Logistik för avfallsflöden i glesbygdsområde

PETRI HELO | CLARA RAJALEHTO | TARJA PIENIMÄKI

VAASAN YLIOPISTON RAPORTTEJA 58

Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Utgivare Vaasan yliopisto
Tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikkö, Tuotantotalous.

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

Rapport

ISBN 978-952-395-248-5 (online)
URN http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-395-248-5

ISSN 2489-2580 (Vaasa yliopiston raportteja 58, online)

Publikationens titel
Logistik för avfallsflöden I glesbygdsområde

Nyckelord logistik, avfallsflöden, glesbygdsområden

Finansiärer Retex Oy Ab
Oy Närpes Renhållning Ab
Suupohjan Kuljetus Oy
Sk-Steel Oy
Härmänmaan Ympäristöpalvelu Oy
NTM-centralerna i Södra Österbotten och Österbotten

Publikationen distribueras under CC BY Erkännande 4.0-licens.

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.

Avainsanat: 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 Sydösterbotten 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 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

Innehåll

TIIVISTELMÄ III

ABSTRACT IV

SAMMANFATTNING V

1 INLEDNING 1

2 BAKGRUND 3

3 BESKRIVNING AV NULÄGET 5
3.1 Karaktärsdrag för glesbygdsområde 5
3.2 Fraktioner per område 7

4 MODELLERING AV INSAMLINGSLOGISTIK 20
4.1 Områdesindelning 20
4.2 Insamlingsmodeller 20
4.3 Utgångsuppgifter och antaganden 23
4.4 Separat insamlade fraktioner 24
4.4.1 Resultat 29
4.5 Brännbart avfall 31
4.5.1 Resultat 35
4.6 Optimering av entreprenadområden 37

5 BEDÖMNING AV ÅTERVINNINGSPOTENTIAL FÖR BIOAVFALL 40

6 SLUTSATSER 42

REFERENSER 44

Figurer

Figur 1. Verksamhetsområdet Sydösterbotten (Botniarosk Oy Ab) 2
Figur 2. Restid enligt vägnätet från avfallscentralen i Teuva (OpenRouteService) 6
Figur 3. Sankey-diagram över det avfall som uppstår i området, baserat på befolkningsdata för år 2024 och den nationella genomsnittliga mängden hushållsavfall (ton/månad) 8
Figur 4. Separat insamlade avfall på kartan inom området. 9
Figur 5. Materialfraktioner i hushållsavfall under en månad (ton/månad) 10
Figur 6. Mottagna mängder separat insamlat avfall vid avfallscentralen (september 2024) och vid Rinki-insamlingspunkterna (månatligt genomsnitt för år 2024). 11
Figur 7. Brännbart avfall i september 2024 i förhållande till separat insamlat avfall. 14
Figur 8. Kombinerat avfallsflöde per kommun och avfallsfraktion, september 2024 (ton/månad) 15
Figur 9. Kombinerat avfallsflöde per avfallsfraktion, september 2024 (ton/månad) 16
Figur 10. Ackumulering av kommunalt avfall i Sydösterbotten (ton/månad) 19
Figur 11. Områdesindelning 20
Figur 12. Scenario 1: nulägesmodellen 21
Figur 13. Scenario 2 hub and spoke -modell 21
Figur 14. Scenario 3: modell utan områdesindelning 22
Figur 15. Omlastningsplatser 23
Figur 16. Insamlingsfrekvens för separat insamlade fraktioner i modelleringen 26
Figur 17. Insamlingsfrekvens för brännbart avfall i modelleringen 32
Figur 18. Optimering av områdesindelning med två områden 38
Figur 19. Optimering av områdesindelning med tre områden 39
Figur 20. Optimering av områdesindelning med fyra områden 39
Figur 21. Roskispåseanalys – Etappi 2023 41

Tabeller

Tabell 1. Avfallsflöden per kommun, uppskattade enligt fraktioner baserat på invånarantalet år 2024. Mängderna är beräknade utifrån Finlands genomsnitt på 302 kg/invånare/år, vilket motsvarar 25 kg/invånare/månad. 7
Tabell 2a. Insamlade ton vid Rinki-ekopunkterna år 2024 12
Tabell 2b. Insamlade ton vid Rinki-ekopunkterna år 2023 12
Tabell 3. Antal tömningar i september 2024 per kommun och behållartyp (Botniarosk).....16
Tabell 4. Avfallsbehållare per fraktion.....24
Tabell 5. Genomsnittlig veckovolym under sommaren.....25
Tabell 6. Årets insamlingsvolym för område 1 (Närpes och Kaskö).....27
Tabell 7. Årets insamlingsvolym för område 2 (Kristinestad, Bötom och Storå).....27
Tabell 8. Årets insamlingsvolym för område 3 (Kauhajoki och Östermark) 28
Tabell 9. Årets insamlingsvolym utan områdesindelning (referens) 28
Tabell 10. Resultat för separat insamlade fraktioner – scenario 1 29
Tabell 11. Resultat för separat insamlade fraktioner – scenario 2 29
Tabell 12. Resultat för separat insamlade fraktioner – scenario 3 30
Tabell 13. Jämförelse av resultat för separat insamlade fraktioner.....30
Tabell 14. Genomsnittlig veckovolym enligt vikt.....31
Tabell 15. Kvartalsvis insamlingsvolym för område 1 32
Tabell 16. Kvartalsvis insamlingsvolym för område 2 33
Tabell 17. Kvartalsvis insamlingsvolym för område 3 33
Tabell 18. Kvartalsvis insamlingsvolym utan områdesindelning (referens) 34
Tabell 19. Resultat för modelleringen av insamling av brännbart avfall – scenario 1 35
Tabell 20. Resultat för modelleringen av insamling av brännbart avfall – scenario 2 (omlastning).....35
Tabell 21. Resultat för modelleringen av insamling av brännbart avfall – scenario 3 (inga entreprenadområden och ingen omlastning) 36
Tabell 22. Jämförelse av modellresultat för insamling av brännbart avfall 36

1 INLEDNING

Denna rapport bygger på forskning och utredning som genomfördes inom projektet Högre återvinningsgrad, lägre utsläpp. Projektet finansierades av EU:s landsbygdsfond via NTM-centralerna i Södra Österbotten och Österbotten samt av den deltagande företagsgruppen. I genomförandet fungerade Vasa universitet som underleverantör till Develop Train Oy i de delar som rörde logistikmodeller.

I projektets styrgrupp deltog:

- NTM-centralen i Södra Österbotten, utvecklingsexpert Tuija Nikkari (suppleant Petri Svanbäck från NTM-centralen i Österbotten),
- Botnia Rosk Oy, verkställande direktör Ari Nurkkala,
- Sydösterbottens avfallsnämnd, avfallsombud Anna-Kaisa Riskula,
- Vasa universitet, professor Petri Helo,
- Härmänmaan Ympäristöpalvelu Oy, verkställande direktör Petri Hietamäki,
- Oy Närpes Renhållning Ab, verkställande direktör Henrik Bertell,
- Retex Oy Ab, verkställande direktör Mattias Groos,
- Sk-Steel Oy, styrelseordförande Ville Laitala,
- Suupohjan Kuljetus Oy, verkställande direktör Anne Laitala,
- Develop Train Oy, verkställande direktör Tarja Pienimäki.

Projektets mål var att i samarbete utveckla verksamhetsmodeller som kan förbättra återvinningsgraden för separat insamlade material och samtidigt minska växthusgasutsläppen från avfallstransporter. På landsbygden utgör långa transportsträckor, låg befolkningstäthet och på många håll minskande befolkningsmängd särskilda utmaningar. Under dessa förhållanden behövs logistiklösningar som är både kostnadseffektiva och miljömässigt hållbara. Samtidigt ökar trycket på att förbättra återvinningen av olika avfallsfraktioner: en allt större andel av avfallet bör samlas in och styras tillbaka till användning som råmaterial.

För att möta dessa utmaningar utvecklades olika logistikmodeller i samarbete med regionala aktörer. Modellerna utvärderades utifrån kostnader, utsläpp och återvinningspotential. Forskningsfrågan inom logistikmodelleringen var dels att kartlägga hur materialflöden fungerar i ett glest befolkat landsbygdsområde idag, och dels att utveckla idéer om vilka möjligheter olika logistikmodeller kan ha i den nuvarande verksamhetsmiljön.

Analyserna baserades på data från kommunerna i Sydösterbotten-regionen (figur 1). Vid utvecklingen av modellerna samarbetade man nära med det regionala avfallshanteringsbolaget Bothniarosk Oy och lokala transportföretag. Som verktyg användes kostnadsberäkningsmallar, ruttoptimeringsprogram och kartbaserade analyser. Med hjälp av dessa modellerades olika scenarier som utvärderades med hjälp av logistik- och återvinningsindikatorer.

Figur 1. Verksamhetsområdet Sydösterbotten (Botniarosk Oy Ab)

2 BAKGRUND

Enligt Statistikcentralens (2025a) definition är ”kommunalt avfall sådant som uppstår i hushåll och i produktion, särskilt inom servicebranscher, och som kan jämföras med hushållsavfall. Ett gemensamt kännetecken för kommunalt avfall är att det uppstår i konsumtionen av slutprodukter inom samhällen och omfattas av kommunal avfallshantering.” Återvinningsgraden för kommunalt avfall anger hur stor andel av det totala avfallet som återvinns som material (materialåtervinning, kompostering och rötning). På EU-nivå är målet att återvinningsgraden för kommunalt avfall ska vara 55 % år 2025 och 60 % år 2030 (Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/851, artikel 11, punkt 2 c–e; Avfallsförordning 978/2021, § 23). I Finland var återvinningsgraden enligt den senaste statistiken från 2023 44,6 % (Statistikcentralen, 2024). Avfallscentralen Botniarosk i Sydösterbotten har för år 2024 rapporterat en återvinningsgrad på 42,8 % (Botniarosk, 2024).

HSY (2023) definierar kommunalt och hushållsavfall samt det avfall som omfattas av kommunens ansvar enligt avfallslagen och avfallsförordningen.

Hushållsavfall:

> *” Hushållsavfall är fast konsumtionsavfall som uppstår i hushåll, inklusive t.ex. papper, kartong, glas, metall, plast, textilier, bio- och blandavfall samt uttjänta el- och elektronikapparater, batterier, ackumulatorer och skrymmande föremål, dock inte slam från septiktankar eller slutna tankar. Avfall som uppstår utanför hemmet, även om det produceras av hushållet, såsom spillolja från bilservice, räknas inte som hushållsavfall. Inte heller avfall som inte är kommunalt avfall, såsom skrotbilar eller bygg- och rivningsavfall).”*

Kommunalt avfall:

> *”Kommunalt avfall är det avfall som uppstår vid konsumtion av slutprodukter i samhällen. Sådant avfall inkluderar blandavfall, bioavfall, papper, kartong, glas, metaller, textilier, plast, el- och elektronikskrot samt använda batterier.*
>
> *Kommunalt avfall består av avfall som uppstår i boende (hushållsavfall) samt avfall från förvaltning, service och näringsverksamhet som till egenskaper, sammansättning och mängd kan jämföras med hushållsavfall (t.ex. konsumtionsavfall från skolor, sjukhus, kontor, butiker, restauranger och andra företag).*
>
> *I Finland är ansvaret för hanteringen av kommunalt avfall fördelat mellan kommuner, producenter och privata företag.*

> *Kommunalt avfall omfattar inte avfall från industriell produktion, jordbruk, skogsbruk, fiske, septiktankar eller avloppsnät och avloppsrening, inklusive slam från reningsverk, skrotbilar eller bygg- och rivningsavfall."*

Avfall som omfattas av kommunens ansvar:

> *"Avfall som uppstår i permanent bostad, fritidsbostad, internat eller annan boendeform samt kommunens förvaltnings- och serviceverksamhet, inklusive förpackningsavfall som omfattas av producentansvar och som samlas in enligt avfallslagen och kommunala avfallsföreskrifter genom fastighetsvis insamling.*
>
> *Dessutom omfattas avfall från småskalig bygg- och rivningsverksamhet i hushåll samt slam från avloppsvatten i dessa verksamheter och avfall från affärslokaler som samlas in tillsammans med hushålls- eller kommunalt avfall."*

Kommunalt avfall är alltså ett bredare definition, som även omfattar hushållsavfall samt avfall från förvaltning, tjänster och näringsverksamhet som till egenskaper, sammansättning och mängd kan jämföras med hushållsavfall (till exempel konsumtionsavfall från skolor, sjukhus, kontor, butiker, restauranger och andra företag). I denna rapport avses med brännbart avfall samma som blandavfall.

I Sydösterbotten gäller enligt avfallslagen, avfallsförordningen och kommunala avfallsföreskrifter ett kommunalt ansvar för separat insamling av bio- och förpackningsavfall i tätortsområden för rad- och flervåningshus med fem eller fler bostäder (Avfallsförordning § 17). I sådana fastigheter ansvarar det kommunala avfallsbolaget för tömning av följande avfallsfraktioner:

- bioavfall
- metallförpackningar och småmetall
- glasförpackningar
- papper- och kartongförpackningar
- plastförpackningar

På fastigheten är det tillåtet att kompostera bioavfall och trädgårdsavfall som uppstår där, och därmed kan separat insamling av bioavfall ersättas genom att lämna in en komposteringsanmälan.

