

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Ilari Rytilahti
Mikko Sahlman

JOENSUUN KAUPUNGIN ALUEEN JÄTEVIRRAT JA JÄTEHUOL-
LON HIILIJALANJÄLKI VUONNA 2016

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2019



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2019
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihe)

Tekijät
Ilari Rytilahti, Mikko Sahlman

Nimeke
Joensuun kaupungin alueen jätevirrat ja jätehuollon hiilijalanjälki vuonna 2016

Toimeksiantaja
Karelia-amk

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä selvitettiin Joensuun kaupungin alueella vuonna 2016 syntyneet jätevirrat ja jätehuollon hiilijalanjälki. Työssä käytettävät jätetiedot koostuivat Joensuun kaupungin alueella toimivien ympäristölupavelvollisten ja ELY-keskuksen valvomien yritysten jätetiedoista. Lisäksi työssä tarkasteltiin jätealaa liittyviä lainsäädännöllisiä ja poliittisia näkökulmia. Selvitys on osa Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelmaa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Joensuun kaupungin alueella syntyvien jätteiden kokonaismäärät ja määränpäättämisen mahdollisimman tarkasti. Tarkoituksena jätemäärien kasvun hillitseminen ja jätteiden kierrätyksen tehokkaampi hyödyntäminen tulevaisuudessa.

Joensuun kaupungin alueella syntyvä kokonaisjättemäärä oli 190 151 tonnia, josta 28 % oli yhdyskunnanjätteitä ja 78 % teollisuudesta peräisin olevia jätteitä. Kokonaisjättemäärästä oli lähes 50 % mineraalijätettä sekä voimalaitostuhkia, joita hyödynnetään maarakentamisessa. Maakuntarajojen ulkopuolelle kuljetettavien jätteiden osuus oli kokonaismäärästä noin 42 %.

Jätteiden kierrättämisellä on suuri merkitys laskettaessa jätehuollon ilmastokuormitusta. Joensuun kaupungin alueen vuoden 2016 jätteistä syntyisi ilman kierrättämistä noin 50 000 t CO₂-ekv:n päästöt, mutta jätteiden kierrättämisellä ja primäärimateriaalien korvaamisella saadaan päästösäästöjä noin 100 000 t CO₂-ekv:n verran, joten jätehuollon hiilijalanjälki saadaan lopulta näyttämään päästöttömältä.

Kieli
suomi

Sivuja 55
Liitteet 3
Liitesivumäärä 4

Asiasanat
hiilijalanjälki, jätehuolto, kasvihuonekaasupäästöt, kierrätys, Joensuu



THESIS
March 2019
**Degree Programme in Energy and
Environmental Technology**

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Authors
Ilari Rytilahti, Mikko Sahlman

Title
Waste Flows and Carbon Footprint of Waste Management of Joensuu City in 2016

Commissioned byⁱ
Karelia UAS

Abstract

The aim of this thesis was to find out the waste flows and the carbon footprint of waste management in 2016 in the Joensuu city area. The waste data used in the work consisted of the waste information of the environmental permit holders operating in Joensuu area and the companies controlled by local authority (ELY). In addition, the legislative and political aspects of the waste sector were also studied. This thesis is a part of the climate program of Joensuu city.

The aim was to find out the total amounts of waste and export areas to waste generated in Joensuu city area. The aim is to reduce the volume of waste and to improve waste recycling in the future.

The total amount of waste generated in the city of Joensuu was 190,151 tons. 28 % were municipal waste and 78 % industrial waste. Almost 50 % of the total waste was mineral waste and power plant ashes, which are utilized in construction. About 42 % of the total waste was exported.

Waste recycling is important in calculating the climate pollution of waste management. Waste would be generated without recycling about 50,000 t CO₂ eq. emissions, but recycling waste, replacing primary materials to obtained emission savings of about 100,000 t CO₂ eq. Eventually the carbon footprint of waste management is positive.

