

Opinnäytetyö AMK

Tradenomi (AMK), Liiketoiminnan logistiikka

2025

Krista Oksanen ja Joanna Valkjärvi

# JÄTTEENKULJETUS- JÄRJESTELMIEN VERTAILU UUDENKAUPUNGIN ALUEELLA

**TURKU AMK**   
TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan logistiikka

2025 | 64

Krista Oksanen ja Joanna Valkjärvi

## Jätteenkuljetusjärjestelmien vertailu Uudenkaupungin alueella

Opinnäytetyössä verrattiin kahta jätteenkuljetusjärjestelmää, kiinteistön haltijan järjestämää ja kunnan järjestämää Uudenkaupungin alueella. Tarkoituksena oli selvittää, kumpi järjestelmä on logistisesti tehokkaampi. Näkökulmina tarkastelulle oli logistinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset. Opinnäytetyö on tehty kuntien jätteenkuljetusjärjestelmiä koskevaa päätöksentekoa varten, yhteistyössä Lounais-Suomen jätehuoltolautakunnan kanssa.

Työ toteutettiin luomalla nykymallinnus ja optimoimalla uudet reitit ArcGIS – Paikkatietojärjestelmäohjelmiston avulla, jonka jälkeen tuloksia vertailtiin toisiinsa. Reittimallinnusten lähtötietoina käytettiin nykyisten jätteenkuljetusyritysten antamia tietoja vuodelta 2023. Tuloksissa verrattiin toisiinsa ajosuoritteen, polttoainekulutuksen ja päästöjen näkökulmasta.

Tutkimustuloksista selvisi, että kunnan järjestämä jätteenkuljetusjärjestelmä on kummastakin näkökulmasta tehokkaampi. Laskelmien mukaan ajosuorite vähenisi noin 19–45 % paikasta riippuen, jos siirryttäisiin kunnan järjestämään jätteenkuljetusjärjestelmään.

Asiasanat:

jätehuolto, jätelaki, reittioptimointi, ympäristövaikutukset,  
jätteenkuljetusjärjestelmät

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Business Logistics

2025 | 64

Krista Oksanen ja Joanna Valkjärvi

## Comparison of Waste Transportation Systems in the Uusikaupunki Region

In this thesis, two waste collection systems were compared: property owner-organized and municipality-organized systems in the Uusikaupunki region. The purpose was to determine which system is logistically more efficient. The perspectives for the review were logistical efficiency and environmental impact. The thesis was conducted in cooperation with the Southwest Finland Waste Management Board to support decision-making regarding municipal waste collection systems.

The study is conducted by creating current modeling and optimizing the new routes using ArcGIS - Geographic Information System software, after which the results were compared. Data from 2023 was provided by the current waste transport companies and were used as the starting data for route modeling. The results were compared in terms of driving distance, fuel consumption, and emissions.

The research results showed that the municipality-organized waste collection system is more efficient from both perspectives. According to calculations, the driving performance would decrease by approximately 19–45 %, depending on the location, if a transition was made to a municipality-organized waste collection system.

Keywords:

waste management, waste acts, route optimization, environmental impact, waste transport system

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Jätehuolto</b>	<b>9</b>
2.1 Jätehuollon historiaa	10
2.2 Suomen jätehuollon historiaa	11
2.3 Kiertotalous	12
<b>3 Jätteiden kuljetusjärjestelmät</b>	<b>14</b>
3.1 Kunnan järjestämä jätteenkuljetus	14
3.2 Kiinteistön haltijan järjestämä jätteenkuljetus	14
<b>4 Jätelainsäädäntö</b>	<b>16</b>
4.1 Jätelaki	16
4.2 Jätelaki uudistus	16
4.3 Kunnalliset jätehuoltomääräykset Lounais-Suomessa	18
4.3.1 Kiinteistöllä lajiteltavat jätelajit	18
4.3.2 Jäteastiat	20
4.3.3 Jäteastioiden tyhjennysvälit	21
4.3.4 Jätteenkuljetus	22
<b>5 Kuljetusten optimointi</b>	<b>24</b>
5.1 Kunnallisten kuljetusten optimointi	24
5.2 Jätteenkuljetusten optimoinnin haasteet	25
5.3 Lounais-Suomen jätehuollon reitityksen suunnittelu ja toteutus	26
<b>6 Tutkimuksen tavoite, rajaus ja toteutus</b>	<b>28</b>
6.1 Tutkimuksen tavoite ja rajaus	28
6.2 Tutkimuksen toteutus	31
6.3 ArcGIS - Paikkatietojärjestelmäohjelmisto	32
6.4 Polttoaineen kulutus ja päästöt	33
<b>7 Tutkimusten tulosten tarkastelu</b>	<b>35</b>
7.1 Mallinnus keräilyreiteistä	35

7.1.1 Uusikaupunki, keskusta-alue	35
7.1.2 Kalanti, Pappila	44
7.1.3 Pyhämaa, Lyökki ja Iso-Kaskinen – Ympäri- ja osavuotiset	48
7.1.4 Pyhämaa, Lyökki ja Iso-Kaskinen – Kesäkausi ja ympärivuotiset	49
7.1.5 Lokalahti	54

<b>8 Johtopäätökset</b>	<b>59</b>
-------------------------	-----------

<b>Lähteet</b>	<b>61</b>
----------------	-----------

## **Kuvat**

Kuva 1. Tutkimusalue (Jalonen 2025.)	28
--------------------------------------	----

## **Kuviot**

Kuvio 1. Suomen jätehuollon kehityksen historia (EastCham 2024.)	12
Kuvio 2. Kiertotalous (Berg, A. Eskola, P. 2024.)	13
Kuvio 3. Uuden jätelain muutokset jätte lajeittain (Lampinen 2024.)	18

## **Taulukot**

Taulukko 1. Suomen kierrätysaste ja EU:n asettamat tavoitteet. (Lampinen 2024.)	17
Taulukko 2. Muun kuin asuinkiinteistön erilliskerättävät jätelajit. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)	20
Taulukko 3. Jäteastioiden tyhjennysvälit. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta	

2023.)	22
Taulukko 4. Polttoaineen kulutuksen vaihtelu (Sinkonen, 2018, 28.)	34
Taulukko 5. Uudenkaupungin keskusta-alueen mallinnuksen perustiedot.	35
Taulukko 6. Uudenkaupungin keskusta-alueen ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.	42
Taulukko 7. Uudenkaupungin keskusta-alueen keräilyajon vertailun yhteenveto.	43
Taulukko 8. Uudenkaupungin keskusta-alueen polttoaineen kulutus ja CO <sub>2</sub> -päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.	44
Taulukko 9. Kalannin Pappilan alueen mallinnuksen perustiedot.	45
Taulukko 10. Kalannin Pappilan alueen ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.	46
Taulukko 11. Kalannin Pappilan alueen keräilyajon vertailun yhteenveto.	47
Taulukko 12. Kalannin Pappilan alueen polttoaineen kulutus ja CO <sub>2</sub> -päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.	48
Taulukko 13. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen mallinnuksen perustiedot.	49
Taulukko 14. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen kesäkauden ja ympärivuotisten mallinnuksen perustiedot.	50
Taulukko 15. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen kesäkauden ja ympärivuotisten ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.	52
Taulukko 16. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen ympäri- ja osavuotisten ja kesäkauden ja ympärivuotisen keräilyajon vertailun yhteenveto.	52
Taulukko 17. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen ympäri- ja osavuotisten ja kesäkauden ja ympärivuotisten polttoaineen kulutus ja CO <sub>2</sub> -päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.	53
Taulukko 18. Lokalahden tarkastelu alueen mallinnuksen perustiedot.	54
Taulukko 19. Lokalahden tarkastelu alueen ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.	56
Taulukko 20. Lokalahden tarkastelu alueen keräilyajon vertailun yhteenveto.	57
Taulukko 21. Lokalahden tarkastelu alueen polttoaineen kulutus ja CO <sub>2</sub> -päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.	58

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on verrata kahta jätteenkuljetusjärjestelmää Uudessakaupungissa, niiden logistisen tehokkuuden sekä ekologisuuden näkökulmasta. Vertailun lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää Uudenkaupungin jätteenkuljetusjärjestelmän suunnittelussa sekä kuljetustehokkuuden kehittämisessä. Opinnäytetyö on alkanut yhdessä Lounais-Suomen jätehuoltoviranomaisten ja Turun ammattikorkeakoulun yhteistyöprojektista, jonka tavoitteena on tukea päätöksentekoa Uudenkaupungin jätteenkuljetusjärjestelmää koskevassa päätöksenteossa. Tutkimuksen toteutuksesta vastasivat opiskelija-assistentit Krista Oksanen ja Joanna Valkjärvi.

Jätteenkuljetus ja -keräys on tällä hetkellä mahdollista toteuttaa, joko kiinteistönhaltijan järjestämänä tai kunnan järjestämänä. Kiinteistönhaltijan järjestämässä jätteenkuljetusjärjestelmässä kiinteistön haltijan tulee itse järjestää jätteenkuljetus valitsemansa yksityisen jätteenkuljetusyrityksen kanssa. Jolloin alueella voi samanaikaisesti olla useampi eri jätteenkuljetusyritys, jotka ajavat samoja reittejä. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetusjärjestelmässä taas kunnalla on vastuu jätteenkeräyksestä, jolloin kunta kilpailuttaa jätteenkuljetukset keskitetysti urakka-alueittain. Tällöin urakka-alueella toimii ainoastaan yksi yritys eikä päällekkäin ajoa tapahdu. (Jyväskylän seudun jätelautakunta, 2017).

Siirtyminen kiinteistön haltijan järjestämästä jätteenkuljetuksesta kunnan järjestämään, vaatii kunnan jätehuoltoviranomaisen päätöksen. Selvityksessä, jonka jätehuoltoviranomainen tekee Uudestakaupungista, tulee tarkastella täyttääkö nykyisin käytössä oleva kiinteistön haltijan järjestämä jätteenkuljetus sille jätelaissa asetetut vaatimukset. Mikäli ne eivät täyty, kiinteistön haltijan järjestämää jätteenkuljetusta ei voida valita. Jätteenkuljetusjärjestelmiä voidaan myös verrata suhteessa toisiinsa muun muassa ympäristövaikutusten osalta, kuten tässä logistiikkaselvityksessä on tehty.

Selvityksessä tulee arvioida pääasialliset erot ympäristö- ja terveysvaikutuksista, kuinka viranomaiset pystyvät valvomaan ja seuraamaan jätteenkuljetusta sekä jäteastioiden tyhjennystä ja mitkä vaikutukset olisivat kunnan käsittelyjärjestelmässä ja sen kehittämisessä. (Ympäristöministeriö 2015, s.39).

Kyseinen opinnäytetyö on selvitys jätteenkuljetusjärjestelmien logistisesta tehokkuudesta Uudenkaupungin alueella ja se on tehty jätteenkuljetusjärjestelmää koskevaa päätöksentekoa varten.

Aluksi työssä käydään läpi, mitä jätehuolto on ja sen historiaa sekä, mitä kiertotaloudella tarkoitetaan. Kolmannessa luvussa siirrytään tutustumaan jätteiden kuljetusjärjestelmiin. Neljännessä luvussa käsitellään jätelainsäädäntöä. Viidennessä luvussa perehdytään kuljetusten optimointiin ja sen haasteisiin kunnallisissa kuljetuksissa. Kuudennessa luvussa esitellään tutkimuksen aihe ja tavoite sekä rajataan tutkimusalue. Seitsemännessä luvussa kerrotaan tutkimustulokset ja kahdeksannessa luvussa tutkimuksen johtopäätökset.

## 2 Jätehuolto

Jätteen suora määritelmä otettuna suoraan jätelaista 5§:stä on ”jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä.” (Jätelaki 646/2011 5§.)

Poikkeuksena jätteen määritelmään kuuluu esineet ja aineet, jotka ovat ilman erillistä käsittelyä alkuperäiseen prosessiin palautettu. Nämä eivät ole jätettä, mikäli niiden käyttötarkoitus ei muutu. (Hänninen 2010, 28.)

Jätehuoltoon sisältyy jätteen keräys, kuljetus, jätteen hyödyntäminen sekä sen loppukäsittely, tähän lasketaan mukaan myös jätehuollon toiminnan tarkkailu, seuranta sekä loppukäsittelypaikkojen jälkihoito. Jätteiden säätelyssä, kyseisen jätteen haltija on itse vastuussa asianmukaisesta jätehuollon järjestämisestä sen käsittelyn loppuun asti. Monet eivät kuitenkaan pysty suorittamaan oikeanlaista jätteen käsittelyä itse, milloin jätteen haltija pystyy luovuttamaan jätteensä jätehuoltotoimijalle. Tässä vaiheessa vastuu jätteistä siirtyy jätehuoltotoimijalle, mikäli hänellä on luvat jätteiden asianmukaiseen kuljetukseen sekä käsittelyyn. Kyseiset luvat tulevat jätelain 29 §:ssä, jätteiden luovutuksen yhteydessä jätteiden vastuu siirtyy pois jätteiden haltijalta jätehuoltotoimijalle. Vastuu ei siirry missään vaiheessa jätteen kuljettajalle, kuljettajan ainoa vastuu on kuljettaa jätteet niille määrättyyn paikkaan. Mikäli niitä ei oteta vastaan määräpaikassa, kuuluu jätteen kuljettajan palauttaa jätteet niiden luovuttajalle. (Turunen 2024.)

Jätehuollossa jätelaki velvoittaa noudattamaan etusijajärjestystä, millä jätehuoltoa ohjataan. Tämän mukaan ensisijaisesti on pyrittävä välttämään jätteen syntymistä, jos jätettä syntyy, tulee se valmistella uudelleenkäyttöä varten. Mikäli uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, tulee jäte hyödyntää muille keinoin esimerkkinä energia tuotannossa. Viimeisenä jäte tulee sijoittaa kaatopaikalle mutta vain siinä tilanteessa, mikäli sen hyödyntäminen ei ole taloudellisesti tai teknisesti mahdollista. Kyseisestä etusijajärjestyksestä voidaan poiketa ainoastaan, mikäli jokin toinen vaihtoehto on ympäristölle parempi. (Levinen 2024.)

## 2.1 Jätehuollon historiaa

Jätehuolto on saanut alkunsa jo yli 3000–4000 vuotta sitten pronssikaudella, kun Raamatun teksteistä oli löydetty erilaisia viitteitä siitä, kuinka ihmisiä on ohjeistettu huolehtimaan jätteistään. Yhtenä esimerkkinä Mooseksen kolmannen kirjan neljäs luku, jossa käsitellään syntiuhrilakia, mikä edellyttää eläinjätteen lajittelua. Monien tämän tyyppisten uskonnollisten tekstien takana on ollut tarkoitus estää sairaudet sekä näiden tautien leviäminen. (Nygård 2016.)

Ensimmäinen historiasta löydetty niin sanottu kaatopaikka on ollut peräisin myös pronssikaudelta Kreetan Knossoksen palatsialueelta, missä jätteet laitettiin kaivettuihin isoihin kuoppiin mitkä peitettiin tietyin aikaväleihin. Ensimmäiset jättesäädökset ovat mahdollisesti olleet noin 500 vuotta ennen ajanlaskumme alkua, jolloin jätteet tuli viedä vähintään puolentoista kilometrin päähän kaupungista. Kuitenkin vanhimmat säilyneet puhtaanapitosäännökset Euroopan keskialjalta ovat vasta 1200-luvulta ja näin ollenkin varhaiskeskiaikaa pidetään niin sanottuna uudelleen heräämisenä kaupunkien puhtaanapidossa. (Nygård 2016.)

Ennen kaupunkien kasvua roskat ja jätteet eivät olleet suuri uhka. Kuitenkin kaupunkien väestön kasvun myötä roskien määrä nousi ja ne alkoivat kasaantua kaupunkien. Tämän seurauksena hajuhaitat sekä tuhoeläimet alkoivat lisääntyä, mitkä saastuttivat vesilähteet ja näin ollen taudit alkoivat levitä. Euroopassa 1300–1500 luvulla tapahtuneen ruttoepidemian ja sen leviämisen syynä olikin epähygieeniset olosuhteet. Näin ollen tuolloin kehitettiin erityyppisiä varhaisia jätteen käsittelymenetelmiä, jotta tautien leviäminen saataisiin hallintaan sekä estettyä. (Recycle guide 2017.)

