Jätevirtojen logistiikkaa haja-asutusalueilla

PETRI HELO | CLARA RAJALEHTO | TARJA PIENIMÄKI

VAASAN YLIOPISTON RAPORTTEJA 58

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Julkaisija Vaasan yliopisto
Tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikkö, Tuotantotalous.

Kirjoittajat Petri Helo https://orcid.org/0000-0002-0501-2727
Clara Rajalehto https://orcid.org/0009-0007-8890-1223
Tarja Pienimäki

Raportti

ISBN 978-952-395-247-8 (verkkoaineisto)
URN http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-395-247-8

ISSN 2489-2580 (Vaasan yliopiston raportteja 58, verkkoaineisto)

Julkaisun nimi

Jätevirtojen logistiikkaa haja-asutusalueilla

Asiasanat logistiikka, jätevirrat, haja-asutusalueet

Rahoittajat Retex Oy Ab
Oy Närpes Renhållning Ab
Suupohjan Kuljetus Oy
Sk-Steel Oy
Härmänmaan Ympäristöpalvelu Oy
Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskukset

Tämä teos on jaettu CC BY 4.0 Nimeä -lisenssillä.

Euroopan unionin osarahoittama

Tiivistelmä

Kierrätysaste ylös, päästöt alas -hankkeessa selvitettiin logistiikkamalleja ja keinoja kierrätysasteen nostamiseen. Hanke toteutettiin Suupohjan alueella yhdessä alan toimijoiden kanssa. Keskeiset kysymykset olivat: (1) kartoittaa kotitalousjätteiden virtojen nykytilanne, (2) vertailla keruumalleja ajosuoritteen ja päästöjen näkökulmasta. Materiaalivirta-analyysissä visualisoitiin laskennallinen jätemäärä kotitalouksista kunnittain ja tähän yhdistettiin mitattu kuukausitason poltettavien jätteiden määrä ja erilliskerättävät jätteet. Keruulogistiikan mallinnuksessa tarkasteltiin keruu- ja siirtokuljetusten eriyttämistä välivarastoinnilla. Tuloksena oli 17 % tehostuspotentiaali kuljetussuoritteessa verrattuna ilman välivarastointia tapahtuvaan kuljetukseen. Kokonaan keskitetty kuljetusmalli ei tuottanut hyötyjä verrattuna hajautettuihin malleihin. Erilliskerättävissä jätteissä määrät ovat pieniä ja keruuaikataulujen rytmin suunnittelulla voidaan keruu toteuttaa tehokkaasti kaksilaatikkoisella keruuautolla. Urakka-alueisiin liittyviä skenaarioita voidaan rakentaa klusterointitekniikalla ja näihin aluejakoihin voidaan yhdistää myös välivarastojen suunnittelu. Kierrätyspotentiaalia arvioitiin biojätteiden osalta merkittäväksi, sillä alueella keruun piirissä on vain 10 % alueen pisteistä. Tulevaisuudessa poltettavan jätteen määrään tulee paineita laajentaa kierrätystä ja tämä voi vaikuttaa materiaalivirtojen suuntaan ja keruun tehokkuuteen.

Asiasanat: logistiikka, jätevirrat, haja-asutusalueet

Abstract

The project “Recycling Rate Up, Emissions Down” investigated logistics models and methods to increase the recycling rate. The project was carried out in the Suupohja region in collaboration with industry stakeholders. The main objectives were: (1) To map the current state of household waste streams, and (2) To compare different collection models in terms of driving performance and emissions. In the material flow analysis, the calculated amount of waste generated by households was visualised by municipality, and this was combined with the measured monthly amounts of combustible waste and separately collected waste. In the collection logistics modelling, the possibility of separating collection and transfer transport by using intermediate storage was examined. The results showed a 17% efficiency potential in transport performance compared to direct transport without intermediate storage. A fully centralised transport model did not provide benefits compared to decentralised models. For separately collected waste, the quantities are small, and efficient collection can be achieved with a two-compartment collection truck by carefully planning the collection schedule. Clustering techniques can be used to create scenarios for contract areas, and intermediate storage planning can be integrated into these area divisions. The recycling potential of biowaste was found to be significant, as currently only 10% of collection points in the area are included in the biowaste collection system. In the future, there will be increasing pressure to expand recycling due to the volume of combustible waste, which may affect material flow patterns and collection efficiency.

Keywords: logistics, waste streams, sparsely populated areas

Sammanfattning

I projektet *"Högre återvinningsgrad, lägre utsläpp"* undersöktes logistikmodeller och metoder för att öka återvinningsgraden. Projektet genomfördes i Sydösterbotten-regionen i samarbete med aktörer inom branschen. De centrala frågorna var: (1) att kartlägga nuläget för hushållsavfallsflöden, och (2) att jämföra insamlingsmodeller ur körprestationens och utsläppens perspektiv. I materialflödesanalysen visualiserades den beräknade mängden avfall från hushåll per kommun, kombinerat med uppmätt månatlig mängd brännbart avfall och separat insamlat avfall. I modelleringen av insamlingslogistiken undersöktes separationen av insamling och transport genom mellanlagring. Resultatet visade en effektiviseringspotential på 17 % i transportprestation jämfört med transport utan mellanlagring. En helt centraliserad transportmodell gav inga fördelar jämfört med decentraliserade modeller. Mängderna av separat insamlat avfall är små, och genom att planera insamlingstakten kan insamlingen genomföras effektivt med en tvåfacks insamlingsbil. Scenarier för upphandlingsområden kan byggas med klustringsteknik, och dessa områdesindelningar kan kombineras med planering av mellanlager. Återvinningspotentialen för bioavfall bedömdes vara betydande, eftersom endast 10 % av områdets insamlingspunkter omfattas av insamlingen. I framtiden kommer mängden brännbart avfall att påverkas av trycket att utöka återvinningen, vilket kan påverka riktningen för materialflöden och insamlingens effektivitet.

Nyckelord: logistik, avfallsflöden, glesbygdsområden

Sisältö

TIIVISTELMÄ III

ABSTRACT IV

SAMMANFATTNING V

1 JOHDANTO 1

2 TAUSTAA 3

3 NYKYTILAN KUVAUS 6
3.1 Haja-asutusalueen piirteitä 6
3.2 Jakeet alueittain 7

4 KERUULOGISTIIKAN MALLINNUS 21
4.1 Aluejako 21
4.2 Keräilymallit 22
4.3 Lähtötiedot ja olettamat 24
4.4 Erilliskerättävät 25
4.4.1 Tulokset 31
4.5 Poltettavat 33
4.5.1 Tulokset 36
4.6 Urakka-alueiden optimointi 39

5 BIOJÄTTEEN KIERRÄTYSPOTENTIAALIN ARVIOINTI 42

6 JOHTOPÄÄTÖKSET 44

LÄHTEET 46

Kuvat

Kuva 1. Suupohjan toiminta-alue (lähde Botniarosk Oy) 2
Kuva 2. Matka-aika tiestön mukaan Teuvan jätekeskukselta (OpenRouteService) 7
Kuva 3. Sankey-diagrammi alueelta syntyvästä jätteestä vuoden 2024 väestölukutietoihin ja valtakunnalliseen kotitalousjätteen keskimääräiseen määräarvioon perustuen (t/kk) 9
Kuva 4. Erilliskerättävät jätteet kartalla alueella. 10
Kuva 5. Kotitalousjätteen materiaalijakeet yhden kuukauden ajalta (t/kk) 11
Kuva 6. Erilliskerättyjen jätteiden vastaanottomäärät jätekeskuksessa (syyskuu 2024) ja Rinki-pisteissä (kk-keskiarvo vuodelta 2024). 12
Kuva 7. Poltettava jäte syyskuussa 2024 suhteessa erilliskerättäviin jätteisiin. 14
Kuva 8. Yhdistetty jätevirta kunnittain ja jätejakeittain, syyskuu 2024 (t/kk) 16
Kuva 9. Yhdistetty jätevirta jätejakeittain, syyskuu 2024 (t/kk). 17
Kuva 10. Yhdyskuntajätteen kertyminen Suupohjan alueella (t/kk) 20
Kuva 11. Urakka-aluejako 21
Kuva 12. Skenaario 1 nykytilan malli 22
Kuva 13. Skenaario 2 hub and spoke -malli 22
Kuva 14. Skenaario 3 alueeton malli 23
Kuva 15. Siirtokuormauspaikat 24
Kuva 16. Erilliskerättävien keräysvälitys mallinnuksessa 28
Kuva 17. Poltettavan jätteen keräysvälitys mallinnuksessa 34
Kuva 18. Aluejako-optimointi kahdella alueella 40
Kuva 19. Aluejako-optimointi kolmella alueella 41
Kuva 20. Aluejako-optimointi neljällä alueella 41
Kuva 21, Roskapussianalyysi Etappi 2023 43

Taulukot

Taulukko 1. Jätevirrat kunnittain arvioituna eri jakeina asukasluvun 2024 - perusteella. Määrät perustuvat arvioon Suomen keskiarvolla 302 kg/asukas/vuosi eli 25 kg/asukas/kk. 8
Taulukko 2a. Rinki-ekopisteillä kerätyt tonnit 2024 13
Taulukko 2b. Rinki-ekopisteillä kerätyt tonnit 2023 13
Taulukko 3. Tyhjennysten lukumäärät syyskuu 2024 kunnittain ja astiatyypeittäin (Botniarosk).....17
Taulukko 4. Jäteastiat jakeittain.....25
Taulukko 5. Viikottainen volyymi keskiarvolta kesällä 27
Taulukko 6. Vuoden keräysvolyymi urakka-alue 1 (Närpiö ja Kaskinen) 28
Taulukko 7. Vuoden keräysvolyymi urakka-alue 2 (Kristiinankaupunki, Karijoki ja Isojoki) 29
Taulukko 8. Vuoden keräysvolyymi urakka-alue 3 (Kauhajoki ja Teuva) 29
Taulukko 9. Vuoden keräysvolyymi ilman aluejakoa (referenssi)..30
Taulukko 10. Erilliskerättävät skenaario 1 tulokset.....31
Taulukko 11. Erilliskerättävät skenaario 2 tulokset.....31
Taulukko 12. Erilliskerättävät skenaario 3 tulokset.....32
Taulukko 13. Erilliskerättävien mallinnuksen tulosten vertailua 33
Taulukko 15. Kvartaalin keräysvolyymi urakka-alue 1.....34
Taulukko 16. Kvartaalin keräysvolyymi urakka-alue 2.....35
Taulukko 17. Kvartaalin keräysvolyymi urakka-alue 3.....35
Taulukko 18. Kvartaalin keräysvolyymi ilman aluejakoa (referenssi)36
Taulukko 19. Poltettavan jätteen keräilymallinnuksen skenaarion 1 tulokset kvartaalissa.....37
Taulukko 20. Poltettavan jätteen keräilymallinnuksen skenaarion 2 (siirtokuormaus) tulokset kvartaalissa 37
Taulukko 21. Poltettavan jätteen keräilymallinnuksen skenaarion 3 (ei urakka-alueita eikä siirtokuormausta) tulokset kvartaalissa 38
Taulukko 22. Poltettavan jätteen keräilyn mallinnuksen tulosten vertailua.....38

1 JOHDANTO

Tämä raportti perustuu tutkimukseen ja selvitykseen, joka toteutettiin *Kierrätysaste ylös, päästöt alas* -hankkeessa. Hanke sai rahoituksen EU:n maaseuturahastosta Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten kautta sekä mukana olleelta yritysryhmältä. Toteutuksessa Vaasan yliopisto toimi Develop Train Oy:n alihankkijana logistiikkamalleihin liittyvissä osuuksissa. Hankkeen ohjausryhmässä toimivat:

- Etelä-Pohjanmaan ELY, kehittämisasiantuntija Tuija Nikkari (varajäsen Petri Svanbäck Pohjanmaan ELY-keskus),
- Botnia Rosk Oy, toimitusjohtaja Ari Nurkkala
- Suupohjan jätelautakunta, jäteasiamies Anna-Kaisa Riskula
- Vaasan yliopisto, professori Petri Helo
- Härmänmaan Ympäristöpalvelu Oy, toimitusjohtaja Petri Hietamäki
- Oy Närpes Renhållning Ab, toimitusjohtaja Henrik Bertell
- Retex Oy Ab, toimitusjohtaja Mattias Groos
- Sk-Steel Oy, hallituksen pj. Ville Laitala
- Suupohjan Kuljetus Oy, toimitusjohtaja Anne Laitala
- Develop Train Oy, toimitusjohtaja Tarja Pienimäki.

Hankkeen tavoitteena oli yhteistyössä kehittää toimintamalleja, joilla voidaan parantaa erilliskerättävien materiaalien kierrätysastetta ja samanaikaisesti vähentää jätteiden kuljetuksesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Maaseutualueilla haasteena ovat pitkät kuljetusmatkat, alhainen väestötiheys sekä monin paikoin laskeva väestömäärä. Näissä olosuhteissa tarvitaan logistiikkaratkaisuja, jotka ovat sekä kustannustehokkaita että ympäristön kannalta kestäviä. Samalla paine erilaisten jätejakeiden kierrätyksen lisäämiseen kasvaa: yhä suurempi osuus jätteistä tulisi saada kerättyä ja ohjattua uudelleen raaka-ainekäyttöön.

Näihin haasteisiin vastaamiseksi kehitettiin yhteistyössä alueellisten toimijoiden kanssa erilaisia logistiikkamalleja. Malleja arvioitiin kustannusten, päästöjen ja kierrätyspotentiaalien näkökulmista. Tutkimusongelmana logistiikkamallinnuksessa oli ensinnäkin kartoittaa, miten materiaalivirrat harvaan asutulla maaseutumaisella alueella tällä hetkellä

toimivat, ja toiseksi kehittää ajatuksia siitä, millaisia mahdollisuuksia erilaisilla logistiikkamalleilla olisi nykyisessä toimintaympäristössä.

Analyysit perustuivat Suupohjan kuntien alueelta saatuihin tietoihin (Kuva 1). Mallien kehittämisessä tehtiin tiivistä yhteistyötä alueellisen jätehuoltoyhtiön Bothniarosk Oy:n sekä paikallisten kuljetusyritysten kanssa. Työkaluna hyödynnettiin kustannuslaskentapohjia, reittioptimointiohjelmistoja sekä kartta-aineistoihin perustuvia analyysejä. Näiden avulla mallinnettiin erilaisia skenaarioita, joita arvioitiin logistiikan ja kierrätyksen mittareiden perusteella.

Kuva 1. Suupohjan toiminta-alue (lähde Botniarosk Oy)

2 TAUSTAA

Tilastokeskuksen (2025a) määritelmän mukaan ”yhdyskuntajätettä ovat kotitalouksissa syntyneet ja tuotannossa, erityisesti palvelualoilla, kertyneet kotitalousjätteisiin verrattavat jätteet. Yhdyskuntajätteiden yleinen yhteinen piirre on, että ne ovat yhdyskunnissa lopputuotteiden kulutuksessa syntyneitä jätteitä ja ovat kunnan järjestämän jätehuollon piirissä.” Yhdyskuntajätteen kierrätysaste puolestaan kertoo sen, miten suuri massaosuus kaikesta syntyneestä yhdyskuntajätteestä hyödynnetään materiaalina (materiaalikierrätys, kompostointi ja mädätys. EU:n tasolla tavoitteena on, että yhdyskuntajätteen kierrätysaste on v. 2025 55 % ja v. 2030 60 % (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/851, 2018, art. 11, kohta 2 c–e; Jäteasetus 978/2021, 23 §). Suomessa kierrätysaste oli viimeisimmän vuodelta 2023 olevan tilaston mukaan 44,6 % (Tilastokeskus, 2024). Suupohjan alueen jätekeskus Botniarosk (2024) on ilmoittanut vuoden 2024 kierrätysasteeksi 42,8 %.