Language

Finnish

Pages 55
Appendices 3
Pages of Appendices 4

Keywords

carbon footprint, waste management, greenhouse gas emissions, recycling, Joensuu

Sisältö

1	Johdanto.....	6
2	Keskeiset käsitteet.....	7
3	Joensuun kaupungin alueen jätetoimijoiden kuvaus.....	8
3.1	Joensuun kaupungin alue.....	8
3.2	Joensuun jätevirrat.....	9
3.3	Kirjanpitovelvollisten toimijoiden määrittely ja vastuut.....	10
3.3.1	Jätteen tuottajat.....	10
3.3.2	Jätteen käsittelijät.....	11
3.3.3	Jätteen kuljettajat, välittäjät ja keräystoiminnan harjoittajat.....	12
3.3.4	Kunnan jätehuoltoviranomainen.....	12
3.3.5	Valvontaviranomaiset.....	13
4	Jätelainsäädäntö.....	13
4.1	Jätelaki 646/2011.....	13
4.2	Tuottajavastuu.....	15
5	Jätepolitiikka.....	16
6	Jäteaineisto.....	18
7	Joensuussa syntyvät jätteet.....	20
7.1	Maarakentamisessa hyödynnettävät jätteet.....	23
7.2	Rakennusjäte.....	25
7.3	Metallijäte.....	26
7.4	Paperi-, kartonki- ja pahvijäte.....	28
7.5	Vaarallinen jäte.....	28
7.6	Poltettava jäte.....	29
7.7	Kierrätyspuu.....	30
7.8	Biojäte.....	31
7.9	Muut jätteet.....	33
7.9.1	Puhdistamoliete.....	33
7.9.2	Lasijäte.....	34
7.9.3	Muovit.....	34
7.9.4	Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu.....	35
8	Jätteiden hyödynnettävyys.....	36
9	Materiaalihäviöt.....	38
10	Jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt.....	39
10.1	Kasvihuoneilmiö.....	40
10.2	Hiilijalanjälki.....	41
10.3	Hiilijalanjäljen laskenta.....	42
11	Jätehuollon ilmastokuormitukset.....	44
12	Pohdinta.....	48
	Lähteet.....	51

Kuvat, kuviot ja taulukot

- Kuvio 1 Joensuun kaupungin kokonaisjättemäärän jakauma.
Kuvio 2 Merkittävimpien jätetoimijoiden vastaanottamat jätteet.
Kuvio 3 Joensuussa vuonna 2016 syntyneet jätteet.
Kuvio 4 Joensuusta vientiin menevät jätteet.

- Kuvio 5 Maarakennuksessa hyödynnettävän jätelajin koostumus.
Kuvio 6 Rakennusjätteiden koostumus.
Kuvio 7 Metallijätteiden koostumus.
Kuvio 8 Paperi ja kartonkijätteiden koostumus.
Kuvio 9 Vaarallisten jätteiden koostumus.
Kuvio 10 Kierrätyspuun koostumus.
Kuvio 11 Biojätteen koostumus.
Kuvio 12 Muut jätteet-jätelajin koostumukset.
Kuvio 13 Jätteiden hyödyntämisen osuudet käyttötavan mukaan.
Kuvio 14 Joensuun päästöt sektoreittain vuonna 2016 (CO2 raportti, 30).
Kuvio 15 Jätehuollon ilmastokuormitus, skenaario 1.
Kuvio 16 Jätehuollon ilmastokuormitus, skenaario 2.

- Taulukko 1 Merkittävimpien jätetoimijoiden jätetietoja.
Taulukko 2 Joensuussa vuonna 2016 syntyneet jätteet.
Taulukko 3 Joensuusta lähteneet jätteet.
Taulukko 4 Kasvihuonekaasujen elinaika ja ilmaston lämmityspotentiaali (GWP) 20 ja 100 vuoden tarkasteluaikana (IPCC 2007).
Taulukko 5 Systemiprosessin kuvaus jätemateriaaleille.
Taulukko 6 Kaatopaikkajätteiden ja biojätteiden hiilijalanjälki.
Taulukko 7 Materiaalina ja energiana hyödynnettävien jätteiden hiilijalanjälki.
Taulukko 8 Jätehuollon hiilijalanjälki ilman kierrättämistä, skenaario 2.