För insamling av brännbart avfall gäller i området ett system där fastighetsinnehavaren själv ansvarar för avfallstransporten, vilket innebär att transporten beställs direkt från ett transportföretag (Avfallslag § 37).

3 BESKRIVNING AV NULÄGET

Syftet med materialflödesanalysen var att få en överblick över vilka typer av avfallsflöden som uppstår inom det undersökta området, varifrån de kommer och vart de transporteras. Analysen ger en helhetsbild av den nuvarande situationen för avfallshanteringen i området samt utgångspunkter för utveckling av logistikmodeller. Fokus låg särskilt på separat insamlade avfallsfraktioner, vars ökade återvinningsgrad är ett centralt mål för projektet.

I analysen användes information från det regionala avfallsbolaget Botniarosk Oy Ab, Sydösterbotten avfallsnämnds avfallsombud samt lokala transportföretag om nuvarande mängder avfall, sortering och behandlingslösningar samt insamlings- och transportpraxis. Med hjälp av detta material skapades en bild av volymerna i materialflödena, insamlingspunkternas placering och transportvägarna.

3.1 Karaktärsdrag för glesbygdsområde

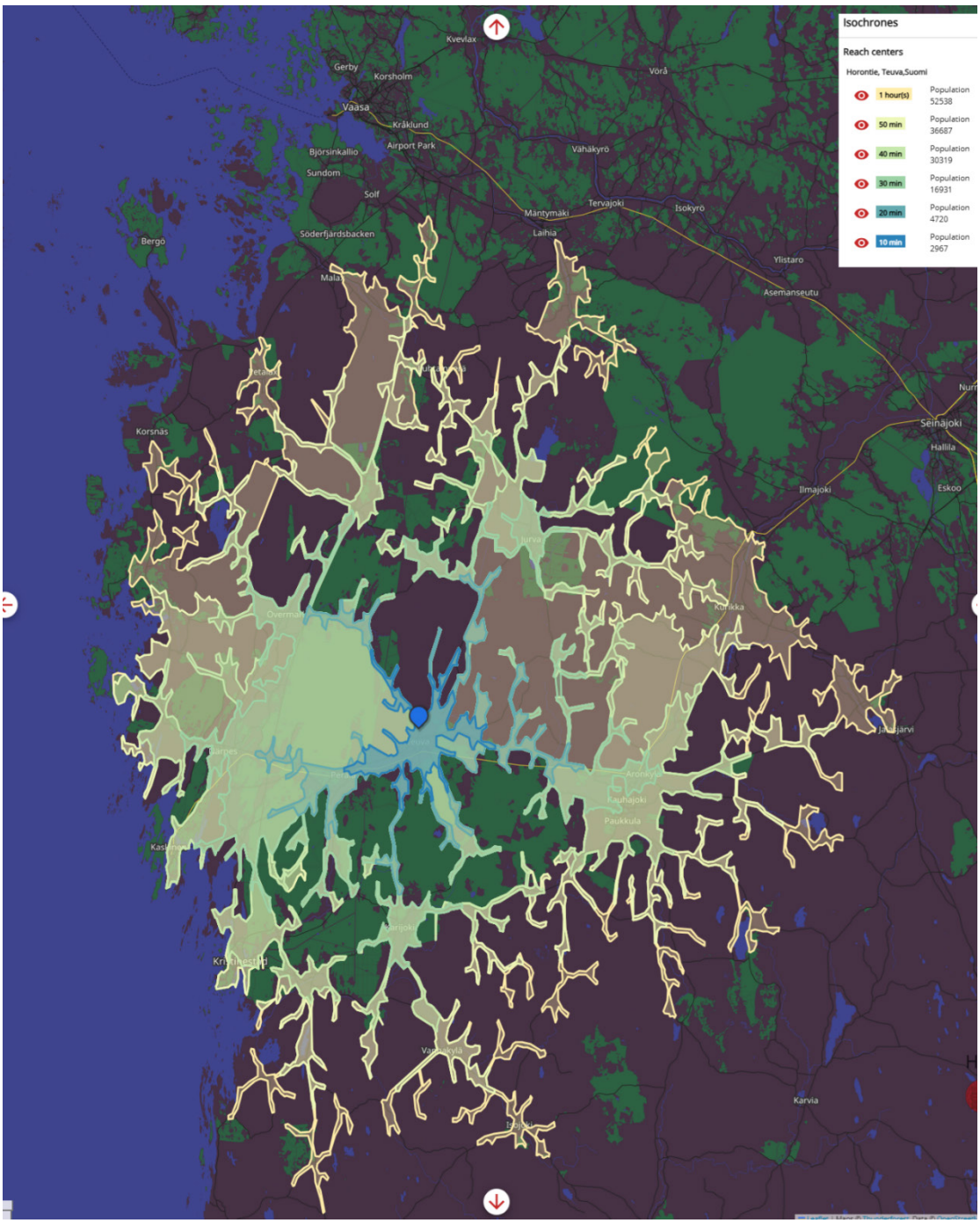
I landsbygdsområden är bosättningen gles och består typiskt av några tätare befolkningskluster. Denna struktur påverkar direkt transporteffektiviteten, eftersom förflyttningar mellan insamlingspunkter tar en betydande del av insamlingstiden.

I det första steget bedömdes transporttider med hjälp av en tillgänglighetsanalys. Beräkningen baserades på OpenStreetMap-data och OpenRouteService-tjänsten, som användes för att fastställa restider från avfallscentralen i Teuva med 10-minuters intervall upp till 60 minuter. Figur 2 visar tillgänglighetsområden beräknade enligt vägnätet.

Figuren illustrerar tydligt att rörelse inom området tar tid från insamlingsarbetet och försämrar insamlingens effektivitet. I det övre högra hörnet av figuren visas befolkningsunderlaget för varje tidszon, det vill säga hur många invånare som kan nås inom respektive tidsintervall. Jämfört med tätare bostadsområden, såsom regioncentral eller större städer, blir andelen förflyttningstid i insamlingsoperationer en viktig faktor.

Detta ställer krav på hur insamlingslogistiken organiseras. För att uppnå en effektiv helhetskedja är det ofta fördelaktigt att separera insamling och vidaretransport. I insamlingsfasen fokuserar man på att bygga lokala rutter, så att den tillgängliga tiden används så effektivt som möjligt för att samla in avfall. Vid vidaretransport kombineras flera insamlade laster för längre transportsträckor, så att transportfordonen är så fulla

som möjligt. Beroende på materialens tidskänslighet och lagringsmöjligheter kan detta även inkludera mellanlagring.



Figur 2. Restid enligt vägnätet från avfallscentralen i Teuva (OpenRouteService)

3.2 Fraktioner per område

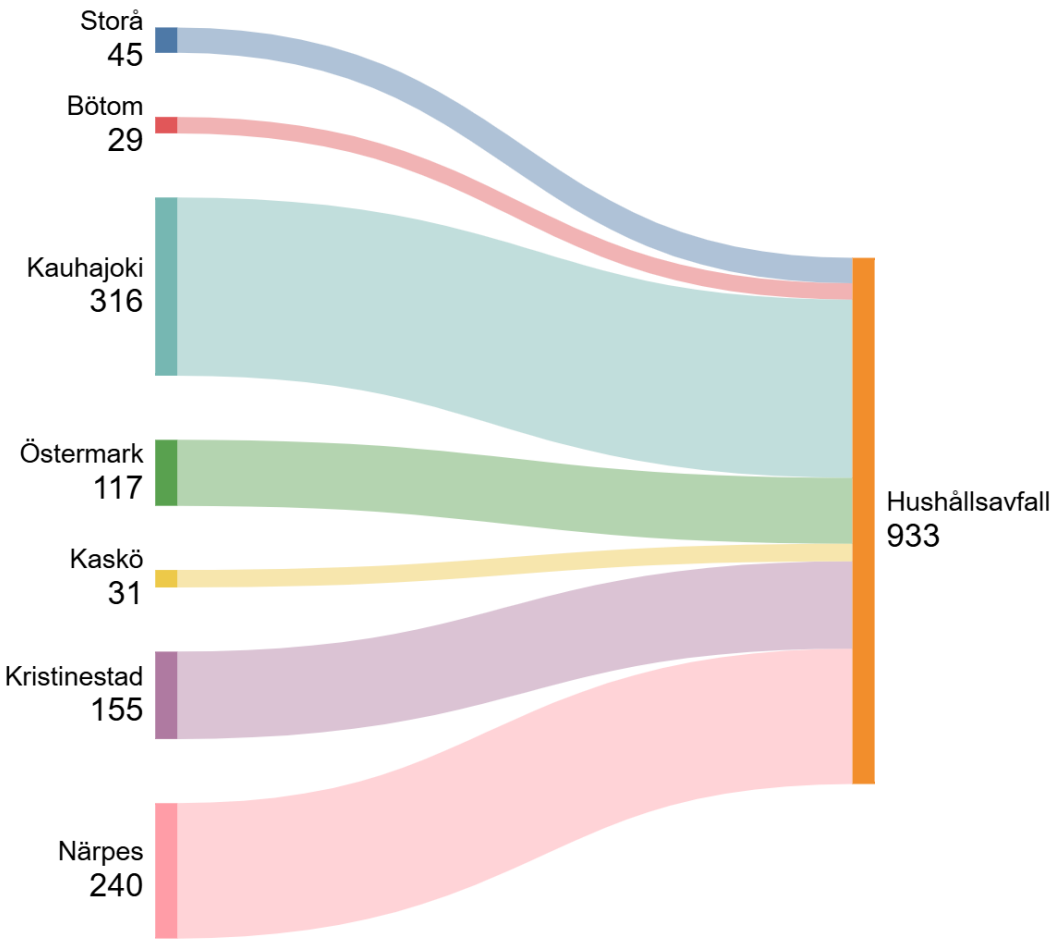
I studien uppskattades mängden hushållsavfall som uppstår i området genom att använda kommunernas invånarantal och ett genomsnittligt värde på 302 kg/år/invånare för att beräkna den totala mängden per kommun. Denna uppskattning baseras på siffror från KIVO:s sammansättningsdatabas.

Därefter fördelades den månatliga avfallsmängden i olika fraktioner. Procentandelarna för fraktionerna baseras på forskning som genomfördes under 2023–2024 (KIVO, 2024). Fraktionerna inkluderade: bioavfall, papper, kartong, plast, glas, metall, textilier, blandat avfall och övrigt avfall. Den beräknade totala mängden blev 25 kg avfall per invånare per månad. Den uppmätta mängden brännbart avfall per månad i området var cirka 16 kg per invånare.

Tabell 1. Avfallsflöden per kommun, uppskattade enligt fraktioner baserat på invånarantalet år 2024. Mängderna är beräknade utifrån Finlands genomsnitt på 302 kg/invånare/år, vilket motsvarar 25 kg/invånare/månad.

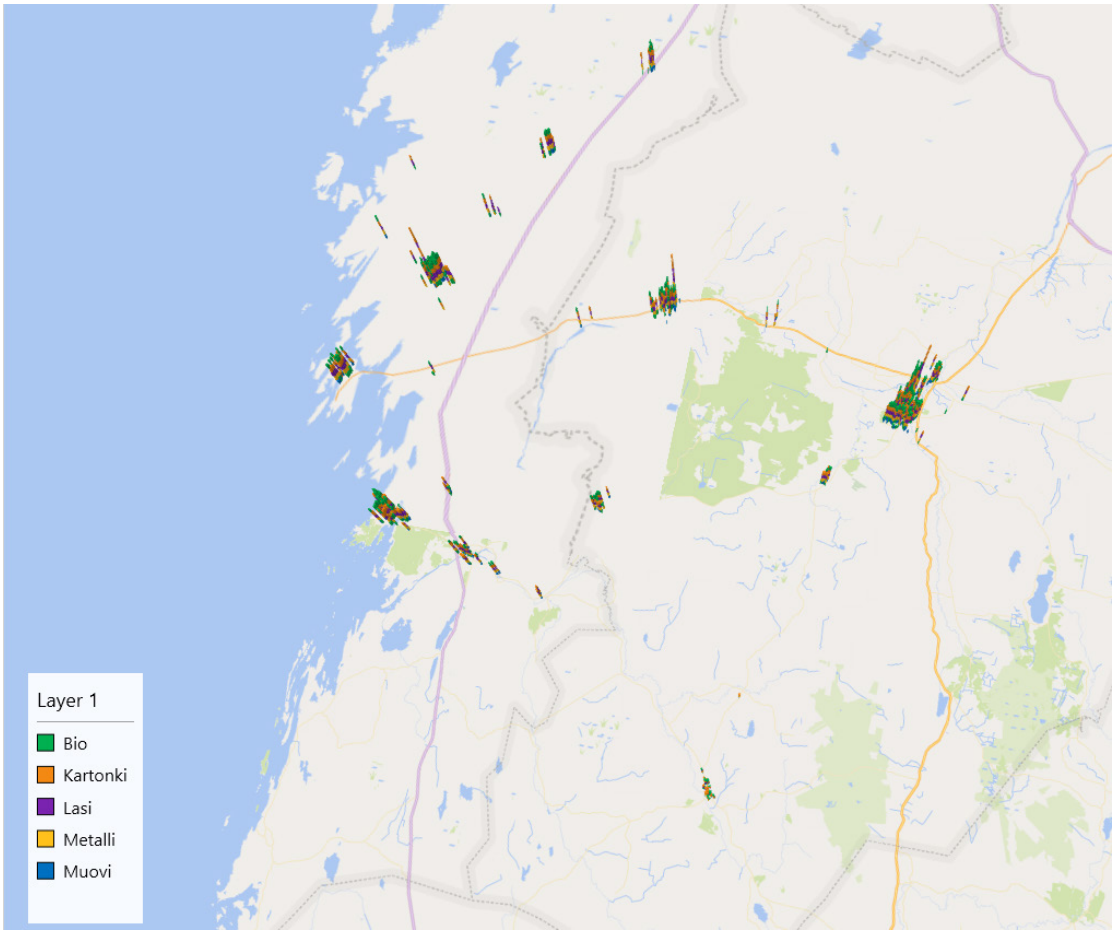
Kommun	Storå	Bötom	Kauha-joki	Östermark	Kaskö	Kristinestad	Närpes
Befolkining (-24)	1798	1160	12572	4668	1246	6143	9574
Avfallsvolym/a	542996	350320	3796744	1409736	376292	1855186	2891348
Avfallsvolym/månad	45249	29193	316395	117478	31357	154598	240945
Bioavfall (32%)	14616	9429	102196	37945	10129	49935	77825
Papper (10%)	4570	2949	31956	11865	3167	15614	24336
Kartong och papp (8%)	3665	2365	25628	9516	2540	12523	19517
Plast (18%)	8054	5196	56318	20911	5582	27519	42888
Glas (2%)	950	613	6644	2467	659	3247	5060
Metal (2%)	995	642	6961	2585	690	3401	5301
Textil (7%)	2941	1898	20566	7636	2038	10049	15661
Blandavfall (18%)	8054	5196	56318	20911	5582	27519	42888
Övrigt (3%)	1403	905	9808	3642	972	4793	7469

I nästa steg visualiserades det uppkomna avfallet med ett Sankey-diagram. Figur 4 nedan visar att kommunerna i området varierar i storlek och att det finns skillnader i befolkningstäthet även inom regionen. Vissa kommuner gränsar till havet, vilket påverkar ruttplaneringen.



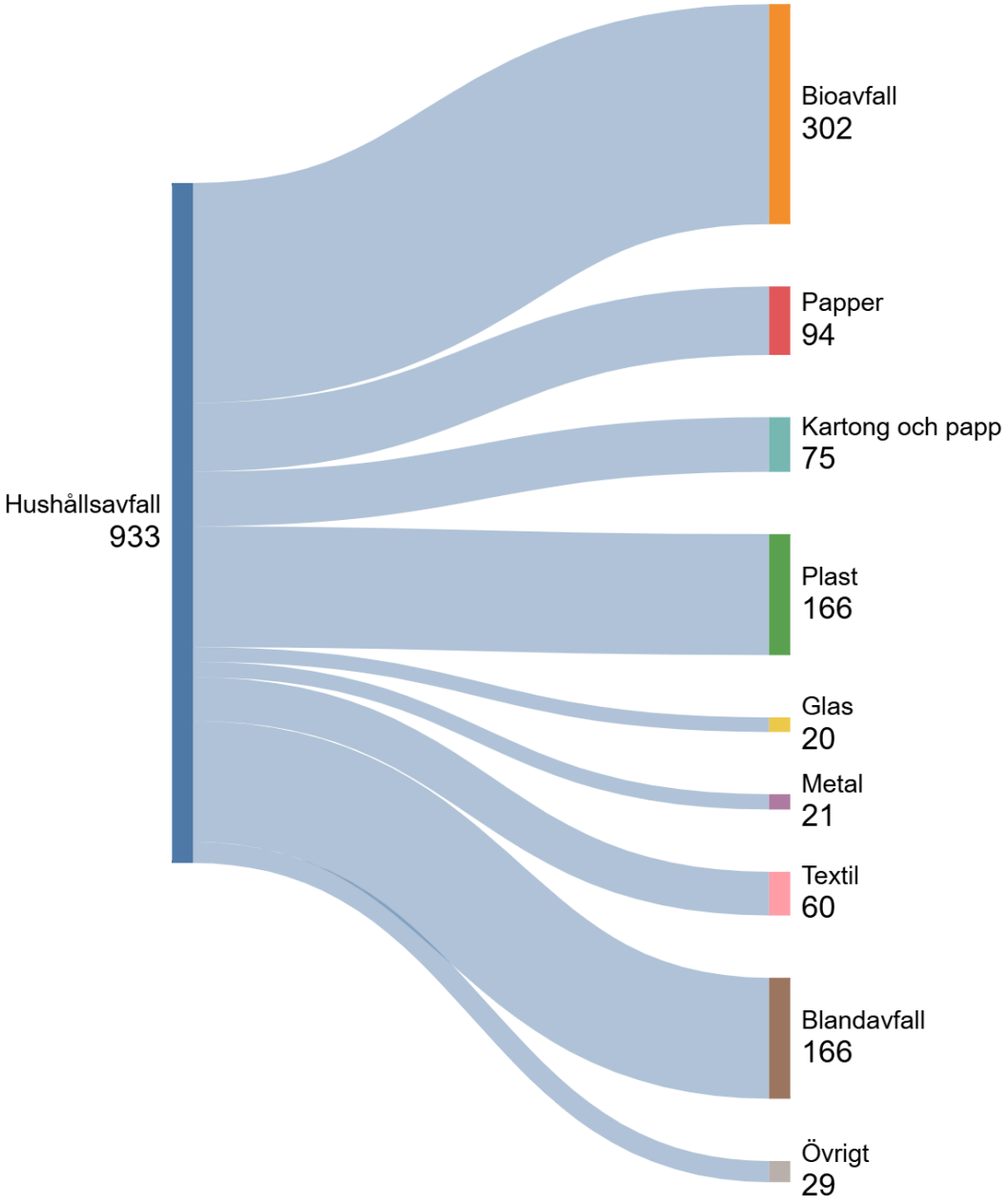
Figur 3. Sankey-diagram över det avfall som uppstår i området, baserat på befolkningsdata för år 2024 och den nationella genomsnittliga mängden hushållsavfall (ton/månad)

Förutom brännbart avfall har området även organiserat insamling av separat insamlade avfallsfraktioner. Figur 4 nedan visar på kartan var insamlingspunkterna för dessa fraktioner är belägna.



Figur 4. Separat insamlade avfall på kartan inom området.

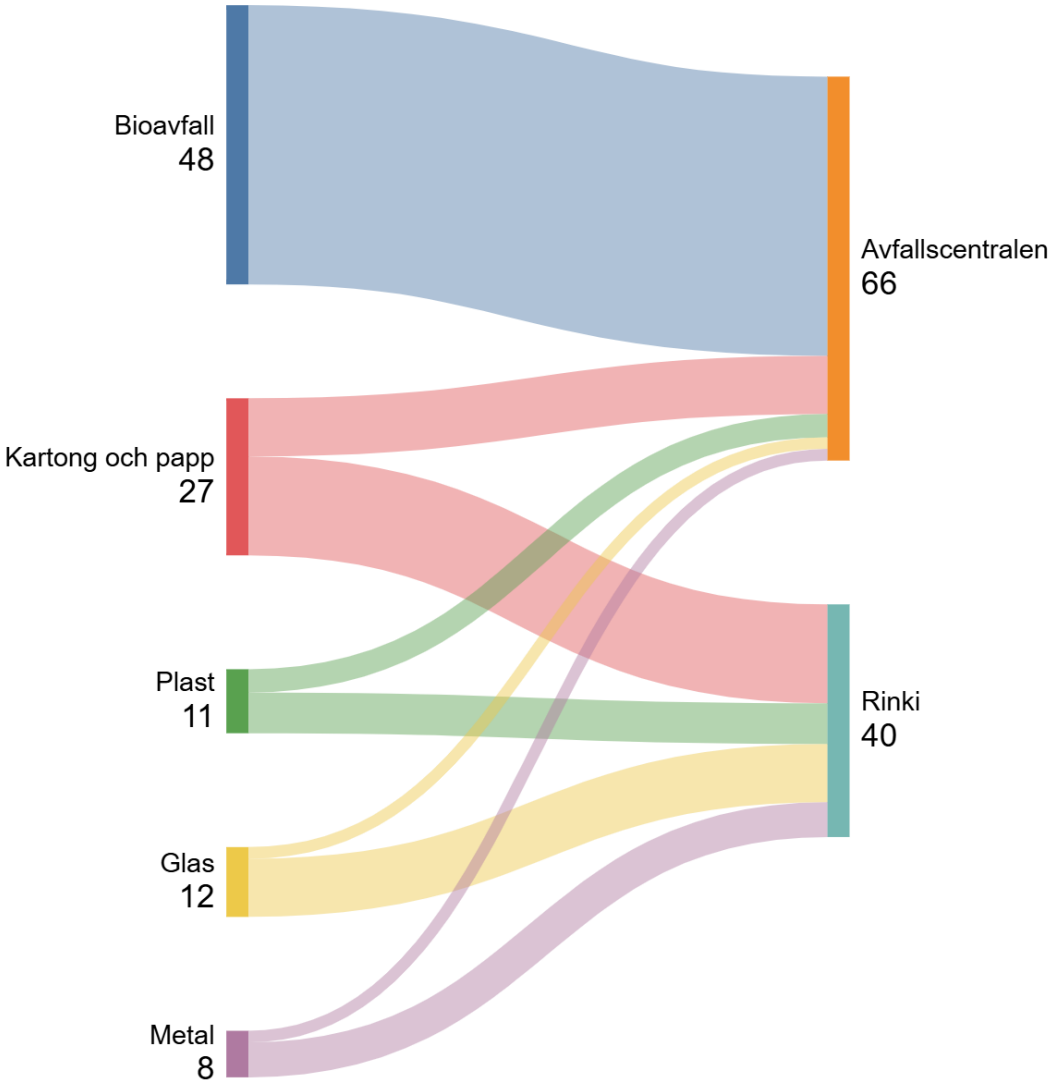
Figur 5 nedan visar avfallsflödena per materialfraktion under en månad. Siffrorna är desamma som i Tabell 1.



Figur 5. Materialfraktioner i hushållsavfall under en månad (ton/månad)

I nästa steg samlades data in om mängden separat insamlat avfall som togs emot vid avfallscentralen i september 2024 samt från Rinki-ekopunkterna i området under år

2024. Figur 6 nedan kombinerar dessa uppgifter och visar mängden avfall per materialtyp som vägts in vid avfallscentralen – alltså separat insamlat avfall som samlats in från området – samt motsvarande fraktioner insamlade vid Rinki-punkterna. Insamlingsmängderna är förvånansvärt lika: 66 ton vid avfallscentralen och 40 ton vid Rinki-punkterna. Rinki-punkterna samlar inte in bioavfall, vilket därför endast syns under avfallscentralens data.



Figur 6. Mottagna mängder separat insamlat avfall vid avfallscentralen (september 2024) och vid Rinki-insamlingspunkterna (månatligt genomsnitt för år 2024).

Tabell 1a. Insamlade ton vid Rinki-ekopunkterna år 2024

Kommun	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
Kauhajoki	71,95	40,76	30,23	33,74	176,67
Närpes	49,42	33,43	18,62	16,98	118,45
Kristinestad	39,15	22,97	11,69	16,94	90,76
Östermark	18,22	10,06	6,28	12,2	46,76
Storå	7,84	4,71	2,69	3,83	15,87
Kaskö	7,94	2,33	1,77	3,83	15,87
Bötom	4,34	3,44	2,12	2,11	12,01
	198,85	**117,69**	**73,41**	**89,18**	**479,14**
per månad	17	10	6	7	40

Inkluderar inte eventuell kompletterande insamling organiserad av kommunen.
Avfallsbolagets namn: Botniarosk Oy Ab.

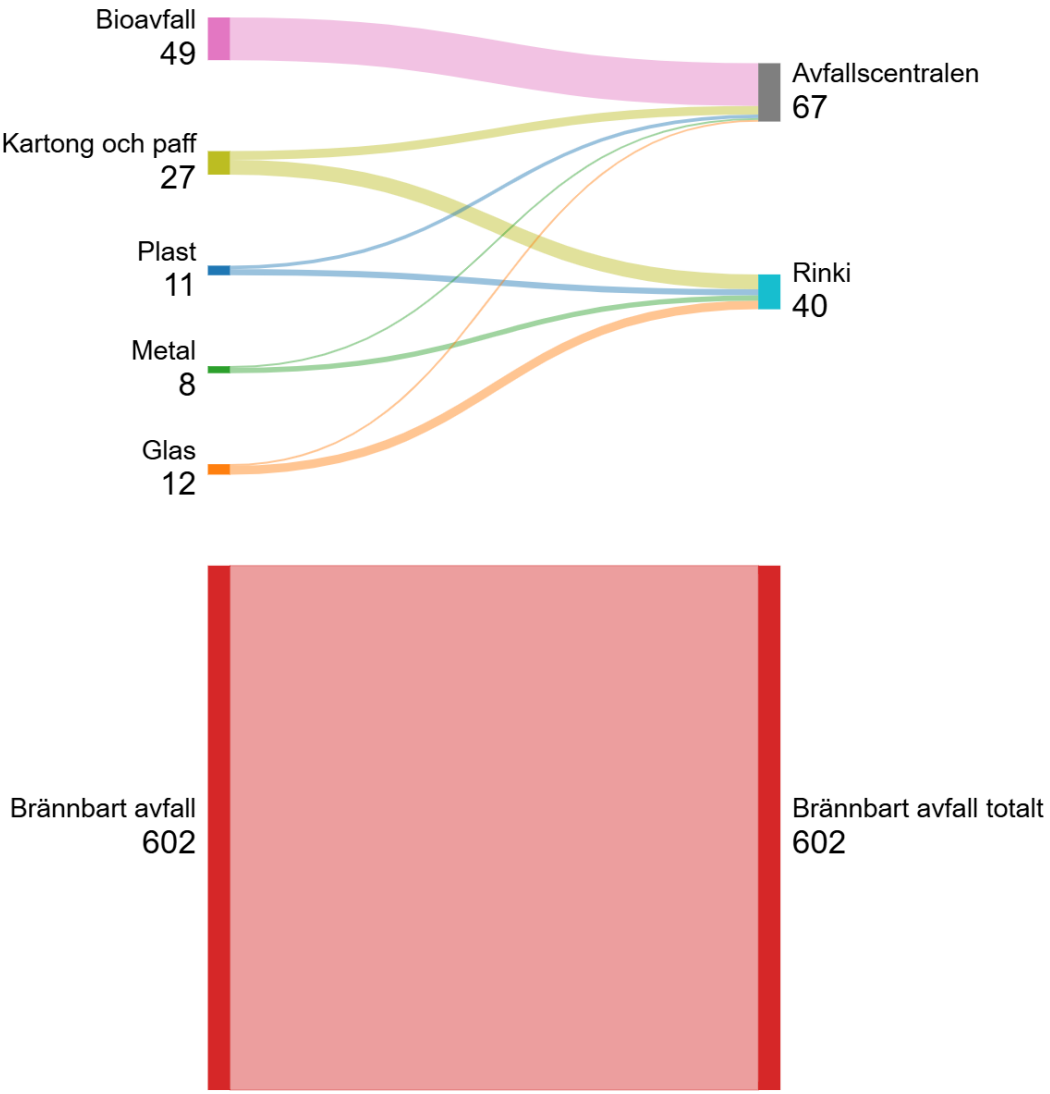
Tabell 2b. Insamlade ton vid Rinki-ekopunkterna år 2023

Kommun	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
Kauhajoki	60,3	37,62	24,87	29,43	152,22
Närpes	36,35	36,65	19,75	11,24	104
Kristinestad	37,09	22,77	11,66	14,87	86,39
Östermark	20,56	9,2	6	10,54	46,3
Storå	6,43	5,25	2,73	1,2	15,62
Kaskö	6,32	2,56	1,27	1,23	11,38
Bötom	3,6	3,32	1,9	0,66	9,47
	170,65	**117,37**	**68,18**	**69,18**	**425,38**

Inkluderar inte eventuell kompletterande insamling organiserad av kommunen.
Avfallsbolagets namn: Botniarosk Oy Ab.

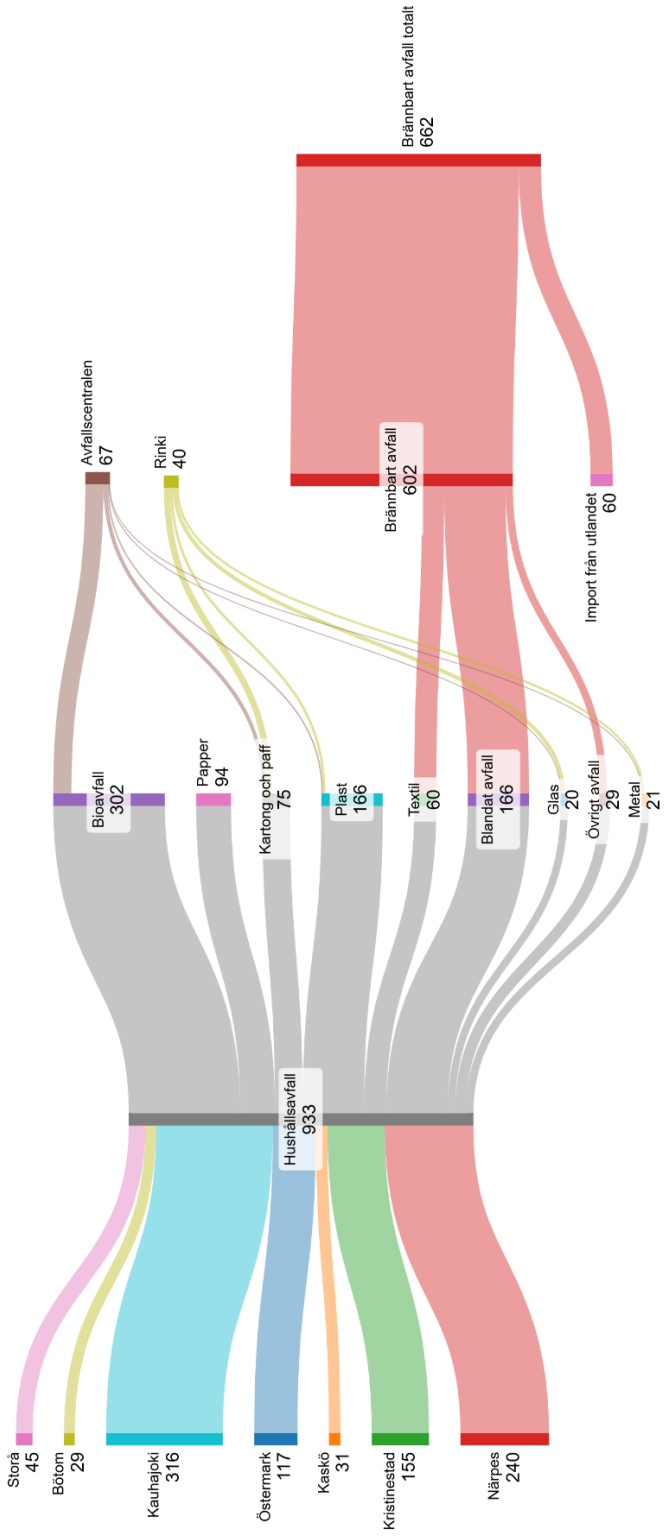
För att visuellt relatera mängden separat insamlat avfall till mängden insamlat brännbart avfall har Figur 8 nedan kombinerat det brännbara avfallet som samlades in under samma månad. Den totala mängden uppgår till 602 ton/månad. Mängden brännbart avfall i förhållande till de separat insamlade fraktionerna är stor. Detta beror delvis på att en volymmässigt betydande mängd bioavfall för närvarande inte omfattas av insamlingen, eftersom uppskattningsvis cirka 88 % av hushållen är småhus med färre än fem bostäder eller ligger utanför tätorter. Insamlingsmängderna vid Rinki-ekopunkterna är relativt höga, och det kan förutses att mängden brännbart avfall kommer att minska i takt med att återvinningsgraden ökar.

Dessutom kan det antas att kommunerna i området måste skaffa cirka 10 % importerat avfall till förbränningsanläggningen för att hålla anläggningen effektivt i drift (YLE, 2024). Denna mängd kan räknas in i det insamlade brännbara avfallet som en del av avfallssystemets flöden, även om det inte direkt tillhör det lokala avfallsflödet.

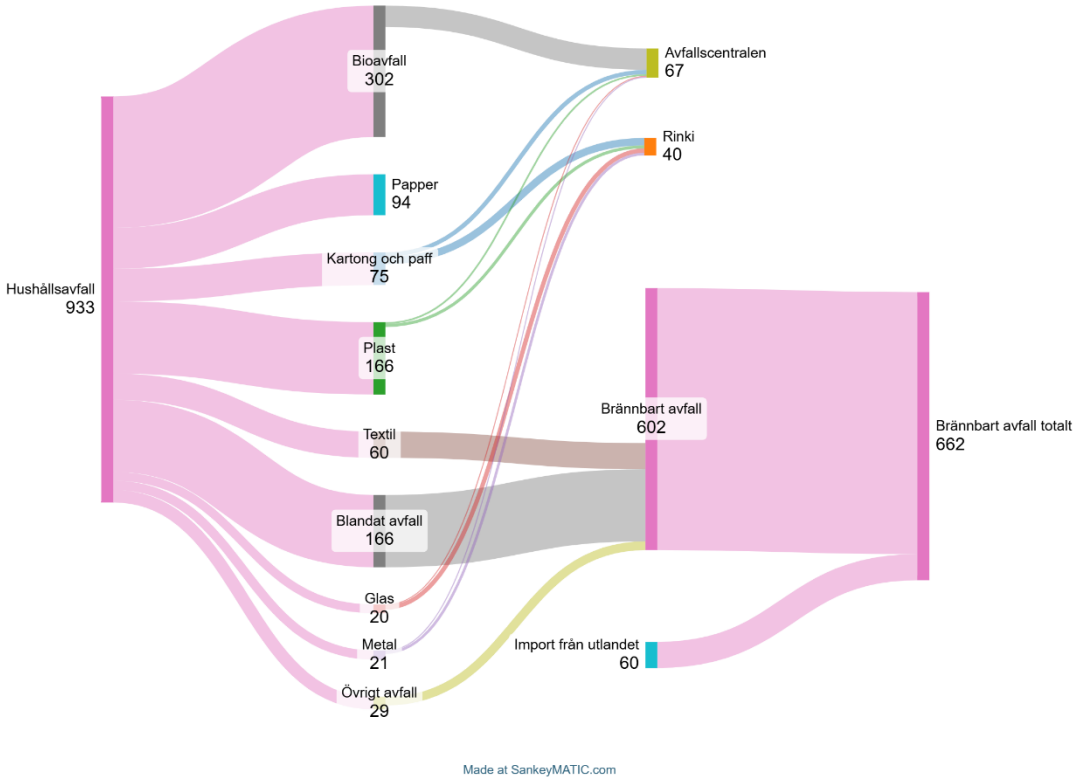


Figur 7. Brännbart avfall i september 2024 i förhållande till separat insamlat avfall.

De ovan nämnda Sankey-diagrammen kan nu kombineras i samma bild. Figur 8 visar, sett från vänster, kommunvisa avfallsflöden uppskattade månadsvis som olika fraktioner. Denna del baseras alltså på uppskattningar av den genomsnittliga mängden avfall per invånare i hela landet på månadsnivå. Den högra delen av bilden visar vägda och mottagna avfallsmängder enligt fraktion. Figur 9 nedanför är en detaljförstoring som utelämnar den kommunvisa uppdelningen. Även i denna bild är den vänstra delen en uppskattad mängd avfall och den högra delen en uppmätt mängd. Den totala summan 933 ton/månad i bilden avviker från värdena i ursprungstabellen med några ton på grund av avrundningsfel.



Figur 8. Kombinerat avfallsflöde per kommun och avfallsfraktion, september 2024 (ton/månad)



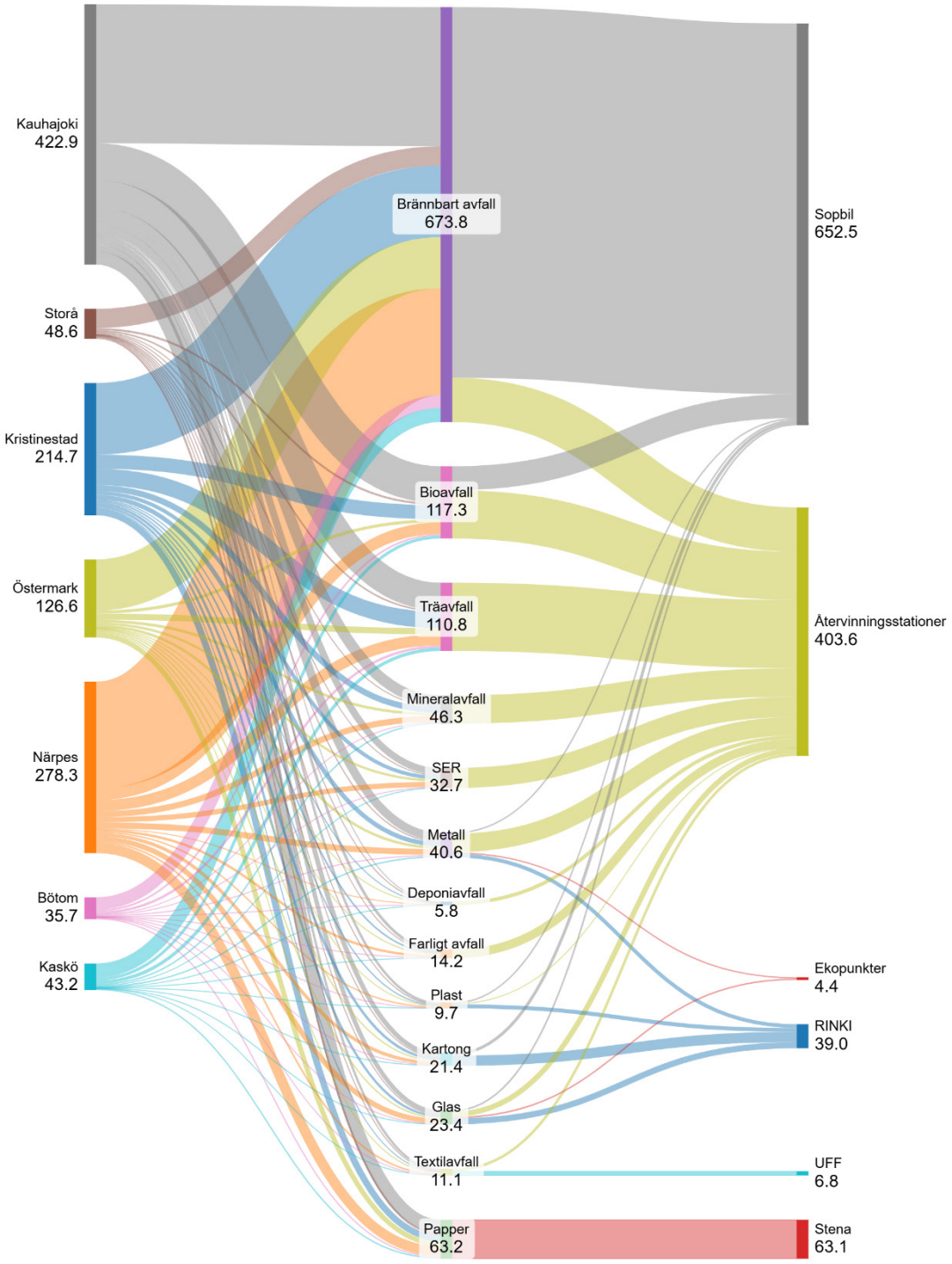
Figur 9. Kombinerat avfallsflöde per avfallsfraktion, september 2024 (ton/månad)

Tabell 2. Antal tömningar i september 2024 per kommun och behållartyp (Botniarosk)

Astiatyypit	Storå	Bötom	Kaskö	Kauha-joki	Kristine-stad	Närpes	Öster-mark	Totalt
BIOJÄTE/BIOAVFALL 140 L	119	60	84	589	237	338	158	1 585
BIOJÄTE/BIOAVFALL 240 L				4				4
BIOJÄTE/BIOAVFALL SYVÄSÄILIÖ/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
KARTONKI/KARTONG 360 L ASUM				3		4		7

Astiatyypit	Storå	Bötom	Kaskö	Kauha-joki	Kristine-stad	Närpes	Öster-mark	Totalt
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

Hushållsavfall beskriver dock endast en del av helheten, eftersom det inte omfattar de företagsavfallsflöden som är typiska för kommunalt avfall. Figur 10 visar, baserat på insamlade data, hur kommunala avfallsflöden fördelas per område på månadsnivå. Utifrån detta samlades det i Sydösterbotten år 2024 i genomsnitt cirka 1 170 ton kommunalt avfall från alla kanaler per månad, vilket motsvarar cirka 378 kilo per invånare och år. Siffran är dock en underskattning av den verkliga totalmängden, eftersom en del av företagsavfallsflödena saknas i materialet. Detta förklarar varför områdets genomsnitt ligger klart under rikets genomsnitt, som år 2023 var cirka 466 kilo per invånare (Statistikcentralen, 2024).



Figur 10. Ackumulering av kommunalt avfall i Sydösterbotten (ton/månad)

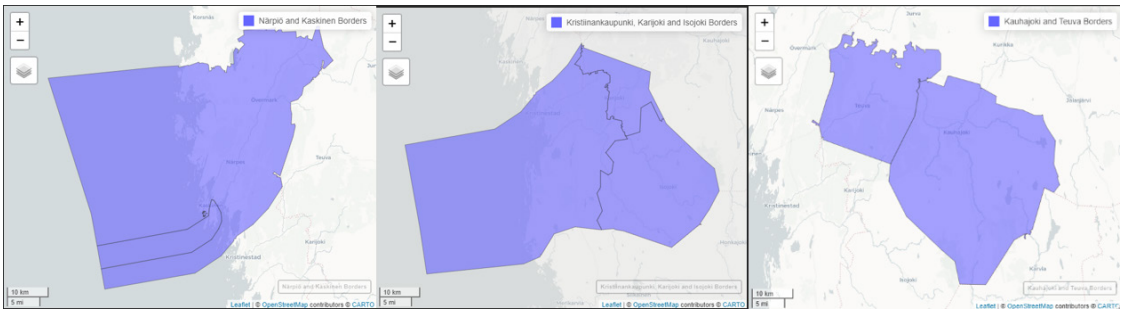
4 MODELLERING AV INSAMLINGSLOGISTIK

I detta kapitel presenteras en modellering av avfallslogistiken med målet att jämföra olika insamlingsmodeller ur körsträckans och utsläppens perspektiv. Genom modelleringen strävar man efter att identifiera lösningar som kan förbättra insamlingens effektivitet och minska miljöbelastningen.

4.1 Områdesindelning

Det insamlade området består av kommunerna i Sydösterbotten-regionen: Kauhajoki, Östermark, Storå, Bötom, Kristinestad, Närpes och Kaskö. Området är för närvarande indelat i tre upphandlingsområden enligt följande:

1. Närpes och Kaskö
2. Kristinestad, Bötom och Storå
3. Kauhajoki och Östermark



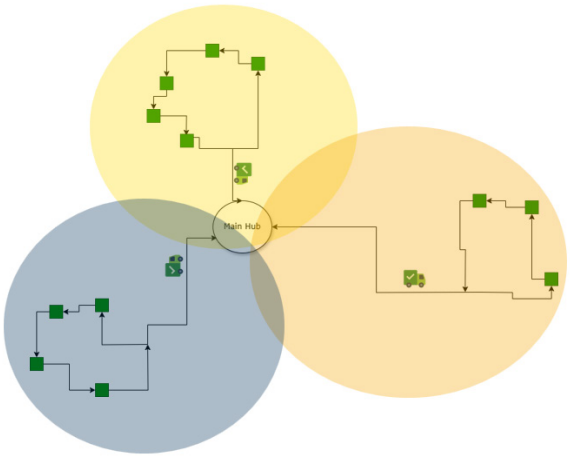
Figur 11. Områdesindelning

Dessutom är insamlingen uppdelad i två helheter: separat insamlade fraktioner och brännbart avfall. Botniarosk har upphandlat egna aktörer för varje entreprenadområde, som ansvarar för genomförandet av insamlingen. Områdets glesbygdsnatur innebär att avstånden ibland kan bli mycket långa samtidigt som insamlingsvolymerna förblir små. Denna kombination gör det särskilt utmanande att organisera en kostnads- och utsläppseffektiv insamling.

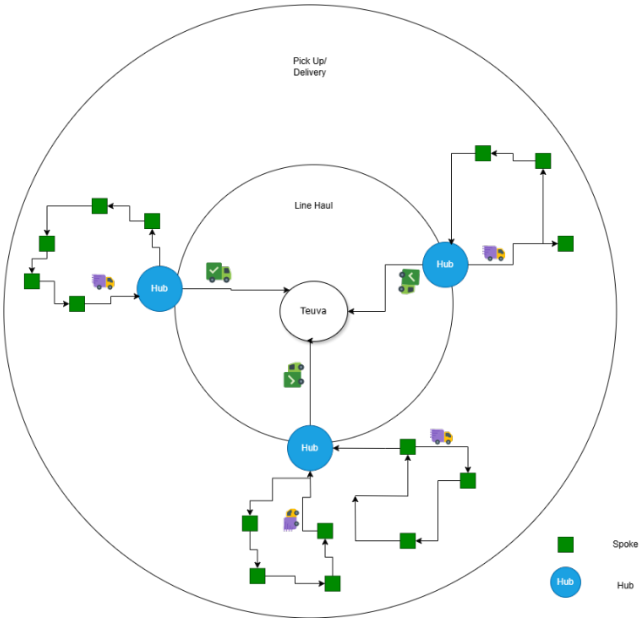
4.2 Insamlingsmodeller

I nuläget samlas avfallet in enligt entreprenadområden och transporteras direkt till avfallscentralen i Östermark (scenario 1, figur 11). Effektiviteten skulle kunna förbättras på två alternativa sätt: för det första genom att mellanlagra avfallet inom modell utan

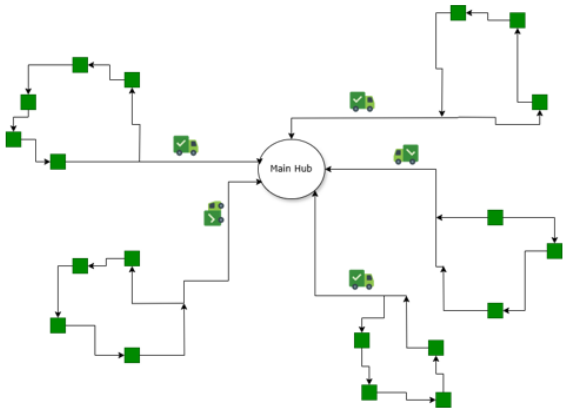
områdesindelning och omlasta det till Östermark först när en full last har samlats (scenario 2, figur 12), eller för det andra genom att helt överge entreprenadtänkandet och styra allt avfall direkt till Östermark (scenario 3, figur 13).



Figur 12. Scenario 1: nulägesmodellen



Figur 13. Scenario 2 hub and spoke -modell



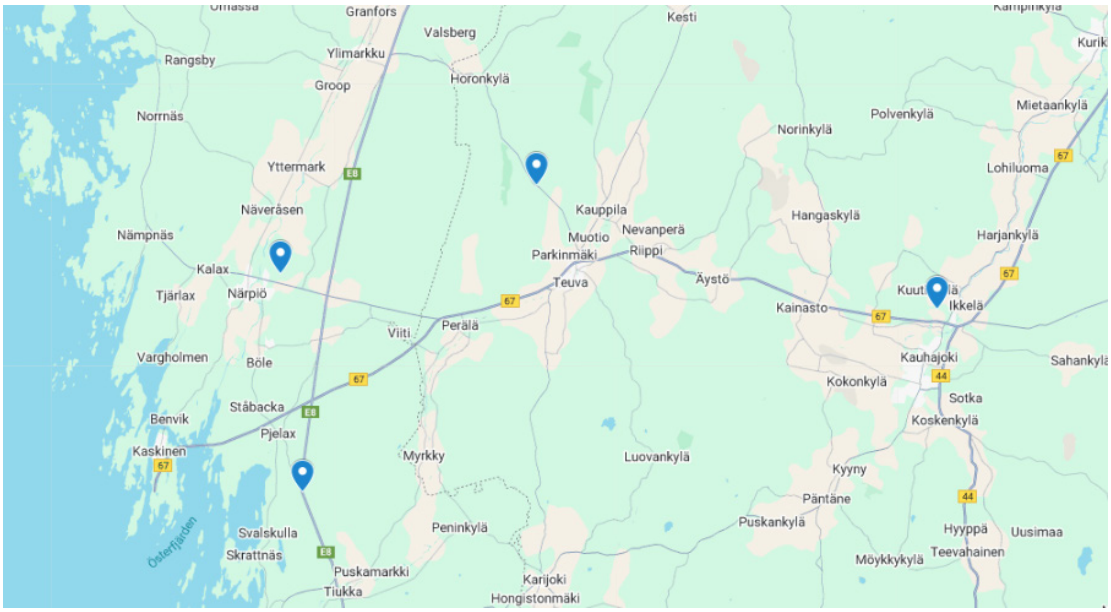
Figur 14. Scenario 3: modell utan områdesindelning

I omlastningsmodellen mellanlagras avfallet i containrar på 20 m^3 (glas och bioavfall) eller 40 m^3. En omlastning rymmer två till tre containrar. I utgångsläget komprimeras endast kartong, plast, metall och brännbart avfall – antingen med hydraulisk press eller genom mekanisk packning. Detta möjliggör följande packningsnivåer:

- kartong 3000 kg/ 40 m^3,
- plast 1500 kg/ 40 m^3,
- metall 1200 kg/ 40 m^3 ja
- Brännbart avfall 15000 kg/ 40 m^3

Mottagningsplatsen för avfallet är Oy Botniarosk Ab Avfallscentral, Horontie 526, 64700 Östermark. För omlastningen har insamlingsplatserna definierats per entreprenadområde enligt följande:

- Område 1: Granvägen 3, 64230 Närpes
- Område 2: Riksåttan 179, 64250 Pjelax
- Område 3: Linjatie 10, 61850 Kauhajoki



Figur 15. Omlastningsplatser

4.3 Utgångsuppgifter och antaganden

Avfallsinsamlingen utförs med ett komprimerande tvåfacksfordon med en kapacitet på 10 ton och en genomsnittlig bränsleförbrukning på 55 l/100 km. Omlastningen sker med ett kombinationsfordon med en genomsnittlig förbrukning på 40 l/100 km. En genomsnittlig stopp uppskattas ta cirka 1 minut och 30 sekunder.

Vi undersökte även preliminärt möjligheten att använda ett fyrfacksfordon, som kan samla in fyra olika avfallsfraktioner. Fordonets fyra fack kan fördelas enligt önskemål, men fackens ordning måste vara densamma vid varje insamlingspunkt, eftersom varje fraktion töms i sitt eget fack. I praktiken finns tre tömningsalternativ: 1) En 370-liters fyrfacksbehållare med två större och två mindre fack, 2) En 660-liters fyrfacksbehållare med två 270-liters och två 60-liters fack eller 3) Fyra separata 240-liters behållare.

Införandet av fyrfacksinsamling skulle kräva betydande investeringar, eftersom hela insamlingsområdet skulle behöva utrustas med enhetliga nya avfallsbehållare samt ett tillräckligt antal fyrfacksfordon. Dessutom uppstår olika mängder avfall i olika takt, vilket leder till ojämn fyllning av facken. I kombination med den splittrade insamlingsstrukturen och långa avstånden som är typiska för Sydösterbotten-området, bedömdes fyrfacksinsamling vara en sämre lösning än tvåfacksinsamling. Tvåfacksinsamling möjliggör mer flexibel avfallshantering för att hantera dessa variationer och passar bättre för områdets förhållanden. Under åren 2017 och 2018 genomfördes ett motsvarande försök med fyrfacksfordon i Östra Nyland, där man konstaterade att både tömning och

transport krävde mer tid än med nuvarande en- och tvåfacksfordon. Dessutom var tömningen långsammare, eftersom facken måste tömmas ett i taget (Hedman m.fl., 2018).

För utsläppsberäkningen har standarden ISO 14083:2023 använts, som anger utsläppsfaktorn för diesel under användning till 2,64 $kgCO_2e/l$. Med hänsyn till Finlands distributionsskyldighet (2025) på 16,5 % blir utsläppsfaktorn 2,32 $kgCO_2e/l$. I detta fall beräknas utsläppen utifrån körsträcka och bränsleförbrukning.

För separat insamlade fraktioner simuleras ett helt kalenderår. För brännbart avfall simuleras ett kvartal. Det antas att mängden avfall är jämnt fördelad över insamlingsområdet. Mängderna för separat insamlade fraktioner baseras på statistik från föregående år och antas förbli konstanta under det simulerade året. Mängderna för brännbart avfall baseras på uppskattningar från kommunens avfallsbolag och kan uppvisa säsongsvariationer, vilket dock inte beaktas separat i denna simulering.

4.4 Separat insamlade fraktioner

Modelleringen av separat insamlade fraktioner baseras på perioden år 2024, då lokal data samlades in i samarbete med företag och experter som deltog i projektet. I tabell 4 presenteras de beräknade avfallsmängderna för separat insamlade fraktioner enligt avfallstyp och insamlingsbehållare.

Tabell 3. Avfallsbehållare per fraktion

	Volym (m3)	Vikt (kg)
Bioavfall		
Djupbehållare 0,5 – 0,8 m3	0,8	80
240 l	0,24	24
140 l	0,14	14
Kartong		
Djupbehållare > 3,5 m3	3,5	88
Djupbehållare 2,5 – 3,5 m3	3,5	88
Djupbehållare <2,5 m3	2,5	63
Rullbur	0,33	50
660 l	0,66	17
360 l	0,36	9
240 l	0,24	6
140 l	0,14	4

	Volym (m3)	Vikt (kg)
Glas		
Djupbehållare <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
Metal		
Djupbehållare <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
Plast		
Djupbehållare <2,5 m3	2,5	38
Djupbehållare 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

Tabell 5 visar den genomsnittliga veckovisa insamlingsvolymen per område och avfallsfraktion. Som utgångspunkt har insamlingsschemat under sommaren använts.

Tabell 4. Genomsnittlig veckovolym under sommaren

Område	Bio	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
151 (Storå)	378	165	88	36	67	733
218 (Bötom)	168	111	61	31	60	432
231 (Kaskö)	385	201	107	45	87	826
232 (Kauhajoki)	2699	1483	989	394	808	6373
287 (Kristinestad)	945	633	325	131	347	2381
545 (Närpes)	1281	674	388	170	345	2858

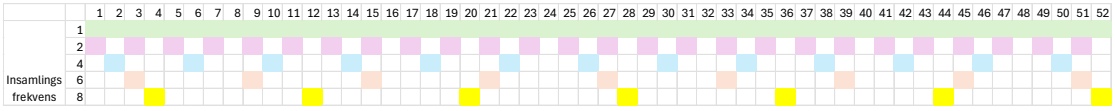
Område	Bio	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
846 (ÖStermark)	588	329	192	86	147	1342
Totalt	6444	3597	2150	893	1861	14945

De olika avfallsfraktionernas hållbarhetsegenskaper påverkar i hög grad insamlingsfrekvensen och därmed transportkostnaderna. Bioavfall kräver tät insamling, särskilt under sommarmånaderna då höga temperaturer ökar risken för luktproblem och hygienrisker. Under vintern kan insamlingsintervallet förlängas något, men ett maximalt insamlingsintervall på fyra veckor rekommenderas ändå. Återvinningsbara material såsom glas, metall, kartong och plast erbjuder däremot betydande flexibilitet i insamlingsfrekvensen. Mellanlagring av dessa fraktioner möjliggör optimering av insamlingsrutterna så att lasten blir full innan transport.

Varje avfallsfraktion samlas in med specifika veckointervall beroende på hur mycket avfall som genereras hos kunden:

- Bioavfall: var 1 eller 2 vecka
- Glas: var 4 eller 8 vecka
- Plast: var 1, 2, 4, 6 eller 8 vecka
- Kartong: var 1, 2, 4, 6 eller 8 vecka
- Metall: var 4 eller 8 vecka

Insamlingsintervallen för separat insamlade fraktioner har definierats för modelleringen med målet att uppnå en så jämn avfallsvolym som möjligt (figur 15).



Figur 16. Insamlingsfrekvens för separat insamlade fraktioner i modelleringen

I enlighet med den definierade insamlingsfrekvensen presenteras årets insamlingsvolymer nedan (Tabell 6, Tabell 7, Tabell 8 och Tabell 9).

Tabell 5. Årets insamlingsvolym för område 1 (Närpes och Kaskö)

	Frekvens	Bio	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
Endast 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
container		8	14	1	0	12	35
komprimerad container		0	6	0	0	5	20
överföringslast		3	5	0	0	4	12
överföringslast (komprimerad)		3	2	0	0	2	7

Tabell 6. Årets insamlingsvolym för område 2 (Kristinestad, Bötom och Storå)

	Frekvens	Bio	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
Endast 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
container		6	14	1	0	13	34
komprimerad container		0	6	0	0	5	18
överföringslast		2	5	0	0	4	11
överföringslast (komprimerad)		2	2	0	0	2	6

Tabell 7. Årets insamlingsvolym för område 3 (Kauhajoki och Östermark)

	Frekvens	Bio	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
Endast 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
container		14	28	1	1	27	71
komprimerad container		0	11	0	0	12	39
överföringslast		5	9	0	0	9	24
överföringslast (komprimerad)		5	4	0	0	4	13

Tabell 8. Årets insamlingsvolym utan områdesindelning (referens)

	Frekvens	Bio	Kartong	Glas	Metal	Plast	Totalt
Endast 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
container		14	28	1	1	27	71
komprimerad container		0	11	0	0	12	39
överföringslast		5	9	0	0	9	24
överföringslast (komprimerad)		5	4	0	0	4	13

4.4.1 Resultat

Scenario 1, som beskriver den nuvarande modellen där insamlingen organiseras enligt entreprenadområden och det insamlade avfallet transporteras direkt till avfallscentralen i Östermark (Tabell 10).

Tabell 9. Resultat för separat insamlade fraktioner – scenario 1

Ingen konsolidering	**Område 1**	**Område 2**	**Område 3**	**Totalt**
km	16971	21291	18835	57097
Total tid (h)	600	576	972	2148
Körtid (h)	308	376	417	1101
Insamlingsbesök (st)	11675	1189	24063	36927
Behållare (st)	1269	1263	1728	4260
Utsläpp (kgCO2e)	21654	27168	24033	72855

Scenario 2 följde indelningen i entreprenadområden, men utnyttjar omlastning och konsoliderar därmed avfallet först till regionala insamlingspunkter. Därefter omlastas avfallet när fulla laster har samlats in för transport till avfallscentralen i Östermark (Tabell 11).

Tabell 10. Resultat för separat insamlade fraktioner – scenario 2

Konsolidering	**Område 1**	**Område 2**	**Område 3**	**Totalt**
km	13292	13785	15294	42371
Total tid (h)	539	574	914	2027
Körtid (h)	248	257	311	816
Insamlingsbesök (st)	11675	1189	24063	36927
Behållare (st)	1269	1263	1728	4260
Utsläpp (kgCO2e)	16961	17590	19515	54065
Överföring				
km	867	2088	1796	4752
Total tid (h)	15	32	29	76

Konsolidering	Område 1	Område 2	Område 3	Totalt
Utsläpp (kgCO2e)	805	1938	1667	4410
Totalt				
km	14159	15873	17090	47123
Total tid (h)	554	606	340	1500
Utsläpp (kgCO2e)	17765	19528	21182	58475

I scenario 3 övergavs helt tanken på entreprenadområden, och allt avfall styrdes direkt till avfallscentralen i Östermark (Tabell 12).

Tabell 11. Resultat för separat insamlade fraktioner – scenario 3

Ingen konsolidering (referens)	
km	47614
Total tid (h)	2071
Körtid (h)	861
Insamlingsbesök (st)	48421
Behållare (st)	3465
Utsläpp (kgCO2e)	60755,8

Tabell 13 jämför modellresultaten utifrån körda kilometer, använd tid och utsläpp. Scenario 1, som beskriver nuläget, presterade sämst i modelleringen, medan scenario 2, som representerar omlastning, presterade bäst. Genom omlastning, det vill säga konsolidering, sparas årligen nästan 10 000 kilometer, 647 timmar och 14 380 kgCO_2e. När nuläget (scenario 1) jämförs med scenario 3, där ingen områdesindelning gjordes, sparades 9 482 kilometer, 76 timmar och 12 100 kgCO_2e i utsläpp.

Tabell 12. Jämförelse av resultat för separat insamlade fraktioner

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kilometer	57097	47123	47614
Total tid (h)	2148	1500	2071
Utsläpp (kgCO2e)	72855	58475	60756

Ur ett kilometerperspektiv är skillnaden mellan scenario 2 och 3 relativt liten. När utsläppen granskas presterar dock scenario 2 bättre än scenario 3. De lägre utsläppen beror på omlastningen, där fordon med lägre bränsleförbrukning kan användas, vilket påverkar den ackumulerade utsläppsmängden. Områdesindelningen hade särskilt stor inverkan på den totala tiden, där scenario 2 presterade särskilt väl jämfört med de andra scenarierna. Den totala tiden har en betydande inverkan på kostnaderna. Baserat på dessa resultat kan en bredare användning av omlastning rekommenderas för separat insamlade fraktioner.

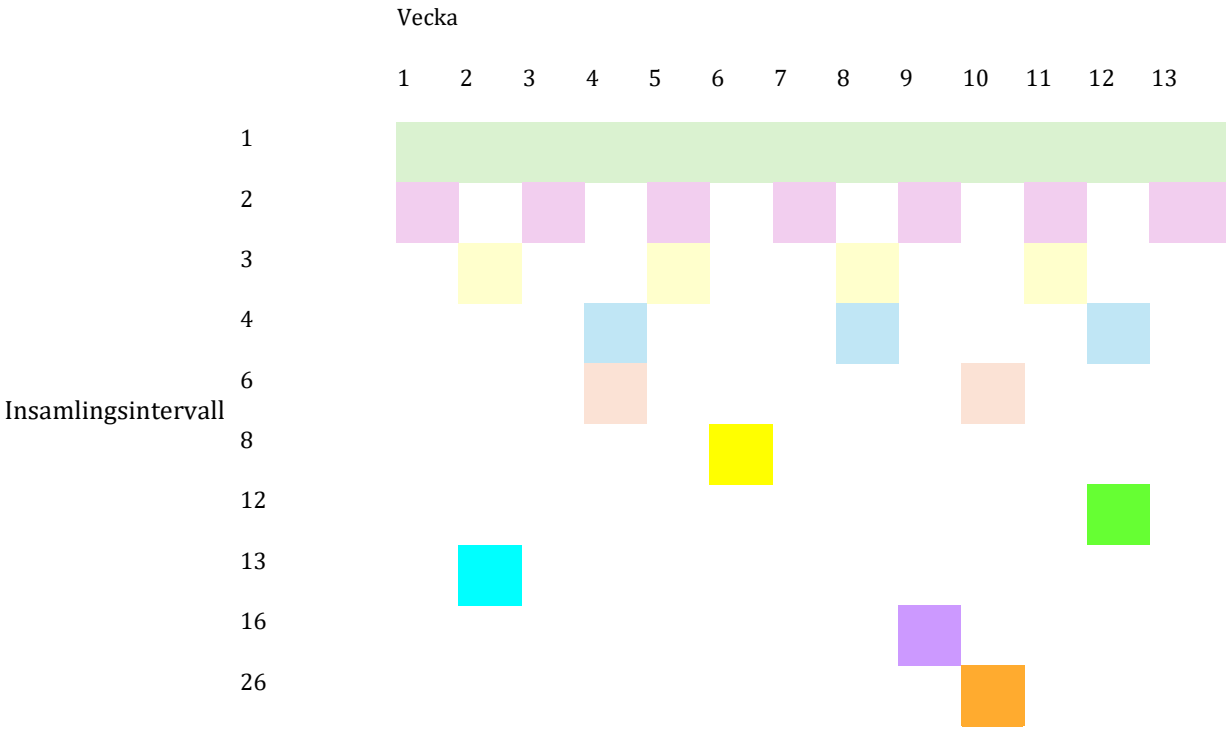
4.5 Brännbart avfall

Modelleringen av brännbart avfall baseras på perioden Q1 år 2025, då lokal data samlades in i samarbete med företag och experter som deltog i projektet. Den genomsnittliga vikten för brännbart avfall har definierats som 50 kg/m^3. Tabell 14 visar den genomsnittliga veckovisa insamlingsvolymen per område. Som utgångspunkt har insamlingsschemat under sommaren använts.

Tabell 13. Genomsnittlig veckovolym enligt vikt

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

Brännbart avfall samlas in med intervaller på 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 13, 16 och 26 veckor, beroende på hur mycket avfall som genereras hos kunden. Insamlingsintervallen har definierats för modelleringen enligt följande, med målet att uppnå en så jämn avfallsvolym som möjligt (Figur 16).



Figur 17. Insamlingsfrekvens för brännbart avfall i modelleringen

I enlighet med de definierade insamlingsintervallerna är insamlingsvolymerna för kvartalet följande (Tabell 15, Tabell 16, Tabell 17 och Tabell 18).

Tabell 14. Kvartalsvis insamlingsvolym för område 1

	Frekvens	Brännbart	Totalt
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
Totalt	13	25518	39368
m3		73	112
container			3

	Frekvens	Brännbart	Totalt
överföringslast (komprimerad)			1

Tabell 15. Kvartalsvis insamlingsvolym för område 2

	Frekvens	Brännbart	Totalt
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
Totalt	13	150039	230730
m3		429	659
container			16
överföringslast (komprimerad)			5

Tabell 16. Kvartalsvis insamlingsvolym för område 3

	Frekvens	Brännbart	Totalt
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
1, 2 & 16	1	42409	42409

	Frekvens	Brännbart	Totalt
1, 6 & 26	1	11379	11379
1, 4 & 12	1	43243	43243
Totalt	13	300450	470063
m3		858	1343
container			34
överföringslast (komprimerad)			11

Tabell 17. Kvartalsvis insamlingsvolym utan områdesindelning (referens)

	Frekvens	Brännbart	Totalt
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
Totalt	13	475908	740065
m3		1360	2114
container			53
överföringslast (komprimerad)			18

4.5.1 Resultat

Scenario 1, som beskriver den nuvarande modellen där insamlingen organiseras enligt entreprenadområden och det insamlade brännbara avfallet transporteras direkt till avfallscentralen i Östermark (Tabell 19).

Tabell 18. Resultat för modelleringen av insamling av brännbart avfall – scenario 1

Ingen konsolidering	Område 1	Område 2	Område 3	Totalt
km	3879	13201	16773	33854
Total tid (h)	149	668	990	1807
Körtid (h)	87	322	441	851
Insamlingsbesök (st)	2716	13817	21938	38471
Utsläpp (kgCO2e)	4950	16845	21403	43198

Scenario 2 följde indelningen i områden, men utnyttjar omlastning och konsoliderar därmed avfallet först till regionala insamlingspunkter. Därefter omlastas avfallet när fulla laster har samlats in för transport till avfallscentralen i Östermark (Tabell 20).

Tabell 19. Resultat för modelleringen av insamling av brännbart avfall – scenario 2 (omlastning)

Insamling	Område 1	Område 2	Område 3	Totalt
km	3710	9931	15308	28949
Total tid (h)	171	627	1034	1832
Körtid (h)	85	282	389	756
Insamlingsbesök (kpl)	2716	12282	21938	36936
Utsläpp (kgCO2e)	4734	13817	19534	38084
Överföring				
km	54	316	681	1052
Total tid (h)	1	5	11	17
Utsläpp (kgCO2e)	50	294	632	976

Insamling	Område 1	Område 2	Område 3	Totalt
Totalt				
km	3764	10247	15990	30001
Total tid (h)	172	632	400	1204
Utsläpp (kgCO2e)	4784	14111	20166	39060

I scenario 3 övergavs helt tanken på entreprenadområden, och allt brännbart avfall styrdes direkt till avfallscentralen i Östermark (Tabell 21).

Tabell 20. Resultat för modelleringen av insamling av brännbart avfall – scenario 3 (inga entreprenadområden och ingen omlastning)

Ingen konsolidering	
km	37257
Total tid (h)	1868
Körtid (h)	906
Insamlingsbesök (kpl)	38474
Utsläpp (kgCO2e)	54097

Tabell 22 jämför scenarierna. Scenario 3, där indelningen i områden har övergetts, presterade sämst i modelleringen, medan scenario 2, som representerar omlastning, presterade bäst. Genom omlastning, det vill säga konsolidering, sparas under ett kvartal för brännbart avfall nästan 4 000 kilometer, 603 timmar och 4 137 kgCO_2e jämfört med nuläget. Skillnaderna i total tid är särskilt betydande när scenarierna 1 och 3 jämförs med scenario 2.

Tabell 21. Jämförelse av modellresultat för insamling av brännbart avfall

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kilometer	33854	30001	37257
Total tid (h)	1807	1204	1868
Utsläpp (kgCO2e)	43198	39060	54097

Fördelarna med omlastning när det gäller brännbart avfall är särskilt betydande, eftersom avfallsvolymerna är stora och insamlingsfrekvensen hög, vilket gör logistiken krävande. Omlastningsfordon är mer bränsleeffektiva än de egentliga insamlingsfordonen, vilket minskar utsläppen från transporterna. Dessutom möjliggör konsolidering transport av fulla laster, vilket minskar onödiga körningar och förbättrar

transporteffektiviteten. Baserat på dessa modellresultat kan en bredare användning av omlastning även för brännbart avfall rekommenderas.

4.6 Optimering av entreprenadområden

Baserat på volymen och geografisk placering av brännbart avfall har områdenas masscentrum identifierats på kartan, och teoretiskt optimala områdesindelningar har skapats med hjälp av klustring. Indelningar gjordes med två (figur 18), tre (figur 19) och fyra (figur 20) områden. I analysen representerar de blå punkterna insamlingsområdenas masscentrum, medan den röda punkten visar hela undersökningsområdets masscentrum. Denna visualisering hjälper till att förstå den geografiska fördelningen av avfallsmängder och de optimala placeringarna för insamlingspunkter.

Vid definitionen av insamlingsområden kan en kombination av befolkningsbaserade masscentrum och vägaccess användas. Detta tillvägagångssätt möjliggör att insamlingsområden utformas så att de motsvarar den faktiska uppkomsten av avfall och samtidigt är logistiskt rimliga att genomföra. Befolkningsbaserade masscentrum visar var avfallsmängdens tyngdpunkt ligger, medan vägaccessen avgör de praktiska transportmöjligheterna och kostnaderna.

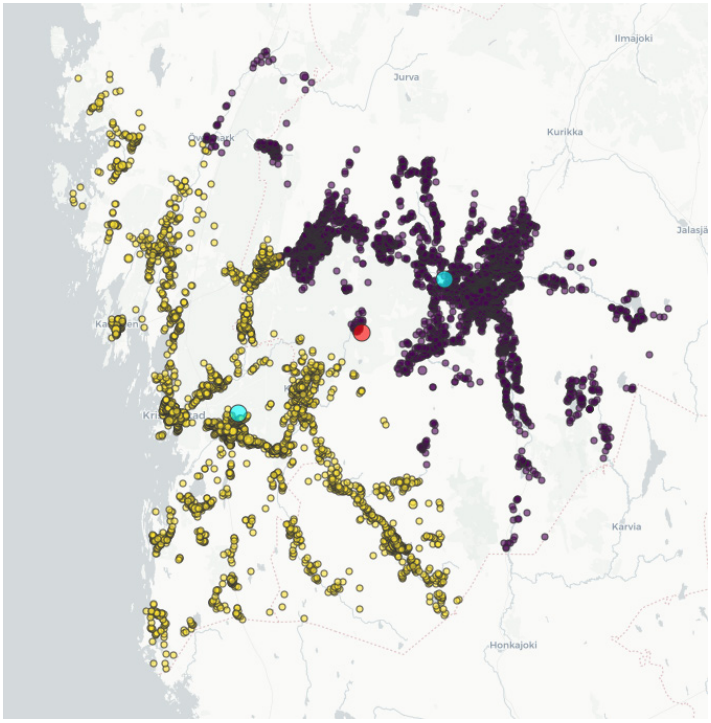
I metoden fastställs först antalet nödvändiga tyngdpunkter, vilket avgör antalet insamlingsområden. Beroende på geografiska faktorer kan klustring användas för att optimera insamlingsområden. Metoden erbjuder ett sätt att bygga ett hub-and-spoke-nätverk, där centrala konsolideringspunkter betjänar omgivande insamlingsområden.

I denna studie jämfördes klustringsalternativ med den nuvarande modellen. Analysen innebär inte att nuvarande eller andra lösningar inte fungerar i vissa situationer, utan är en demonstration av hur optimala punkter skulle placeras i denna geografiska miljö.

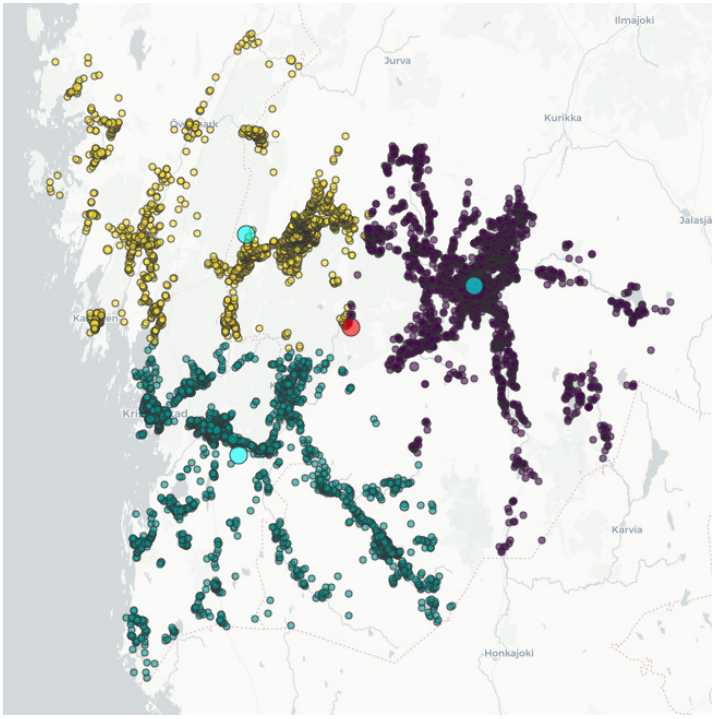
Jämförelsen visar att de nuvarande konsolideringspunkternas placeringar inte skiljer sig nämnvärt från de optimala punkterna. Den enda betydande avvikelsen är avfallscentralen i Östermark, som ligger något vid sidan av det optimala läget (se Figur 15). Denna observation tyder på att större delen av den nuvarande infrastrukturen redan är relativt optimalt placerad.

Insamlingsområden kan bilda konsolideringspunkter för fraktioner som kan mellanlagras, där material från olika områden samlas innan vidare transport. Placeringen av konsolideringspunkten baseras på en optimal balans mellan avståndet mellan insamlingsområden och transporteffektiviteten till behandlingsanläggningar. Konsolidering är särskilt effektiv när flera små insamlingsområden hanteras, där varje område genererar relativt lite material.

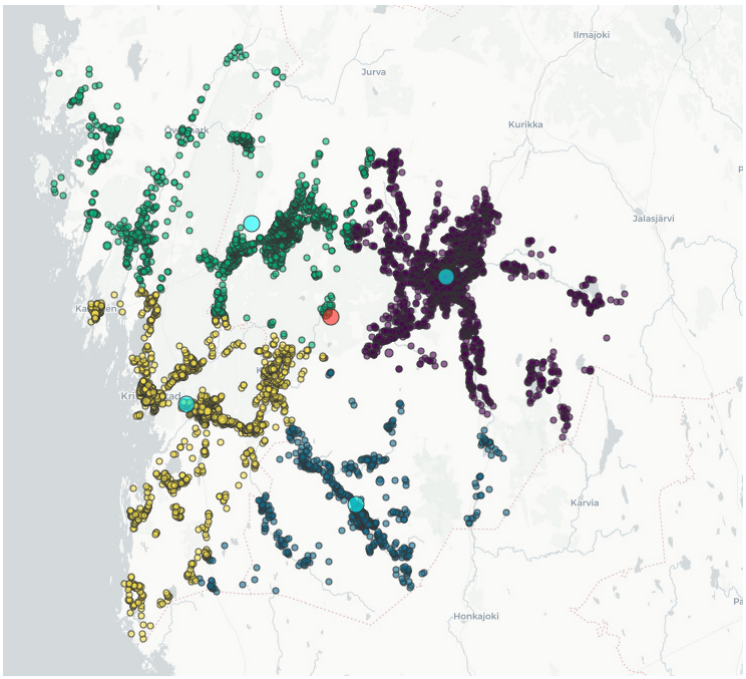
Att utnyttja konsolideringspunkter möjliggör också mer flexibel planering av insamlingsscheman. Fraktioner som kan lagras samlas in från olika områden vid olika tidpunkter och lagras vid konsolideringspunkten tills en full last är redo för vidare transport. Detta minskar antalet halvfulla transporter och förbättrar den övergripande transporteffektiviteten.



Figur 18. Optimering av områdesindelning med två områden



Figur 19. Optimering av områdesindelning med tre områden



Figur 20. Optimering av områdesindelning med fyra områden

5 BEDÖMNING AV ÅTERVINNINGSPOTENTIAL FÖR BIOAVFALL

Projektet undersökte den nuvarande återvinningsgraden för bioavfall samt dess återvinningspotential i Sydösterbotten. I analysen jämfördes de nuvarande insamlingssystemen för brännbart avfall och bioavfall, och det bedömdes hur stor del av bioavfallets insamlingspotential som för närvarande är outnyttjad. Analysen baseras på antalet befintliga insamlingspunkter, tömningsfrekvenser samt mängden bioavfall per invånare (data insamlad inom projektet).

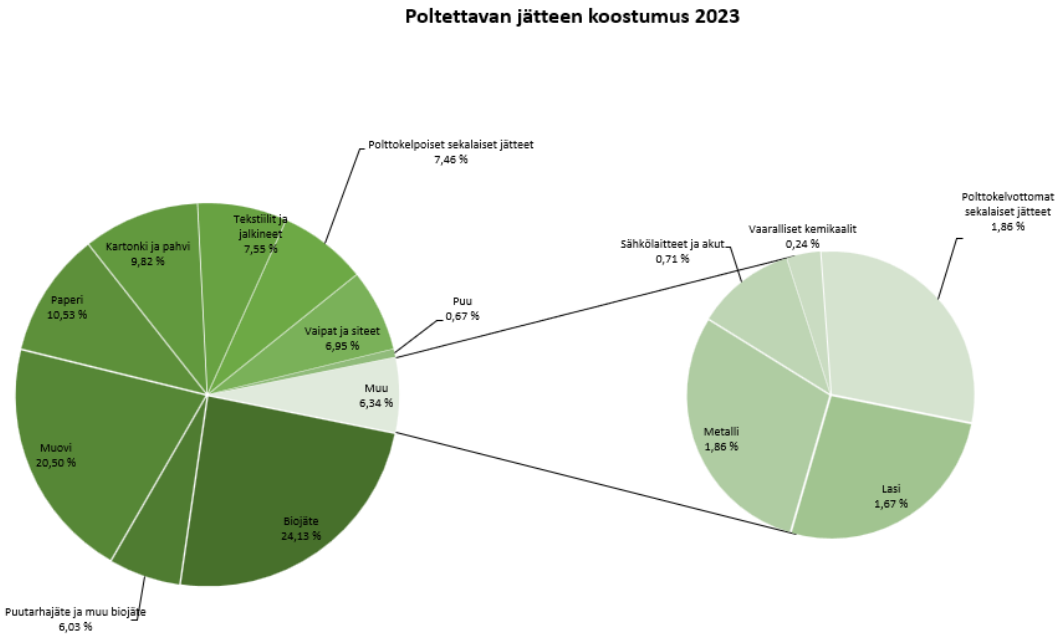
Antalet insamlingspunkter för brännbart avfall är cirka 3 601 per månad, med en genomsnittlig insamlingsintervall på fyra veckor. Bioavfallet samlas för närvarande in med ett genomsnittligt intervall på 1,8 veckor (2024), vilket motsvarar cirka 660 insamlingstillfällen per månad. Om bioavfall också skulle samlas in från varje insamlingspunkt för brännbart avfall med samma intervall (1,8 veckor), skulle det totala antalet insamlingstillfällen uppgå till cirka 6 484 per månad. Detta innebär att cirka 5 824 insamlingstillfällen per månad för bioavfall inte genomförs (insamlingspotential). För närvarande utnyttjas alltså endast 9,8 % av bioavfallets insamlingspotential.

I Sydösterbotten är det beräknade genomsnittliga antalet invånare per insamlingspunkt cirka två personer, vilket har beräknats genom att dividera kommunernas invånarantal med antalet hushåll (Statistikcentralen, 2025b). Under 2024 samlades det i genomsnitt in cirka 15,5 kilo bioavfall per invånare per år i Sydösterbotten. Det motsvarar cirka 1,3 kilo per person per månad. Den outnyttjade insamlingspotentialen för bioavfall uppgår därmed till cirka 14 898 kilo per månad, när insamlingen relateras till hushåll, inklusive bostadsbolag. Detta är nästan tio gånger mer än den nuvarande insamlade mängden. Om hela insamlingspotentialen för bioavfall skulle utnyttjas, skulle det innebära att insamlingssystemet behöver nästan dubbelt så stor kapacitet jämfört med nuläget. Den ökade kapacitetsbehovet påverkar körsträckor, arbetsinsats och ökar användningsgraden för insamlingsfordon – vilket kan innebära behov av ytterligare fordon.

Sortering av bioavfall kan potentiellt minska mängden brännbart avfall, förutsatt att hela insamlingspotentialen utnyttjas. Andelen bioavfall i brännbart blandavfall är typiskt cirka 20–30 % (KIVO, 2024), vilket innebär att effektiv sortering av bioavfall kan minska mängden brännbart avfall med upp till en tredjedel. I Sydösterbotten skulle detta innebära en betydande förändring i den övergripande avfallshanteringen.

Som regional jämförelse kan exempelvis Södra Österbotten användas. Lakeuden Etappi publicerade år 2023 en avfallsanalys över sammansättningen av brännbart hushållsavfall i södra österbottniska hushåll. Figur 20 illustrerar resultaten. Av det brännbara avfallet bestod 24,1 % av bioavfall, 20,5 % av plast, 10,6 % av papper, 9,8 % av kartong och papp,

7,6 % av textilier och skor, 7,5 % av brännbart blandavfall, 6,9 % av blöjor och bindor, 0,7 % av trä och 6,3 % av annat avfall. Av innehållet i avfallskärlet var 93,6 viktprocent korrekt sorterat.



Figur 21. Roskispåseanalys – Etappi 2023

6 SLUTSATSER

Minskande avfallsflöden utmanar insamlingen i landsbygdskommuner. Kostnadseffektiv insamling och nationella mål för att höja återvinningsgraden är delvis motstridiga. Det finns ett behov av att samla in en större mängd fraktioner med låg volym. Den negativa befolkningsutvecklingen minskar den totala mängden avfall. Å andra sidan kräver långsiktiga åtaganden, till exempel delägarskap i förbränningsanläggningar, stabil verksamhet under flera decennier. Dessa egenskaper är gemensamma för många områden nu och i framtiden. Logistikens effektivitet har en avgörande roll för att möjliggöra en högre återvinningsgrad.

Denna studie har undersökt möjligheterna att öka återvinningsgraden och effektiviteten i transportorganisationen i en sådan miljö. Materialet har huvudsakligen samlats in från aktörer i Sydösterbotten, men liknande utgångsförhållanden finns sannolikt i många andra finska landsbygdskommuner.

Slutsatserna från de identifierade problemen kan sannolikt generaliseras till andra glest befolkade områden. Baserat på analyserna kan följande tolkas:

Mellanlagring och samordning av transporter förbättrar effektiviteten

- Potentialen för kostnadsminskning genom samordning av transporter är betydande. När mängden insamlade fraktioner ökar och dessa uppstår i olika takt, krävs olika insamlingsordningar och mellanlagring av hållbara fraktioner för att effektivisera transporterna. Bioavfall kräver tät insamling i hushåll på grund av dess dåliga hållbarhet. Däremot kan rena glas-, metall-, kartong-, pappers- och plastfraktioner mellanlagras och komprimeras till mindre volym.

- Simuleringen visade att körsträckan kan minskas med 17 % för hållbara små separat insamlade fraktioner (hub and spoke), vilket i praktiken innebär lägre bränsle- och tonkilometerkostnader, minskat koldioxidavtryck från transporterna, optimerade fordonskostnader och effektivare användning av förarnas arbetstid.

Planering och styrning av avfallslogistik med tonkilometermått

- Den ökande komplexiteten i avfallsinsamlingen och kraven på effektivitet kräver utveckling av mångsidiga indikatorer för systematisk uppföljning och styrning. Traditionella kostnadsindikatorer räcker inte för att beskriva den totala effektiviteten, utan det behövs olika nyckeltal som beaktar både ekonomiska och operativa faktorer. Med hjälp av indikatorer kan utvecklingsområden identifieras, prestationer följas upp i förhållande till målen och välgrundade beslut fattas om

verksamhetsutveckling. Exempelvis är tonkilometerkostnad en bra indikator som stöd för beslutsfattande och erbjuder ett jämförbart mått för att utvärdera olika transportalternativ (investeringar, upphandling, ruttjämförelser, trafikplanering, jämförelser mellan kommuner).

Val av utrustning och ruttplanering är beroende av varandra

- Vid definition av insamlingsområden kan en kombination av befolkningsbaserade masscentrum och vägaccess användas. Insamlingsområden kan bilda konsolideringspunkter för fraktioner som kan mellanlagras.

- Vid planering av insamlingsordningen bör antalet fack i fordonen och uppsamlingstakten för olika fraktioner beaktas. I multifackssystem är ett större antal fack inte nödvändigtvis fördelaktigt – insamling med två fack kan vara tillräcklig om insamlingsschemat är välplanerat.

Det nuvarande behandlingssystemet är uppbyggt kring energiproduktion, vilket har lett till att brännbara fraktioner ses som den huvudsakliga behandlingsenheten. Separat insamling av fraktioner är uppdelad mellan olika aktörer, vilket gör det svårt att få en helhetsbild av volymen. Om slutbehandlingen i framtiden övergår från energiproduktion till återvinning eller annan materialåteranvändning, kommer även logistikens materialflöden att förändras.

Referenser

Avfallslag 646/2011. Finlex. Hämtad 1.10.2025 från https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2011/646#chp_5__sec_34

Botniarosk. (2024). Årsberättelse 2024. Hämtad 1.10.2025 från https://cdn.prod.website-files.com/64113cc94d62a67293928ce0/6811b3528e32a3f1e05d6378_Vuosikertomus A%CC%8Arsbera%CC%88ttelse%202024%20(1).pdf

Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/851, utfärdat 30.5.2018, om ändring av direktiv 2008/98/EG om avfall. Europeiska unionens officiella tidning, L 150, 109–140. Hämtad 1.10.2025 från 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). Flerfacksförsök: Höjning av hushållsavfallets återvinningsgrad med flerfacksbehållartjänst i Östra Nyland 2017–18. Hämtad 2.10.2025 från 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). Begrepp inom cirkulär ekonomi. Hämtad 1.10.2025 från https://julkaisu.hsy.fi/kiertotalouden-kasitteita.html

KIVO. (2024). Sammansättningsdatabas. Hämtad 1.10.2025 från https://www.kivo.fi/toiminnan-tueksi/koostumustietopankki

Lakeuden Etappi. (2023). Mängden bioavfall i hushållens soppåsar minskade ytterligare, även mängden förpackningsavfall minskade. Hämtad 1.10.2025 från https://www.etappi.com/biojatteen-maara-kodin-roskapussissa-vaheni-edelleen-myos-pakkausjatteiden-maara-vaheni/

Siirilä, M. (16.8.2024). De första importavfallstransporterna körs snart genom Vasa centrum: De första avfallslasterna kan anlända till Westenergy redan i slutet av denna vecka. YLE. Hämtad 1.10.2025 från https://yle.fi/a/74-20105413

Statistikcentralen. (2024). Mängden kommunalt avfall minskade år 2023. Hämtad 1.10.2025 från https://stat.fi/julkaisu/cln4nsb1a81us0avtrxve97pz

Statistikcentralen. (2025a). Kommunalt avfall | Begrepp. Hämtad 1.10.2025 från https://stat.fi/meta/kas/yhdyskuntajate.html

Statistikcentralen. (2025b). Kommunernas nyckeltal. Hämtad 1.10.2025 från https://stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?active1=SSS&active2=KU232&year=2025

Statsrådets förordning om avfall 978/2021. Finlex. Hämtad 1.10.2025 från https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2021/978