1900-luvulla vielä jätteen hävitykseen käytettiin paljon sikatiloja, joissa siat ruokittiin eri jätteillä. Onkin arvioitu, että 75 sikaa pystyvät kuluttamaan 1 tonnin verran roskaa päivässä. Vaikka tämä oli tehokas tapa roskien käsittelyssä, kyseinen menetelmä aiheutti kansanterveydellisiä ongelmia. Kyseinen käytäntö jouduttiin lopettamaan tautien leviämisen estämiseksi. 1920-luvulla kaatopaikat

saivat suosiota. Silloiset kaatopaikat olivat kosteikkoja, jotka täytettiin roskien, tuhkan sekä lian kerroksilla. Nämä kaatopaikat ovat hyvin kaukana siitä minkälaisia ovat nykyajan kaatopaikat. Kaatopaikat ovatkin nykyään teknisiä yrityksiä, joiden rakentamisessa on huomioitu ympäristösuojelu sekä turvallisuus. Kaatopaikat rakennetaan myös niin, että hajut ja tuhoeläimet on pystytty minimoimaan, päästöjä pystytään hallitsemaan paremmin sekä laitokset toimivat yhä useammin energiantuotannon lähteinä. (Recycle guide 2017.)

Nykyisen aikakautemme jätehuolto onkin tullut Euroopasta, Yhdysvalloista sekä muista kehittyneistä maailman osista, jotka perustivat järjestelmällisiä kaatopaikka- ja roskankeräysohjelmia. Erilaisten jätteiden hallintaan vaikuttavat säädökset sekä teknologia ovat kehittyneet parantaakseen jätealaa merkittävästi ja sitä myötä ihmisten hyvinvointia ja terveyttä. (Recycle guide 2017.)

## 2.2 Suomen jätehuollon historiaa

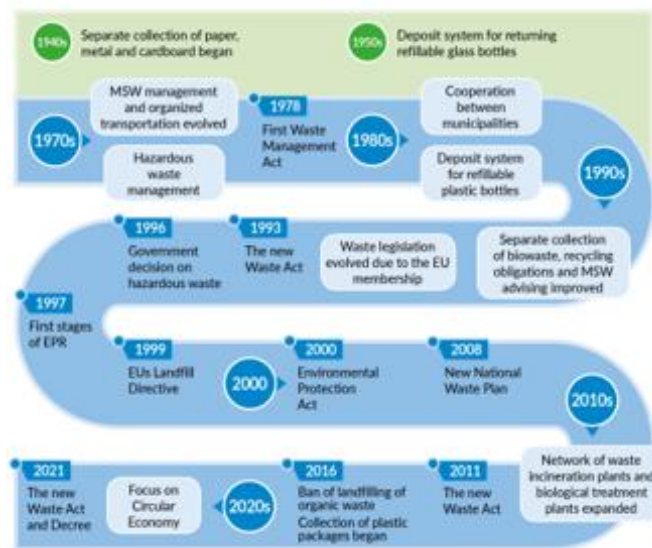
Jätehuolto Suomessa on saanut alkunsa jo 1900-luvun alussa, jolloin kaupungistuminen aloitti nostamaan asumistiheyttä, tämä aiheutti erilaisia terveysongelmia, joiden seurauksena jätehuolto oli järjestettävä. Väestön kasvu sekä kuluttaminen jatkoi vain kasvuaan, mikä aiheutti tarpeen kaatopaikoille sekä eri materiaalien kierrättämiselle. Vaikka jätehuoltoa on suoritettu pitkään, vasta vuonna 1978 astui voimaan ensimmäinen jätehuoltolaki (673/1978), mikä on tätä nykyään jo kumottu. Tämän alkuperäisen jätehuoltolain nojalla annettiin vuonna 1979 jätehuoltoasetus (307/1979), mikä on muutettu jätehuoltoasetukseen (273/1993). (Halme 2024.)

1990-luvulla alettiin tehostamaan biojätteen erilliskeräämistä sekä valtioneuvoston päätös kaatopaikoista nosti kaatopaikkarakentamisen nykyiselle tasolle, millä ympäristövaikutukset on saatu minimoitua. Myöhemmin on myös tullut orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto, joka on onnistunut vähentämään jätteiden läjittämisen. (Halme 2024.)

2000- sekä 2010-luvulla Suomen jäte energia-ala alkoi kehittyä.

Jätepolttolaitokset sekä biologiset käsittelylaitokset ovat lisääntyneet voimakkaasti kehityksen myötä. RINKI-ekopisteet tulivat myös pakkausjätteiden tuottajavastuun muutoksen mukana. (EastCham 2024.)

Alla on visualisoitu kuviossa 1 Suomen jätehuollon historia vuodesta 1940 vuoteen 2021.



Kuvio 1. Suomen jätehuollon kehityksen historia (EastCham 2024.)

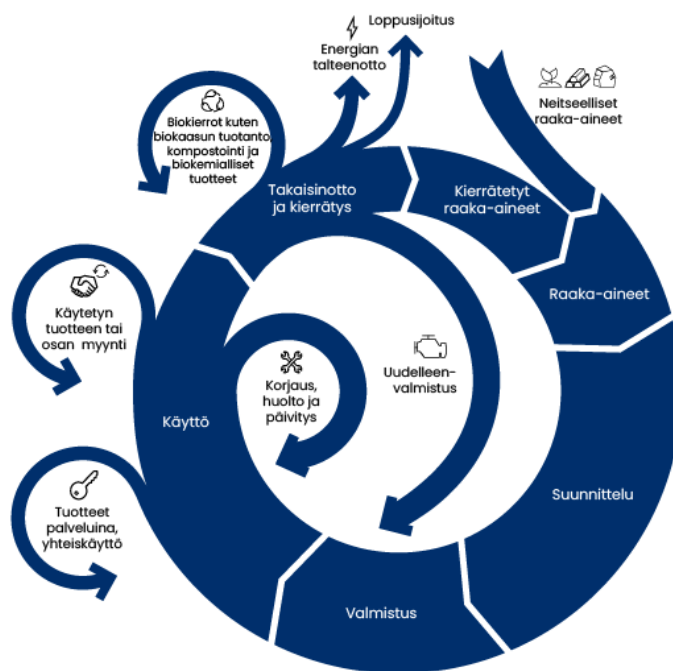
Vaikka Suomen jätehuollossa on päästy jo hyvin pitkälle, siirtyminen kiertotalouteen on Suomen jätealan yksi tärkeimmistä prioriteeteista.

### 2.3 Kiertotalous

Kiertotalous on tuotanto- ja kulutusmalli, jossa jo olemassa olevat tuotteet ja materiaalit hyödynnetään mahdollisimman pitkälle, jotta tuotteiden elinkaari pitenee. Tämä voi tapahtua tuotteen tai materiaalin uudelleen käytöllä, sen korjaamisella tai kunnostamisella sekä kierrättämisellä. Kiertotalouden tavoitteena on hyödyntää materiaalit kestävästi ja tehokkaasti ja näin ollen säästää luonnonvaroja. Tuotteen tullessa elinkaarensa päähän, on sen materiaalit pyrittävä hyödyntämään, milloin ne loisivat lisäarvoa uudestaan. (Euroopan parlamentti 2023.)

Väestönkasvu lisää erilaisten resurssien kysyntää muun muassa raaka-aineiden ja näitä resursseja on vain rajallinen määrä, tämä tarkoittaa myös sitä, että jotkin maat ovat riippuvaisia toisista maista saadakseen tarvitsemiaan resursseja. Eri raaka-aineiden tuottamisella ja käytöllä on suuri vaikutus ympäristöön ja näin ollen niiden järkevällä käytöllä pystytään vähentämään energian kulutusta sekä hiilidioksidipäästöjä. Pelkästään jo kiertotalouteen siirtymisellä pystytään vähentämään ympäristön kuormitusta, lisäämään kilpailukykyä ja talouskasvua, parantamaan raaka-aineiden toimitusvarmuutta sekä tehostamaan innovointia. (Euroopan parlamentti 2023.)

Kuviossa 2 on näytetty, miten kiertotalous toimii.



Kuvio 2. Kiertotalous (Berg, A. Eskola, P. 2024.)

Kiertotaloudella on monia taloudellisia hyötyjä, kyse ei ole kuitenkaan pelkästään siitä. Talousmalli auttaa hillitsemään nykyisiä suuria globaaleja ongelmia, näihin kuuluu muun muassa luonnonvarojen ylikulutus sekä ilmastokriisi.

## 3 Jätteiden kuljetusjärjestelmät

Jätteenkuljetus on mahdollista suorittaa joko kunnan järjestämänä jätteenkuljetuksena tai kiinteistön haltijan järjestämänä jätteen kuljetuksena. Kunnalla on velvollisuus huolehtia vastuulleen kuuluvan jätteen kuljetuksen järjestämisestä. (Turun kaupunki, 2023.)

### 3.1 Kunnan järjestämä jätteenkuljetus

Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa Lounais-Suomen jätehuolto eli LSJH hoitaa kilpailutuksen kunnan vastuulla olevalta alueelta. Käytännössä tällä tarkoitetaan Lounais-Suomen jätehuollon kilpailutusta urakoitsijoille, jotka keräävät ja kuljettavat jätteet kiinteistöltä jätteen käsittelypaikkaan. Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta hyväksyy tämän jälkeen jätemaksut, jotka perustuvat jäteastiakohtaisiin hintoihin. Maksut laskutetaan suoraan kiinteistöjen haltijoilta. (Turun kaupunki, 2023.)

LSJH on Lounais-Suomen kuntien yhteisomistama yhtiö, jolle kunnat ovat siirtäneet jätelain 43§:n mukaisesti vastuulleen kuuluvien jätehuollon palvelujen järjestämisen. LSJH:n tulee hoitaa muun muassa jätteiden vastaanotto, niiden kuljetus ja käsittely. Lounais-Suomen jätehuolto hoitaa myös jätemaksujen laskuttamisen sekä tarjoavat asukkaille jäteneuvontaa. (Turun kaupunki, 2023.)

### 3.2 Kiinteistön haltijan järjestämä jätteenkuljetus

Kiinteistön haltija hoitaessa itse jätteenkuljetuksen, tulee heidän sopia siitä jätteenkuljetusyrityksen kanssa, joka on hyväksytty ELY-keskuksen ylläpitämään jätehuoltorekisteriin. Jätteenkuljetusyritys laskuttaa asiakkaaltaan jätemaksun perustuen kiinteistön haltijan ja jätteenkuljetusyrityksen väliseen sopimukseen. Kuljetusmaksun lisäksi kuljetusyritys laskuttaa maksun jätteen käsittelystä. Jätteenkuljetusyritys hoitaa maksun kuljettamastaan jätteestä Lounais-Suomen jätehuollolle. Käsittelymaksu on Lounais-Suomen

jätehuoltolautakunnan hyväksymän hinnan mukainen ja se tulee maksettavaksi jätteenkuljetusyritykselle sen luovuttaessa jätteet Lounais-Suomen jätehuollon vastaanottopaikkaan. (Turun kaupunki, 2023.)

Kiinteistön haltijan järjestämässä jätteenkuljetuksessa, alueella voi toimia samanaikaisesti monta eri kuljetusyrittäjää.

## 4 Jätelainsäädäntö

Jätelainsäädännössä tavoitteena on

- ennalta ehkäistä jätehuollosta ja jätteistä aiheutuvaa haittaa sekä vaaraa niin terveydelle kuin ympäristölle
- jätteen määrän ja sen haitallisuuden vähentäminen
- toimivan jätehuollon varmistaminen sekä sen avulla roskaantumisen ehkäisy

Suomen jätelainsäädännössä mukailee Euroopan unionin lainsäädäntöä ja seuraa sen kehitystä. Suomen lainsäädäntö on joiltain osin kuitenkin EU-säädöksiä tiukempi sekä laajempi. Yleisimpiä jätelain säädöksiä ovat jätelaki (646/211), jäteasetus (978/2021, muutos 526/2022) sekä ympäristösuojelulaki (527/2014) ja ympäristönsuojelusetus (713/2014, muutos 979/2021) (Ympäristöministeriö 2024.)

### 4.1 Jätelaki

Jätelain tarkoituksena on edistää kiertotaloutta niin, että materiaalit hyödynnetään mahdollisimman pitkään, jolloin syntyy vähemmän jätettä. Tavoitteena on myös vähentää haitallisten aineiden päätymistä ympäristöön, joista olisi haittaa niin ympäristölle kuin ihmisten terveydelle.

Jätelaille pyritään varmistamaan, että jätteet käsitellään asianmukaisesti sekä että jätehuolto toimii tehokkaasti, millä ehkäistään niin roskaantumista kuin myös jätteistä aiheutuvia ympäristöhaittoja. (Jätelaki 646/211 1§.)

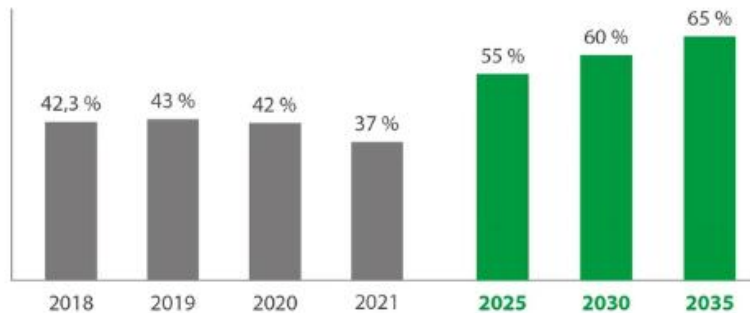
### 4.2 Jätelaki uudistus

Uusi jätelaki tuli voimaan 19.07.2021. Uudistus liittyi EU:ssa 2018 kesällä hyväksytyyn jättesäädöspaketin toimeenpanoon Suomessa, jonka olennaisia tavoitteina on lisätä jätteen uudelleenkäyttöä ja sen kierrätystä, näin ollen

vähentää jätteen määrää. Uudistetussa jätedirektiivissä tietty prosentti yhdyskuntajätteestä tulee olla kierrätettyä, nykyinen 40 % halutaan nostaa 15 vuoden sisällä 65 %. (Ympäristöministeriö 2024.)

Taulukossa 1 on kuvattuna Suomen kierrätysaste viime vuosina sekä EU:n asettamat tavoitteet ja niiden aikataulu.

**Suomen kierrätysaste viime vuosina sekä EU:n asettamat tavoitteet**



Taulukko 1. Suomen kierrätysaste ja EU:n asettamat tavoitteet. (Lampinen 2024.)

Pakkausjätteelle on myös asetettu omat kierrätystavoitteet sekä pakkausjätteiden materiaaliikohtaiset kierrätystavoitteet. (Ympäristöministeriö 2024.)

Uuden jätelain myötä biojätteen keräys tuli pakolliseksi yli 10 000 asukkaan taajamissa. Vuoden 2022 heinäkuusta astui voimaan erilliskeräysvelvoite vähintään viiden (5) huoneiston asuinkiinteistöille, sekä vuoden 2024 heinäkuusta kaikille taajamien asukkaille, mukaan lukien omakotitalot, joissa täytyy olla joko biojätteen keräysastia tai kompostori. (Lampinen 2024.)

Uusi jätelaki toi kierrätykseen myös muita muutoksia, mitkä on kuvattu kuviossa 3 jäte lajeittain.



Kuvio 3. Uuden jätelain muutokset jätte lajeittain (Lampinen 2024.)

#### 4.3 Kunnalliset jätehuoltomääräykset Lounais-Suomessa

Kuntien jätehuoltomääräykset pohjautuvat jätelain (646/2011) pykälään 91, jossa sanotaan ”Kunta voi antaa tämän lain täytäntöön panemiseksi tarpeellisia paikallisista oloista johtuvia, kuntaa tai sen osaa koskevia yleisiä määräyksiä.” (Jätelaki 646/2011 91§.) Vaikka uusimmat jätehuoltomääräykset tulivat voimaan 01.08.2024 on tässä työssä käytetty 01.07.2023 voimaan tulleita jätehuoltomääräyksiä. Tämä sen vuoksi, kyseiset määräykset olivat voimassa tarkastelujaksolla.

Nämä jätehuoltomääräykset toimivat jätelain toteutuksen välineinä.

##### 4.3.1 Kiinteistöillä lajiteltavat jätelajit

Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta on 4.5.2023 määrännyt kiinteistöillä syntyvistä jätteistä lajiteltaviksi erikseen ainakin seuraavat mainitut jätteet:

- Biojäte, tulee lajitella kiinteistöillä, jotka kuuluvat jätehuoltomääräysten 15 tai 16 §:n mukaan kiinteistöittäin erilliskeräyksen piiriin tai kompostoitavien syntyvän biojätteen kiinteistöillään itsenäisesti 17 §:n mukaisesti. Muunlaisilla kiinteistöillä syntyvä biojäte tulee laittaa sekajätteen jätetastiaan.

- Metall-, lasi-, muovi- ja kartonkipakkausjätteet sekä pienmetalli, nämä tulee toimittaa tuottajien tai LSJH:n niille tarkoitettuun ekopisteeseen tai kiinteistön jäteastiaan, mikäli kyseinen kiinteistö kuuluu jätehuoltomääräysten 15 ja 16 §:n mukaan kiinteistöistaisen erilliskeräyksen piiriin.
- Suurikokoiset metallijätteet ja tekstiilijätteet, toimitettava LSJH:n järjestämään vastaanottoaikaan.
- Paperijätteet, kierrätettävä paperijätteelle tarkoitettuun jätteenkeräysastiaan tai tuottajan järjestämään vastaanottoaikaan.
- Pantilliset juomapakkaukset, vietävä pullon palautuspisteisiin.
- Puutarha- ja puistojätteet sekä oksat, risut ja muu käsittelemätön puujäte, on toimitettava LSJH:n osoittamaan vastaanottoaikaan.
- Tuottajavastuunalaiset jätteet (paristot, akut, elektroniikkaromu), on vietävä tuottajan järjestämään vastaanottoaikaan. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Yli 10 000 asukkaan taajamassa olevassa asuinkiinteistössä tulee olla biojätteen keräysastia sekä keräyspaperi tulee kierrättää jätelain 49 ja 50 §:n pykälän mukaan. Taajamassa olevissa kiinteistöissä, joissa on yli 5 huoneistoa, tulee olla biojäte sekä paperinkeräys samalla tavalla sekä lasin, muovin, metallin ja pienmetallin sekä kartonki ja paperipakkausjätteen keräysastiat. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Kaikki muu kiinteistöllä syntyvä jäte, muut kuin kierrätykseen lajitellut sekä erilliskerätyt jätteet, tulee kerätä sekajätteen keräysastiaan. Jätteiden lajittelusta ja keräykseen toimittamisesta vastuu kuuluu jätteen haltijalle. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Kunnan yhdyskuntahuollon järjestämisvelvollisuuden piirissä sekä taajamassa sijaitsevat, asema- tai yleiskaavoitetulla matkailu-, palvelu- tai työpaikka-alueella, muutkin kuin asumiseen tarkoitettut kiinteistöt, tulee järjestää erilliskerättävinä jätteitä jäteastiat kuvan 5 mukaisesti. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Taulukkoon 2 on merkattu muiden kuin asuinkiinteistöjen erilliskerättävät jätelajit.

Jätelaji	Erilliskerättävä jos
Biojäte	jätettä syntyy yli 10 kg viikossa
Muovipakkausjäte	jätettä syntyy keskimäärin yli 5 kg viikossa
Paperi- ja kartonkipakkausjäte	jätettä syntyy keskimäärin yli 5 kg viikossa
Lasipakkausjäte	jätettä syntyy keskimäärin yli 2 kg viikossa
Metallipakkausjäte ja pienmetalli	jätettä syntyy keskimäärin yli 2 kg viikossa
Paperi	jätelain 49 ja 50 § edellyttävät

Taulukko 2. Muun kuin asuinkiinteistön erilliskerättävät jätelajit. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

#### 4.3.2 Jäteastiat

Kiinteistöllä tulee olla käytössä riittävä määrä jäteastioita jätteiden keräämistä varten, jotta jätehuoltomääräykset pystytään toteuttamaan sille määrättyllä tavalla. Niiden on oltava soveltuvia siihen kerättävälle jätelajille sekä astioiden tilavuuden tulee vastata kiinteistöllä muodostuvaa jättemäärää niin, että jäteastiat pystytään aina sulkemaan. Jäteastioiden tulee olla käyttötarkoitukseensa sopivia. Käyttötarkoitukseen sopivilla jäteastioille tarkoitetaan ehjiä, tiiviitä ja kuormauskäsittelyn kestäviä sekä koneellisesti pestäviä jäteastioita. Kiinteistöittäisessä jätekuljetuksessa ei saa käyttää pelkkiä jätessäkkejä tai jätessäkkilaineita eikä vajjerilla tai nostoliinalla nostettavia pikakontteja. Näiden käyttö on kielletty jätehuoltomääräyksissä (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Näissä jätteenkuljetuksissa voidaan käyttää

- kannellisia, tartuntakahvoin ja pyörin varustettuja jäteastioita, jotka ovat käsin siirrettävissä. Näiden tulee soveltua koneelliseen kuormaukseen sekä pesuun ja ovat standardien mukaisia (SFS-EN 840-1, SFS-EN 840-2, SFS-EN 840-3 ja SFS-EN 840-1).

- koneellisesti jäteautoon tyhjennettävät suuret kannelliset jätessäiliöt. Pikakontit pois laskettuna.
- vaihtolavasäiliöt
- maahan upotettu syväsäiliö
- jäteastiat, jotka on tarkoitettu epätavallisten jäte-esineiden tai suurempien jätemäärien hetkelliseen keräykseen (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Jäteastiat tulee merkata siten, että niiden etuseinään tai kanteen on kiinnitetty selkeästi näkyvä merkintä, missä lukee tiedot astiaan kerättävästä jätelajista sekä yrityksen yhteystiedot, joka vastaa tyhjennyksestä. Jäteastiat on pidettävä kunnossa sekä puhtaana, sekajäteastiat on puhdistettava vähintään kerran vuodessa ja biojäteastiat kaksi kertaa vuodessa. Tarvittaessa jäteastiat on puhdistettava useammin, jotta niistä ei aiheudu haittaa tai vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Merkitsemisestä vastuussa on jäteastian haltija tai kimpan vastuuhenkilö, mutta astian puhtaanapidosta ja kunnosta vastuussa on kiinteistön haltija. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

#### 4.3.3 Jäteastioiden tyhjennysvälit

Jäteastioiden tyhjennysväli tulee suunnitella niin ettei siitä tule hajuhaittaa, roskaantumista tai muita haittoja esimerkiksi jätteenkuljetukselle. Tyhjennysväliin on kuitenkin määrätty pisin mahdollinen tyhjennysväli, joka näkyy taulukossa 3. Tähdellä merkatuilla kohdilla viitataan taajaman ulkopuolella oleviin kiinteistöihin talviaikana. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Jätelaji	Pisin tyhjennysväli kesäaikana (viikot 18-40)	Pisin tyhjennysväli talviaikana (viikot 41-17)
Sekajäte	4 viikkoa	4 viikkoa 8 viikkoa*
Sekajäte kun kiinteistöllä on biojätteen erilliskeräys tai kompostointi	16 viikkoa	16 viikkoa
Biojäte	2 viikkoa	2 viikkoa 4 viikkoa*
Biojäte, joka kerätään tuulettuvaan biojäteastiaan, syväkeräysastiaan, tai jäähdytettyyn jätehuoneeseen sijoitettuihin jäteastioihin	4 viikkoa	4 viikkoa
Kartonkipakkaukset	24 viikkoa	24 viikkoa
Metallipakkaukset ja pienmetalli	24 viikkoa	24 viikkoa
Lasipakkaukset	24 viikkoa	24 viikkoa
Muovipakkaukset	24 viikkoa	24 viikkoa

Taulukko 3. Jäteastioiden tyhjennysvälit. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Ympärivuotisessa käytössä olevien vapaa-ajankiinteistöjen jäteastiat tulee myös tyhjentää näiden jätehuoltomääräysten mukaisesti. Vapaa-ajanasuntojen ollessa vain kesäaikaan käytössä, on jäteastiat tyhjennettävä kesäaikana (viikot 18–40) siten, että jäteastia jää tyhjäksi kesäajan päättyessä. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

#### 4.3.4 Jätteenkuljetus

Jätteenkuljetus tulee suorittaa siten, ettei jätettä pääse leviämään ympäristöön jätteen kuormauksen ja kuljetuksen aikana, tästä jätteenkuljettaja on vastuussa. Kuljetuksessa käytettävät välineet tai kuljetustapa eivät saa huonontaa kerättävien jätteiden kierrätys- ja hyödyntämiskelpoisuutta. Kuormaaminen on sallittu maanantaista perjantaihin klo 06–22 välisenä aikana sekä lauantaisin ja

sunnuntaisin klo 07–18 välisenä aikana. Useamman pyhäpäivän osuessa peräkkäin, on kuormaaminen jälkimmäisenä päivänä sallittu klo 07–18 välisenä aikana. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

Jätteenkuljettajalla on velvollisuus luovuttaa ajantasaiset tiedot jätteiden noutamisesta jätelain 39§:n ja jäteasetuksen 42§:n mukaisesti. Tietojen tulee olla tekstinkäsittely- tai taulukkolaskentaohjelmalla muokattavissa olevassa muodossa ilman lisäohjelmia tai koodityökaluja. Kaikki kunnan vastuulla oleva jäte Lounais-Suomen jätehuoltolautakunnan alueella on vietävä määrättyihin vastaanottopaikkoihin riippumatta siitä, mikä jätteenkuljetusjärjestelmä kyseisellä alueella on käytössä. Jätteitä ei tule välivarastoida, ellei asiasta ole erikseen sovittu Lounais-Suomen jätehuollon kanssa. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023.)

## 5 Kuljetusten optimointi

Kuljetusten optimoinnilla tarkoitetaan parhaan mahdollisen kuljetus vaihtoehdon etsimistä, huomioiden ajan käytön, reitin pituuden sekä ajoneuvokapasiteetin ja näitä tulkitsemalla saavutetaan optimaalinen kustannustaso. Kuljetusten optimoinnilla ei saavuteta pelkästään rahallista säästöä, vaan sillä pienennetään myös ympäristön kuormitusta sekä vähennetään ruuhkia, jolla parannetaan liikenneturvallisuutta.

### 5.1 Kunnallisten kuljetusten optimointi

Logistiikka muodostaa merkittävän elinkeinoelämän osan kunnallissektorilla. Erilaisten logististen operaatioiden toteuttaminen kunnille on ensisijaisen tärkeään kunnan talouden kuin myös kunnan asukkaiden kannalta. Bräysin kirjassa on mainittu vuodelta 2007, että kuljetusten optimointityökaluja ei olla kunnallissektorilla hirveästi vielä käytetty, koska niissä ei ollut huomioitu kuntien erityistarpeita, joita yleisesti normaalit kaupalliset kuljetukset eivät tarvitse. Kuntien logistiset ongelmat ovat kooltaan myös suurempia. (Bräysy 2007, 5–6.)

Kuitenkin nykypäivänä teknologian ja sovellusten kehittyttyä niin kunnallissektorilla sekä yksityisten osalta optimointityökaluja käytetään nykyaikana huomattavasti enemmän.

Digitaaliset teknologiat, kuten IoT:n (the Internet of Things) ja paikkatietojärjestelmät antavat työkaluja jätehuoltoon ja kunnallisiin logistiikkapalveluihin. Reaaliaikaisen tiedon saaminen mm. täyttöasteista ja kuljetusreiteistä mahdollistaa tehokkuuden parantamisen, joka vähentää ympäristönkuormitusta. Digitaaliset teknologiat tukevat myös tietojen läpinäkyvyyttä ja niiden jäljitettävyyttä, tämä on keskeistä niin tehokkaan kierrätyksen kuin materiaalien uudelleen käytön kannalta. (European Environment Agency 2024.)

Optimoinnin tärkein tekijä on kokonaismatkan lyhentyminen, jolla saadaan polttoainekustannuksia pienemmiksi sekä kaluston käyttöikä paremmaksi.

Kuljettajien ja käytössä olevien ajoneuvojen määrä voi myös pienentyä. Tällä voidaan saada jo merkittäviä kustannussäästöjä. Kustannussäästöjen lisäksi kuljetusten optimoinnilla pystytään vähentämään ympäristökuormitusta. Optimoinnin avulla pystytään mahdollistamaan yksilöllisempää palvelua asiakkaille, jolloin saavutetaan parempi informaation kulku ja läpinäkyvyys toimitusketjussa. (Bräysy 2007, 11–12.)

## 5.2 Jätteenkuljetusten optimoinnin haasteet

Jätteenkuljetuksen optimointi on hankalaa ja se kuuluu, missä tahansa kunnassa kunnan hankalimpiin operatiivisiin ongelmiin, siinä täytyy laatia päivittäiset reitit, joissa huomioidaan kunkin asiakkaan määrittämät viikot, jolloin jätteet tulee kerätä. Suurimmissa kaupungeissa voi olla astioita kymmeniä tuhansia, joissa 6-viikon tarkastelujaksolla monet tulee tyhjentää useammin kuin kerran. Tämä moninkertaistaa käynnit sekä jätemäärät. (Bräysy et. al. 2005, 1.)

Myös jätteiden erilliskeräysten kasvaessa jätteenkuljetuksen negatiiviset vaikutteet ilmaston muutokseen voivat lisääntyä, joka tuottaa hankaluutta kuljetusten optimoinnille. (Dahlbo et. al. 2017.)

Vuonna 2022 työ- ja elinkeinoministeriön julkaisun mukaan merkittävimpiä haasteita optimointiin tuo jätehuollon tietojärjestelmien pirstaleisuus sekä niiden välinen yhteensopimattomuus. Jätteenkuljetuksen optimointi vaatii ajantasaista ja luotettavaa tietoa esimerkiksi jäteastioiden sijanneista sekä niiden keräilyväleistä, myös liikenteentilanteet ja ajoneuvojen ominaisuudet on hyvä huomioida. Mutta koska useat toimijat käyttävät omia tietojärjestelmiään, vaikeuttaa se näiden tietojen hyödyntämistä kokonaisvaltaisessa reittisuunnittelussa, ja näin ollen estää tehokkaan tiedonhallinnan ja näin ollen reittien optimoinnin. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022.)

Julkaisussa esitetään ratkaisua kyseiseen ongelmaan ottamalla käyttöön yhteiset tietomallit ja standardisoidut rajapinnat. Tämän hyötyinä olisi mm. jäteastioiden täyttöasteiden seuranta, jossa voitaisiin hyödyntää reaaliaikaista dataa ja sensorteknologiaa. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022.)

Muita jätteenkuljetuksen tyypillisiä optimointiongelmia ovat:

- Erinäiset muutokset. Jätteenkeräilypisteiden määrät sekä keräilypisteiden, varsinkin kimpfakeräilypisteiden paikat voivat muuttua ajan myötä, jolloin uusien reittien suunnittelu ja niiden optimointi on välttämätöntä.
- Erilaiset jätetyypit. Eri jätelajien keräilyssä käytetään erityyppisiä ajoneuvoja, jotka ovat yksi, kaksi, kolme, nelilokeroisia sekä etulastaavia jätteenkuljetusautoja. Useilla erityyppisillä jätteenkuljetusautoilla käydään samassa keräilypisteessä tyhjentämässä eri jätelajikkeita, joita ovat esimerkiksi biojäte, sekajäte ja kartonki.
- Liikennemääräykset ja rajoitukset. Nopeusrajoitukset vaikuttavat alueilla, joissa jätteenkeräilypisteiden etäisyydet ovat suuria. Liikennejärjestelyt esimerkiksi yksisuuntaisilla teillä vaikuttavat reittien toteutukseen.
- Ajoneuvojen kapasiteetti. Jätteenkuljetusautoissa kokonaisuudessaan ja akselimäärä vaikuttavat jätteen keräilymäärään, joka vaikuttaa siihen paljonko yksi ajoneuvo pystyy keräämään ennen tyhjennykseen menoa.
- Työntekijöiden ajoajat ja tauot. Kuljetuksen optimoinnissa tulee huomioida työntekijöiden ajo- ja työaikalainmukaiset kokonaisajojen sallitut määrät sekä tauot.

### 5.3 Lounais-Suomen jätehuollon reitityksen suunnittelu ja toteutus

Ennen urakan aloittamista tehdään reititys, jossa asiakaskohteet sijoitetaan maantieteellisiin perusteisiin tietyille reiteille ja tyhjennyspäiville. Tarkoituksena on saada samalla kadulla tai alueella olevien asiakkaiden tyhjennyspäivät mahdollisimman lähelle toisiaan. Esimerkkinä samalla kadulla olevat kahden viikon tyhjennysväleillä olevat, samaan rytmiin neljän viikon välein olevien kanssa, kahdeksan viikon välein olevat tyhjennykset samaan rytmiin kahden ja neljän viikon välein tyhjennettävien kanssa. Tällöin reittien optimointi tiettyjen katujen tai alueiden osalta ajettaisiin parillisina viikkoina ja toiset parittomina viikkoina. Huomioon täytyy ottaa myös, että viikot ovat tasapainoissa tyhjennysten ja niihin kuluvan ajan suhteen. Asiakkaan halutessa tyhjennyksen

kolmen viikon välein, voidaan hänelle ehdottaa yhtä kokoa isompaa jäteastiaa, jolloin tyhjennysväli voitaisiin muuttaa neljään viikkoon ja näin ollen asiakas voidaan sisällyttää muiden samalla alueella olevien asiakkaiden tyhjennysrytmiin. (Pennanen, T. henkilökohtainen tiedonanto, 30.01.2025.)

Urakan alkaessa on mahdollista, että kaikki tiedot eivät ole tarkasti tiedossa. Esimerkkinä asiakasmäärät, kohteiden osoitetiedot ja tyhjennysvälit. Puuttuvien tietojen saatua järjestelmään, tulee alue todennäköisesti reitittää uudelleen. Tarve uudelleen reititykseen riippuu siitä, paljonko uusia kohteita on alkuperäiseen määrään verrattuna tullut. (Pennanen T. henkilökohtainen tiedonanto, 30.01.2025.)

Mikäli urakan aikana tulee uusia asiakkaita, tulee heidät reitittää aiemmin mainittujen periaatteiden mukaisesti. Urakan aikana reittejä ja niiden toimivuutta tarkastellaan myös säännöllisesti ja niihin voidaan tehdä muutoksia tarvittaessa (mm. päivä- sekä viikkosiirtoin). Jos muutoksia tehdään, tarkoittaa se sitä, että asiakkaan tyhjennyspäivä/ -viikko voi muuttua, mikäli se parantaa reitin tehokkuutta. (Pennanen, T. henkilökohtainen tiedonanto, 30.01.2025.)

## 6 Tutkimuksen tavoite, rajaus ja toteutus

### 6.1 Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Tutkimuksen tarkoitus on verrata kahta jätteenkuljetusjärjestelmää toisiinsa, kiinteistön haltijan järjestämää ja kunnan kilpailuttamaa Uudenkaupungin alueella. Järjestelmiä verrataan toisiinsa logistisesta ja logistisen tehokkuuden näkökulmasta. Kuvassa 1 näkyy tutkimusalue.



Kuva 1. Tutkimusalue (Jalonen 2025.)

Tutkimusaineistona selvitystä varten käytetään jätehuoltoviranomaisen luovuttamia vuoden 2023 seurantatietoja kolmelta jätteenkuljetusyritykseltä. Aineisto sisältää noin 6000 sekajätekeräilypisteiden tiedot. Tarkastelu suoritettiin 140 l, 240 l, 360 l ja 660 litran sekajätteen astioille, jotka tyhjennetään samanlaisella kalustolla, 3-akselisella takalastaavalla jätteenkuljetusautolla, jonka kokonaiskapasiteetti on noin 10 000 tonnia.

Tarkastelusta jätettiin pois 200 litran säkkilineet, joiden tyhjentäminen on turvallisuusriski. Säkkilineitä tyhjentäessä kuljettajalla ei ole suojanaan tyhjennyksessä jäteastia vaan telineestä on jätesäkki, jonka mahdollisesta

sisällöstä tai painosta ei ole tietoa. Sekajätteiden seassa voi olla jotain terävää tai säkki voi mahdollisesti olla niin painava, että sitä on vaikea nostaa autoon. On myös mahdollista, että jättesäkki menee rikki sitä nostaessa, jolloin jätteet leviävät maahan. Kuljettajilla on turvavarusteet, kuten turvakengät sekä hanskat, mutta nekään ei aina takaa täyttä turvallisuutta.

Jätehuoltomääräyksessä (23 §) 200 l säkkitelien käyttö onkin kokonaan kielletty. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2024.)

Tarkastelusta jätettiin pois myös monilokerojäteastiat 155/155 (30/30) ja 135/135 (45/45) sekä syväkeräys- ja etukuormausastiat, sillä ne tyhjennetään erilaisella kalustolla. Tarkastelussa ei ole huomioitu tyhjennysajojen laskelmia Munaistenmetsän käsittelykeskukselle sekä siirtomatkoja tai muita reittejä, joita jätteenkuljetusauto saattaa ajaa ennen tai jälkeen tarkastelussa olevalle alueelle pääsyä. Reittien pituudet on mitattu ilmoitettujen jäteastioiden katuosoitetietojen perusteella.

Tutkimuksen päätarkastelu kohteina ovat ajosuorite, ajotunnit, polttoaineen kulutus ja päästöt. Tutkimus tehdään vain sekajätteelle. Nykymallinnus ja reittien optimointi tehtiin ArcGIS paikkatietojärjestelmäohjelmistolla. Nykymallinnuksessa sekä uusien reittien suunnittelussa käytetään samoja lähtötietoja ja perusteita.

Tutkimuksessa huomioidaan kaikissa tarkastelussa olevilla rajatuilla alueilla samalla viikkorytmillä pysyvät tyhjennykset, joita ajetaan ympäri vuoden sekä osavuotisia tyhjennyksiä, joiden tyhjennysväli ja jäteastiamäärä pysyvät samana noin 75 % vuodesta.

Kesäkauden ja ympärivuotisten yhteistarkastelussa olevat tyhjennykset jätettiin pois tarkastelusta kolmelta tutkimusalueelta niiden poikkeavan kalenteriviikkorytmin vuoksi. Ainoastaan yhdellä tarkastelussa olevalla Pyhämaan, Lyökin ja Iso-Kaskisen alueella huomioidaan myös kesäkauden ja ympärivuotisten tyhjennykset. Kesäkauden tarkastelun kanssa mukana olevat ympärivuotiset tyhjennykset ovat samat kuin ympäri- ja osavuotisisissa tarkasteluissa. Ainoastaan osavuotisten ja kesäkauden tiedot muuttuvat. Ympärivuotiset tyhjennykset ovat kesäkauden kanssa yhteistarkastelussa sillä

näitä tyhjennyksiä ajetaan muuttumattomana ympäri vuoden. Pyhämaan alueella verrattiin ympäri- ja osavuotisia sekä kesäkauden ja ympärivuotisten ajoja toisiinsa.

Osavuotisten tyhjennykset (75 %) samalla rytmillä ajettavien viikkorytmi muuttuu kesäkaudella, myös keräilypisteiden tyhjennysvälit tihenevät sekä jäteastiamäärät saattavat suurentua. Kesäkaudella tarkoitetaan kesäkuukausilla olevia tyhjennyksiä, joita ajetaan noin 25 % vuodesta. Kesäkauden tyhjennysajoissa otetaan huomioon aloitus- ja lopetusajankohta kalenteriviikkoina. Jokaisessa kesäkauden keräilypisteessä tyhjennyksen aloitus- sekä lopetusviikko on eri.

Reittien ajoaika ja pituudet lasketaan jäteastioiden keräilypisteiden katuosoitetietojen mukaan. Aikoihin on lisätty viikkojaon jäteastioiden tyhjennysaika 50 sekuntia ja samassa keräilypisteessä oleville lisäastioille 35 sekuntia jokaista viikkojaossa olevaa astiaa kohden. Aika perustuu 20 astiatyhjennyksen mitattuun keskiarvoon.

Tarkemmassa tarkastelussa on neljä aluetta: Uusikaupunki: keskusta-alue, Kalanti: Pappila, Pyhämaa: Lyökki ja Iso-Kaskinen, Lokalahti: Vartsaari, Takaranta, Korvenranta, Tuulensuu ja Perttaniemi. Alueiden valikoimiseen vaikutti sijainnit, jätteenkeräilypisteiden määrä sekä mahdollisimman erilaiset asuinalueet. Uudenkaupungin keskusta-alueella liikennemäärät ovat suurempia, välimatkat ovat lyhyempiä ja keräilypisteitä on enemmän kuin muilla tarkasteluilla alueilla. Kalannin Pappila on tiheä omakotitaloalue, jonka ajoalue on pieni. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alue sijaitsee saarella. Välimatkat ovat siellä pidempiä, mutta keräilypisteitä on vähemmän kuin muilla alueilla. Lokalahden Vartsaaren, Takarannan, Korvenrannan, Tuulensuun ja Perttaniemen alue on maaseutua, joissa välimatkat ovat pidemmät kuin muilla rajatuilla alueilla.

Jätteenkuljetusautojen ajosuoritteet on laskettu ainoastaan edellä mainittujen tutkimusalueiden osalta. Rajaus on tehty sen vuoksi, että jätteenkuljetusjärjestelmiä on mahdollista verrata vain mallintamalla ja optimoimalla kuljetukset samalta alueelta samoin perustein.

## 6.2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen toteutukseen käytettiin kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Tarkoituksen vertailla kahta jätteenkuljetusjärjestelmää, niiden toimivuuden ja tehokkuuden kannalta numeeriseen dataan perustuen. Valittu lähestymistapa on perusteltu laajan sekä selkeästi mitattavissa olevan aineiston vuoksi, myös tämän avulla pystytään tuloksia tarkastelemaan objektiivisesti. Tämä soveltuu hyvin tilanteisiin, joissa halutaan saada vertailukelpoista tietoa järjestelmien toiminnasta. Kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä rajaa pois mm. toimijoiden kokemukset sekä asiakaspalautteet, joita kvalitatiivisessa menetelmässä käytetään. Kuitenkaan tässä tutkimuksessa ei ollutkaan tarkoitus huomioida laadullisia menetelmiä. Näin ollen kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä toimii hyvin tämän työn tavoitteisiin. (Hirsjärvi et. al. 2009.)

Tutkimus toteutettiin vertaamalla kahden jätteenkuljetusjärjestelmän nykymallinnusta ja niiden optimoituja reittejä. Lähtötietoja jätteenkuljetusjärjestelmän nykymallinnuksessa ja reittioptimoinnissa käytettiin Uudenkaupungin alueen sekajätteiden tyhjennystietoja kolmelta jätteenkuljetusyritykseltä vuodelta 2023. Tyhjennystietojen lähtötiedoissa oli ilmoitettu keräilypisteiden katuosoitteet, postinumerot, kaupunkialueet, jätelaji, astiamäärät, koot, tyhjennysvälit, tyhjennysvälien voimassaoloviikot sekä kimpakeräilypisteet. Reittien toteutuksessa käytettiin jokaisen neljän rajatun alueen reitissä ArcGIS-paikkatietojärjestelmää.

Nykymallinnuksien reitit tehtiin kolmen eri jätteenkuljetusyrityksen tietojen perusteella, jotka toimivat Uudenkaupungin alueella. Mallinnukset aloitettiin tekemällä kolmelle jätteenkuljetusyritykselle optimoimalla heidän sekajätteen tyhjennysreitit. Tämän jälkeen pystyimme tekemään uuden optimoidun kuljetusreitit, jossa toimii yksi jätteenkuljetusyritys. Tässä optimoiduissa reitissä nykymallinnuksen kaikkien tyhjennysviikkojen keräilypisteet laskettiin yhteen, joka mahdollisti uusien reittien luomisen yhdelle yritykselle. Valmiiden reittien nykymallinnuksen ja uusien optimoitujen reittien perusteella verrattiin näitä kahta mallinnusta toisiinsa. Tutkimuksessa on vertailussa myös kilometrien määrä,

kokonais- kuljetukseen menevä aika, jätemäärät, polttoaineen kulutus sekä CO<sup>2</sup>-päästöt. Työssä huomioitu ainoastaan keräilyajot sekä tyhjennysajot on jätetty pois tarkastelusta, koska jätteenkuljetusauton kapasiteetti ei tarkastelu alueilla täyty.

### 6.3 ArcGIS - Paikkatietojärjestelmäohjelmisto

Nyky mallinnukset ja uudet reittioptimoinnit toteutettiin Esri ArcGIS – paikkatietojärjestelmäohjelmistolla. ArcGIS ohjelmisto soveltuu kaikenlaisten kuljetusten suunnittelemiseen sekä reittien optimoimiseen. Ohjelmistossa on kattavat maantieteellisen paikkatietoalustan työkalut, jotka mahdollistavat tietojen tarkastelun 2D:nä, 3D:nä sekä reaaliajassa. (Esri 2024.)

Ohjelmiston monipuolisilla työkaluilla voitiin toteuttaa laajamittainen tutkimus jätteenkuljetusoptimoinnista Uudenkaupungin alueella. Tutkimustyön kautta tutustuttiin samalla ArcGIS-järjestelmän käyttöön. Ohjelmistossa on erilaisia karttakatseluohjelmia, joista jokaisessa on erilaisia työkaluja ja ominaisuuksia. Käytössä oli ArcGIS Map Viewer Classic karttakatseluohjelma.

Karttakatseluohjelmaan lisättiin kaikki oleelliset lähtötiedot manuaalisesti. Ohjelmisto tarjoaa karttatasoja, jotka mahdollistivat muun muassa karttatasot jätteenkuljetusyrityksien, jäteastiakokojen sekä kesäkaudella ajettavien astioiden erillisen näkymän tarvittaessa. Jokaiseen osoitteiden paikannukseen laitettiin symboli ja sille väri, joka kuvastaa, mistä yrityksen keräilypisteestä on kyse. Tasot ja symbolit yrityksistä sekä tyhjennyksistä helpottivat huomattavasti optimoinnin tekoa. Ohjelmisto näyttää reitityksessä kuljetun matkan ja ajoajan sekä sillä voidaan jo valmiista tehdystä reitistä optimoida työkalun avulla vielä kustannustehokkaampi reitti. Tarkkailussa oli neljä erilaista rajattua aluetta Uudenkaupungin alueilla.

Ohjelmiston reitin optimointityökalulla oli mahdollista tehdä valmiista reitistä vielä kustannustehokkaampi, mutta optimointityökalu ei kuitenkaan toiminut halutulla tavalla jättäen välistä osan osoitepaikannuksista sekä reitit ei kulkeneet rajatun alueen sisällä, jolloin kaikki reitit tehtiin manuaalisesti.

Manuaalisella optimoinnilla pystyttiin tekemään tarkkoja reittioptimoiteja, jossa ajoreitit kulkevat rajatuiden alueiden sisällä sekä niissä on kaikki paikannukset huomioitu. Optimointityökalun ja manuaalisen optimoinnin erilaisia vaikutuksia on haastavaa huomioida, sillä optimointityökalu optimoi reitit jättäen huomiotta osan paikannuksista, jolloin ei saada tarkkaa tietoa ajomatkojen pituuksista ja ajoista.

#### 6.4 Polttoaineen kulutus ja päästöt

Liikenteestä peräisin olevat ympäristövaikutukset ovat pakokaasupäästöt, melu sekä tärinä. Pakokaasupäästöihin kuuluvat hiilidioksidi (CO<sup>2</sup>) ja muut niin sanotut säädellyt päästöt (CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM ja SO<sub>x</sub>). Hiilidioksidipäästöillä on merkittävin vaikutus ilmaston muutoksessa, ja sen vuoksi työssä on keskitytty vain hiilidioksidipäästöihin. (Interaction 2007, 12.)

Hiilidioksidi määrä mikä syntyy polttoaineen palamisesta, on suoraan yhteydessä kulutettuun polttoaineen määrään. Polttoaineen kulutukseen vaikuttavia tekijöitä on useita, esimerkkeinä ajoneuvon massa, kuorma ja tekniikka, käytetty polttoaine sekä erilaiset ulkoiset tekijät. Yksi litra dieseliä palaessaan tuottaa 2,69 kiloa hiilidioksidia, kun taas yksi litra bensiiniä tuottaa vastaavasti 2,39 kiloa hiilidioksidia. (Mickūnaitis et. all. 2007 160.)

Jätteenkuljetuksessa polttoaineen sekä päästöjen tarkka laskeminen on haastavaa, eri jätteenkuljetusautojen polttoaineenkulutuksen vaihtelun vuoksi. Yllä mainittujen vaikuttajien lisäksi polttoaineen kulutukseen vaikuttavat jätteenkuljetusauton tyyppi ja sen massa, kerättävän jätteen määrä ja sen laji sekä keräilypisteiden välinen matka. (Interaction 2007, 21–22.)

Tämän tutkimuksen päästöjen laskennassa käytetään mallia, jossa jätteenkuljetusauton polttoaineen vaihtelu keräilyajossa muuttuu kiihdytysmatkan mukaan (Taulukko 4). Kiihdytysmatka on jäteastioiden välinen etäisyys. Laskelmat on suoritettu oletusarvolla 1 L diesel tuottaa CO<sub>2</sub>-päästöjä 2,7 kg. Tutkimuksen polttoainelaskemissa käytetään Uudenkaupungin ja Kalannin tarkastelualueilla 130 l/100 km keräilypisteiden lyhyempien

etäisyyksien vuoksi ja Pyhämaan sekä Lokalahden tarkastelu alueilla 100 l/100 km koska keräilypisteillä on näillä alueilla pidemmät välimatkat.