Lyhenteet

- AVI Aluehallintovirasto.
CO₂-ekv Hiilidioksidiekvivalentti.
ELY Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
GWP Global Warming Potential (Ilmaston lämmityspotentiaali).
IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli).
SYKE Suomen ympäristökeskus.
VAHTI Alueellisten ympäristökeskusten valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä.
YLVA Ympäristönsuojelun valvonnan sähköinen asiointijärjestelmä.

Liitteet

- Liite 1 Metallijättesiirrot, Joensuu 2016
Liite 2 Vaaralliset jätteet, Joensuu 2016 (vaarallisten jätteiden siirtokartta)
Liite 3 Jätteiden kasvihuonekaasupäästöt.

1 Johdanto

Valtioneuvoston vuonna 2008 hyväksymä valtakunnallinen jätesuunnitelma toimi linjauksena asetettujen kehitystavoitteiden ja päämäärien saavuttamiseksi jätehuollossa. Vuoden 2008 valtakunnallinen jätesuunnitelma oli voimassa vuoteen 2016 asti, ja Joensuun kaupungin alueella noudatettiin Itä-Suomen alueellista jätesuunnitelmaa, joka asetti tavoitteet ja toimenpiteet jätehuoltoon liittyen vuosille 2010–2016. Uusin jätesuunnitelma on Kierrätyksestä kiertotalouteen - Valtakunnallinen jätesuunnitelma 2023.

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin Joensuun kaupungin alueen jätevirtoja vuodelta 2016 ja jätehuollosta aiheutuvaa ilmastokuormitusta. Toteutettu jätevirta-analyysi tehtiin Suomen ympäristökeskukselta (SYKE) saadun jätteaineiston (Yritysten tuottama sekä vastaanottama jäte) sekä eri jätetoimijoiden puhelin- ja sähköpostihaastattelujen perusteella. Tarkoituksena oli kartoittaa Joensuun kaupungin alueella syntyviä jätevirtoja ja niistä aiheutuvia päästöjä jätteaineiston avulla Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelmaa varten.

Tavoitteena on jätemäärien kasvun hillitseminen ja kierrätyksen kasvattaminen sekä materiaalikiertojen parempi hyödyntäminen tulevaisuudessa. Raportti sisältää kuvauksen Joensuun kaupungin alueen jätevirtoihin liittyvistä toimijoista sekä jätetietojen keräämiseen ja raportointiin liittyvistä esteistä ja haasteista. Jätevirta-analyysin perusteella selvitettiin, kuinka jätteitä hyödynnetään ja kuinka paljon alueella syntyvien jätteiden käsittelystä syntyy kasvihuonekaasupäästöjä.

Joensuun kaupungin alueella syntyvien jätteiden osalta tarkasteltiin niiden vientiä valtakunnallisesti sekä kansainvälisesti. Myös jätteisiin liittyvään lainsäädäntöön ja politiikkaan perehdyttiin ja siihen, mikä velvoittaa eri toimijoita raportoimaan jätetiedoistaan valvovalle viranomaiselle.

2 Keskeiset käsitteet

EWC-koodi (European Waste Catalog) on jäteluokitus, jonka perusteella jätettä luokitellaan syntyvän, koostumuksen tai muun tekijän pohjalta (Jäteluokitusopas 2005, 12).

Hiilidioksidiekvivalentti on kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, ja sen avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmaston voimistumiseen. Päästöt yhteismitallistetaan eli muunnetaan ekvivalenttiseksi hiilidioksidiksi lämmityspotentiaalikerroimen (GWP) avulla. (Ilmatieteen laitos.)

Hiilijalanjälki on tuotteen tai prosessin elinkaaren aikainen ilmastokuormitus. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan jätehuollosta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä.