HSY (2023) määrittelee yhdyskunta- ja kotitalousjätteet sekä kunnan järjestämisvastuun piiriin kuuluvan jätteen seuraavasti jätelain ja jäteasetuksen mukaisesti.

Kotitalousjäte:

> *” Kotitalousjäte on kotitalouksissa eli asumisessa syntyvä kiinteä kulutusjäte, mukaan lukien mm. paperi-, kartonki-, lasi-, metalli-, muovi-, tekstiili-, bio- ja sekajäte sekä käytöstä poistetut sähkö- ja elektroniikkalaitteet, paristot, akut ja suurikokoiset esineet, ei kuitenkaan saostus- ja umpisäiliölietteet. Kotitalouksien jätteeksi ei lueta kodin tai sen piirin ulkopuolella syntyneitä, vaikkakin kotitalouden tuottamia jätteitä, kuten autojen öljynvaihdossa huoltamolle jääneitä jäteöljyjä. Kotitalousjätteisiin ei myöskään lasketa kotitaloudesta peräisin olevaa jätettä, joka ei ole yhdyskuntajätettä (kuten romuautot ja rakennus- ja purkujäte).”*

Yhdyskuntajäte:

> *” Yhdyskuntajäte on yhdyskunnissa lopputuotteiden kulutuksessa syntyvät jätteet. Tällaista jätettä ovat mm. sekajäte, biojäte, paperi, kartonki, lasi, metallit, tekstiilit, muovit, sähkö- ja elektroniikkalaiteromu ja käytetyt paristot.*
>
> *Yhdyskuntajäte koostuu asumisessa syntyvästä jätteestä (kotitalousjäte) sekä ominaisuuksiltaan, koostumukseltaan ja määrältään siihen rinnastettavissa olevista hallinto-, palvelu- sekä elinkeinotoiminnan jätteestä (esimerkiksi kouluista, sairaaloista, toimistoista, kaupoista, ravintoloista ja muista yrityksistä peräisin oleva kulutusjäte).*
>
> *Suomessa yhdyskuntajätehuollon järjestämisvastuut ovat jakautuneet kuntien, tuottajien ja yksityisten yritysten kesken.*

> *Yhdyskuntajätettä eivät ole teollisesta tuotannosta, maataloudesta, metsätaloudesta, kalastuksesta, sakokaivoista eikä viemäriverkosta ja viemäriveden käsittelystä peräisin oleva jäte, mukaan lukien puhdistamoliete, romuajoneuvot tai rakennus- ja purkujäte."*

Kunnan järjestämisvastuun piiriin kuuluva jäte:

> *" Vakinaisessa asunnossa, vapaa-ajan asunnossa, asuntolassa ja muussa asumisessa syntyvä jäte sekä kunnan hallinto- ja palvelutoiminnassa syntyvä yhdyskuntajäte, mukaan lukien keräyksen ja kuljetuksen osalta tuottajavastuunalainen pakkausjäte, joka kerätään jätelain ja jätehuoltomääräysten mukaisesti kiinteistöittäisessä keräyksessä.*
>
> *Edellisten lisäksi myös kotitalouden pienimuotoisessa itse tehtävässä rakennus- ja purkutoiminnassa syntyvä jäte, sekä edellä mainituissa toiminnoissa syntyvä jätevesien saostus- ja umpisäiliöliete ja lisäksi se liikehuoneistoissa syntyvä jäte, joka kerätään yhdessä asumisessa tai kunnan hallinto- ja palvelutoiminnassa syntyvien jätteiden kanssa."*

Yhdyskuntajäte on siis laajempi määritelmä, mikä kattaa myös kotitalousjätteen ja lisäksi kotitalousjätteeseen ominaisuuksiltaan, koostumukseltaan ja määrältään siihen rinnastettavissa olevat hallinto-, palvelu- sekä elinkeinotoiminnan jätteet (esimerkiksi kouluista, sairaaloista, toimistoista, kaupoista, ravintoloista ja muista yrityksistä peräisin oleva kulutusjäte). Tässä raportissa poltettavalla jätteellä tarkoitetaan samaa kuin sekajäte.

Suupohjassa on voimassa jätelain, jäteasetuksen ja jätehuoltomääräysten mukainen kunnan järjestämä bio- ja pakkausjätteen erillisikeräysvelvoite taajama-alueilla rivi- ja kerrostalokiinteistöissä, joissa on viisi tai useampi asuinhuoneisto (Jäteasetus 17 §). Näin ollen tällaisissa kiinteistöissä kunnalllinen jäteyhtiö vastaa seuraavien jätejakeiden jäteastioiden tyhjentämisestä:

- biojäte
- metallipakkaukset ja pienmetalli
- lasipakkaukset
- paperi- ja kartonkipakkaukset
- muovipakkaukset

Kiinteistöllä saa kompostoida siellä syntyvää biojätettä sekä puutarhajätettä ja näin ollen biojätteen kohdalla erilliskeräyksen voi myös korvata tekemällä kompostointi-ilmoituksen.

Poltettavan jätteen keräilyssä alueella on voimassa kiinteistönhaltijan järjestämä jätteenkuljetus, jolloin kiinteistönhaltija hankkii jätteenkuljetuksen suoraan kuljetusyritykseltä (Jätelaki 37 §).

3 NYKYTILAN KUVAUS

Materiaalivirta-analyysin tavoitteena oli hahmottaa, millaisia jätevirtoja tarkastelualueella syntyy, mistä ne ovat peräisin ja minne ne ohjautuvat. Analyysin avulla saadaan kokonaiskuva alueen jätehuollon nykytilasta sekä lähtötiedot logistiikkamallien kehittämiselle. Tarkastelu kohdistui erityisesti erilliskerättäviin jätejakeisiin, joiden kierrätysasteen nostaminen on hankkeen keskeinen tavoite.

Analyysissä hyödynnettiin alueellisen jätehuoltoyhtiö Botniarosk Oy Ab:n, Suupohjan jätelautakunnan jäteasiamiehen ja paikallisten kuljetusyritysten toimittamaa tietoa nykyisistä jätteiden määristä, lajittelusta ja käsittelyratkaisuista sekä keräily- ja kuljetuskäytännöistä. Aineiston avulla muodostettiin kuva materiaalivirtojen volyymeista, keräyspisteiden sijainnista sekä kuljetusreiteistä.

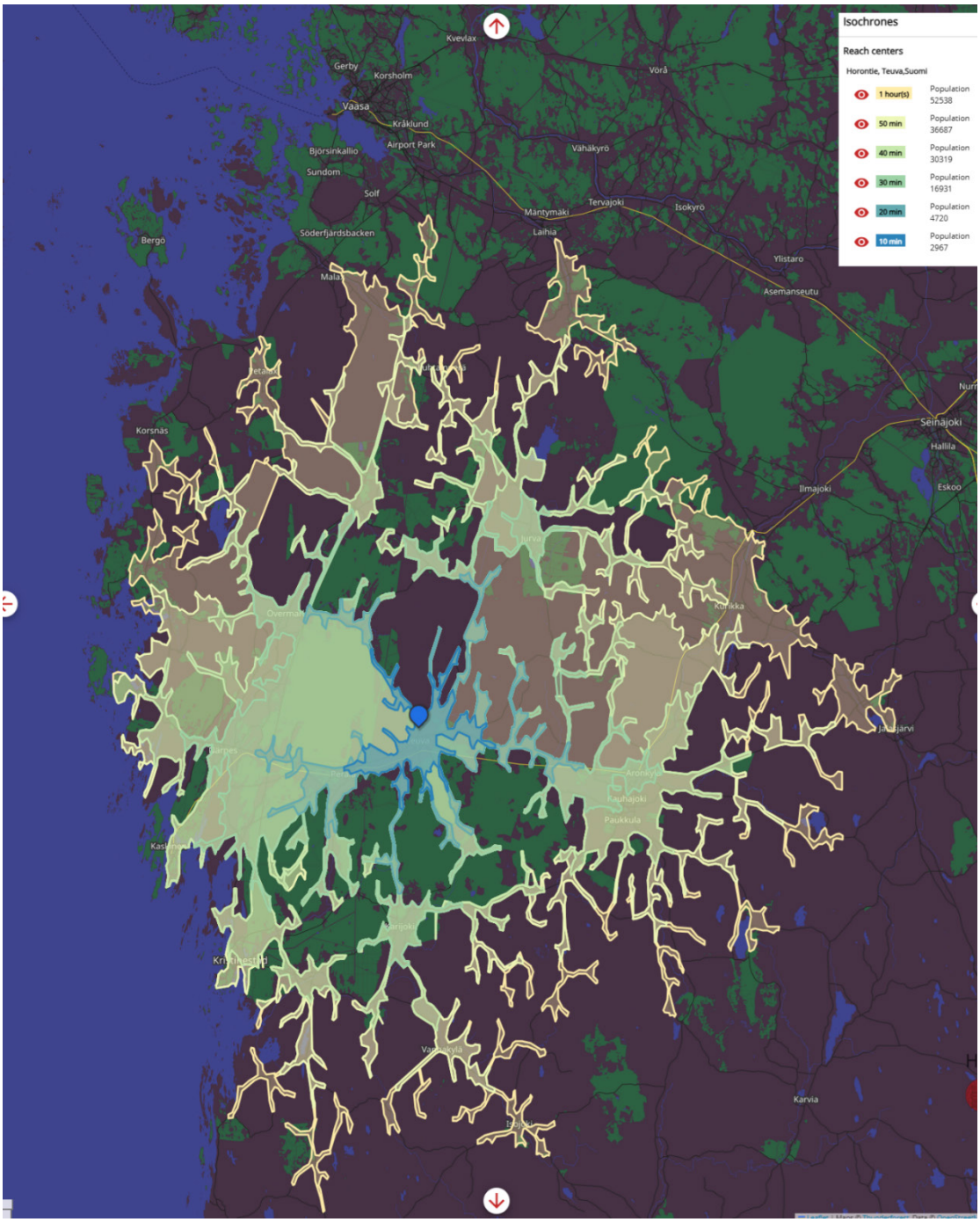
3.1 Haja-asutusalueen piirteitä

Maaseutumaisella alueella asutus on harvaa ja muodostuu tyypillisesti muutamien tiiviimpien keskittymien ympärille. Tämä asutusrakenne vaikuttaa suoraan kuljetusten tehokkuuteen, sillä siirtymät vievät merkittävän osan keruusta.

Ensimmäisessä vaiheessa arvioitiin kuljetusten matka-aikoja saavutettavuusanalyysin avulla. Laskenta perustui OpenStreetMap-aineistoon ja OpenRouteService-palveluun, joiden avulla määritettiin matka-aika Teuvan jätekeskuksesta 10 minuutin välein aina 60 minuuttiin saakka. Kuva 2 esittää saavutettavuusalueet tieverkoston mukaan laskettuna.

Tämä kuva taustoittaa hyvin sitä, että alueella liikkuminen vie aikaa keruutyöltä ja heikentää keruun tehoa. Kuvan oikeassa ylänurkassa näkyy eri saavutettavuusalueiden väestöpohja eli miten monta asukasta kussakin aika-isokroonissa pystytään tavoittamaan. Verrattuna tiiviimpiin asuinalueihin kuten maakuntakeskuksiin tai suurempiin kaupunkeihin keruuoperaatioissa siirtymien osuus nousee tärkeäksi.

Tämä asettaa vaatimuksia keruulogistiikan organisoinnille. Tehokkaan kokonaisketjun saavuttamiseksi keräily ja siirtokuljetus kannattaa usein erottaa toisistaan. Keruuvaiheessa keskitytään paikallisten reittien rakentamiseen, jolloin käytettävissä oleva aika hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti jätteiden keräämiseen. Siirtokuljetuksessa puolestaan yhdistetään useita kerättyjä kuormia pidemmälle kuljetusmatkalle niin, että kuljetuskalusto on mahdollisimman täynnä. Riippuen materiaalien aika-arvosta ja varastointimahdollisuuksista tähän voidaan liittää myös välivarastointi.



Kuva 2. Matka-aika tiestön mukaan Teuvan jätekeskukselta (OpenRouteService)

3.2 Jakeet alueittain

Alueella syntyvien kotitalousjätejakeiden määrää arvioitiin tutkimuksessa ottamalla pohjaksi kuntien asukasluvut ja käyttämällä 302 kg/a/asukas lukua generoimaan kokonais-

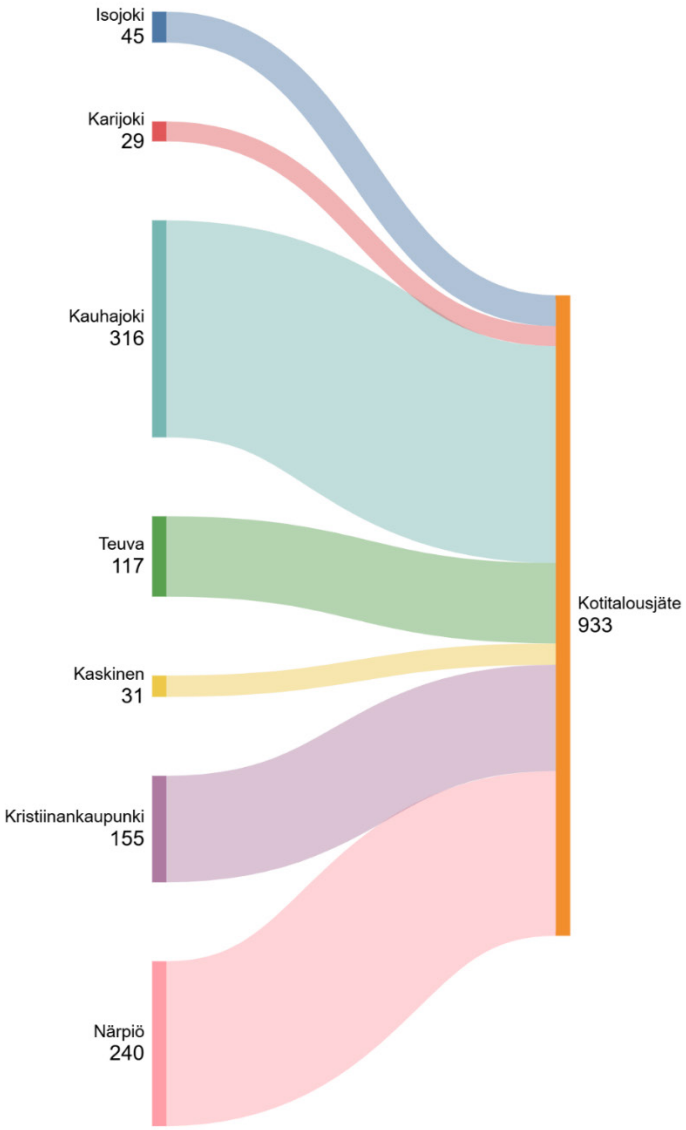
määrät kuntakohtaisesti. Keskimääräinen jätemäärä vuodessa per asukas lukuarvio perustuu Kivon koostumustietopankin lukuihin.

Tämän jälkeen jaettiin kuukausittain syntyvä jätemäärä erilaisiin jakeisiin (Taulukko 1). Jakeiden prosenttiosuudet perustuvat vuosina 2023 - 2024 tehtyyn tutkimukseen (Kivo, 2024). Jakeet olivat: biojäte, paperi, kartonki, muovi, lasi, metalli, tekstiili, sekalaiset jätteet ja muut jätteet. Näin laskettuna kokonaismäärä oli 25 kg jätekiloa kuukausitasolla per asukas. Alueelta kerättiin poltettavan jätteen määrä kuukausitasolla ja tulokseksi samalla asukasluvulla saatiin noin 16 kg jätettä per asukas kuukaudessa.

Taulukko 1. Jätevirrat kunnittain arvioituna eri jakeina asukasluvun 2024 - perusteella. Määrät perustuvat arvioon Suomen keskiarvolla 302 kg/asukas/vuosi eli 25 kg/asukas/kk.

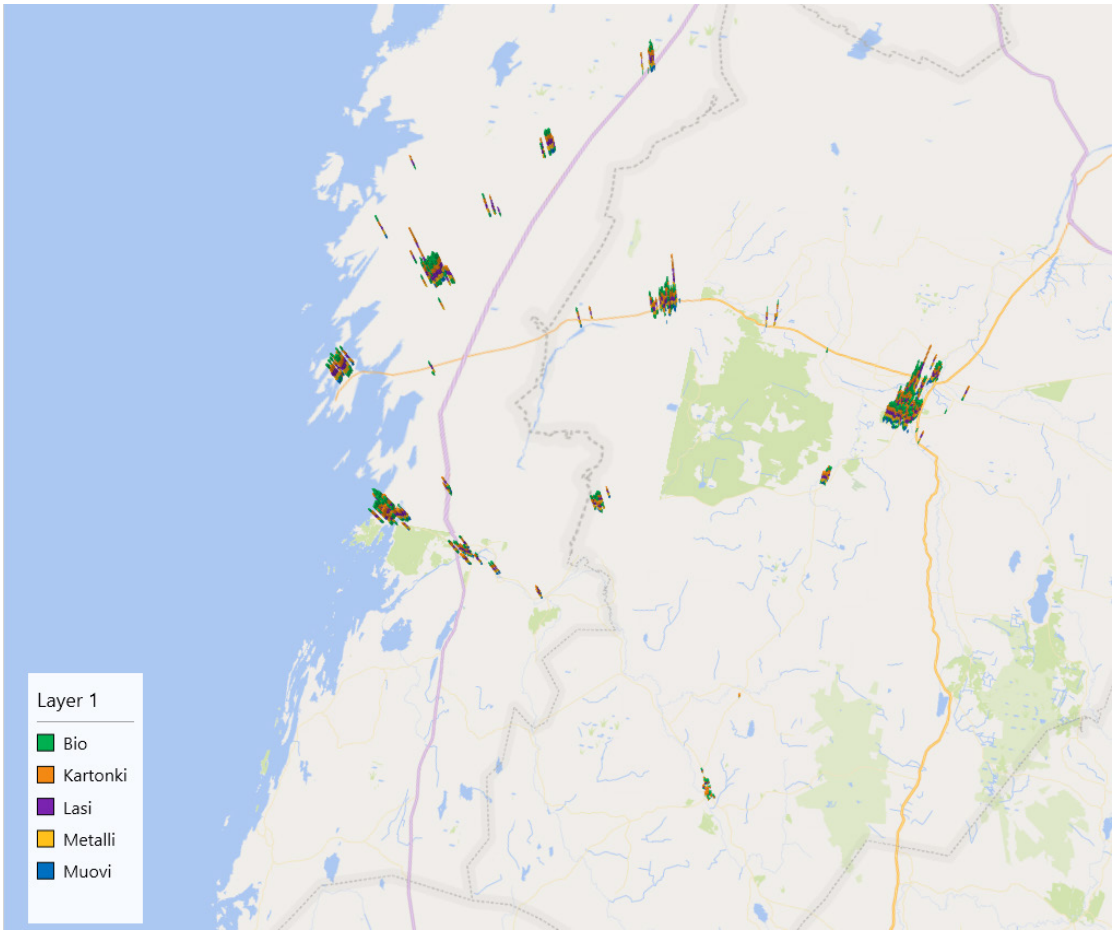
Paikka	Isojoki	Karijoki	Kauhajoki	Teuva	Kaskinen	Kristiinankaupunki	Närpiö
Asukasluku (-24)	1798	1160	12572	4668	1246	6143	9574
Jätemäärä/a	542996	350320	3796744	1409736	376292	1855186	2891348
Jätemäärä/kk	45249	29193	316395	117478	31357	154598	240945
Biojäte (32%)	14616	9429	102196	37945	10129	49935	77825
Paperi (10%)	4570	2949	31956	11865	3167	15614	24336
Kartonki ja pahvi (8%)	3665	2365	25628	9516	2540	12523	19517
Muovi (18%)	8054	5196	56318	20911	5582	27519	42888
Lasi (2%)	950	613	6644	2467	659	3247	5060
Metalli (2%)	995	642	6961	2585	690	3401	5301
Tekstiili (7%)	2941	1898	20566	7636	2038	10049	15661
Sekalaiset jätteet (18%)	8054	5196	56318	20911	5582	27519	42888
Muut (3%)	1403	905	9808	3642	972	4793	7469

Seuraavassa vaiheessa syntyvä jäte visualisoitiin sankey-diagrammilla. Kuva 3 alla näyttää, että alueen kunnat ovat eri kokoisia ja väestötiheydessä on eroja myös alueen sisällä. Osa kunnista rajoittuu meren rantaan, mikä antaa oman vaikutuksensa reittisuunnitteluun.



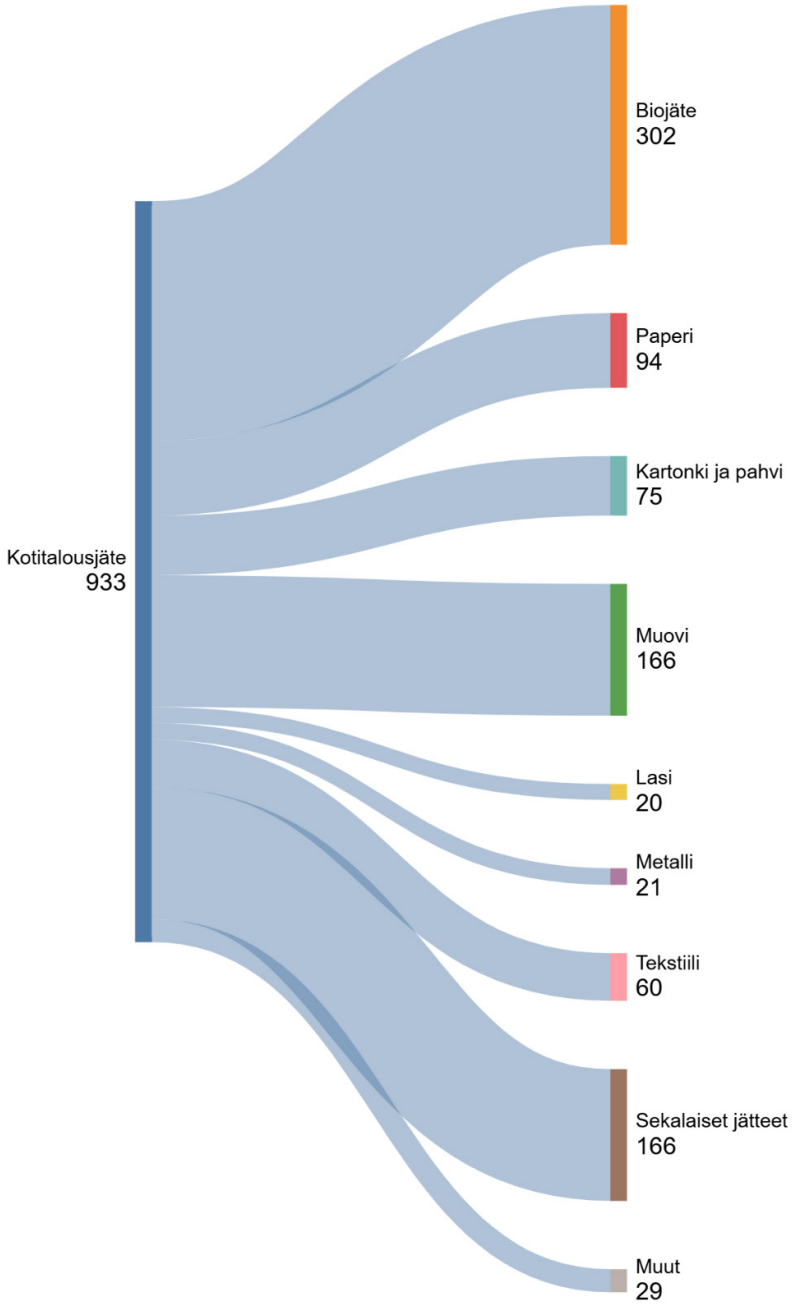
Kuva 3. Sankey-diagrammi alueelta syntyvästä jätteestä vuoden 2024 väestölukutietoihin ja valtakunnalliseen kotitalousjätteen keskimääräiseen määräarvioon perustuen (t/kk)

Poltettavien jätteiden lisäksi alueella on järjestetty erilliskerättävien jätteiden keruu. Kuva 4 alla näyttää kartalla erilliskerättävien jätteiden keruupisteiden sijainnit.



Kuva 4. Erilliskerättävät jätteet kartalla alueella.

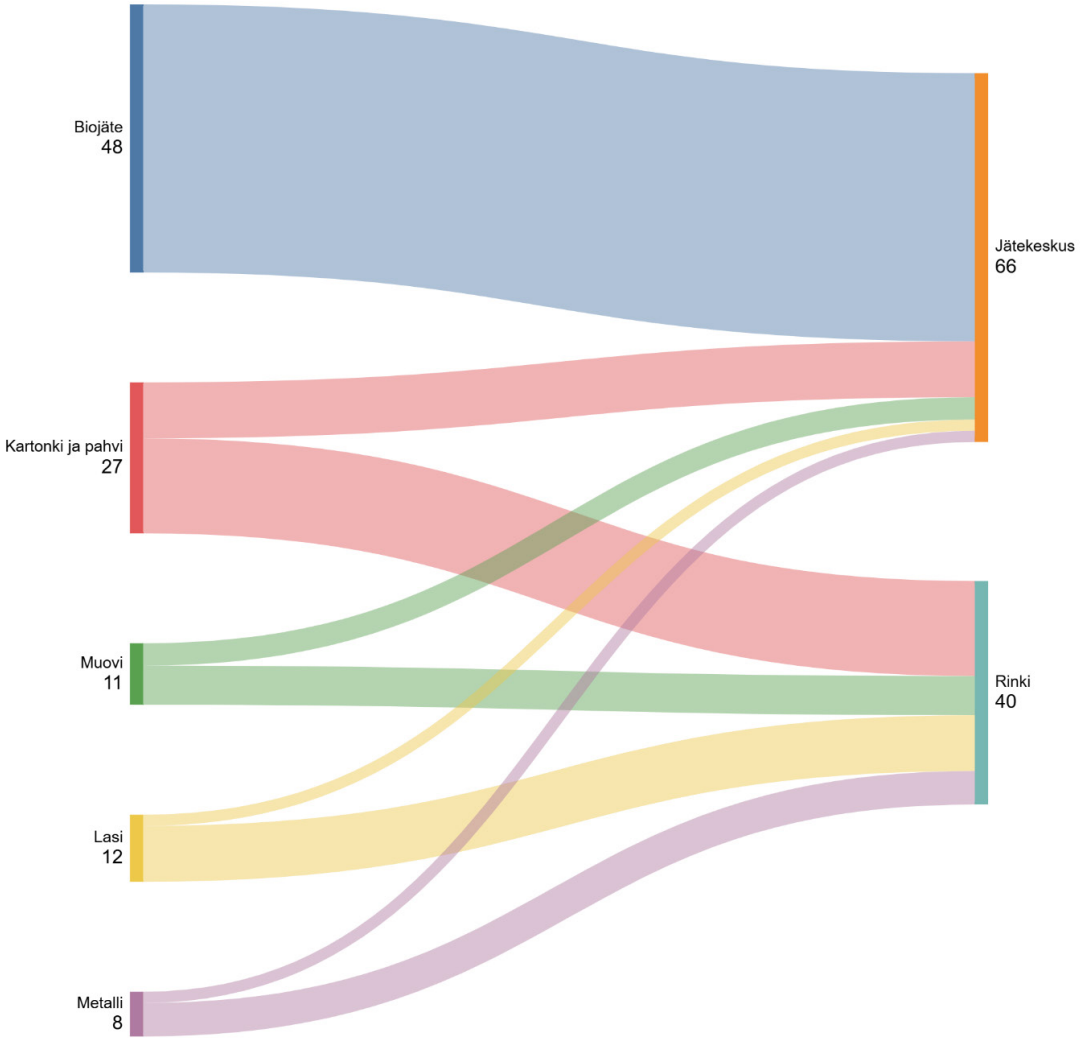
Kuva 5 alla näyttää jätevirrat materiaalijaetyypeittäin yhden kuukauden ajalta. Numeroarvot ovat samat mitä Taulukko 1 esittelee.



Kuva 5. Kotitalousjätteen materiaalijakeet yhden kuukauden ajalta (t/kk)

Seuraavassa vaiheessa kerättiin tiedot erilliskerättävistä jätteiden vastaanottomääristä jätekeskukselta syyskuussa 2024 sekä alueella toimivista Rinki-ekopisteistä vuodelta

2024. Kuva 6 alla yhdistää nämä tiedot ja näyttää materiaalityypeittäin jätekeskukselle punnitut jätteet eli erilliskerättävät jätteet, jotka on kerätty alueelta sekä mitä jätekeskukseen on toimitettu ja samoilla jätetyypeillä Rinki-pisteillä. Keruumäärät ovat yllättävän lähellä toisiaan eli jätekeskuksen 66 tn ja Rinki-pisteiden 40 tn keruumäärillä. Rinki-pisteillä ei ole biojätteiden keruuta, joten sen osuus näkyy jätekeskuksen alla.



Kuva 6. Erilliskerättyjen jätteiden vastaanottomäärät jätekeskuksessa (syyskuu 2024) ja Rinki-pisteissä (kk-keskiarvo vuodelta 2024).

Taulukko 2a. Rinki-ekopisteillä kerätyt tonnit 2024

Kunta	Kartonki-pakkaukset	Lasi-pakkaukset	Metalli	Muovi-pakkaukset	Kaikki yhteensä
Kauhajoki	71,95	40,76	30,23	33,74	176,67
Närpiö	49,42	33,43	18,62	16,98	118,45
Kristiinan-kaupunki	39,15	22,97	11,69	16,94	90,76
Teuva	18,22	10,06	6,28	12,2	46,76
Isojoki	7,84	4,71	2,69	3,83	15,87
Kaskinen	7,94	2,33	1,77	3,83	15,87
Karijoki	4,34	3,44	2,12	2,11	12,01
	198,85	**117,69**	**73,41**	**89,18**	**479,14**
per kk	17	10	6	7	40

Eivät sisällä kunnan mahdollisesti järjestämää täydentävää keräystä.
Jäteyhtiön nimi: Botniarosk Oy Ab.

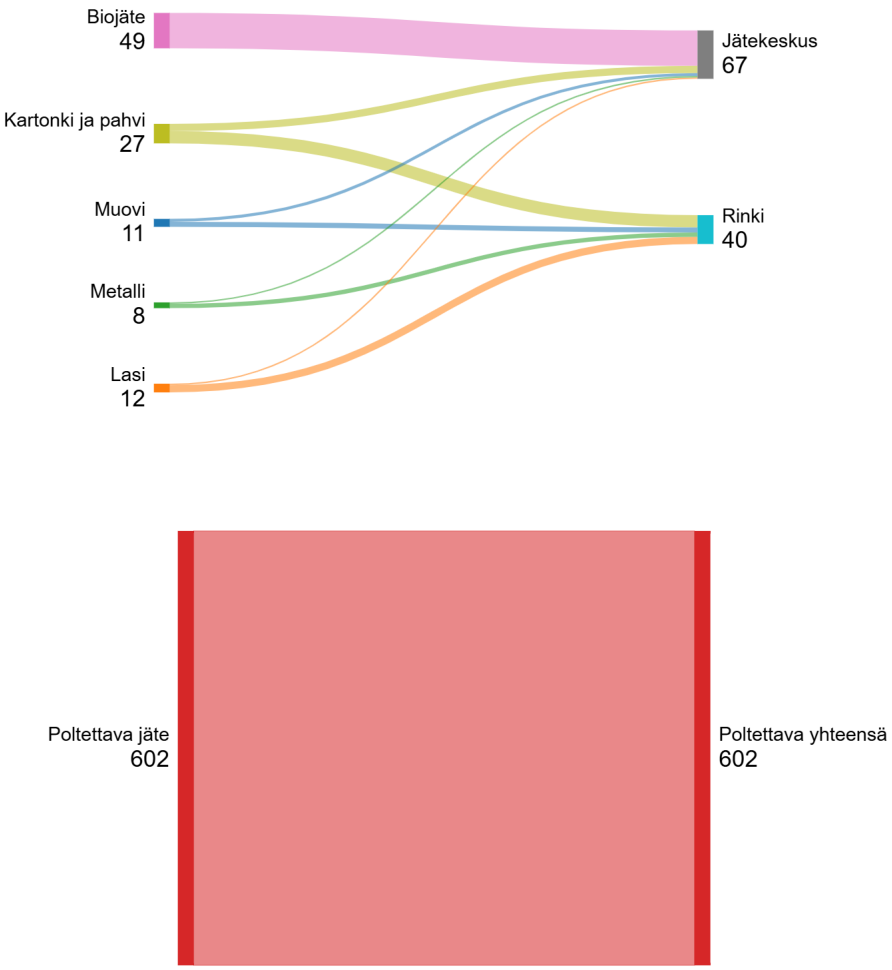
Taulukko 2b. Rinki-ekopisteillä kerätyt tonnit 2023

Kunta	Kartonki-pakkaukset	Lasi-pakkaukset	Metalli	Muovi-pakkaukset	Kaikki yhteensä
Kauhajoki	60,3	37,62	24,87	29,43	152,22
Närpiö	36,35	36,65	19,75	11,24	104
Kristiinan-kaupunki	37,09	22,77	11,66	14,87	86,39
Teuva	20,56	9,2	6	10,54	46,3
Isojoki	6,43	5,25	2,73	1,2	15,62
Kaskinen	6,32	2,56	1,27	1,23	11,38
Karijoki	3,6	3,32	1,9	0,66	9,47
	170,65	**117,37**	**68,18**	**69,18**	**425,38**

Eivät sisällä kunnan mahdollisesti järjestämää täydentävää keräystä.
Jäteyhtiön nimi: Botniarosk Oy Ab.

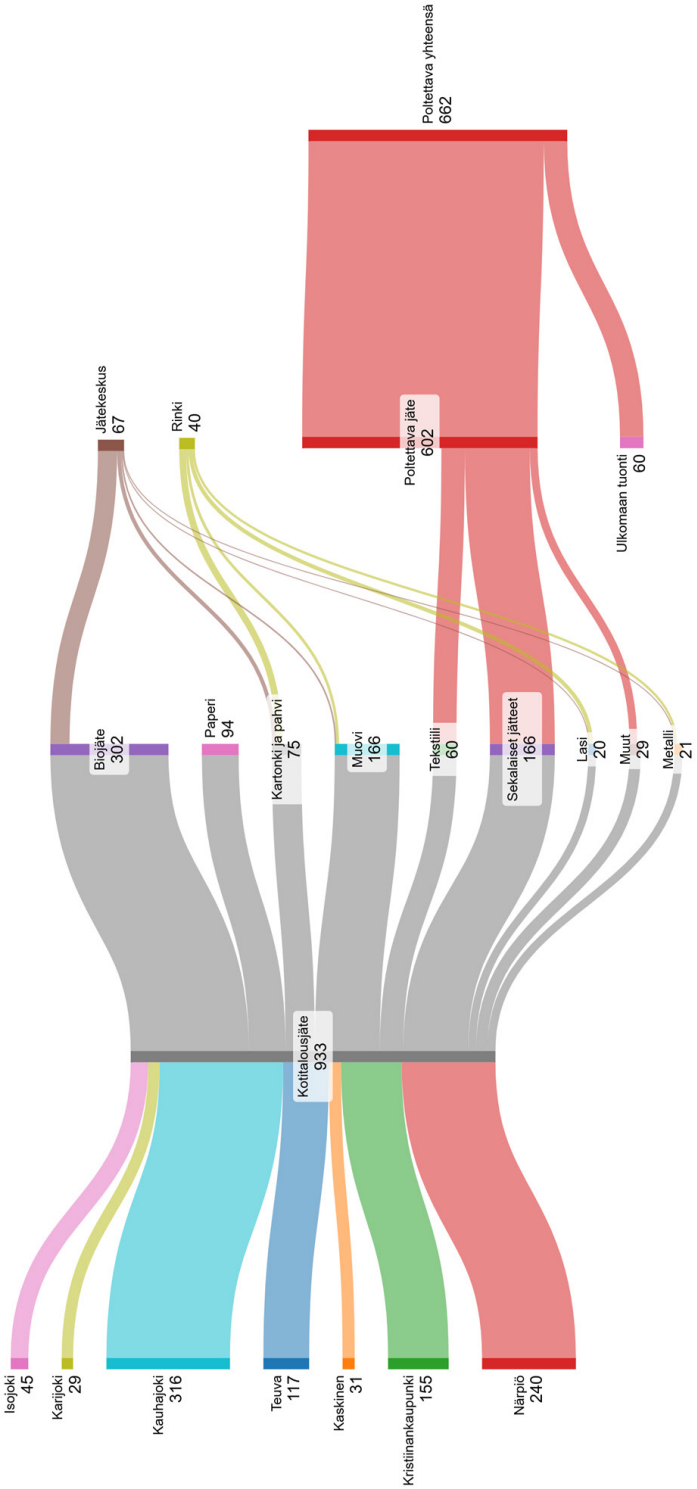
Jotta erilliskerättäviin jätteisiin saadaan visuaalisesti suhteutettua kerätty poltettava jäte on Kuva 8 alla yhdistetty saman kuukauden aikana kerätty poltettava jäte. Kokonaismääränä tämä tarkoittaa 602 tonnia/kk. Poltettavan jätteen määrä suhteessa erilliskerättäviin jakeisiin on suuri. Tämä johtuu osittain siitä, että esimerkiksi volyymillisesti suuri määrä biojätettä ei kuulu keruun piiriin tällä hetkellä sillä arviolta noin 88% taloista on alle 5-asunnon yhtiöitä tai taajaman ulkopuolella. Rinki-ekopisteiden keruumäärät ovat kohtuullisen suuria ja voidaan ennakoida, että kun kierrätysasteen nousee niin poltettavan jakeen määrä laskee.

Tämän lisäksi voidaan olettaa, että alueen kunnat joutuvat hankkimaan polttolaitokselle noin 10% tuontijätettä velvoitteena pitää laitos tehokkaasti käytössä (YLE, 2024). Tämä määrä voidaan laskea kerätyn poltettavan jätteen päälle osana jätejärjestelmän virtoja, vaikka se ei aivan suoraan itse paikalliseen jätevirtaan kuulukaan.

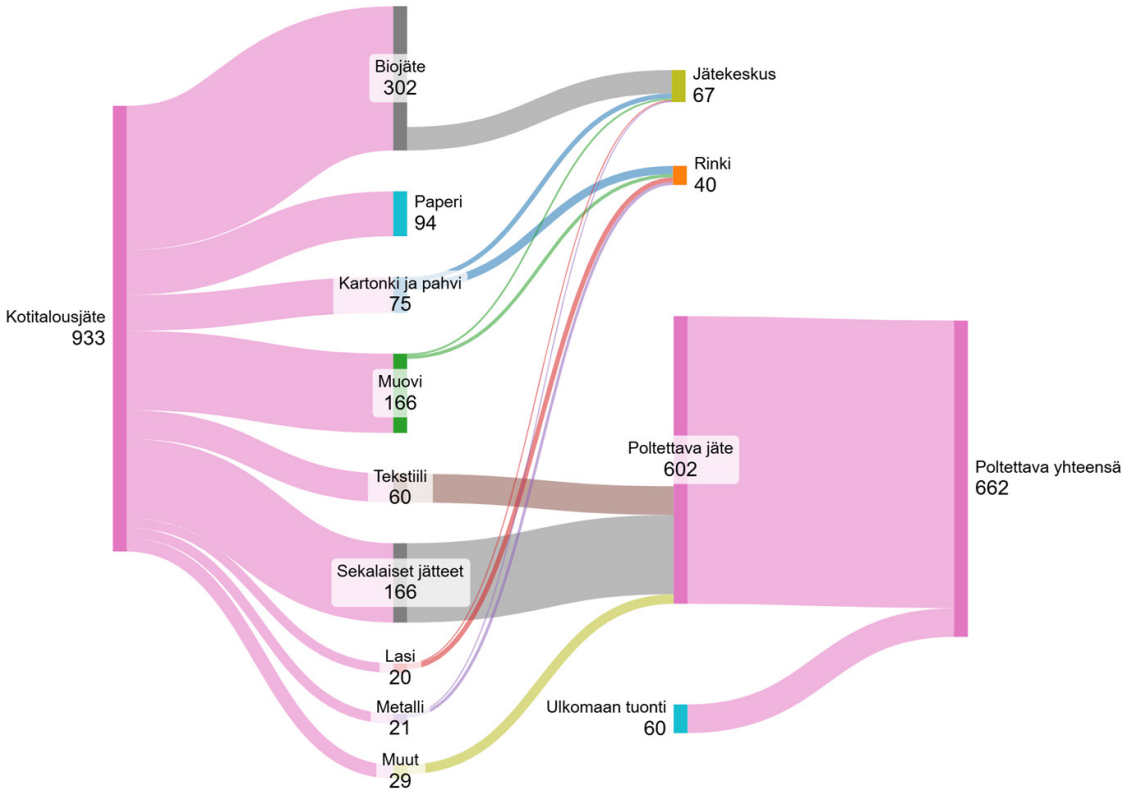


Kuva 7. Poltettava jäte syyskuussa 2024 suhteessa erilliskerättäviin jätteisiin.

Edellämainitut Sankey-diagrammit voidaan yhdistää nyt samaan kuvaan. Kuva 8 näyttää vasemmalta reunalta katsottuna kuntakohtaiset jätevirrat arvioituna kuukausikohtaisesti erilaisina jakeina. Tämä osuus perustuu siis arvioihin koko maan keskimääräisestä asukaskohtaisesta jätemäärästä kuukausitasolla. Oikeanpuolinen osuus kuvasta näyttää punnitut ja vastaanotetut jätemäärät eri jakeina. Kuva 10 tämän alla on osasuurennos, joka jättää kuntakohtaisen jaon pois. Myös tässä kuvassa vasemmanpuolinen osuus on arvioitu jätemäärä ja oikeanpuolinen mitattu määrä. Kokonaissumma 933 t/kk kuvassa poikkeaa lähtötaulukon arvoista pyöristystarkkuusvirheen takia muutamalla tonnilla.



Kuva 8. Yhdistetty jätevirta kunnittain ja jätejakeittain, syyskuu 2024 (t/kk)



Kuva 9. Yhdistetty jätevirta jätejakeittain, syyskuu 2024 (t/kk).

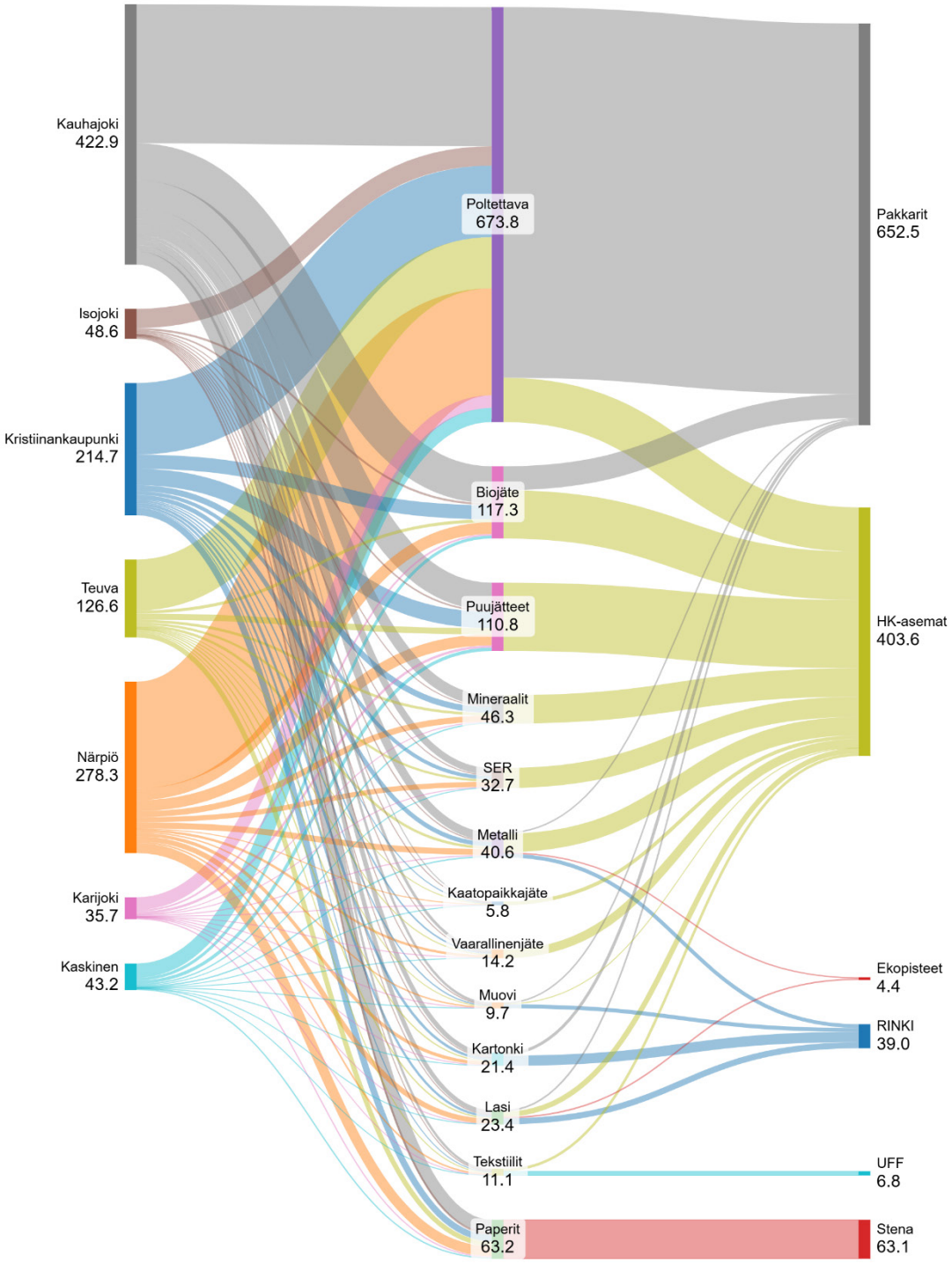
Taulukko 3. Tyhjennysten lukumäärät syyskuu 2024 kunnittain ja astiatyypeittäin (Botniarosk)

Astiatyypit	Isojoki	Karijoki	Kaski-nen	Kauha-joki	Kristiinan-kaupunki	Närpiö	Teuva	Yhteensä
BIOJÄTE/BIOAVFALL 140 L	119	60	84	589	237	338	158	1 585
BIOJÄTE/BIOAVFALL 240 L				4				4
BIOJÄTE/BIOAVFALL SYVÄSÄI-LIÖ/DJUPINS.KÄRL 0,5-0,8 M3				27				27
KARTONKI RULLAKKO/KARTONG RULLBEHÅLLARE ASUM				4				4
KARTONKI RULLAKKO/KARTONG RULLBEHÅLLARE KUNN	2			2				4
KARTONKI YLIM JÄTESÄKKI MAX 200 L/KPL ASUM			1		1	2		4
KARTONKI/KARTONG 140 L ASUM	1		1	1				3
KARTONKI/KARTONG 240 L ASUM		2	2	12	8	2	3	29

Astiatyypit	Isojoki	Karijoki	Kaskinen	Kauhajoki	Kristiinankaupunki	Närpiö	Teuva	Yhteensä
KARTONKI/KARTONG 360 L ASUM				3		4		7
KARTONKI/KARTONG 660 L ASUM	14	22	16	231	112	111	66	572
KARTONKI/KARTONG 660 L KUNN	8	2	3	4	24	18	9	68
LASI/GLAS 140 L ASUM	22		12	61	23	3	33	154
LASI/GLAS 140 L KUNN	1			1		1		3
LASI/GLAS 240 L ASUM	3		7	19	13	2	13	57
LASI/GLAS 240 L KUNN	2		1	1	5	2	4	15
LASI/GLAS 360 L ASUM						1		1
LASI/GLAS 360 L KUNN						1		1
LASI/GLAS 660 L ASUM			2					2
LASI/GLAS SYVÄSÄILIÖ/DJUPINS.KÄRL < 2,5 M3 ASUM				1				1
LASI/GLAS SYVÄSÄILIÖ/DJUPINS.KÄRL <2,5 M3 KUNN				6				6
METALLI/METALL 140 L ASUM	22		12	59	22	3	33	151
METALLI/METALL 140 L KUNN						1		1
METALLI/METALL 240 L ASUM	3		7	20	11	2	10	53
METALLI/METALL 240 L KUNN	1		1	1	6	1	4	14
METALLI/METALL 360 L ASUM				1		1		2
METALLI/METALL 360 L KUNN						1		1
METALLI/METALL 660 L ASUM			3	2	2		4	11
METALLI/METALL 660 L KUNN					2	1	1	4
METALLI/METALL SYVÄSÄILIÖ/DJUPINS. KÄRL < 2,5 M3 ASUM				1				1
METALLI/METALL SYVÄSÄILIÖ/DJUPINS.KÄRL < 2,5 M3 KUNN				6				6
MUOVI/PLAST 140 L ASUM	1		1	3				5
MUOVI/PLAST 240 L ASUM		2	6	16	12	3	6	45
MUOVI/PLAST 240 L KUNN					2			2
MUOVI/PLAST 360 L ASUM				4	2			6
MUOVI/PLAST 660 L ASUM	14	22	14	228	111	110	62	561
MUOVI/PLAST 660 L KUNN	4	2		2	18		2	28
Yhteensä	217	112	173	1 309	611	608	408	3 438

Kotitalousjäte kuvaa kuitenkin vain osan kokonaisuudesta, sillä se ei sisällä yhdyskuntajätteelle tyypillisiä yritysten jätevirtoja. Kuva 10 esittää kerätyn datan perusteella yhdyskuntajätevirtojen jakautumista alueittain kuukausitasolla. Tämän perusteella Suupohjan alueella kerättiin 2024 keskiarvolta noin 1170 tonnia yhdyskuntajätettä jätettä kaikista

kanavista kuukaudessa, mikä on noin 378 kiloa asukasta kohden vuodessa. Luku on kuitenkin aliarvio todellisesta kokonaismäärästä, sillä osa yritysperäisistä jätevirroista puuttuu aineistosta. Tämä selittää, miksi alueen keskiarvo jää selvästi alle koko maan keskiarvon, joka oli vuonna 2023 noin 466 kiloa asukasta kohden (Tilastokeskus, 2024).



Kuva 10. Yhdyskuntajätteen kertyminen Suupohjan alueella (t/kk)

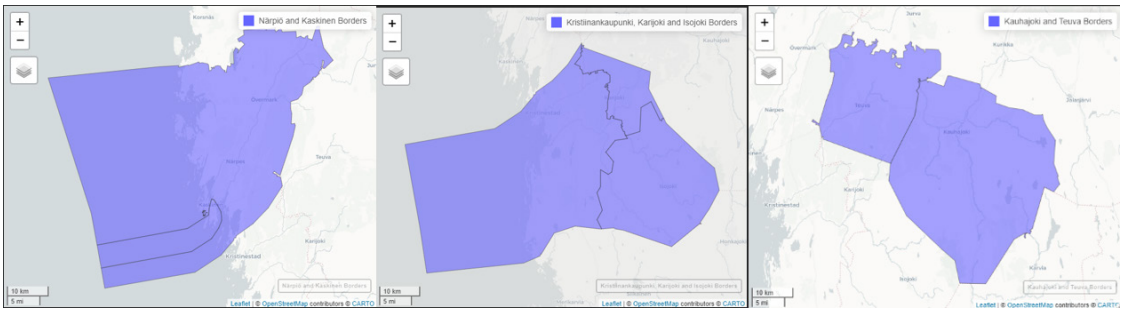
4 KERUULOGISTIIKAN MALLINNUS

Tässä luvussa esitetään jätelogistiikan mallinnus, jonka tavoitteena on vertailla eri keruumalleja ajosuoritteen ja päästöjen näkökulmasta. Mallinnuksen avulla pyritään tunnistamaan ratkaisuja, joilla voidaan parantaa keräyksen tehokkuutta ja pienentää ympäristökuormitusta.

4.1 Aluejako

Keräiltävä alue koostuu Suupohjan alueen kunnista Kauhajoki, Teuva, Isojoki, Karijoki, Kristiinankaupunki, Närpiö ja Kaskinen, joka on jaoteltu nykyisellään kolmeen urakka-alueeseen seuraavasti (Kuva 10):

1. Närpiö ja KaskinenL
2. Kristiinankaupunki, Karijoki ja Isojoki
3. Kauhajoki ja Teuva

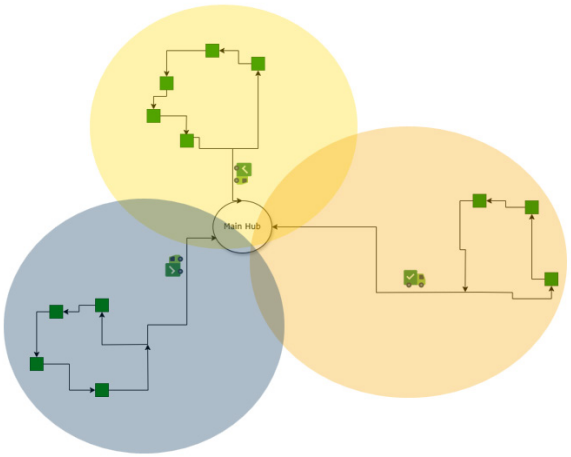


Kuva 11. Urakka-aluejako

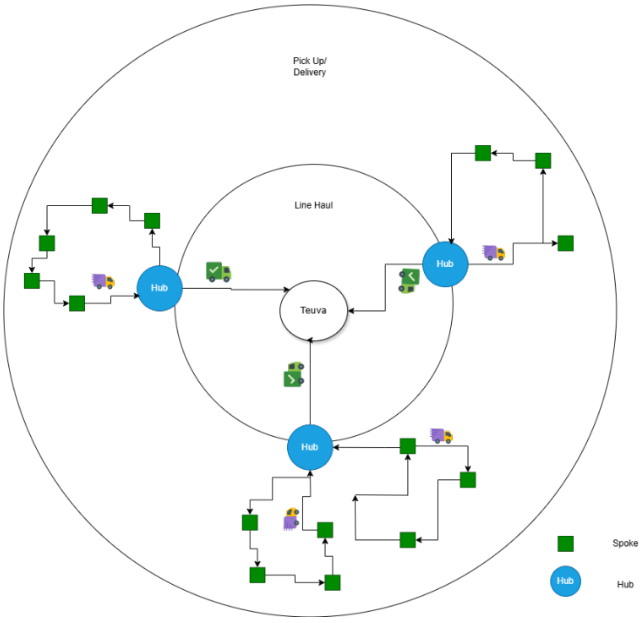
Lisäksi keräily on jaettu kahteen kokonaisuuteen: erilliskerättäviin jakeisiin sekä poltettavaan jätteeseen. Botniarosk on kilpailuttanut jokaiselle urakka-alueelle omat toimijat, jotka vastaavat keräyksen toteutuksesta. Alueen haja-asutusluonne merkitsee sitä, että etäisyydet voivat paikoin kasvaa huomattavan pitkiksi samalla kun keräysvolyymit jäävät pieniksi. Tämä yhdistelmä tekee kustannus- ja päästötehokkaan keräyksen järjestämisestä erityisen haastavaa.

4.2 Keräilymallit

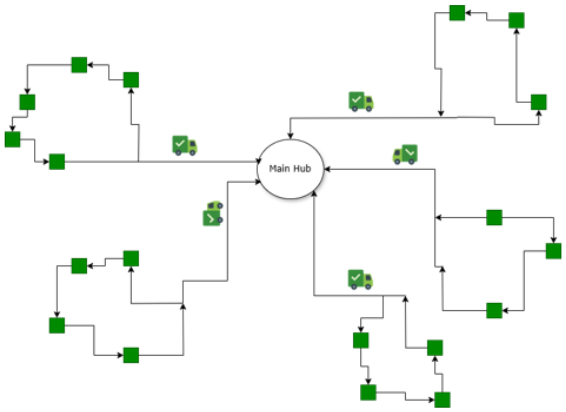
Nykytilanteessa jätteet kerätään urakka-alueittain ja kuljetetaan suoraan Teuvalla sijaitsevaan jätekeskukseen (skenaario 1, Kuva 11). Tehokkuutta voitaisiin parantaa kahdella vaihtoehtoisella tavalla: ensinnäkin jätteet voitaisiin välivarastoida urakka-alueilla ja siirtokuormata Teuvalle vasta täyden kuorman kertyessä (skenaario 2, Kuva 12), tai toisaalta luopua urakka-alueajattelusta kokonaan ja ohjata kaikki jätteet suoraan Teuvalle (skenaario 3, Kuva 13).



Kuva 12. Skenaario 1 nykytilan malli



Kuva 13. Skenaario 2 hub and spoke -malli



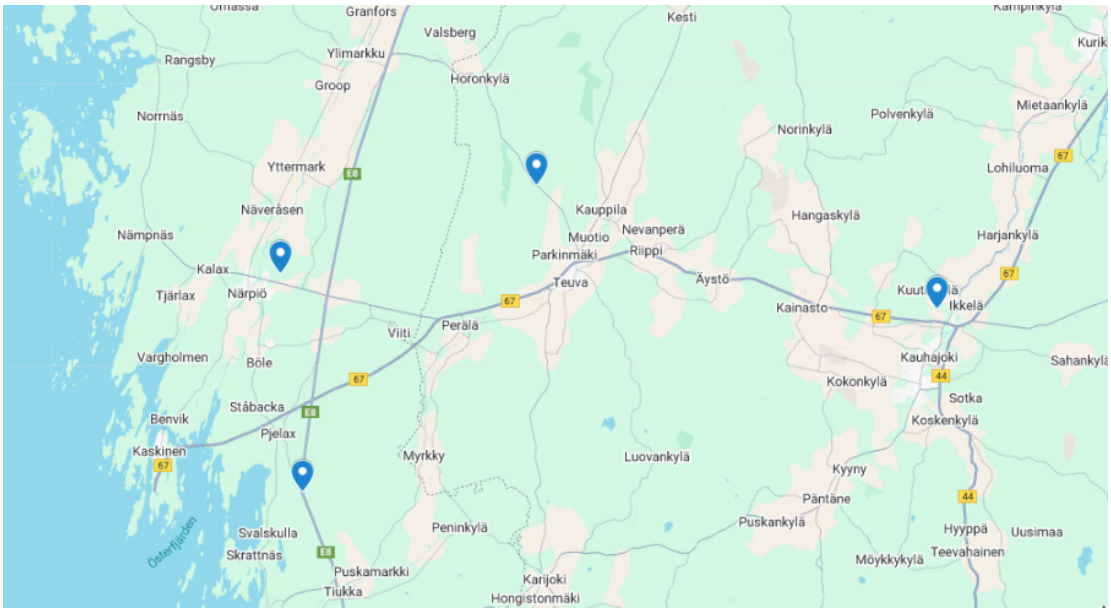
Kuva 14. Skenaario 3 alueeton malli

Siirtokuormausmallissa jätteet välivarastoidaan 20 m³ (lasi ja bio) tai 40 m³ lavoille. Yhteen siirtokuormaan mahtuu kahdesta kolmeen lavaa. Lähtökohtaisesti vain kartonkia, muovia, metallia ja poltettavaa jätettä tiivistetään joko hydraulipuristimella tai koneella painellen. Näin saadaan pakattua:

- kartonkia 3000 kg/ 40 m³,
- muovia 1500 kg/ 40 m³,
- metallia 1200 kg/ 40 m³ ja
- poltettavaa jätettä 15000 kg/ 40 m³

Jätteiden vastaanottopaikka on Oy Botniarosk Ab Jätekeskus, Horontie 526, 64700 Teuva. Siirtokuormausta varten keräyspaikat määriteltiin urakka-alueittain seuraavasti:

- Urakka-alue 1: Granvägen 3, 64230 Närpes
- Urakka-alue 2: Riksåttan 179, 64250 Pielahti
- Urakka-alue 3: Linjatie 10, 61850 Kauhajoki



Kuva 15. Siirtokuormauspaikat

4.3 Lähtötiedot ja olettamat

Jätteiden keräily suoritetaan pakkaavalla 2-lokeroajoneuvolla, jonka kapasiteetti on 10t ja keskikulutus 55 l/100km. Siirtokuormaus suoritetaan yhdistelmäajoneuvolla, jonka keskikulutus on 40 l/100 km. Yhteen pysähdykseen käytetään arviolta keskimäärin noin 1 minutti ja 30 sekuntia.

Selvitimme myös alustavasti 4-lokeropakkaajan käytön mahdollisuutta, jolla voitaisiin kerätä neljää eri jätejaetta. Pakkaajan neljä lokeroa voidaan jakaa halutulla tavalla, mutta jokaisessa kohteessa tulee lokeroiden järjestys olla sama, koska jokainen jae tyhjennetään omaan osastoonsa. Käytännössä voidaan valita yksi kolmesta tyhjennysvaihtoehdosta: 1) 370 litran nelilokeroinen jäteastia, jossa lokerot jaetaan kahteen isompaan ja kahteen pienempään osioon, 2) 660 litran nelilokeroastia, jossa lokerot jaetaan kahteen 270 litran ja kahteen 60 litran osioon sekä 3) neljä erillistä 240 litran astiaa.

Nelilokerokeräyksen käyttöönotto edellyttäisi merkittäviä investointeja, sillä koko keräysalueelle tulisi hankkia yhtenäiset uudet jäteastiat sekä tarvittava määrä 4-lokeroisia jäteautoja. Lisäksi eri jätejakeet kertyvät huomattavasti eri tahtiin, mikä johtaa lokeroiden epätasaiseen täyttymiseen. Yhdistettynä Suupohjan alueelle ominaiseen keräyspisteiden hajanaisuuteen ja pitkiin etäisyyksiin, nelilokerokeräys todettiin tässä tapauksessa huonommaksi ratkaisuksi keräilyn kannalta kuin kaksilokerokeräys. Kaksilokerokeräys mahdollistaa joustavamman jätehuollon näiden vaihteluiden hallitsemiseksi ja sopii paremmin alueen olosuhteisiin. Vuosina 2017 ja 2018 Itä-Uudenmaan alueella toteutettiin vastaava kokeilu 4-lokeropakkareilla, missä todettiin logistiikan osalta, että sekä

tyhjennykset että kuljetukset veivät enemmän ajallisia resursseja kuin nykyiset yksi- ja kaksilokeroiset ajoneuvot. Lisäksi ajonevon tyhjennys oli hitaampaa, koska lokerot jouduttiin tyhjentämään yksi kerrallaan (Hedman ja muut, 2018).

Päästölaskennan osalta laskennassa on hyödynnetty ISO 14083:2023 standardia, joka määrittää dieselin käytönaikaiseksi päästökertoimeksi 2,64 kgCO2e/l. Kun otetaan huomioon Suomen jakeluvelvoite (2025) 16,5 % käytönaikaiseksi päästökertoimeksi saadaan 2,32 kgCO2e/l. Tässä tapauksessa päästöt lasketaan ajokilometrien ja kulutuksen perusteella.

Erilliskerättävien osalta simuloidaan yksi kokonainen kalenterivuosi. Poltettavan jätteen osalta simuloidaan kvartaali. Jätteen määrän oletetaan olevan tasaisesti jakautunut keräilyalueelle. Erilliskerättävien jakeiden määrät perustuvat edellisvuoden tilastoihin ja oletetaan pysyvän vakiona simuloidun vuoden aikana. Poltettavan jätteen määrät perustuvat kunnan jätehuoltolaitoksen arvioihin ja niissä voi esiintyä kausivaihtelua, jota ei kuitenkaan tässä simuloinnissa huomioida erikseen.

4.4 Erilliskerättävät

Erilliskerättävien mallinnus perustuu vuoden 2024 jaksoon, jolloin kerättiin paikallista dataa yhteistyössä hankkeeseen osallistuvien yritysten ja asiantuntijoiden kanssa. Taulukossa 4 on esitetty erilliskerättävien laskennalliset jätemäärät jätejakeittain ja keräysastioittain.

Taulukko 4. Jäteastiat jakeittain

	Tilavuus (m3)	**Paino (kg)**
Biojäte		
Syväsäiliö 0,5 – 0,8 m3	0,8	80
240 l	0,24	24
140 l	0,14	14
Kartonki		
Syväsäiliö > 3,5 m3	3,5	88
Syväsäiliö 2,5 – 3,5 m3	3,5	88
Syväsäiliö <2,5 m3	2,5	63
Rullakko	0,33	50
660 l	0,66	17

	Tilavuus (m3)	Paino (kg)
360 l	0,36	9
240 l	0,24	6
140 l	0,14	4
Lasi		
Syväsäiliö <2,5 m3	2,5	333
660 l	0,66	88
360 l	0,36	48
240 l	0,24	32
140 l	0,14	19
Metalli		
Syväsäiliö <2,5 m3	2,5	115
660 l	0,66	30
360 l	0,36	17
240 l	0,24	11
140 l	0,14	6
Muovi		
Syväsäiliö <2,5 m3	2,5	38
Syväsäiliö 2,5 – 3,5 m3	3,5	53
660 l	0,66	10
360 l	0,36	5
240 l	0,24	4
140 l	0,14	2

Taulukko 5 esittää keskimääräisen viikottaisen keräilyvolyymin alueittain ja jätejaeittain. Lähtökohdaksi on otettu kesän aikainen keräilyjaksotus.

Taulukko 5. Viikottainen volyymi keskiarvolta kesällä

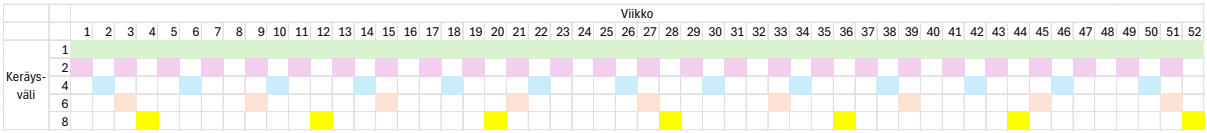
Alue	Bio	Kartonki	Lasi	Metalli	Muovi	Yhteensä
151 (Isojoki)	378	165	88	36	67	733
218 (Karijoki)	168	111	61	31	60	432
231 (Kaskinen)	385	201	107	45	87	826
232 (Kauhajoki)	2699	1483	989	394	808	6373
287 (Kristiinankaupunki)	945	633	325	131	347	2381
545 (Närpiö)	1281	674	388	170	345	2858
846 (Teuva)	588	329	192	86	147	1342
Yhteensä	6444	3597	2150	893	1861	14945

Eri jätejakeiden säilyvyysominaisuudet määrittävät merkittävästi keruutaajuuden ja sitä kautta kuljetuskustannuksia. Biojätteet edellyttävät tiheää keruuta erityisesti kesäkuukausina, kun lämpötilat nostavat hajuhaittojen ja hygieniariskien todennäköisyyttä. Talviaikana keruuväliä voidaan hieman harventaa, mutta silti maksimissaan neljän viikon keruuväli on suositeltava. Kierrätettävät materiaalit kuten lasi, metalli, pahvi ja muovit sen sijaan tarjoavat huomattavaa joustavuutta keruutaajuudessa. Näiden jakeiden välivarastointi mahdollistaa keruureittien optimoinnin siten, että kuormat saadaan täysimääräisiksi ennen kuljetusta.

Kutakin jätejaetta keräillään tietyin viikkovälityksin asiakaskohtaisesti, riippuen kuinka paljon jätettä syntyy:

- Biojätettä 1 tai 2 viikon välein
- Lasia 4 tai 8 viikon välein
- Muovia 1, 2, 4, 6 tai 8 viikon välein
- Kartonkia 1, 2, 4, 6 tai 8 viikon välein
- Metallia 4 tai 8 viikon välein

Erilliskerättävien keräysvälitys on määritelty mallinnusta varten, pyrkien mahdollisimman tasaiseen jätevolyymiin (Kuva 15).



Kuva 16. Erilliskerättävien keräysvälitys mallinnuksessa

Noudattaen määriteltyä keräysvälitystä, vuoden keräysvolyymit on esitetty alla (Taulukko 6, Taulukko 7, Taulukko 8 ja Taulukko 9).

Taulukko 6. Vuoden keräysvolyymi urakka-alue 1 (Närpiö ja Kaskinen)

	Frek-venssi	Bio	Kartonki	Lasi	Metalli	Muovi	Yhteensä
Vain 1	6	4368	0	0	0	0	4368
1 & 2	17	28322	8075	0	0	3383	39780
1 & 4	13	9464	4264	260	91	2509	16588
1 & 8	7	5096	385	3325	1456	203	10465
1, 2 & 6	9	14994	4428	0	0	1881	21303
kg		62244	17152	3585	1547	7976	92504
m3		156	572	11	15	499	1252
lavaa		8	14	1	0	12	35
pakatuja lavoja		0	6	0	0	5	20
siirto-kuormaa		3	5	0	0	4	12
siirto-kuormaa (pakattu)		3	2	0	0	2	7

Taulukko 7. Vuoden keräysvolyymi urakka-alue 2 (Kristiinankaupunki, Karijoki ja Isojoki)

	Frek-venssi	Bio	Kartonki	Lasi	Metalli	Muovi	Yhteensä
Vain 1	6	2268	0	0	0	0	2268
1 & 2	17	25347	6851	0	0	3026	35224
1 & 4	13	4914	5603	0	0	3315	13832
1 & 8	7	2646	413	3318	1386	224	7987
1, 2 & 6	9	13419	3780	0	0	1683	18882
kg		48594	16647	3318	1386	8248	78193
m3		121	555	10	14	516	1216
lavaa		6	14	1	0	13	34
pakatuja lavoja		0	6	0	0	5	18
siirto-kuormaa		2	5	0	0	4	11
siirto-kuormaa (pakattu)		2	2	0	0	2	6

Taulukko 8. Vuoden keräysvolyymi urakka-alue 3 (Kauhajoki ja Teuva)

	Frek-venssi	Bio	Kartonki	Lasi	Metalli	Muovi	Yhteensä
Vain 1	6	6000	204	0	0	120	6324
1 & 2	17	55879	13175	0	0	6681	75735
1 & 4	13	13000	10634	0	0	6123	29757
1 & 8	7	7000	1638	8267	3360	700	20965
1, 2 & 6	9	29583	7452	0	0	3807	40842
kg		111462	33103	8267	3360	17431	173623
m3		279	1103	25	34	1089	2530
lavaa		14	28	1	1	27	71
pakatuja lavoja		0	11	0	0	12	39

	Frek-venssi	Bio	Kartonki	Lasi	Metalli	Muovi	Yhteensä
siirto-kuormaa		5	9	0	0	9	24
siirto-kuormaa (pakattu)		5	4	0	0	4	13

Taulukko 9. Vuoden keräysvolyymi ilman aluejakoa (referenssi)

	Frek-venssi	Bio	Kartonki	Lasi	Metalli	Muovi	Yhteensä
Vain 1	6	6000	204	0	0	120	6324
1 & 2	17	55879	13175	0	0	6681	75735
1 & 4	13	13000	10634	0	0	6123	29757
1 & 8	7	7000	1638	8267	3360	700	20965
1, 2 & 6	9	29583	7452	0	0	3807	40842
kg		111462	33103	8267	3360	17431	173623
m3		279	1103	25	34	1089	2530
lavaa		14	28	1	1	27	71
pakatuja lavoja		0	11	0	0	12	39
siirto-kuormaa		5	9	0	0	9	24
siirto-kuormaa (pakattu)		5	4	0	0	4	13

4.4.1 Tulokset

Skenaario 1 kuvastaa nykyistä mallia, jossa keräily järjestetään urakka-alueittain ja kerättävä jäte viedään suoraan Teuvan jätekeskukseen (Taulukko 10).

Taulukko 10. Erilliskerättävät skenaario 1 tulokset

Vertailu (ei konsolidointia)	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Yhteensä
km	16971	21291	18835	57097
Kokonaisaika (h)	600	576	972	2148
Ajoaika (h)	308	376	417	1101
Keräyskäyntejä (kpl)	11675	1189	24063	36927
Astioita (kpl)	1269	1263	1728	4260
Päästöt (kgCO2e)	21654	27168	24033	72855

Skenaario 2 noudatti urakka-alue jakoa, mutta hyödyntää siirtokuormausta ja näin ollen konsolidoi jätteet ensin alueellisiin keräilypisteisiin ja siirtokuormaa jätteet, kun saa kerättyä täysiä kuormia vietäväksi Teuvalle (Taulukko 11).

Taulukko 11. Erilliskerättävät skenaario 2 tulokset

Keräily	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Yhteensä
km	13292	13785	15294	42371
Kokonaisaika (h)	539	574	914	2027
Ajoaika (h)	248	257	311	816
Keräyskäyntejä (kpl)	11675	1189	24063	36927
Astioita (kpl)	1269	1263	1728	4260
Päästöt (kgCO2e)	16961	17590	19515	54065
Siirto				
km	867	2088	1796	4752
Kokonaisaika (h)	15	32	29	76

Keräily	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Yhteensä
Päästöt (kgCO2e)	805	1938	1667	4410
Yhteensä				
km	14159	15873	17090	47123
Kokonaisaika (h)	554	606	340	1500
Päästöt (kgCO2e)	17765	19528	21182	58475

Skenaario 3:ssa luovuttiin urakka-alueajattelusta kokonaan ja ohjattiin kaikki jätteet suoraan Teuvan jätekeskukseen (Taulukko 12).

Taulukko 12. Erilliskerättävät skenaario 3 tulokset

Vertailu (ei konsolidointia)	
km	47614
Kokonaisaika (h)	2071
Ajoaika (h)	861
Keräyskäyntejä (kpl)	48421
Astioita (kpl)	3465
Päästöt (kgCO2e)	60755,8

Taulukko 13 vertailee mallinnuksen tuloksia kilometrien, käytetyn ajan sekä päästöjen näkökulmasta. Huonoiten mallinnuksessa suoriutui nykytilaa kuvastava skenaario 1 ja parhaiten suoriutui siirtokuormausta edustava skenaario 2. Siirtokuormauksella eli konsolidoinnilla säästetään vuositasolla lähes 10 000 kilometriä, 647 tuntia ja 14 380 kgCO2e. Kun verrataan nykytilaa (skenaario 1) skenarioon 3, jossa ei tehty erillistä aluejakoa säästettiin 9 482 kilometriä, 76 tuntia ja 12 100 kgCO2e päästöjä.

Taulukko 13. Erilliskerättävien mallinnuksen tulosten vertailua

	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3
Kilometrit	57097	47123	47614
Kokonaisaika (h)	2148	1500	2071
Päästöt (kgCO2e)	72855	58475	60756

Kilometrien näkökulmasta ero skenaarioiden 2 ja 3 välillä on verrattaen pieni. Päästöjä tarkasteltaessa kuitenkin skenaario 2 suoriutuu paremmin skenaarioon 3 nähden. Pienemmät päästöt tulevat siirtokuormauksesta, jossa voidaan käyttää vähempikulutuksista ajoneuvoa, mikä vaikuttaa päästöjen kumuloitumiseen. Aluejaoilla oli erityisesti vaikutusta kokonaisaikaa, jossa skenaario 2 suoritui erityisen hyvin verrattuna muihin skenaarioihin. Kokonaisajalla on merkittävä vaikutus kustannuksiin. Näiden tulosten perusteella voidaan suositella siirtokuormauksen laajempaa käyttöönottoa erilliskerättävien jakeiden osalta.

4.5 Poltettavat

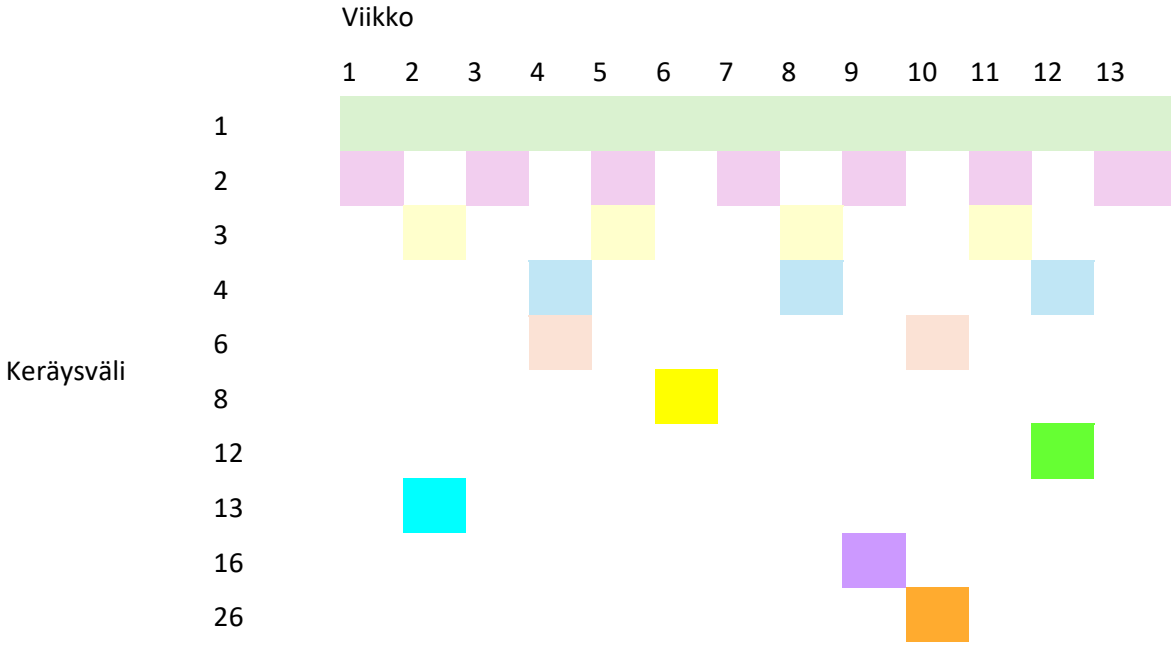
Poltettavien jätteiden mallinnus perustuu vuoden 2025 Q1 jaksoon, jolloin kerättiin paikallista dataa yhteistyössä hankkeeseen osallistuvien yritysten ja asiantuntijoiden kanssa. Poltettavan jätteen keskimääräiseksi painoksi määriteltiin 50 kg/m3.

Taulukko 14 esittää keskimääräisen viikottaisen keräilyvolyymin alueittain. Lähtökohdaksi on otettu kesän aikainen keräilyjaksotus.

Taulukko 14. Keskimääräinen viikottainen keräyvolyymi painon mukaan

Kunta	1	2	3	4	6	8	12	13	16	26	Yhteens
151 (Isojoki)	6057	22161	120	14045	132	1341	24	196			44076
218 (Karijoki)	168	15178	48	11579	60	1018		24			28075
231 (Kaskinen)	326	4508	124	2477		60		19			7514
232 (Kauhajoki)	113314	145746	48	69403	456	10674	198	448	12		340299
287 (Kristiinan-kaupunki)	37267	73810	1688	39693	422	2708	12	624			156224
545 (Närpiö)	2271	15332	563	10461	230	800		163			29820
846 (Teuva)	16482	44963	48	32903	776	5951	12	138		12	101285
Yhteensä	175885	321698	2639	180561	2076	22552	246	1612	12	12	707293

Poltettavaa jätettä kerätään 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 13, 16. ja 26 viikkovälityksin asiakaskohtaisesti riippuen kuinka paljon jätettä syntyy. Keräysvälitys on määritelty mallinnusta varten seuraavasti, pyrkien mahdollisimman tasaiseen jätevolyymiin (Kuva 16).



Kuva 17. Poltettavan jätteen keräysvälitys mallinnuksessa

Noudattaen määriteltyä keräysvälitystä, kvartaalin keräysvolyymit ovat seuraavat (Taulukko 15, Taulukko 16, Taulukko 17 ja Taulukko 18)

Taulukko 15. Kvartaalin keräysvolyymi urakka-alue 1

	Frekvenssi	Poltettavat	Yhteensä
1 & 2	4	3420	13680
1 & 8	1	735	735
1, 3 & 13	1	495	495
1, 4 & 6	1	4498	4498
1, 2 & 3	2	3590	7180
1, 3 & 4	1	4553	4553
1, 2 & 16	1	3420	3420
1, 6 & 26	1	324	324
1, 4 & 12	1	4483	4483
Yhteensä	13	25518	39368
m3		73	112

	Frekvenssi	Poltettavat	Yhteensä
lavaa			3
siirtokuormaa (pakattu)			1

Taulukko 16. Kvartaalin keräysvolyymi urakka-alue 2

	Frekvenssi	Poltettavat	Yhteensä
1 & 2	4	20061	80244
1 & 8	1	7008	7008
1, 3 & 13	1	4759	4759
1, 4 & 6	1	24539	24539
1, 2 & 3	2	20508	41017
1, 3 & 4	1	24703	24703
1, 2 & 16	1	20061	20061
1, 6 & 26	1	4107	4107
1, 4 & 12	1	24292	24292
Yhteensä	13	150039	230730
m3		429	659
lavaa			16
siirtokuormaa (pakattu)			5

Taulukko 17. Kvartaalin keräysvolyymi urakka-alue 3

	Frekvenssi	Poltettavat	Yhteensä
1 & 2	4	42397	169589
1 & 8	1	20538	20538
1, 3 & 13	1	11363	11363
1, 4 & 6	1	43640	43640
1, 2 & 3	2	42421	84843
1, 3 & 4	1	43057	43057

	Frekvenssi	Poltettavat	Yhteensä
1, 2 & 16	1	42409	42409
1, 6 & 26	1	11379	11379
1, 4 & 12	1	43243	43243
Yhteensä	13	300450	470063
m3		858	1343
lavaa			34
siirtokuormaa (pakattu)			11

Taulukko 18. Kvartaalin keräysvolyymi ilman aluejakoa (referenssi)

	Frekvenssi	Poltettavat	Yhteensä
1 & 2	4	65879	263516
1 & 8	1	28282	28282
1, 3 & 13	1	16618	16618
1, 4 & 6	1	72677	72677
1, 2 & 3	2	66520	133040
1, 3 & 4	1	72313	72313
1, 2 & 16	1	65891	65891
1, 6 & 26	1	15811	15811
1, 4 & 12	1	71918	71918
Yhteensä	13	475908	740065
m3		1360	2114
lavaa			53
siirtokuormaa (pakattu)			18

4.5.1 Tulokset

Skenaario 1 kuvastaa nykyistä mallia, jossa keräily järjestetään urakka-alueittain ja kerättävä jäte viedään suoraan Teuvan jätekeskukseen (Taulukko 19)

Taulukko 19. Poltettavan jätteen keräilymallinnuksen skenaarion 1 tulokset kvartaalissa

Vertailu (ei konsolidointia)	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Yhteensä
km	3879	13201	16773	33854
Kokonaisaika (h)	149	668	990	1807
Ajoaika (h)	87	322	441	851
Keräyskäyntejä (kpl)	2716	13817	21938	38471
Päästöt (kgCO2e)	4950	16845	21403	43198

Skenaario 2 noudatti urakka-alue jakoa, mutta hyödyntää siirtokuormausta ja näin ollen konsolidoi jätteet ensin alueellisiin keräilypisteisiin ja siirtokuormaa jätteet, kun saa keräiltyä täysiä kuormia vietäväksi Teuvalle (Taulukko 20).

Taulukko 20. Poltettavan jätteen keräilymallinnuksen skenaarion 2 (siirtokuormaus) tulokset kvartaalissa

Keräily	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Yhteensä
km	3710	9931	15308	28949
Kokonaisaika (h)	171	627	1034	1832
Ajoaika (h)	85	282	389	756
Keräyskäyntejä (kpl)	2716	12282	21938	36936
Päästöt (kgCO2e)	4734	13817	19534	38084
Siirto				
km	54	316	681	1052
Kokonaisaika (h)	1	5	11	17
Päästöt (kgCO2e)	50	294	632	976
Yhteensä				
km	3764	10247	15990	30001

Keräily	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Yhteensä
Kokonaisaika (h)	172	632	400	1204
Päästöt (kgCO2e)	4784	14111	20166	39060

Skenaario 3:ssa luovuttiin urakka-alueajattelusta kokonaan ja ohjattiin kaikki jätteet suoraan Teuvan jätekeskukseen (Taulukko 21).

Taulukko 21. Poltettavan jätteen keräilymallinnuksen skenaarion 3 (ei urakka-alueita eikä siirtokuormausta) tulokset kvartaalissa

Vertailu (ei konsolidointia)	
km	37257
Kokonaisaika (h)	1868
Ajoaika (h)	906
Keräyskäyntejä (kpl)	38474
Päästöt (kgCO2e)	54097

Taulukko 22 vertailee skenaarioita. Huonoiten mallinnuksessa suoriutui skenaario 3, jossa urakka-aluejaoista olisi luovuttu ja parhaiten suoriutui siirtokuormausta edustava skenaario 2. Siirtokuormauksella eli konsolidoinnilla säästetään kvartaalissa poltettavan jätteen osalta verrattaessa nykytilaan lähes 4 000 kilometriä, 603 tuntia ja 4 137 kgCO2e. Erityisesti erot kokonaisajassa ovat merkittäviä, kun verrataan skenaarioita 1 ja 3 skenaarioon 2.

Taulukko 22. Poltettavan jätteen keräilyn mallinnuksen tulosten vertailua

	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3
Kilometrit	33854	30001	37257
Kokonaisaika (h)	1807	1204	1868
Päästöt (kgCO2e)	43198	39060	54097

Siirtokuormauksen hyödyt poltettavan jätteen osalta ovat erityisen merkittäviä, sillä jätevolyymit ovat suuria ja keräystiheys korkea, mikä tekee logistiikasta vaativaa. Siirtokuorma-autot ovat polttoainetehokkaampia kuin varsinaiset keräilyajoneuvot, mikä pienentää kuljetusten aiheuttamia päästöjä. Lisäksi konsolidointi mahdollistaa täysien kuormien kuljettamisen, mikä vähentää turhaa ajoa ja parantaa kuljetusten tehokkuutta.

Näiden mallinnustulosten perusteella voidaan suositella siirtokuormauksen laajempaa käyttöönottoa myös poltettavan jätteen osalta.

4.6 Urakka-alueiden optimointi

Poltettavan jätteen volyymin ja sijainnin perusteella määritettiin alueiden massakeskipisteet kartalla ja muodostettiin klusteroinnin avulla teoreettisesti optimaalisia aluejakoja. Aluejakoja tehtiin kahdella (kuva 18), kolmella (kuva 19) ja neljällä (kuva 20) alueella. Analyysissä siniset pisteet esittävät keräilyalueiden massakeskipisteitä, ja punainen piste kuvaa koko tarkastelualueen massakeskipistettä. Tämä visualisointi auttaa hahmottamaan jätemäärien alueellista jakautumista ja optimaalisia keruupisteiden sijainteja.

Keruualueiden määrittelyssä voidaan käyttää yhdistelmää väestöpohjan massakeskipisteistä ja tiestön avulla huomioitua saavutettavuutta. Tämä lähestymistapa mahdollistaa keruualueiden muodostamisen siten, että ne vastaavat todellista jätteen syntymistä ja ovat samalla logistisesti järkeviä toteuttaa. Väestöpohjan massakeskipiste kuvaa alueen jätemäärän painopisteen sijaintia, kun taas tiestön saavutettavuus määrittää käytännön kuljetusmahdollisuudet ja -kustannukset.

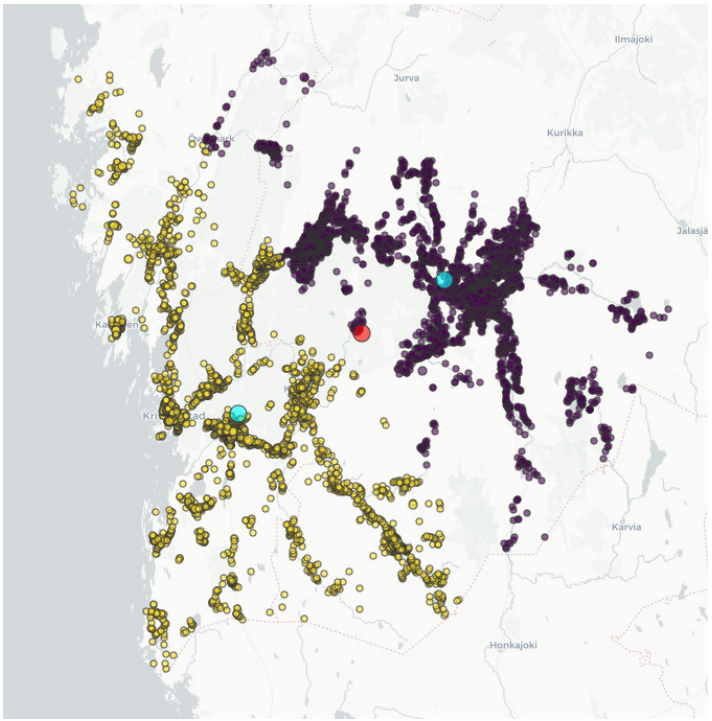
Menetelmässä haetaan painopisteitä määrittämällä ensin tarvittavien painopisteiden lukumäärä, mikä määrittää keruualueiden määrän. Maantieteellisistä tekijöistä riippuen klusterointia voidaan hyödyntää keruualueiden optimointiin. Menetelmä tarjoaa yhden tavan rakentaa hub and spoke -verkosto, jossa keskitetyt konsolidointipisteet palvelevat ympäröiviä keruualueita.

Tässä tutkimuksessa vertailtiin klusterointivaihtoehtoja nykymallin kanssa. Analyysi ei tarkoita, etteivät nykyiset tai muut ratkaisut olisivat toimivia tiettyihin tilanteisiin, vaan se on demonstraatio siitä, kuinka optimaaliset pisteet tässä maantieteellisessä ympäristössä sijoittuvat.

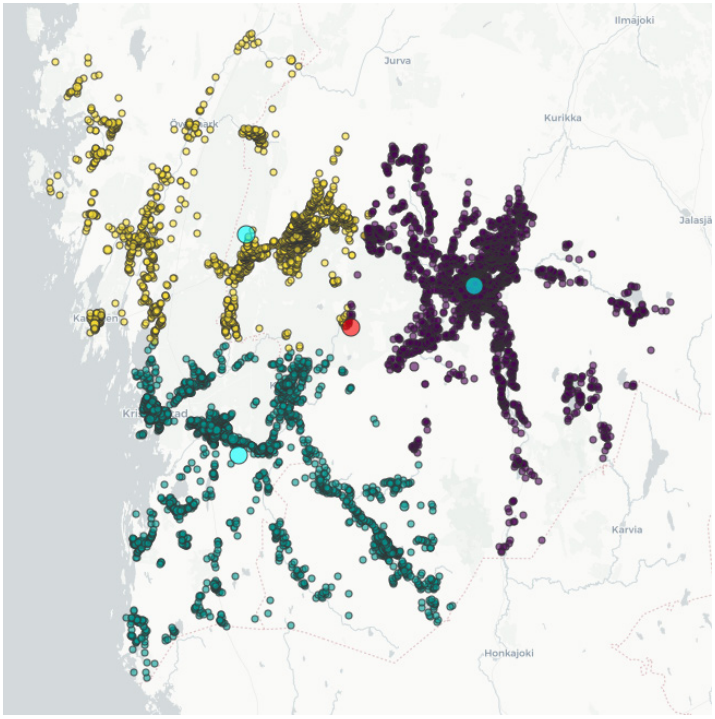
Vertailun perusteella nykyisten konsolidointipisteiden sijainnit eivät eroa merkittävästi optimipisteistä. Ainoa merkittävä poikkeus on Teuvan jätekeskus, joka sijoittuu optimipisteeseen nähden sivummalle (ks. Kuva 15). Tämä havainto viittaa siihen, että suurin osa nykyisestä infrastruktuurista on jo melko optimaalisesti sijoitettu.

Keruualueet voivat muodostaa välivarastoitaville jakeille konsolidointipisteet, joissa eri alueilta kerätyt materiaalit yhdistetään ennen jatkokuljetusta. Konsolidointipisteen sijoittelu perustuu optimaaliseen tasapainoon keruualueiden välisten etäisyyksien ja jatkokäsittelylaitoksille suuntautuvien kuljetusten tehokkuuden välillä. Konsolidointi on erityisen tehokasta silloin, kun käsiteltävänä on useita pieniä keruualueita, joista kukin tuottaa suhteellisen vähän materiaalia.

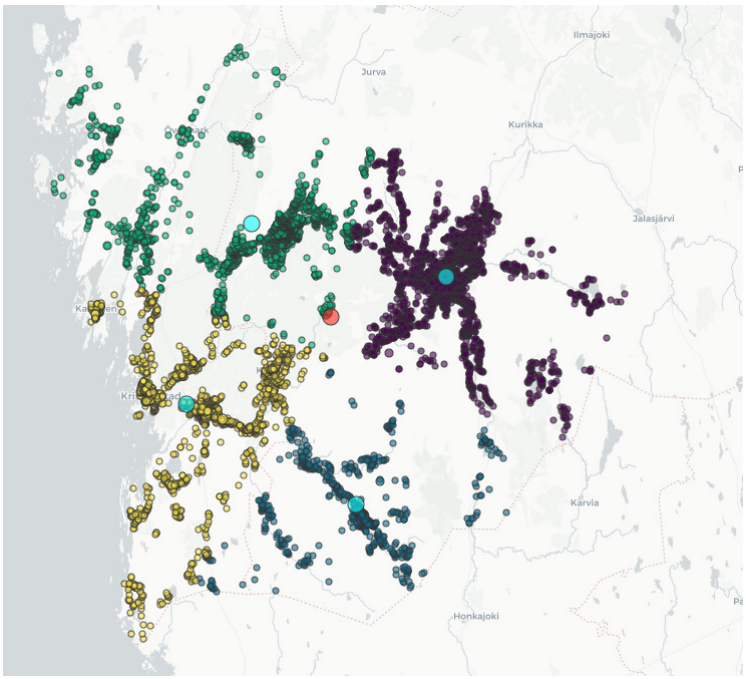
Konsolidointipisteiden hyödyntäminen mahdollistaa myös keruuaikataulujen joustavamman suunnittelun. Säilyvät jakeet voidaan kerätä eri alueilta eri aikoina ja varastoida konsolidointipisteessä, kunnes saadaan kokoon täysi kuorma jatkokäsittelyyn. Tämä vähentää puolityhjiä kuormia ja parantaa kuljetusten kokonaistehokkuutta.



Kuva 18. Aluejako-optimointi kahdella alueella



Kuva 19. Aluejako-optimointi kolmella alueella



Kuva 20. Aluejako-optimointi neljällä alueella

5 BIOJÄTTEEN KIERRÄTYSPOTENTIAALIN ARVIOINTI

Hankkeessa selvitettiin biojätteen tämänhetkistä kierrätysastetta ja kierrätyspotentiaalia Suupohjan alueella. Tarkastelussa vertailtiin poltettavan jätteen ja biojätteen nykyisiä keruujärjestelmiä sekä arvioitiin, kuinka suuri osa biojätteen keruupotentiaalista on tällä hetkellä hyödyntämättä. Analyysi perustuu olemassa olevien keruupisteiden määrään, tyhjennysfrekvensseihin sekä asukaskohtaiseen biojätteen syntymiseen (hankkeessa kerätty data).

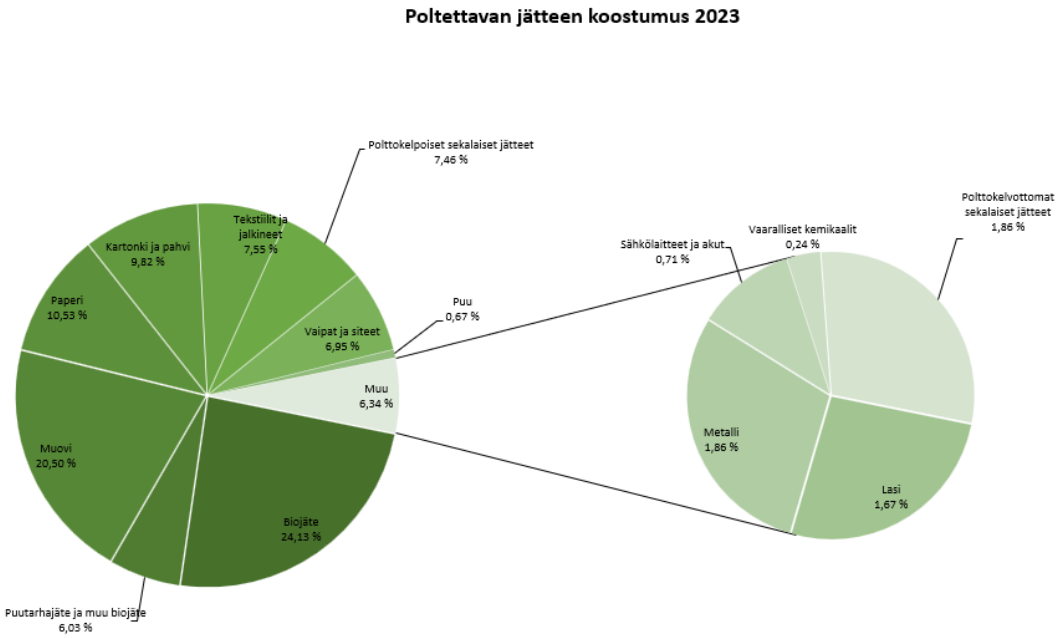
Poltettavan jätteen keruupisteitä on noin 3601 kappaletta kuukaudessa, kun keruu tapahtuu keskiarvolta 4 viikon välein. Biojätteen keruu tapahtuu keskiarvolta 1,8 viikon välein tällä hetkellä (2024) ja biojätteelle tulee noin 660 keruutapahtumaa kuukaudessa. Jos jokaisesta poltettavan jätteen keruupisteestä noudettaisiin myös biojätettä 1,8 viikon välein tulisi keruutapahtumia kokonaisuudessaan noin 6484 kappaletta kuukaudessa. Tämä tarkoittaa, että biojätteen osalta toteutumatta jäisi arviolta 5824 keruutapahtumaa kuukaudessa (keruupotentiaali). Tällä hetkellä siis vain 9,8 % biojätteen keruupotentiaalista hyödynnetään.

Suupohjan alueella laskennallinen keskimääräinen asukkaiden määrä keräyspaikkaa kohden on noin 2 henkilöä, mikä saadaan jakamalla alueen kuntien asukasluku asuntokuntien määrällä (Tilastokeskus, 2025b). Suupohjan alueella biojätettä kerätään keskiarvolta vuonna 2024 noin 15,5 kiloa per asukas vuodessa (Kuva 6). Kuukaudessa biojätettä syntyy siis noin 1,3 kiloa per henkilö. Näin ollen kokonaisuudessaan biojätteen hyödyntämätön keruupontentiaali on noin 14 898 kiloa kuukaudessa, kun suhteutamme keruun asuntokuntien mukaan, jolloin myös taloyhtiöt tulee huomioitua. Tämä on lähes kymmenkertainen määrä nykyiseen keräilyyn nähden. Mikäli biojätteen koko keruupotentiaali hyödynnettäisiin, tarkoittaisi se keruujärjestelmän osalta lähes kaksinkertaista kapasiteettitarvetta nykytilanteeseen nähden. Kohonnut kapasiteettitarve vaikuttaa merkittävästi ajosuoritteeseen, vaadittuihin henkilötyötunteihin sekä kasvattaa kaluston käyttöastetta ja mahdollisesti jopa merkitsee kaluston osalta lisätarpeita.

Biojätteen lajittelu mahdollisesti vähentää poltettavan jätteen määrää, mikäli koko keruupotentiaali saadaan hyödynnettyä. Biojätteen osuus poltettavasta sekajätteestä on tyypillisesti noin 20 – 30 (Kivo, 2024), mikä tarkoittaa, että tehokas biojätteen erottelu voisi vähentää poltettavan jätteen määrää lähes kolmanneksella. Suupohjan alueella tämä tarkoittaisi huomattavaa muutosta jätehuollon kokonaiskuvassa.

Alueellisena vertailukohtana voidaan käyttää esimerkiksi Etelä-Pohjanmaata. Lakeuden Etappi julkaisu vuonna 2023 jäteanalyysin Eteläpohjalaisten kotitalouksien poltettavan jätteen koostumuksesta. Kuva 20 havainnollistaa tuloksia. Poltettavasta jätteestä 24,1 prosenttia oli biojätettä, 20,5 prosenttia muovia, 10,6 prosenttia paperia, 9,8 prosenttia kartonkia ja pahvia, 7,6 prosenttia tekstiilejä ja jalkineita, 7,5 prosenttia polttokelpoista

sekalaista jätettä, 6,9 prosenttia vaippoja ja siteitä, 0,7 prosenttia puuta ja 6,3 prosenttia muuta jätettä. Jäteastian sisällöstä 93,6 painoprosenttia oli oikein lajiteltua.



Kuva 21, Roskapussianalyysi Etappi 2023

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Pienenevät jätevirrat haastavat maaseutumaisten kuntien jätekeruuta. Kustannustehokas keruu ja kansalliset kierrätysprosenttien nostotavoitteet ovat osittain ristiriitaisia tavoitteita. On tarve saada suurempi määrä pienivolyymisiä jakeita kerättyä. Negatiivinen väestönkehitys vähentää jätteiden kokonaismäärää. Toisaalta taas pitkät sitoumukset esimerkiksi osakkuuksina polttolaitoksissa edellyttävät vakaata toimintaa vuosikymmenten ajan. Nämä piirteet ovat yhteisiä monille alueille nyt ja lähitulevaisuudessa. Logistiikan tehokkuudella on suuri mahdollistava merkitys kierrätysasteen tehostamisessa.

Tämä tutkimus on tarkastellut mahdollisuuksia nostaa kierrätysastetta ja kuljetusten järjestämisen tehokkuutta kuvatun laisessa ympäristössä. Aineisto on kerätty pääosin Suupohjan alueen toimijoilta mutta samantyyppiset lähtöasetukset ovat todennäköisesti hyvin monessa muussa suomalaisessa maaseutukunnassa.

Johtopäätökset asetettuihin ongelmiin voidaan todennäköisesti yleistää myös muihin harvaanasuttuihin alueisiin. Analyysien pohjalta voidaan tulkita seuraavia asioita:

Välivarastointi ja kuljetusten yhdistäminen tehostavat toimintaa

- Kuljetusten yhdistämisen potentiaali kustannusten laskemisessa on merkittävä. Kun kerättävien jakeiden määrä kasvaa ja näitä kertyy hyvin eri tahtia, on kuljetusten tehostamiseksi rakennettava erilaisia keruujärjestyksiä ja otettava säiliyviä jakeita välivarastointiin. Biojätteiden käsittely vaatii korkean käyntivälin kotitalouksissa kehnon säilyvyyden vuoksi. Toisaalta taas puhtaat lasit, metallit, kartongit, paperit ja muovit voidaan välivarastoida ja näitä saadaan paalattua pienempään tilaan.

- Simulointi osoitti, että 17 % vähemmän ajokilometrejä voidaan saada aikaan säiliyvillä pienillä erilliskerättävillä jakeilla (hub and spoke), mikä tarkoittaa käytännössä polttoaine- ja tonnikilometrikustannusten alenemista, kuljetusten hiilijalanjäljen pienenemistä, ajoneuvokustannusten optimointia ja kuljettajan työajan tehokkaampaa hyödyntämistä.

Jätelogistiikan suunnittelua ja ohjausta tonnikilometrimittarilla

- Jätteenkeräyksen kompleksisuus ja kasvavat tehokkuusvaatimukset edellyttävät monipuolisten mittareiden kehittämistä toiminnan systemaattiseen seurantaan ja johtamiseen. Perinteiset kustannusmittarit eivät yksinään riitä kuvaamaan toiminnan kokonaistehokkuutta, vaan tarvitaan erilaisia tunnuslukuja, jotka ottavat huomioon sekä taloudelliset että operatiiviset tekijät. Mittareiden avulla voidaan tunnistaa kehittämiskohteita, seurata toteutunutta suorituskykyä tavoitteisiin

nähden ja tehdä perusteltuja päätöksiä toiminnan kehittämiseksi. Esimerkiksi tonnikilometrikustannus on hyvä mittari päätöksenteon tukena ja se tarjoaa vertailukelpoisen mittarin eri kuljetusvaihtoehtojen arviointiin. (investoinnit, kilpailutus, reittienvertailu, liikenteensuunnittelu, vertailu muihin kuntiin).

Kalustovalinta ja reittien suunnittelu riippuvat toisistaan

- Keruualueiden määrittelyssä voidaan käyttää yhdistelmää väestöpohjan massakeskipisteistä ja tiestön avulla huomioitua saavutettavuutta. Keruualueet voivat muodostaa välivarastoitaville jakeille konsolidointipisteet.

- Keruujärjestystä suunniteltaessa on huomioitava kaluston laatikkomäärät ja eri jakeiden kertymisen nopeus. Monilaatikkojärjestelmissä suurempi laatikkomäärä ei välttämättä tule tarpeeseen vaan kaksilaatikkokeruu voi riittää hyvin, kun keruuaikataulutus suunnitellaan.

Nykyinen käsittelyjärjestelmä on rakentunut energiantuotannon varaan, joka tuottaa ajatuksen siitä, että poltettavat jakeet on pääasiallinen käsiteltävä yksikkö. Jakeiden erilliskeräys hajautuu eri toimijoille ja kokonaisvolyymistä on vaikea saada käsitystä. Mikäli loppukäsittely tulee siirtymään energiantuotannosta kierrätykseen tai muuhun materiaalien hyötykäyttöön tulevat myös logistiikan materiaalivirrat muuttumaan.

Lähteet

Botniarosk (2024). *Vuosikertomus 2024.* Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://cdn.prod.website-files.com/64113cc94d62a67293928ce0/6811b3528e32a3f1e05d6378_VuosikertomusA%CC%8Arsbera%CC%88ttelse%202024%20(1).pdf

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/851, annettu 30.5.2018, jätedirektiivin 2008/98/EY muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti, L 150, 109–140. Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj/eng

Hedman, Å., Hoang, H., Ahokas, M., Heikkonen, V., Klaus, T. & Salojärvi, T. (20.9.2018). Monilokerokokeilu: Kotitalousjätteen kierrätysasteen nostaminen monilokeroastiapalvelulla Itä-Uudellamaalla vuosina 2017-18. Noudettu 2.10.2025 osoitteesta https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Monilokerokokeilu.+Kotitalousj%C3%A4tteen+kierr%C3%A4tysasteen+nostaminen+monilokeroastiapalvelulla+It%C3%A4-Uudellamaalla+vuosina+2017-18.+Loppuraportti+20.9.2018.pdf/51c723b0-bbff-bdba-4939-2e157c135944/Monilokerokokeilu.+Kotitalousj%C3%A4tteen+kierr%C3%A4tysasteen+nostaminen+monilokeroastiapalvelulla+It%C3%A4-Uudellamaalla+vuosina+2017-18.+Loppuraportti+20.9.2018.pdf?t=1605162154110#page=12.41

HSY. (2023). *Kiertotalouden käsitteitä.* Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://julkaisu.hsy.fi/kiertotalouden-kasitteita.html

Jätelaki 646/2011. Finlex. Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laintaadanto/2011/646#chp_5__sec_34

KIVO. (2024). *Koostumustietopankki*. Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://www.kivo.fi/toiminnan-tueksi/koostumustietopankki

Lakeuden Etappi. (2023). *Biojätteen määrä kodin roskapussissa väheni edelleen, myös pakkausjätteiden määrä väheni.* Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://www.etappi.com/biojatteen-maara-kodin-roskapussissa-vaheni-edelleen-myos-pakkausjatteiden-maara-vaheni/

Siirilä, M. (16.8.2024*). Ensimmäiset tuontijätekuljetukset ajetaan pian Vaasan keskustan läpi: Ensimmäiset jätelastit voivat saapua Westenergylle jo tämän viikon loppuun mennessä* YLE. Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://yle.fi/a/74-20105413

Tilastokeskus. (2024). *Yhdyskuntajätteiden määrä väheni vuonna 2023.* Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://stat.fi/julkaisu/cln4nsb1a81us0avtrxve97pz

Tilastokeskus. (2025a). *Yhdyskuntajäte | Käsitteet*. Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://stat.fi/meta/kas/yhdyskuntajate.html

Tilastokeskus. (2025b). *Kuntien avainluvut.* Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?active1=SSS&active2=KU232&year=2025

Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021. Finlex. Noudettu 1.10.2025 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2021/978