Jäteastioiden välinen etäisyys	Kulutus
< 100 m	165 l / 100 km
100 - 300 m	130 l / 100 km
> 300 m	100 l / 100 km

Taulukko 4. Polttoaineen kulutuksen vaihtelu (Sinkonen, 2018, 28.)

Keräilyajo kuluttaa enemmän polttoainetta kuin tavallinen maantieajo, sen suuren kiihdytys ja jarrutus määrän vuoksi. Tutkimuksessa on huomioitu polttoaineen kulutuksen osalta ainoastaan keräilyajo. Tyhjennysajo, jossa jätteet viedään Muinaistenmetsän käsittelykeskukselle, jätetään pois laskelmista. Tyhjennysajoa ei oteta huomioon sen vuoksi, koska autot eivät täyty tarkastelualueiden keräilyajoissa ja mahdollisesti jatkavat keräilyä muualla. Tämä vaikeuttaa tyhjennysajon kulutuksen tai osan kulutuksesta kohdistamista tarkastelussa olevaan alueeseen. Myös tyhjäkäynti mikä tulisi, kun astia tyhjennetään jätteenkeräysautoon, on jätetty tarkastelussa ulkopuolelle.

## 7 Tutkimusten tulosten tarkastelu

### 7.1 Mallinnus keräilyreiteistä

Nykymallinnukset ja uusien reittienoptimoinnit tehtiin kappaleessa 6.3 mainitulla ArcGIS – paikkatietojärjestelmäohjelmistolla. Tuloksena saatiin karttoja, joita ei henkilötietosuojan vuoksi voida tuoda esille.

#### 7.1.1 Uusikaupunki, keskusta-alue

Uudenkaupungin keskusta-alue rajattiin pääasiassa ydinkeskustaan. Alueessa on mukana myös ydinkeskustan vieressä olevia alueita, joita ovat Pietola, Pohitulli, Viikainen ja Kainpirtti. Alue jakautuu kolmen jätteenkuljetusyrityksen kesken. Rajatulla alueella on 352 keräilypistettä ja 410 jäteastiaa. Jäteastiat ovat kooltaan 140–660 litraisia. Mallinnuksen laskelmissa on huomioitu ainoastaan rajatulla Uudenkaupungin keskustan alueella olevat reitit.

Alueella toimii 3 jätteenkuljetusyritystä, joiden keräilypisteet ja jäteastiat jakautuvat seuraavasti:

- A: keräilypisteitä 132 kpl (37,50 %) ja jäteastioita 166 kpl (40,49 %)
- B: keräilypisteitä 5 kpl (1,42 %) ja jäteastioita 5 kpl (1,22 %)
- C: keräilypisteitä 215 kpl (61,08 %) ja jäteastioita 239 kpl (58,29 %)

Taulukossa 5 on esitelty Uudenkaupungin keskusta-alueen mallinnuksien reittien perustiedot. Mallinnukset toteutetaan näiden tietojen pohjalta.

Tyhj.väli	Keräilyp.	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12	vk 13	vk 14	vk 15	vk 16
vk 1	64 kpl	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
vk 2	100 kpl		X		X		X		X		X		X		X		X
vk 3	19 kpl			X			X			X						X	
vk 4	132 kpl				X				X				X				X
vk 5	1 kpl					X					X					X	
vk 6	14 kpl						X						X				
vk 8	12 kpl								X								X
vk 12	9 kpl												X				
vk 16	1 kpl																X
Keräilypisteet yht.	352 kpl																
<b>Viikkojako</b>		1	1+2	1+3	1+2+4	1+5	1+2+3+6	1	1+2+4+8	1+3	1+2+5	1	1+2+3+4+6+12	1	1+2	1+3+5	1+2+4+8+16

Taulukko 5. Uudenkaupungin keskusta-alueen mallinnuksen perustiedot.

Uudenkaupungin keskusta-aluetta tarkastellaan 16 viikon tarkastelujaksoina, jotta huomioidaan kaikki alueella olevat viikkotyhjennykset. Tarkastelujaksoon muodostui yhteensä 11 erilaista keräilymallinnusta:

- 1 - viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 - viikon ja kahden välein tyhjennykset
- 1 + 3 - viikon ja kolmen viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 4 - viikon, kahden, neljän viikon välein tyhjennykset
- 1 + 5 - viikon ja viiden viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 3 + 6 - viikon, kahden, kolmen ja kuuden viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 4 + 8 - viikon, kahden, neljän ja kahdeksan viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 5 - viikon, kahden ja viiden viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 3 + 4 + 6 + 12 - viikon, kahden, kolmen, neljän ja kuuden viikon välein tyhjennykset
- 1 + 3 + 5 - viikon, kolmen ja viiden viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 4 + 8 + 16 - viikon, kahden, neljän, kahdeksan ja kuudentoista viikon välein tyhjennykset

Tarkastelujakso on 16 viikkoa, jossa tyhjennysväliviikkoina on 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12 ja 16 viikkoisten tyhjennykset. Keräilypisteiden määrä on ilmoitettu jokaisen tyhjennysvälin mukaan.

Viikon välein ajettavat tyhjennykset ajetaan jokaisella viikolla ja viikoilla 1, 7, 11 ja 13 ajetaan ainoastaan viikon välein tyhjennyksessä olevia jäteastioita. Keräilypisteitä on joka viikkoisella tyhjennyksellä yhteensä 64 kpl ja jäteastioita 112 kpl. Viikon ja kahden viikon välein jäteastioiden tyhjennykset ajetaan viikoilla 2 ja 14. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 164 kpl ja jäteastioita 220 kpl.

Viikon ja kolmen viikon välein tyhjennykset ajetaan viikoilla 3 ja 9. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 83 kpl ja astioita 132 kpl. Viikon, kahden ja neljän viikon välein jäteastioiden tyhjennykset ajetaan viikoilla 4. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 296 kpl ja astioita 352 kpl.

Viikolla 5 ajetaan viikon ja viiden viikon välein tyhjennettävät. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 65 kpl ja astioita 113 kpl. Viikolla 6 ajetaan viikon, kahden, kolmen ja kuuden viikon välein tyhjennykset. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 197 kpl ja astioita 255 kpl.

Viikolla 8 ajetaan viikoittaisten tyhjennysajojen lisäksi kahden, neljän ja kahdeksan viikon välein ajettavat tyhjennykset. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 308 kpl ja astioita 364 kpl. Viikolla 10 ajetaan viikon, kahden ja viiden viikon välein tyhjennettävät. Kymmenen viikon välein tyhjennettäviä ei rajatulla alueella ole lainkaan. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 165 kpl ja astioita 221 kpl.

Viikolla 12 ajetaan viikon, kahden, kolmen, neljän, kuuden ja kahdentoista viikon välein tyhjennykset. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 338 kpl ja jäteastioita 396 kpl. Viikolla 15 ajetaan viikoittaisten tyhjennysajojen lisäksi kolmen sekä viiden viikon välein ajettavat tyhjennykset. Viidentoista viikon välein tyhjennettäviä ei rajatulla alueella ole lainkaan. Astioita reitillä on yhteensä 84 kpl ja astioita 133 kpl.

Viikolla 16 ajetaan viikoittaisten tyhjennysajojen lisäksi kahden, neljän, kahdeksan ja kuudentoista viikon välein ajettavat tyhjennykset. Keräilypisteitä reitillä on yhteensä 309 kpl ja astioita 257 kpl.

Taulukossa 5 olevia perustietoja käyttäen saatiin luotua nykymallinnukset sekä uudet optimoidut reitit jokaiselle yhdelletoista keräilymallinnukselle. Viikon (viikkojako 1) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikoilla 1, 7, 11 ja 13. Viikon välein tyhjennettäviä jäteastioita nykymallinnuksessa ajaa kaksi jätteenkuljetusyritystä (A ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 64 kpl ja jäteastioita 112 kpl. Yritys A:lla on keräilypisteitä 33 kpl ja astioita 63 kpl. Yritys C:llä on keräilypisteitä 31 kpl ja astioita 49 kpl. Kokonaisajosuorite kahden yrityksen kesken yhteensä 16,4 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 2 tuntia 28 minuuttia. Uusi optimoitu reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi.

Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 10,7 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 1 tunti 49 minuuttia.

Viikon ja kahden viikon (viikkojako 1+2) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikoilla 2 ja 14. Viikon ja kahden viikon välein tyhjennettäviä astioita nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 164 kpl ja astioita 220 kpl. Yritys A:lla on keräilypisteitä 70 kpl ja astioita 103 kpl. Yritys B:llä keräilypisteitä ja astioita 3 kpl. Yritys C:llä on keräilypisteitä 91 kpl ja astioita 114 kpl.

Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yritysten kesken yhteensä 28,7 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 4 tuntia 9 minuuttia.

Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui 16,5 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 3 tuntia 35 minuuttia.

Viikon ja kolmen viikon (viikkojako 1+3) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikoilla 3 ja 9. Viikon välein tyhjennettäviä jäteastioita nykymallinnuksessa ajaa kaksi jätteenkuljetusyritystä (A ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 83 kpl ja jäteastioita 132 kpl. Yritys A:lla on keräilypisteitä 37 kpl ja astioita 68 kpl. Yritys C:llä on keräilypisteitä 46 kpl ja astioita 64 kpl. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yritysten kesken yhteensä 19,1 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 2 tuntia 17 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 13,5 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 2 tuntia 12 minuuttia.

Viikon, kahden ja neljän viikon (viikkojako 1+2+4) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikolla 4. Viikon ja kahden viikon välein tyhjennettäviä astioita nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 296 kpl ja astioita 352 kpl. Yritys A:lla on keräilypisteitä 119 kpl ja astioita 152 kpl. Yritys B:llä keräilypisteitä ja astioita 5 kpl. Yritys C:llä on keräilypisteitä 172 kpl ja astioita 195 kpl.

Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yritysten kesken yhteensä 37,6 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 6 tuntia 19 minuuttia.

Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 19 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 5 tuntia 35 minuuttia.

Viikon ja viiden viikon (viikkojako 1+5) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti, jotka ajetaan viikolla 5. Viikon ja viiden viikon välein tyhjennettäviä astioita nykymallinnuksessa ajaa kaksi jätteenkuljetusyritystä (A ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 65 kpl ja astioita 113 kpl. Yritys A:lla on keräilypisteitä 33 kpl ja astioita 63 kpl. Yritys C:llä on keräilypisteitä 32 kpl ja astioita 50 kpl. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yritysten kesken yhteensä 16,3 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 2 tuntia 31 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 10,7 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 1 tunti 51 minuuttia.

Viikon, kahden, kolmen ja kuuden viikon (viikkojako 1+2+3+6) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikolla 6. Viikon, kahden, kolmen ja kuuden viikon välein tyhjennettäviä astioita nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 65 kpl ja astioita 255 kpl. Yritys A:lla on keräilypisteitä 33 kpl ja astioita 110 kpl, yritys B:llä on keräilypisteitä ja astioita 3 kpl ja yritys C:n osuus 32 kpl keräilypisteitä ja 142 kpl astioita.

Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yritysten kesken yhteensä 29,3 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 4 tuntia 26 minuuttia.

Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla

ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 16,9 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 4 tuntia 6 minuuttia.

Viikon, kahden, neljän ja kahdeksan viikon (viikkojako 1+2+4+8) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikolla 8. Viikon, kahden, neljän ja kahdeksan viikon välein tyhjennettäviä astioita nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 308 kpl ja astioita 364 kpl. Yritys A:lla keräilypisteitä 123 kpl ja astioita 156 kpl, yritys B:llä keräilypisteitä ja astioita on 5 kpl. Yritys C:llä keräilypisteitä 180 kpl ja astioita 203 kpl. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yhteensä 37,5 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 6 tuntia 18 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi.

Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 19,1 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 5 tuntia 45 minuuttia.

Viikon, kahden ja viiden viikon (viikkojako 1+2+5) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikolla 10. Viikolla 10 ei ole kymmenen viikon kierrolla olevia astioita, jolloin viikkojen 1+2+5 muodostavat viikkojaon. Viikon, kahden ja viiden viikon välein tyhjennettäviä astioita nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 165 kpl ja astioita 221 kpl. Yritys A:lla keräilypisteitä on 70 kpl ja astioita 103 kpl, yritys B:llä keräilypisteitä ja astioita 3 kpl. Yritys C:llä keräilypisteitä 92 kpl ja astioita 115 kpl. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yhteensä 28,8 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 4 tuntia 10 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 16,5 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 3 tuntia 35 minuuttia.

Viikon, kahden, kolmen, neljän, kuuden ja kahdentoista viikon (viikkojako 1+2+3+4+6+12) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi

optimoitu reitti ajetaan viikolla 12. Nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 338 kpl ja astioita 396 kpl. Yritys A:lla keräilypisteistä on 127 kpl ja astioita 161 kpl, yritys B:llä keräilypisteitä ja astioita 5 kpl ja yritys C:llä keräilypisteitä 206 kpl ja astioita 230 kpl.

Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yhteensä 37,7 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 6 tuntia 54 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 19,6 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 6 tuntia 21 minuuttia.

Viikon, kolmen ja viiden viikon (viikkojako 1+3+5) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikolla 15. Viikolla 15 ei ole viidentoista viikon kierrolla olevia astioita, jolloin viikkojen 1+3+5 muodostavat viikkojaon. Viikon, kolmen ja viiden viikon välein tyhjennettäviä astioita nykymallinnuksessa ajaa kaksi jätteenkuljetusyritystä (A ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 84 kpl ja astioita 133 kpl. Yritys A:lla keräilypisteitä 37 kpl ja astioita 68 kpl. Yritys C:llä keräilypisteitä 47 kpl ja astioita 65 kpl. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yhteensä 21,4 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 2 tuntia 32 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 13,5 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 1 tunti 51 minuuttia.

Viikon, kahden, neljän, kahdeksan ja kuudentoista viikon (viikkojako 1+2+4+8+16) välein ajettavien tyhjennysten nykymallinnus sekä uusi optimoitu reitti ajetaan viikolla 16. Nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C).

Keräilypisteitä on yhteensä 309 kpl ja astioita 365 kpl. Yritys A:lla keräilypisteitä 124 kpl ja astioita 157 kpl, yritys B:llä keräilypisteitä ja astioita 5 kpl ja yritys C:llä keräilypisteitä 180 kpl ja astioita 203 kpl. Kokonaisajosuoritteeksi muodostui yhteensä 37,5 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden

tyhjennyksineen kuluu 6 tuntia 31 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa reitti on toteutettu yhdellä autolla ajettavaksi.

Kokonaisajosuoritteeksi muodostui uudessa optimoidussa reitissä 19,2 km ja aikaa reitin ajamiseen jäteastioiden tyhjennyksineen kuluu 5 tuntia 46 minuuttia.

Taulukossa 6 on laskettuna Uudenkaupungin keskustanalueen ajatut kilometrit viikko- ja vuositasolla. Keskusta- alueella ajosuoritetta pystyisi vähentämään vuositasolla 601,5 kilometrillä, joka on noin 42 % nykytilanteen kokonaisajosuoritteesta.

Viikko	Nykytilanne	Kunnan järjestämä
vk 1	16,4	10,7
vk 2	28,7	16,5
vk 3	19,1	13,5
vk 4	37,6	19
vk 5	16,3	11
vk 6	29,3	16,9
vk 7	16,4	10,7
vk 8	37,5	19,1
vk 9	19,1	13,5
vk 10	28,8	16,5
vk 11	16,4	10,7
vk 12	37,7	19,6
vk 13	16,4	10,7
vk 14	28,7	16,5
vk 15	21,4	13,5
vk 16	37,5	19,2
<b>Yhteensä</b>	<b>407,3</b>	<b>237,6</b>
<b>Vuositaso</b>	<b>1323,7 km</b>	<b>722,2 km</b>

Taulukko 6. Uudenkaupungin keskusta-alueen ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.

Taulukkoon 7 on koottu 16-viikkojaksolta vertailun tiedot kilometrien, autojen ja keräilyajan osalta. Taulukon tiedoista käy ilmi, kuinka paljon uudet optimoidut reitit eli kunnan kilpailuttama jätteenkuljetusjärjestelmä olisi nykyistä järjestelmää tehokkaampi.

Kuljetusmallinnuksen perustalta tehtyjen laskelmien perusteella kunnan järjestämä jätteenkuljetusjärjestelmässäkeräilyreitille kertyisi keskimäärin per viikko keräilypisteitä 22 kappaletta, auton täyttöaste olisi 60 %, keskimääräinen ajoaika 3 h 19 min ja keräilyreitin pituus 14,9 km.

Nykytilanne	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12	vk 13	vk 14	vk 15	vk 16	YHT.
<b>Yhtiö</b>	1	1+2	1+3	1+2+4	1+5	1+2+3+6	1	1+2+4+8	1+3	1+2+5	1	1+2+3+4+6+12	1	1+2	1+3+5	1+2+4+8+16	YHT.
<b>A (km)</b>	7,6	12,9	7,9	15,7	7,6	12,8	7,6	15,5	7,9	12,9	7,6	14,5	7,6	12,9	7,9	15,5	174,4
<b>B (km)</b>		2,2		5,8		2,2		5,8		2,2		5,8		2,2		5,8	32
<b>C (km)</b>	8,8	13,6	11,2	16,1	8,7	14,3	8,8	16,2	11,2	13,7	8,8	17,4	8,8	13,6	13,5	16,2	200,9
<b>Yht. (km)</b>	<b>16,4</b>	<b>28,7</b>	<b>19,1</b>	<b>37,6</b>	<b>16,3</b>	<b>29,3</b>	<b>16,4</b>	<b>37,5</b>	<b>19,1</b>	<b>28,8</b>	<b>16,4</b>	<b>37,7</b>	<b>16,4</b>	<b>28,7</b>	<b>21,4</b>	<b>37,5</b>	<b>407,3</b>
<b>Autot (lkm)</b>	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	40
<b>Aika (h)</b>	2,47	4,15	2,45	6,32	2,52	4,43	2,47	6,52	2,45	4,17	2,47	6,9	2,47	4,15	2,53	6,52	65,07
<b>Kunnan järjestelmä jättekuljetus</b>	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12	vk 13	vk 14	vk 15	vk 16	YHT.
<b>Yritys X (km)</b>	10,7	16,5	13,5	19	11	16,9	10,7	19,1	13,5	16,5	10,7	19,6	10,7	16,5	13,5	19,2	237,6
<b>Autot (lkm)</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
<b>Aika (h)</b>	1,82	3,58	2,2	5,58	1,85	4,1	1,82	5,75	2,2	3,58	1,82	6,2	1,82	3,58	1,85	5,75	53,15
<b>Ajosuoriteen ero % (nykytil. - kunnan järj.)</b>	-34,8	-42,5	-28,3	-49,5	-32,5	-42,3	-34,8	-49,1	-29,3	-42,7	-34,8	-48	-34,8	-44,9	-36,9	-41,3	-41,7

Taulukko 7. Uudenkaupungin keskusta-alueen keräilyajon vertailun yhteenveto.

Nykytilassa tarkastelu alueella käy viikoittain 2–3 jätteenkuljetusautoa. Kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä jäteastiat pystyttäisiin hoitaa yhdellä autolla. Mikä pudottaisi käytössä olevien autojen määrän 16-viikkojaksolla 40 jätteenkuljetusautosta 16 jätteenkuljetusautoon. Jätteenkuljetusautojen määrän vähentyessä alueella, olisi sillä suora yhteys polttoaineen ja päästöjen vähenemiseen. Katuverkon rasitus vähenisi myös sekä liikenneturvallisuus paransi.

Taulukossa 8 on esitetty Uudenkaupungin keskusta-alueen polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

Polttoaineenkulutuskalkelmista näkee, kuinka kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä polttoaineen kulutus, ja sitä myötä CO<sub>2</sub>-päästöt vähenevät vuositasolla 42 % nykytilaan verrattuna.

Nykytilanne						Kunnan järjestämä					
16-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (t)	CO2 (kg) päästöt	16-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (t)	CO2 (kg) päästöt
vk 1	2	64	16,4	21,32	57,6	vk 1	1	64	10,7	13,91	37,6
vk 2	3	164	28,7	37,31	100,7	vk 2	1	164	16,5	21,45	57,9
vk 3	2	83	19,1	24,83	67,0	vk 3	1	83	13,5	17,55	47,4
vk 4	3	296	37,6	48,88	132,0	vk 4	1	296	19	24,7	66,7
vk 5	2	65	16,3	21,19	57,213	vk 5	1	65	11	14,3	38,6
vk 6	3	197	29,3	38,09	102,8	vk 6	1	197	16,9	21,97	59,3
vk 7	2	64	16,4	21,32	57,6	vk 7	1	64	10,7	13,91	37,6
vk 8	3	308	37,5	48,75	131,6	vk 8	1	308	19,1	24,83	67,0
vk 9	2	83	19,1	24,83	67,0	vk 9	1	83	13,5	17,55	47,4
vk 10	3	165	28,8	37,44	101,1	vk 10	1	165	16,5	21,45	57,9
vk 11	2	64	16,4	21,32	57,6	vk 11	1	64	10,7	13,91	37,6
vk 12	3	338	37,7	49,01	132,3	vk 12	1	338	19,6	25,48	68,8
vk 13	2	64	16,4	21,32	57,6	vk 13	1	64	10,7	13,91	37,6
vk 14	3	164	28,7	37,31	100,7	vk 14	1	164	16,5	21,45	57,9
vk 15	2	84	21,4	27,82	75,1	vk 15	1	84	13,5	17,55	47,4
vk 16	3	309	37,5	48,75	131,6	vk 16	1	309	19,2	24,96	67,4
<b>Yhteensä</b>	<b>40</b>	<b>2512</b>	<b>407,3</b>	<b>529,49</b>	<b>1429,6</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>16</b>	<b>2512</b>	<b>237,6</b>	<b>308,88</b>	<b>834,0</b>
<b>Vuodessa</b>	<b>130</b>	<b>8164</b>	<b>1323,7</b>	<b>1720,8</b>	<b>4646,3</b>	<b>Vuodessa</b>	<b>52</b>	<b>8164</b>	<b>772,2</b>	<b>1003,9</b>	<b>2710,4</b>

Taulukko 8. Uudenkaupungin keskusta-alueen polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

Yllä esitetystä mallinnuksesta on huomioitu ainoastaan tarkastelussa ollut Uudenkaupungin keskustanalue, eikä tarkastelu poista autojen mahdollista operointia muilla alueilla joko ennen tai jälkeen alueelle pääsyä. Jotta kahta eri kuljetusjärjestelmää voidaan vertailla keskenään, pitää mallinnukset tehdä samoin perustein tietyltä alueelta ja alueen ulkopuolinen ajo jätettävä pois tarkastelusta.

### 7.1.2 Kalanti, Pappila

Kalannin alue rajattiin Pappilan omakotitaloalueeseen. Alue jakautuu kolmen jätteenkuljetusyrityksen kesken. Rajatulla alueella on yhteensä 68 keräilypistettä ja jäteastiaa. Jäteastiat ovat kooltaan 140–660 litraisia.

Mallinnuksen laskelmissa on huomioitu ainoastaan rajatulla Kalannin Pappilan alueella olevat reitit. Keräilyajon kuljetusäisyyksmittauksen aloituspisteenä on Pappilankujan ja Lahdentien risteys. Reitien loppupisteenä on Kehätien ja Lahdentien risteys.

Alueella toimii 3 jätteenkuljetusyritystä, joiden keräilypisteet ja jäteastiat jakautuvat seuraavasti:

- A: keräilypisteitä ja jäteastioita 61 kpl (89,71 %)
- B: keräilypisteitä ja jäteastioita 2 kpl (2,94 %)
- C: keräilypisteitä 5 kpl (7,35 %)

Kalannin Pappilan aluetta tarkastellaan 12 viikon tarkastelujaksoina, jotta huomioidaan kaikki alueella olevat viikkotyhjennykset. Tarkastelujaksolle muodostui yhteensä 7 erilaista keräilymallinnusta:

- 1 - viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 - viikon ja kahden välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 4 - viikon, kahden, neljän viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 6 - viikon, kahden ja kuuden viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 4 + 8 - viikon, kahden, neljän ja kahdeksan viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 10 - viikon, kahden ja kymmenen viikon välein tyhjennykset
- 1 + 2 + 4 + 6 + 12 - viikon, kahden, neljän, kuuden ja kahdentoista viikon välein tyhjennykset

Taulukossa 9 esitellään Kalannin Pappilan alueen mallinnuksien reittien perustiedot. Mallinnukset toteutettiin näiden tietojen pohjalta. Tarkastelujakso on 12 viikkoa, jossa tyhjennysväliviikkoina on 1, 2, 4, 6, 8 ja 12 viikkoisten tyhjennykset.

Tyhj.väli	Keräilytp.	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12
vk 1	1 kpl	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
vk 2	20 kpl		X		X		X		X		X		X
vk 4	38 kpl				X				X				X
vk 6	2 kpl						X						X
vk 8	4 kpl								X				
vk 10	1 kpl										X		
vk 12	2 kpl												X
Keräilypisteet yht.	68 kpl												
<b>Viikkojako</b>		1	1+2	1	1+2+4	1	1+2+6	1	1+2+4+8	1	1+2+10	1	1+2+4+6+12

Taulukko 9. Kalannin Pappilan alueen mallinnuksen perustiedot.

Kalannin Pappilan alueen viikkojaon 1+2+4+8 tarkastelujakson nykymallinnuksessa ajaa kolme jätteenkuljetusyritystä (A, B ja C). Keräilypisteitä ja astioita on 63 kpl. Viikkorytmillä 1+2+4+8 tyhjennettävien

jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 7 km ja aika 1 h 21 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 3,2 km ja ajaksi 1 h 5 minuuttia.

Taulukossa 10 on laskettuna Kalannin Pappilan asuinalueen ajatut kilometrit viikko- ja vuositasolla. Keskusta-alueella ajosuoritetta pystyisi vähentämään vuositasolla 98 kilometrillä, joka on noin 45 % nykytilanteen kokonaisajosuoritteesta.

Viikko	Nykytilanne	Kunnan järjestämänä
vk 1	1,5	1,5
vk 2	6,1	2,7
vk 3	1,5	1,5
vk 4	6,8	3
vk 5	1,5	1,5
vk 6	6,1	2,7
vk 7	1,5	1,5
vk 8	7	3,2
vk 9	1,5	1,5
vk 10	6,1	2,7
vk 11	1,5	1,5
vk 12	6,8	3
<b>Yhteensä</b>	47,9	26,3
<b>Vuositaso</b>	207,6 km	114 km

Taulukko 10. Kalannin Pappilan alueen ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.

Taulukkoon 11 on koottu 12-viikkojaksolta vertailun tiedot kilometrien, autojen ja keräilyajan osalta. Taulukon tiedoista käy ilmi, kuinka paljon uusi optimoitu reitti eli kunnan kilpailuttama jätteenkuljetusjärjestelmä olisi nykyistä järjestelmää tehokkaampi.

Nykytilanne	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12	
<b>Yhtiö</b>	1	1+2	1+3	1+2+4	1+5	1+2+3+6	1	1+2+4+8	1+3	1+2+5	1	1+2+3+4+6+12	YHT.
<b>A (km)</b>	1,5	2,3	1,5	3	1,5	2,3	1,5	3,2	1,5	2,3	1,5	3	25,1
<b>B (km)</b>		1,8		1,8		1,8		1,8		1,8		1,8	10,8
<b>C (km)</b>		2		2		2		2		2		2	12
<b>Yht. (km)</b>	1,5	6,1	1,5	6,8	1,5	6,1	1,5	7	1,5	6,1	1,5	6,8	47,9
<b>Autot (lkm)</b>	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	30
<b>Aika (h)</b>	0,08	0,62	0,08	1,28	0,08	0,63	0,08	1,35	0,08	0,67	0,08	1,35	6,38
<b>Kunnan järjestämä jätekuljetus</b>	1	1+2	1+3	1+2+4	1+5	1+2+3+6	1	1+2+4+8	1+3	1+2+5	1	1+2+3+4+6+12	YHT.
<b>Yritys X (km)</b>	1,5	2,7	1,5	3	1,5	2,7	1,5	3,2	1,5	2,7	1,5	3	26,3
<b>Autot (lkm)</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
<b>Aika (h)</b>	0,08	0,45	0,08	1,02	0,08	0,48	0,08	1,08	0,08	0,47	0,08	1,08	5,06
<b>Ajosuoritteiden ero % (nykytil. - kunnan järj.)</b>	-0	-55,7	-0	-55,9	-0	-55,7	-0	-54,3	-0	-55,7	-0	-55,9	-45,1

Taulukko 11. Kalannin Pappilan alueen keräilyajon vertailun yhteenveto.

Nykytilassa tarkastelu alueella käy joka pariton viikko 1 jätteenkuljetusauto ja parillinen viikko 3 jätteenkuljetusautoa. Kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä jäteasiat pystyttäisiin hoitaa yhdellä jätteenkuljetusautolla. Mikä pudottaisi käytössä olevien jätteenkuljetusautojen määrän 12-viikkojaksolla 30 jätteenkuljetusautosta 12 jätteenkuljetusautoon. Jätteenkuljetusautojen määrän vähentyessä alueella, olisi sillä suora yhteys polttoaineen ja päästöjen vähenemiseen. Katuverkon rasitus vähenisi myös sekä liikenneturvallisuus paranisi.

Taulukossa 12 on esitetty Kalannin Pappilan alueen polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

Polttoaineenkulutuslaskelmista näkee kuinka kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä polttoaineen kulutus, ja sitä myötä CO<sub>2</sub>-päästöt vähenevät vuositason 45 % nykytilaan verrattuna.

## Nykytilanne

12-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt
vk 1	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 2	3	19	6,1	7,93	21,4
vk 3	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 4	3	59	6,8	8,84	23,9
vk 5	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 6	3	21	6,1	7,93	21,4
vk 7	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 8	3	63	7	9,1	24,6
vk 9	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 10	3	20	6,1	7,93	21,4
vk 11	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 12	3	63	6,8	8,84	23,9
Yht.	24	251	47,9	62,3	166,1
Vuodessa	104	1088	207,6	269,9	728,7

## Kunnan järjestämä

12-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt
vk 1	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 2	1	19	2,7	3,51	9,5
vk 3	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 4	1	59	3	3,9	10,5
vk 5	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 6	1	21	2,7	3,51	9,5
vk 7	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 8	1	63	3,2	4,16	11,2
vk 9	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 10	1	20	2,7	3,51	6,0
vk 11	1	1	1,5	1,95	5,3
vk 12	1	63	3	3,9	10,5
Yht.	12	251	26,3	34,2	92,3
Vuodessa	52	1088	109,6	148,2	400,1

Taulukko 12. Kalannin Pappilan alueen polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

### 7.1.3 Pyhämaa, Lyökki ja Iso-Kaskinen – Ympäri- ja osavuotiset

Pyhämaan alue rajattiin Lyökin ja Iso-Kaskisen alueeseen, jossa tarkastellaan ympärivuotisia ja osavuotisia, joilla tarkoitetaan noin 75 % vuodesta ajettavia tyhjennyksiä sekä erikseen tarkastelussa on saman alueen kesäkauden ja ympärivuotiset tyhjennykset. Rajattu alue on yksi Pyhämaan saarista. Alue jakautuu kahden jätteenkuljetusyrityksen kesken. Rajatulla alueella on ympäri- ja osavuotisia keräilypisteitä ja jäteastioita yhteensä 23 kpl. Ympärivuotisia keräilypisteitä ja astioita on 13 kpl ja osavuotisia 10 kpl. Jäteastiat ovat kooltaan 140–660 litraisia. Mallinnuksen laskelmissa on huomioitu ainoastaan rajatulla Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueella olevat reitit.

Alueella toimii 2 jätteenkuljetusyritystä, joiden ympäri- ja osavuotiset käyntipaikat jakautuvat seuraavasti:

- A: keräilypisteitä ja jäteastioita 19 kpl (82,61 %)

- C: keräilypisteitä ja jäteastioita 4 kpl (17,39 %)

Taulukossa 13 esitellään Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen mallinnuksien ympäri- ja osavuotisten reittien perustiedot. Mallinnukset toteutettiin näiden tietojen pohjalta.

Tyhj.väli	Keräilytp.	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12
vk 2	1 kpl		X				X		X		X		X
vk 4	10 kpl				X				X				X
vk 6	3 kpl						X						X
vk 8	6 kpl								X				
vk 12	3 kpl												X
Keräilypisteet yht.	23 kpl												
<b>Viikkojako</b>			2		2+4		2+6		2+4+8		2		2+4+6+12

Taulukko 13. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen mallinnuksen perustiedot.

Pyhämaan rajattua aluetta tarkastellaan 12 viikon tarkastelujaksoina, jotta huomioidaan kaikki alueella olevat viikkotyhjennykset. Ympäri- ja osavuotisen tarkastelujaksolle muodostui yhteensä 5 erilaista keräilymallinnusta:

2 - kahden viikon välein tyhjennykset

2 + 4 - kahden ja neljän viikon välein tyhjennykset

2 + 6 - kahden ja kuuden viikon välein tyhjennykset

2 + 4 + 8 - kahden, neljän ja kahdeksan viikon välein tyhjennykset

2 + 4 + 6 + 12 - kahden, neljän, kuuden ja kahdentoista viikon välein tyhjennykset

Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen viikkojaon 2+4+6+12 ympäri- ja osavuotisen keräilyajon tarkastelujakson nykymallinnuksessa ajaa kaksi jätteenkuljetusyritystä (A ja C). Keräilypisteitä ja astioita on 17 kpl. Viikkorytmillä 2+4+6+12 tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 22 km ja aika 48 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 22 km ja ajaksi 52 minuuttia.

#### 7.1.4 Pyhämaa, Lyökki ja Iso-Kaskinen – Kesäkausi ja ympärivuotiset

Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueella erikseen tarkastelussa on koko vuoden samalla rytmillä pysyvät tyhjennykset sekä kesäkaudella olevat tyhjennykset, joissa on huomioitu keräilypisteiden kalenteriviikkojen aloitus- ja

lopetusviikot. Kesäkaudella ja ympäri vuotuisissa tyhjennyksissä keräilypisteitä on 37 kpl ja jäteastioita on yhteensä 39 kpl. Ympärivuotiset keräilypisteet ja jäteastiat ovat samat kuin ympäri- ja osavuotisessa tarkastelussa, joita on yhteensä 13 kpl. Jäteastiat ovat kooltaan 140–660 litraisia.

Tarkastelussa on kesäkauden ja ympärivuotisten samalla rytmillä pysyvät tyhjennykset.

Alueella toimii kesäkaudella 2 jätteenkuljetusyritystä, joiden käyntipaikat jakautuvat seuraavasti:

- A: keräilypisteitä 30 kpl (81,08 %) ja jäteastioita 32 kpl (82,05 %)
- C: keräilypisteitä 7 kpl (18,92 %) ja jäteastioita 7 kpl (17,95 %)

Taulukossa 14 esitellään Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen kesäkauden ja ympärivuotisten mallinnuksien reittien perustiedot. Mallinnukset toteutettiin näiden tietojen pohjalta.

Tyhj.väli	Keräilyp.	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12	vk 13	vk 14
vk 2	9 kpl		X		X		X		X		X		X		X
vk 4	13 kpl				X				X				X		
vk 6	3 kpl						X						X		
vk 8	6 kpl								X						
vk 10	1 kpl										X				
vk 12	4 kpl												X		
vk 14	1 kpl														X
Keräilypisteet yht.	37 kpl														
<b>Viikkojako</b>			2		2+4		2+6		2+4+8		2+10		2+4+6+12		2+14

Taulukko 14. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen kesäkauden ja ympärivuotisten mallinnuksen perustiedot.

Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen aluetta tarkastellaan 14 viikon tarkastelujaksoina, jotta huomioidaan kaikki alueella olevat viikkotyhjennykset. Kesäkaudella ja ympärivuotisessa tarkastelussa huomioidaan tyhjennykset kalenteriviikkojen mukaan. Kalenteriviikkojen tyhjennysaika alkaa viikolla 23 ja loppuu viikolla 36. Tarkastelujaksolle muodostui yhteensä 7 erilaista keräilymallinnusta:

- 2 (Kalenteriviikko 24) - kahden viikon välein tyhjennykset
- 2 + 4 (Kalenteriviikko 26) – kahden ja neljän viikon välein tyhjennykset

- 2 + 6 (Kalenteriviikko 28) - kahden ja kuuden viikon välein tyhjennykset
- 2 + 4 + 8 (Kalenteriviikko 30) - kahden, neljän ja kahdeksan viikon välein tyhjennykset
- 2 + 10 (Kalenteriviikko 32) - kahden ja kymmenen viikon välein tyhjennykset
- 2 + 4 + 6 + 12 (Kalenteriviikko 34) - kahden, neljän, kuuden ja kahdentoista viikon välein tyhjennykset
- 2 + 14 (Kalenteriviikko 36) - kahden ja neljäntoista viikon välein tyhjennykset

Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen kesäkauden ja ympärivuotisten viikkojaon 2+4+6+12 (Kalenteriviikko 34) keräilyajon tarkastelujakson nykymallinnuksessa ajaa kaksi jätteenkuljetusyritystä (A ja C). Keräilypisteitä ja astioita on 29 kpl. Viikkorytmillä 2+4+6+12 (Kalenteriviikko 34) tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 26 km ja aika 1 h 25 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 18 km ja ajaksi 1 h 19 minuuttia.

Taulukkoon 15 on laskettuna Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen asuinalueella ajetut kilometrit viikko- ja vuositasolla Kunnan järjestämänä vuositasolla ajosuoritetta tulee 73,9 km (-19,3 %) ja kesällä 104 km (-22,7 %) vähemmän kuin, mitä nykytilanteessa, mikä on kiinteistön haltijan järjestämä jätteenkuljetusjärjestelmä.

**Ympäri- ja osavuotisten  
12-viikkojakso**

Viikko	Nykytilanne	Kunnan järjestämänä
vk 2	6	6
vk 4	17	12
vk 6	12	8
vk 8	25	17
vk 10	6	6
vk 12	22	22
<b>Yhteensä</b>	<b>88</b>	<b>71</b>
<b>Vuositaso</b>	<b>381,3 km</b>	<b>307,4 km</b>

**Kesäkauden ja ympärivuotisten  
14-viikkojakso**

Viikko	Nykytilanne	Kunnan järjestämänä
vk 2	10	10
vk 4	23	15
vk 6	15	11
vk 8	28	20
vk 10	10	10
vk 12	26	18
vk 14	11	11
<b>Yhteensä</b>	<b>123</b>	<b>95</b>
<b>Vuositaso</b>	<b>456,9 km</b>	<b>352,9 km</b>

Taulukko 15. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen kesäkauden ja ympärivuotisten ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.

Taulukkoon 16 on koottu 12-viikkojaksolta ja kesän 14-viikkojaksolta vertailun tiedot kilometrien, autojen ja keräilyajan osalta. Pyhämaan tarkastelu alue oli ainut, jossa huomioitiin erikseen myös kesäkauden ja ympärivuotisten tyhjennykset niiden suuren määrän vuoksi. Kun tarkastellaan tuloksia ilman vain kesäkauden ja ympärivuotisia tyhjennettäviä 12-viikkojaksolta, eroavaisuutta on noin 19 %. Ja kun katsotaan kesäkauden ja ympärivuotisten 14-viikkojaksoa eroavaisuutta, on 22,7 %. Tuloksissa ei siis ole paljoa eroa oli kyseessä ympäri- ja osavuotiset tai kesäkauden ja ympärivuotisten keräilyajot.

**Ympäri- ja osavuotisten 12-viikkojakso**

Nykytilanne	vk 2	vk 4	vk 6	vk 8	vk 10	vk 12	
Yhtiö	1+2	1+2+4	1+2+3+5	1+2+4+8	1+2+5	1+2+3+4+6+12	YHT.
A (km)	5	12	8	17	6	13	62
C (km)	0	5	4	8	0	9	17
Yht. (km)	8	17	12	25	6	22	88
Autot (lkkm)	1	2	2	2	1	1	9
Aika (h)	0,17	0,63	0,37	1,05	0,17	0,63	3,02
Kunnan järjestämä jätekuljetus	vk 2	vk 4	vk 6	vk 8	vk 10	vk 12	YHT.
Yritys X (km)	8	12	8	17	6	22	71
Autot (lkkm)	1	1	1	1	1	1	6
Aika (h)	0,17	0,53	0,27	0,88	0,17	0,67	2,69
Ajosuoritteiden ero % (nykytil. - kunnan järj.)	-0	-29,4	-33,3	-32	-0	-0	-19,3

**Kesäkauden ja ympärivuotisten 14-viikkojakso**

Nykytilanne	vk 2	vk 4	vk 6	vk 8	vk 10	vk 12	vk 14	
Yhtiö	1+2	1+2+4	1+2+3+5	1+2+4+8	1+2+5	1+2+3+4+6+12	1+2	YHT.
A (km)	10	15	11	17	10	16	11	80
C (km)	0	8	4	11	0	10	0	28
Yht. (km)	10	23	15	28	10	28	11	123
Autot (lkkm)	1	2	2	2	1	2	1	10
Aika (h)	0,43	1	0,6	1,5	0,43	1,42	0,47	5,42
Kunnan järjestämä jätekuljetus	vk 2	vk 4	vk 6	vk 8	vk 10	vk 12	vk 14	YHT.
Yritys X (km)	10	15	11	20	10	18	11	85
Autot (lkkm)	1	1	1	1	1	1	1	6
Aika (h)	0,43	0,9	0,53	1,25	0,43	1,15	0,47	4,73
Ajosuoritteiden ero % (nykytil. - kunnan järj.)	-0	-35	-28,7	-28,8	-0	-30,8	-0	-22,7

Taulukko 16. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen ympäri- ja osavuotisten ja kesäkauden ja ympärivuotisen keräilyajon vertailun yhteenveto.

Nykytilassa tarkastelu alueella, kun katsottiin ympäri- ja osavuotisten 12-viikkojaksoa tai kesäkauden 14-viikkojaksoa, käy alueilla 1–2 jätteenkuljetusautoa viikossa. Kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä muun vuoden ja kesäkauden ja ympärivuotisten jäteasiat pystyttäisiin hoitamaan yhdellä jätteenkuljetusautolla. Mikä pudottaisi käytössä olevien jätteenkuljetusautojen määrän 12-viikkojaksolla 9 jätteenkuljetusautosta 6 jätteenkuljetusautoon ja 14-viikkojaksolla 10 jätteenkuljetusautosta 6 jätteenkuljetusautoon. Pyhämaan alueella jätteenkuljetusautojen määrän

putoaminen ei ole yhtä suurta kuin muilla tarkastelussa olleilla alueilla, kuitenkin myös tässä kohtaa jätteenkuljetusautojen määrän laskun vuoksi myös polttoaine ja päästöt vähenisi.

Taulukossa 17 on esitetty Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

Polttoaineenkulutuslaskelmista näkee kuinka kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä polttoaineen kulutus, ja sitä myötä CO<sub>2</sub>-päästöt vähenevät vuositasolla ilman kesäkauden ja ympärivuotisten tyhjennyksiä noin 19 % ja kesäkauden ja ympärivuotisten tyhjennyksien kanssa 22,8 % nykytilaan verrattuna.

Ympäri- ja osavuotiset nykytilanne						Ympäri- ja osavuotiset kunnan järjestämä					
12-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt	12-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt
vk 2	1	1	6	6	16,2	vk 2	1	1	6	6	16,2
vk 4	2	11	17	17	45,9	vk 4	1	11	12	12	32,4
vk 6	2	4	12	12	32,4	vk 6	1	4	8	8	21,6
vk 8	2	17	25	25	67,5	vk 8	1	17	17	17	45,9
vk 10	1	1	6	6	16,2	vk 10	1	1	6	6	16,2
vk 12	2	14	22	22	59,4	vk 12	1	14	22	22	59,4
Yht.	10	48	88	88	237,6	Yht.	6	48	71	71	191,7
Vuodessa	43	208	381,3	381,3	1029,5	Vuodessa	26	208	307,4	307,4	830

Kesäkausi ja ympärivuotiset nykytilanne						Kesäkausi ja ympärivuotiset kunnan järjestämä					
14-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt	14-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt
vk 2	1	9	10	10	27,0	vk 2	1	9	10	10	27,0
vk 4	2	22	23	23	62,1	vk 4	1	22	15	15	40,5
vk 6	2	12	15	15	40,5	vk 6	1	12	11	11	29,7
vk 8	2	28	28	28	75,6	vk 8	1	28	20	20	54,0
vk 10	1	10	10	10	27,0	vk 10	1	10	10	10	27,0
vk 12	2	29	26	26	70,2	vk 12	1	29	18	18	48,6
vk 14	1	10	11	11	29,7	vk 14	1	10	11	11	29,7
Yht.	11	120	123	123	332,1	Yht.	7	120	95	95	256,5
Vuodessa	41	446	456,9	456,9	1233,6	Vuodessa	26	446	352,9	352,9	952,8

Taulukko 17. Pyhämaan Lyökin ja Iso-Kaskisen alueen ympäri- ja osavuotisten ja kesäkauden ja ympärivuotisten polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

### 7.1.5 Lokalahti

Lokalahden alue rajattiin viiteen eri maaseudulla sijaitsevaan alueeseen Vartsaareen, Takarantaan, Korvenrantaan, Tuulensuuhun ja Perttaniemeen. Alue jakautuu kahden jätteenkuljetusyrityksen kesken. Rajatulla alueella on 54 käyntipaikkaa ja 55 jäteastiaa. Jäteastiat ovat kooltaan 140–660 litraisia. Lokalahden alueen keräilyajon kuljetusetäisyyksimittauksen aloitus- ja loppupisteenä on Raumalan silta 391.

Mallinnuksen laskelmissa on huomioitu ainoastaan rajatulla Lokalahden Vartsaaren, Takarannan, Korvenrannan, Tuulensuun ja Perttaniemen alueella olevat reitit.

Taulukossa 18 esitellään Lokalahden tarkastelu alueen mallinnuksien reittien perustiedot. Mallinnukset toteutettiin näiden tietojen pohjalta. Alueella toimii 2 jätteenkuljetusyritystä, joiden käyntipaikat jakautuvat seuraavasti:

- A: keräilypisteitä 18 kpl (33,33 %) ja jäteastioita 18 kpl (32,73 %)
- C: keräilypisteitä 36 kpl (67,27 %) ja jäteastioita 37 kpl (67,27 %)

Tyhjennysväli	Keräilyp.	vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12
vk 2	9 kpl		X		X		X		X		X		X
vk 4	36 kpl				X				X				X
vk 6	2 kpl						X						X
vk 8	3 kpl								X				
vk 10	1 kpl										X		
vk 12	2 kpl												X
Keräilypisteet yht.	54 kpl												
<b>Viikkojako</b>			2		2+4		2+6		2+4+8		2+10		2+4+6+12

Taulukko 18. Lokalahden tarkastelu alueen mallinnuksen perustiedot.

Lokalahden Vartsaaren, Takarannan, Korvenrannan, Tuulensuun ja Perttaniemen aluetta tarkastellaan 12 viikon tarkastelujaksoina, jotta huomioidaan kaikki alueella olevat viikkotyhjennykset. Tarkastelujaksolle muodostui yhteensä 6 erilaista keräilymallinnusta:

- 2 - kahden viikon välein tyhjennykset

- 2 + 4 - kahden ja neljän viikon välein tyhjennykset
- 2 + 6 - kahden ja kuuden viikon välein tyhjennykset
- 2 + 4 + 8 - kahden, neljän ja kahdeksan viikon välein tyhjennykset
- 2 + 10 - kahden ja kymmenen viikon välein tyhjennykset
- 2 + 4 + 6 + 12 - kahden, neljän, kuuden ja kahentoista viikon välein tyhjennykset

Viikkorytmillä 2 tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksen ja kunnan järjestämän jätteenkuljetuksen kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 26 km ja aika 48 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 22 km ja ajaksi 44 minuuttia. Keräilypisteitä ja astioita 10 kpl.

Viikkorytmillä 2+4 tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 71 km ja aika 2 h 56 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 48 km ja ajaksi 2 h 21 minuuttia. Keräilypisteitä on 45 kpl ja astioita 46 kpl.

Viikkorytmillä 2+6 tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa Kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 26 km ja aika 53 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 22 km ja ajaksi 47 minuuttia. Keräilypisteitä ja astioita 12 kpl.

Viikkorytmillä 2+4+8 tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 82 km ja aika 3 h 18 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 49 km ja ajaksi 2 h 31 minuuttia. Keräilypisteitä 48 kpl ja astioita 49 kpl.

Viikkorytmillä 2+10 tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 30 km ja aika 55 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa

kokonaisajosuoritteeksi saadaan 23 km ja ajaksi 48 minuuttia. Keräilypisteitä ja astioita 11 kpl.

Viikkorytmillä 2+4+6+12 tyhjennettävien jäteastioiden nykymallinnuksessa ja kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuorite nykymallinnuksessa 73 km ja aika 3 h 7 minuuttia. Kunnan järjestämässä jätteenkuljetuksessa kokonaisajosuoritteeksi saadaan 50 km ja ajaksi 2 h 29 minuuttia. Keräilypisteitä 50 kpl ja astioita 51 kpl.