Ilmaston lämmityspotentiaali kuvaa kasvihuonekaasun vaikutusta ilmaston lämpenemiseen hiilidioksidin verrattuna elinajan ja sen molekyyliarakenteen mukaan. (Berninger 2012, 30–31; Klöpffer & Grahl 2014, 238.)

Jäte on aine tai esine, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä (Jätelaki 646/2011, 5. §).

Jätejake on jätteestä erilleen otettavissa oleva, erillisenä tunnistettava ja johonkin jätelajiin sijoitettavissa oleva jäte (Jäteluokitusopas 2005, 12).

Jätelaji on yhdestä tai useammasta jättejakeesta muodostuva jäteseos, kuten esimerkiksi biojäte (Jäteluokitusopas 2005, 12).

Jäteluokka on jätteen kuljetuksen, käsittelyn tai muun syyn takia muodostettu jätelajien ryhmä (Jäteluokitusopas 2005, 12).

Materiaalihäviö tarkoittaa materiaalin poistumista kierrosta esim. polttamisen tai kaatopaikalle sijoittamisen takia (Mattila, Koskela & Seppälä 2014, 9).

Päästösäästö tarkoittaa kierrättämisellä vältettyjä kasvihuonekaasupäästöjä.

Sivutuote on aine tai esine, joka syntyy sellaisessa tuotantoprosessissa, jonka ensisijaisena tarkoituksena ei ole tämän aineen tai esineen valmistaminen, ja aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus (Jätelaki 646/2011, 5. §).

Tonnikilometri (tkm) on yksikkö, joka ilmaisee kuljetetun matkan (km) ja massan (t) tulon. Esim. 1 tkm = 1 tonnin kuorma x 1 kilometri.

Vaarallinen jäte on jätettä, jolla on palo- tai räjähdysvaarallinen, tartuntavaarallinen, muu terveydelle vaarallinen, ympäristölle vaarallinen tai muu vastaava ominaisuus (*vaaraominaisuus*) (Jätelaki 646/2011, 6. §).

Vienti tarkoittaa tässä selvitystyössä Suomen sisäisiä jätteiden kuljetuksia, jos kuljetuksista ulkomaille ei ole erikseen mainittu.

3 Joensuun kaupungin alueen jätetoimijoiden kuvaus

3.1 Joensuun kaupungin alue

Joensuun kaupunki on Pohjois-Karjalan maakuntakeskus ja Suomen 12. suurin kaupunki, joka sijaitsee Itä-Suomen läänissä, Pohjois-Karjalan maakunnassa Saimaan Pyhäselän pohjoisrannalla Pielisjoen suulla. Aukkaita Joensuussa oli vuoden 2016 aikana 75 848 ja kaupungin kokonaispinta-ala on 2 751 km², josta maapinta-ala on 2 382 km². (Joensuun kaupunki.)

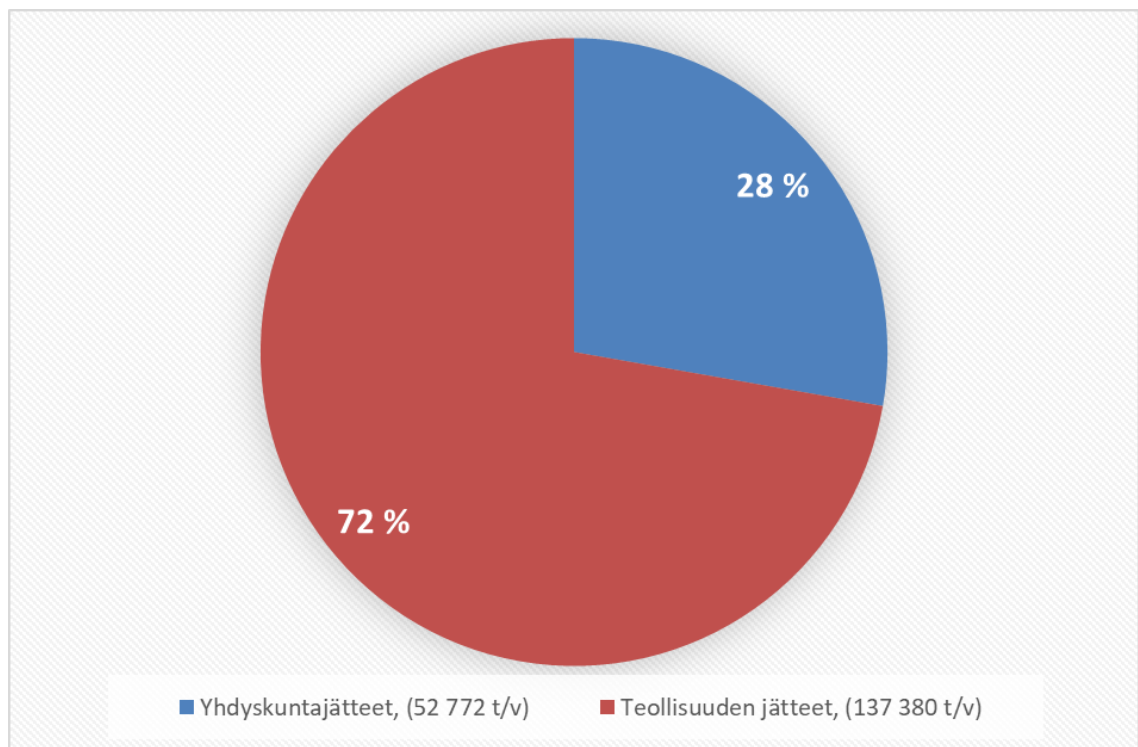
Joensuun pinta-ala on kasvanut kuntaliitosten myötä. Pohjoisen kylistä eteläisimpään kylään matkaa kertyy melkein 100 kilometriä. Idässä Joensuu ulottuu Venäjän rajaan saakka, yhteistä rajaa on lähes 30 kilometriä. Joensuuta palvelee myös erinomaisesti sen maantieteellinen sijainti Pohjois-Karjalassa. Joensuu on

sekä maateitse, että vesiteitse tärkeä kohde pohjoiseen ja itään johtavien reittien varrella.

Elinkeinoelämältään Joensuu on pääosin palvelupainotteinen. Suuria teollisuuden yrityksiä Joensuussa ovat Abloy Oy, John Deere, Valio Oy ja Stora Enson Enocellin tehdas sekä UPM Joensuun vaneritehdas.

3.2 Joensuun jätevirrat

Joensuun alueen jätevirtoja selvitettiin jätteenäin perusteella. Jätteenäinssä jätteet olivat jätteenäin, ja niiden määriä kuvattiin tonnia vuodessa (t/v). Jätevirrat koostuvat teollisuuden (72 %) ja yhdyskunnan (28 %) jätteistä (kuvio 1). Valtaosa Joensuussa syntyvistä jätteistä on peräisin teollisuudesta, tarkemmin energian tuotannosta sekä rakentamisesta.



Kuvio 1. Joensuun kaupungin kokonaisjättemäärän jakauma.

3.3 Kirjanpitovelvollisten toimijoiden määrittely ja vastuut

Joensuun kaupungin alueella toimivan jätehuollon työnjako on toteutettu seuraavasti: Jätehuollon viranomaisena Joensuun alueellinen jätelautakunta hoitaa viranomaistehtävät, mm. hyväksyy jätehuoltomääräykset, seuraa jätehuoltoon liittymistä ja tarvittaessa kehottaa siihen sekä määrää jätemaksut.

Jätehuoltoyhtiö Puhas Oy tuottaa kunnille lakisääteisesti kuuluvat jätehuollon palvelutehtävät osakaskuntiensa puolesta. Käytännössä yhtiö kerää, vastaanottaa ja käsittelee jätteet sekä neuvoo ja valistaa jätteenkäsittelyssä. Jätehuoltoyhtiö Puhas Oy on viiden kunnan, Joensuun, Ilomantsin, