä hetkellä Suomessa suhteellisen vähän käytetty jätehuollon muoto. Tilauspohjaisuudesta on kirjoitettu erikseen aiemmissa kappaleissa, joissa järjestelyn etuja ja haasteita on erikseen eritelty. Mikäli tilauspohjaista jätehuoltoa halutaan kehittää Keski-Suomessa, on huomioitava järjestelmien keskinäinen yhteensopivuus ja alueellisen logistiikan erityispiirteet. Yhdyskuntajätteen osalta tilauspohjaisuudella on potentiaalia erityisesti erilaisissa **tapahtumissa** ja vastaavissa tilanteissa joissa jätehuoltoa tarvitaan joko normaalia tiheämmin, pistemäisesti ja osa-aikaisesti.

Itsepalveluasointi: Itsepalveluasointia on otettu Keski-Suomessa jo laajalti käyttöön. Erilaisia itsepalveluratkaisuja löytyy myös eri puolilta Suomea, joten tätä kohti ollaan jo vahvasti eri jäteyhtiöiden kierrätysasemilla siirtymässä. Kehitys tämän trendin osalta tulee jatkumaan ja suuria esteitä teknologioiden käytölle ei ole. Itsepalveluasoinnin sujuvuuden tärkeä tekijä on itsepalvelumahdollisuuksista **viestiminen** ja teknologioiden, kuten mobiiliapplikaatioiden tai verkkopalveluiden toteuttaminen **saavutettavasti**.



Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuusarviointi Keski-Suomeen

Sensortechnologia: Sensortechnologiaa kokeiltu mm. Kankaan jätehuoltohankkeessa. Esimerkkejä toimivasta sensortechnologian käytöstä löytyy esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaalta ja sensortechnologian hyödyntäminen jätehuollon arvoketjussa todennäköisesti tulee lisääntymään. **Sensortechnologioiden** lisäksi arvoketjuun tarvitaan muita ratkaisuja datan analysointiin ja siitä tuotetun informaation hyödyntämiseen, yksittäiset sensorit ilman palveluverkkoa eivät vielä tuota säästöjä tai tehokkuutta. Ratkaisujen integrointi osaksi jätehuoltoprosessia saattaa lisätä kustannuksia tai vaatia lisäinvestointeja olemassa oleviin järjestelmiin. Datat keruuseen ja hyödyntämiseen vaikuttavat myös lainsäädännölliset tekijät ja velvoitteet.

Digitaalisuutta hyödyntävät lajitteluratkaisut: Uusia teknologioita kehitetään myös jätteen automaattiseen tai automatiikalla tuettuun lajitteluun, erityisesti konenäön ja tekoälyn käyttömahdollisuuksia tutkitaan. Näiden ratkaisujen hyödyt keskittyvät erityisesti kierrätyksen tehostamiseen ja helpottamiseen (esim. BER Oy:n ratkaisu tai robotilajittelu). Lajitteluautomaatiikan ratkaisut vaativat tyypillisesti suurempia investointeja olemassa olevaan infrastruktuuriin ja soveltuvat parhaiten saneerausten tai uusien aluekehityshankkeiden yhteyteen.

Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuus

Kunnallisten jätehuoltoyhtiöiden toimintaan ja asumisessa syntyvien jätteiden jätehuoltoon

Uudet digitaaliset ratkaisut vaikuttavat jäteyhtiöiden omaan toimintaan. Tiedolla johtaminen ja automaatio voi nopeuttaa prosesseja, mahdollistaa uusien palveluiden kehittämisen ja uudentyypisten liiketoimintamallien kokeilun. Kokeilu- ja kehitystoiminta vaatii myös resursseja ja strategista suunnittelua. Digitaaliset ratkaisut ja niiden käyttöönotto muuttavat myös henkilöstön osaamisvaatimuksia ja vaativat erityyppisiä sisäisiä resursseja niiden ylläpitoon.

Lainsäädännön muuttuvat vaatimukset saattavat lisätä kustannuksia ja digitaalisista ratkaisuista kertyvän tiedon hyödyntäminen on avainasemassa toiminnan tehostamiseksi. Kehitys näissä ratkaisuissa noudattelee kuitenkin lainsäädännön muutostahtia, joten säästövaikutukset saattavat jäädä pieniksi. Asumisen jätehuollon kustannuksiin vaikuttavat paljon myös maakunnalliset erityispiirteet ja esimerkiksi logistiikkaoptimoinnin kannattavuus saattaa vaihdella paljon alueittain. Asuntokohtaisen data-analytiikan hyödyntämiseen liittyvät myös tietoturvanäkökulmat.

Asukkaille ja asumisessa syntyvien jätteiden jätehuoltoon **itsepalveluasiointin** kaltaiset tuovat joustoa arkeen ja mahdollisuuksia vaikuttaa paitsi oman jätehuollonsa kustannuksiin, myös oman kotitalouden hiilijalanjälkeen. Itsepalveluasiointi soveltuu hyvin toiminta-aikojen laajentamiseen ja digitaaliset ratkaisut konseptin ympärillä ovat jo varsin kypsiä.

Liiketoimintamalli
ja strategia

Resurssit ja
osaaminen

Toimintaympäristö
ja lainsäädäntö

Asiakaskokemus
ja sidosryhmät

Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuus

Muun kuin asumisen jätteiden yhdyskuntajätehuoltoon

Tilauspohjainen jätehuolto ja erilaiset **älykkäät jäteastiat** soveltuvat potentiaalisesti erityisesti erilaisten tapahtumien tai väliaikaisen jätehuollon järjestämiseen ja tehostamiseen. Selvityksessä esitellyt kokeilut ovat antaneet rohkaisevia tuloksia uusista teknologioista, mutta suoria säästöjä piloteilla ei toistaiseksi ole saavutettu. Tilauspohjaisuus ja sen ympärille mahdollisesti syntyvät palvelut todennäköisesti enemmän laajentavat liiketoimintaa ja parantavat palveluvalikoimaa kuin luovat säästöjä.

Älykkäät jäteastiat ja esimerkiksi jätteiden muodostumisesta syntyvä analytiikka soveltuvat myös yritysten käyttöön paikoissa joissa jätehuollon tarve vaihtelee tai jätehuollon resursseja voidaan tehostaa esimerkiksi tiivistävillä jäteastioilla. Datan hyödyntäminen helpottuu asuntokohtaiseen jätehuoltoon verrattuna, sillä tiedoista ei synny henkilötietoa ja esimerkiksi toimipaikkakohtainen laskenta on mahdollista.



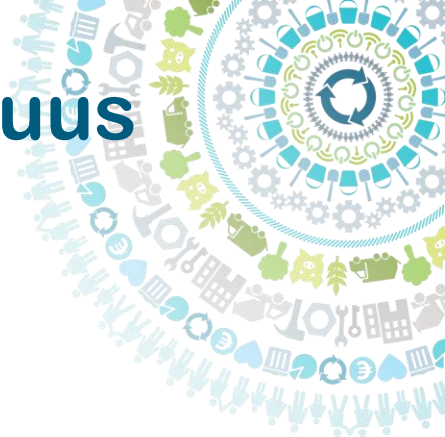
Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuus

Syntypaikkalajittelun parantamiseen

Digitaaliset ratkaisut tarjoavat matalan kynnyksen mahdollisuuksia syntypaikkalajittelun parantamiseen erityisesti **tietoisuuden lisäämisen** kautta. Digitaaliset välineet voivat kerätä ja välittää tietoa paitsi lajitteluohjeista, myös lajittelun onnistumisesta ja jätteeseen liittyvästä analytiikasta, kustannustasosta tai vaikutuksesta syntypaikan hiilijalanjälkeen.

Myös aikaisemmin mainittu itsepalveluasiointi ja jätelaitosten asiakkaiden toiminnan tehostaminen digitaalisin ratkaisuin parantaa paitsi palvelutasoa, tuottaa myös potentiaalisesti säästöjä työvoimakustannuksista.

Koneellisia ja koneavusteisia lajitteluratkaisuja erityisesti syntypaikoille on toistaiseksi olemassa vähän. Pistemäiset lajitteluratkaisut, kuten toimistokäyttöön suunnitellut automaattilajittelijat, ovat teknologioina vielä kokeiluasteella ja niiden kustannusrakenne sekä palvelumallit ovat avoinna. Säästö ja tehokkuuspotentiaaliltaan suuremmat korkean kapasiteetin lajitteluratkaisut vaativat toisaalta isoja investointeja infraan eivätkä välttämättä sovellu jälkiasennettavaksi.



Digitaalisten ratkaisujen soveltuvuus ja tulevaisuus



Selvityksen perusteella kypsimmät ja suoraviivaisimmin käyttöön otettavat teknologiat yhdyskuntajätteeseen liittyen ovat **jätehuollon itsepalveluasiointinnissa ja sen tehostamisessa**. Arvoketjuun liittyvät teknologiat ovat melko kypsiä ja laajalti käytössä, jolloin ratkaisujen käyttöönoton kannattavuus liittyy eniten siihen saadaanko uusille sovelluksille riittävästi käyttöä.

Potentiaalisimmat pilotti- ja kokeilukohteet ovat uusissa jäteastiateknologioissa, jätehuollon tilauspohjaisuudessa ja syntypaikkalajittelun sovelluksissa sekä näihin liittyvissä palvelumalleissa. Erityisesti yritysten ja tapahtumien käyttöön suunnatuissa palveluissa saattaa olla täysin **uutta liiketoimintapotentialia**.

Pilotoinnissa, kokeilussa ja uuden kehittämisessä on syytä muistaa myös toiminnan pitkäjänteisyys: pilotoinnin jälkeen kokeilun oppeja on suositeltavaa tutkia myös liiketoiminnan ja ratkaisun elinkaaren näkökulmasta. Datan hyödynnettävyys ja ratkaisujen integrointi toisiinsa on usein avainasemassa hyötyjen todentamisessa. Koska monet yhdyskuntajätteen digitaaliset ratkaisut ovat vielä pilottiasteella tai toiminnassa pistemäisesti, todennettavissa olevat suorat taloudelliset hyödyt ovat vielä vähäisiä. Hyödyt todennäköisesti näkyvät lyhyellä aikavälillä erityisesti jätehuollon laadun paranemisessa ja esimerkiksi lajittelun tehostumisessa.

Lainsäädännön ja teknologioiden kehittyessä uusia ratkaisuja yhdyskuntajätteenkin digitalisaation tulee tarjolle jatkuvasti lisää. Tässä selvityksessä esimerkiksi generatiivista tekoälyä hyödyntäviä ratkaisuja ei vielä noussut esiin, mutta nousevana teknologiatrendinä esimerkiksi erilaisia asiakaspalvelubotteja tai neuvontapalveluita kehitetään todennäköisesti eteenpäin myös tekoälyn avulla.

Lähteet

- TEM (2022) Kiertotalouden digitalisaatio ja ekosysteemit: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164500/TEM_2022_66.pdf
- European Environment Agency (2023), digitaalisen jätehuollon mahdollisuudet: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more>
- Business Finland Dealroom, suomalaiset start-up -yritykset <https://finland.dealroom.co/>
- VTT(2023), Waste Vision Report https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2023/VTT_Waste_Vision_report_2023.pdf
- Jewel (2021). How people and technology reinforce each other: the collection of the future. Koen Dijkhuis.
URL:<https://www.jewelsoftware.com/blog/how-people-and-technology-reinforce-each-other-the-collection-of-the-future>
- Materiaalit kiertoon (2020). Golli-palvelu tehostaa kaupan resurssitehokkuutta ja toimitusketjuja. URL: https://www.materiaalitkiertoon.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Gollipalvelu_tehostaa_kaupan_resurssitehokkuutta
- STT info (2022). Kuljetusringille ZenRoboticsin robotisoitu lajittelulaitos.
URL:<https://www.sttinfo.fi/tiedote/69952767/kuljetusringille-zenroboticsin-robotisoitu-lajittelulaitos?publisherId=69819613>
- YLE (2019). Jätteen määrä voi näkyä pian myös kerrostaloasujan lompakossa – Jyväskylässä käyttöön asuntokohtaista dataa keräävät jäteasiat. URL:<https://yle.fi/a/3-10797881>
- Wastebook (2023). Jaete-anturi on älykäs pinnanmittaaja. URL:<https://www.wastebook.fi/tuotteet-palvelut/>
- Bin-e lajitteleva jäteastia: <https://www.bine.world/>