Taulukossa 19 on laskettuna Lokalahden Vartsaaren, Takarannan, Korvenrannan, Tuulensuun ja Perttanimen asuinalueiden ajatut kilometrit viikko- ja vuositasolla. Lokalahden alueen ajosuoritetta pystyisi vähentämään vuositasolla 407,4 kilometrillä, joka on noin 31 % nykytilanteen kokonaisajosuoritteesta.

Viikko	Nykytilanne	Kunnan järjestämänä
vk 2	26	22
vk 4	71	48
vk 6	26	22
vk 8	82	49
vk 10	30	23
vk 12	73	50
<b>Yhteensä</b>	308	214
<b>Vuositaso</b>	1334,7 km	927,3 km

Taulukko 19. Lokalahden tarkastelu alueen ajokilometrit viikko- ja vuositasolla.

Taulukkoon 20 on koottu 12-viikkojaksolta vertailun tiedot kilometrien, autojen ja keräilyajan osalta. Taulukon tiedoista käy ilmi, kuinka paljon uusi optimoitu reitti eli kunnan kilpailuttama jätteenkuljetusjärjestelmä olisi nykyistä järjestelmää tehokkaampi.

Nykytilanne	vk 2	vk 4	vk 6	vk 8	vk 10	vk 12	
<b>Yhtiö</b>	<u>1+2</u>	<u>1+2+4</u>	<u>1+2+3+6</u>	<u>1+2+4+8</u>	<u>1+2+5</u>	<u>1+2+3+4+6+12</u>	<b>YHT.</b>
A (km)	4	28	4	37	8	29	110
C (km)	22	43	22	45	22	44	198
Yht. (km)	26	71	26	82	30	73	308
Autot (lkm)	2	2	2	2	2	2	12
Aika (h)	0,8	2,93	0,88	3,3	0,92	3,12	11,95
<b>Kunnan järjestämä jätekuljetus</b>	vk 2 <u>1+2</u>	vk 4 <u>1+2+4</u>	vk 6 <u>1+2+3+6</u>	vk 8 <u>1+2+4+8</u>	vk 10 <u>1+2+5</u>	vk 12 <u>1+2+3+4+6+12</u>	<b>YHT.</b>
Yritys X (km)	22	48	22	49	23	50	214
Autot (lkm)	1	1	1	1	1	1	6
Aika (h)	0,73	2,35	0,78	2,52	0,8	2,48	9,66
Ajosuoriteen ero % (nykytil. - kunnan järj.)	-15,4	-32,4	-15,4	-41,2	-23,3	-31,5	-30,5

Taulukko 20. Lokalahden tarkastelu alueen keräilyajon vertailun yhteenveto.

Nykytilassa tarkastelu alueella käy joka parillinen viikko 2 jätteenkuljetusautoa. Kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä jäteastiat pystyttäisiin hoitaa yhdellä jätteenkuljetusautolla. Mikä pudottaisi käytössä olevien jätteenkuljetusautojen määrän 12-viikkojaksolla 12 jätteenkuljetusautosta 6 jätteenkuljetusautoon. Jätteenkuljetusautojen määrän väheneminen alueella olisi suora yhteys polttoaineen ja päästöjen vähenemiseen.

Taulukossa 21 on esitetty Lokalahden tarkastelu alueiden polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

### Nykytilanne

12-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt
vk 2	1	10	26	26	70,2
vk 4	2	46	71	71	191,7
vk 6	2	12	26	26	70,2
vk 8	2	48	82	82	221,4
vk 10	2	11	30	30	81,0
vk 12	2	50	73	73	197,1
<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>	<b>177</b>	<b>308</b>	<b>308</b>	<b>831,6</b>
<b>Vuodessa</b>	<b>48</b>	<b>767</b>	<b>1334,7</b>	<b>1334,7</b>	<b>3603,7</b>

### Kunnan järjestämä

12-viikko jakso	Autot lkm	Keräily-pisteet	Ajosuorite km	Polttoaine kulutus (l)	CO2 (kg) päästöt
vk 2	1	10	22	22	59,4
vk 4	1	46	48	48	129,6
vk 6	1	12	22	22	59,4
vk 8	1	48	49	49	132,3
vk 10	1	11	23	23	62,1
vk 12	1	50	50	50	135,0
<b>Yhteensä</b>	<b>6</b>	<b>177</b>	<b>214</b>	<b>214</b>	<b>577,8</b>
<b>Vuodessa</b>	<b>26</b>	<b>767</b>	<b>927,3</b>	<b>927,3</b>	<b>2503,7</b>

Taulukko 21. Lokalahden tarkastelu alueen polttoaineen kulutus ja CO<sub>2</sub>-päästöt nykytilanteessa ja kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä.

Polttoaineenkulutuslaskelmista näkee kuinka kunnan kilpailuttamassa järjestelmässä polttoaineen kulutus, ja sitä myötä CO<sub>2</sub>-päästöt vähenevät vuositasonalla 31 % nykytilaan verrattuna.

## 8 Johtopäätökset

Tutkimuksessa verrataan kahta jätteenkuljetusjärjestelmää neljällä eri asuinalueella Uudenkaupungin seudulla. Tarkastelussa olevat alueet ovat Uusikaupunki keskusta-alue, Kalanti Pappila, Pyhämaa Lyökki ja Iso-Kaskinen sekä Lokalahti Vartsaari, Takaranta, Korvenranta, Tuulensuu ja Perttaniemi. Tutkimuksessa käy ilmi jätteenkuljetusautojen ajosuoritteiden, polttoaineen kulutuksen sekä päästöjen huomattava väheneminen, varsinkin Uudenkaupungin ja Kalannin tarkastelun alueilla. Mikäli käytössä olisi kunnan järjestämä jätteenkuljetusjärjestelmä nykyisen kiinteistön haltijan järjestämän jätteenkuljetusjärjestelmän sijaan. Kaikilla neljällä tutkimusalueella jäteautojen ajosuorite alenisi 19–45 % ja sen myötä polttoaineenkulutus ja päästöt vähenisivät 19–45 % riippuen tunnusluvusta, mikäli alueilla kuljetusjärjestelmä vaihtuisi haltijan järjestämästä kunnan järjestämään jätteenkuljetukseen.

Tutkimustuloksia ei kuitenkaan voida yleistää suoraan koko Uudenkaupungin seudulle ja tarkempien tulosten saaminen vaatisi koko alueen ottoa perusteellisempään tarkasteluun. Näiden neljän tarkastelun alla olevien alueiden pohjalta voidaan kuitenkin tehdä suuntaa antava laskelma. Karkean keskiarvo laskelman mukaan voidaan todeta ajosuoritteen vähenemä olisi Uudenkaupungin seudulla 35 %.

Vaikka päällekkäin ajosta ei tehty erillistä tarkastelua, huomattiin silti vertailemalla ajosuoritteita, että Uudenkaupungin seudulla on huomattavasti päällekkäistä ajoa ja sitä myötä tehottomuutta. Ajosuoritteita olisi mahdollista pienentää, jos keräilyajot suorittaisi yksi yritys ja reitit suunniteltaisiin tehokkaammiksi. Mikäli siirryttäisiin kunnan järjestämään jätteenkuljetusjärjestelmään ja yksi yritys hoitaisi jätteenkeräilyn, keräilyalueet olisivat tiiviimpiä, jonka myötä päällekkäistä ajoa ei syntyisi yhtä paljon kuin nykyisessä kiinteistön haltijan järjestämässä jätteenkuljetusjärjestelmässä.

Tutkimuksessa tarkasteltiin 140 l, 240 l, 360 l ja 660 litran jäteastioita, sillä ne voidaan tyhjentää samanlaisella kalustolla, pakkaavalla jätteenkuljetusautolla. Tarkastelussa oli mukana ainoastaan sekajätteen keräilyreitit. Tutkimusta olisi

mahdollista jatkaa ja laajentaa niin, että tarkastelussa olisi mukana myös monilokerot 155/155 (30/30) ja 135/135 (45/45) sekä syväkeräys- ja etukuormausastiat ja niiden keräilyreitit. Olisi hyvä tutkia myös tarkemmin kesäkautta ja sen tyhjennyksiä koko Uudenkaupungin alueelta. Niiden avulla pystyttäisiin saamaan tarkempi ja todellisempi kuva Uudenkaupungin seudun jätelogistiikan nykytilasta.

Tutkimuksessa validiteetti on vahva. Tarkastelussa pystyttiin keskittymään niihin muuttujiin millä voidaan konkreettisesti arvioida jätteenkuljetuksen tehokkuutta, nämä olivat ajosuoritteet, polttoaineenkulutus sekä päästöt. Aineistoon rajattiin alueet, joissa on joko laaja keräily alue tai jossa on pienellä alueella useita keräilypisteitä. Tämän avulla saatiin parempi käsitys järjestelmien eroavaisuuksista erilaisissa tilanteissa. (Hirsjärvi et. al. 2009.)

Koska tutkimus perustuu moninlaisiin laskelmiin sekä selkeisiin rajattuihin alueisiin, voidaan reliabiliteetin osalta tutkimus todeta luotettavaksi sekä toistettavaksi. Käytössä olleet muuttujat ovat mitattavissa sekä objektiivisia, mitkä tukevat teknistä toistettavuutta. Tätä pystyttäisiin vielä vahvistamaan laajentamalla havaintojaksoa ja ottamalla mukaan eri jätelajeja, joka lisäisi tulosten vertailtavuutta sekä toistuvuutta erityyppisissä toimintaympäristöissä. (Hirsjärvi et. al. 2009.)

## Lähteet

Berg, A. Eskola, P. 2024. Kiertotalous vie yhteiskuntaa kestävä kehityksen polulle. Kiertotalous-suomi. Viitattu 10.10.2024.

<https://kiertotaloussuomi.fi/tieto/kiertotalous/>

Bräysy, Olli. 2007. Optimoinnin hyödyt kunnallisissa kuljetuksissa ja palveluissa. Jyväskylän Yliopisto. Viitattu: 26.12.2024

Dahlbo, H. Salmenperä, H. Valtakunnallisen jätesuunnitelman vaikutusarviointi. Suomen ympäristökeskus SYKE. Viitattu 13.03.2025.

[https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Valtakunnallisen--jatesuunnitelman-vaikutusarviointi-AFC27DE6\\_C199\\_4C55\\_BBE9\\_6445F2BF4826-134004.pdf/81f6a096-4184-4f2f-f383-b4755f3f9bbf/Valtakunnallisen--jatesuunnitelman-vaikutusarviointi-AFC27DE6\\_C199\\_4C55\\_BBE9\\_6445F2BF4826-134004.pdf?t=1603260500113](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Valtakunnallisen--jatesuunnitelman-vaikutusarviointi-AFC27DE6_C199_4C55_BBE9_6445F2BF4826-134004.pdf/81f6a096-4184-4f2f-f383-b4755f3f9bbf/Valtakunnallisen--jatesuunnitelman-vaikutusarviointi-AFC27DE6_C199_4C55_BBE9_6445F2BF4826-134004.pdf?t=1603260500113)

EastCham 2024. History of waste management in Finland. EastCham. Viitattu 10.10.2024. <https://www.eastcham.fi/finnishwastemanagement/municipal-solid-waste/history-of-waste-management/>

Esri 2024. ArcGIS Online. Viitattu 26.12.2024. <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>

Euroopan parlamentti 2023. Mitä on kiertotalous ja miksi sillä on merkitystä? Euroopan parlamentti. Viitattu 10.10.2024.

<https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta#:~:text=Mit%C3%A4%20kiertotalous%20on?%20Kiertotaloudella%20tarkoitetaan%20sellaista%20tuotanto-%20ja>

European Environment Agency 2024. Digital technologies will deliver more efficient waste management in Europe. Viitattu 27.03.2025.

<https://www.eea.europa.eu/downloads/e2c5b1f3971c4ea5963ce861d69cf05c/1733922398/digital-technologies-will-deliver-more.pdf>

Halme, K. 2024. Jätehuollon kehitys itsenäisen Suomen historiassa. KIVO. Viitattu 23.09.2024. <https://kivo.fi/jatehuollon-kehitys-itsenaisen-suomen-historiassa/>

Hirsjärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Tammi. Viitattu 27.03.2025

Hänninen, K. 2010. Jätteiden käsittely ja kierrätys Suomessa. Jyväskylän yliopisto 2. painos.

INTERACTION-Toimenpideselvitys-Kuorma-autokuljetuksen energia-, ympäristö- ja kustannustehokkuuden parantaminen 2007. Viitattu 28.12.2024. <https://vanha.jly.fi/interaction-toimenpideselvitys.pdf>

Jalonen, J. 2025. Henkilökohtainen tiedonanto. LSJH. Viitattu 24.01.2025.

Jyväskylän seudun jätelautakunta 2017. Kiinteistön haltijan järjestämän jätteenkuljetuksen tarkastelu Laukaan kunnassa. Viitattu 28.12.2024. <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2021-AK-368223.pdf>

Jätelaki 646/2011. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Lampinen, T. 2024. Ajantasainen jätelaki – tämä sinun tulisi tietää. Molok. Viitattu 29.10.2024. <https://www.molok.com/fi/blogi/ajantasainen-jatelaki>

Leinonen, L. 2022. Lounais-Suomen Jätehuolto Oy Hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta. Lounais-Suomen jätehuolto. Viitattu 28.12.2024. <https://circhubs.fi/wp-content/uploads/2022/01/hiilijalanjaljen-laskenta-lsjh-12012022.pdf>

Levinen, R. 2024. Jätteet. Ympäristöministeriö. Viitattu 23.09.2024. <https://ym.fi/jatteet>

Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2023. Jätehuoltomääräykset. Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta. Viitattu 29.10.2024.

[https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/jatehuoltomaaraykset\\_lounais-suomessa\\_1.7.2023\\_lahtien\\_0.pdf](https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/jatehuoltomaaraykset_lounais-suomessa_1.7.2023_lahtien_0.pdf)

Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2024. Jätehuoltomääräykset Lounais-Suomessa. Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta. Viitattu 22.1.2024.

[https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/jatehuoltomaaraykset\\_hyvaksyty\\_30.5.\\_.pdf](https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/jatehuoltomaaraykset_hyvaksyty_30.5._.pdf)

Mickūnaitis V., Pikūnas A., Mackoit I. 2007, Reducing fuel consumption and CO2 emission in motor cars, TRANSPORT 22, 160–163. Viitattu 28.12.2024.

[https://www.researchgate.net/publication/330471495\\_Reducing\\_fuel\\_consumption\\_and\\_CO2\\_emission\\_in\\_motor\\_cars](https://www.researchgate.net/publication/330471495_Reducing_fuel_consumption_and_CO2_emission_in_motor_cars)

Nuortio, T. Kytöjoki, J. Niska, H. Bräysy, O. 2005. Improved route planning and scheduling of waste collection and transport. Elsevier Ltd. Viitattu 26.12.2024.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417405001375>

Nygård, H. 2016. Kuopasta kiertotalouteen: Suomen yhdyskuntajätehuollon historia. Jätelaitosyhdistys ry.

Pennanen, T. 2025. Henkilökohtainen tiedonanto. LSJH. Viitattu 30.01.2025

Sinkonen, E. 2018. Jätteenkuljetusjärjestelmien vertailu Lounais-Suomen alueella. Opinnäytetyö (AMK). Liiketoiminnan logistiikka. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 27.12.2024.

The recycle guide 2017. History of waste management. The Recycle guide. Viitattu 10.10.2024. <https://therecycleguide.org/history-waste-management/>

Turunen, T. 2024. Jätehuolto ja kierrätys. Kiertotalous-suomi. Viitattu 23.09.2024. <https://kiertotaloussuomi.fi/tieto/ohjauskeinot/jatteiden-kasittely-ja-jatehuolto/>

Turun kaupunki 2022. Kunnan vastuulle kuuluvan polttokelpoisen jätteen kuljetus Lounais-Suomessa. Viitattu 31.01.2025.

[https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/kunnan\\_vastuulle\\_kuuluva\\_jatteenkuljetus\\_lounais-suomessa\\_09032023.pdf](https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/kunnan_vastuulle_kuuluva_jatteenkuljetus_lounais-suomessa_09032023.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriö 2022. Kiertotalouden digitalisaatio ja ekosysteemit.  
Viitattu 27.03.2025.

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164500/TEM\\_2022\\_66.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164500/TEM_2022_66.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ympäristöministeriö 2024. Jätelainsäädäntö. Viitattu 10.10.2024.

<https://ym.fi/jatelainsaadanto>

Ympäristöministeriö 2015. Jätelakiopas. Viitattu 28.12.2024.

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/158367/OH\\_5\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/158367/OH_5_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ympäristöministeriö 2024. Jättesäädöspaketti. Viitattu 29.10.2024.

<https://ym.fi/jatesaadospaketti>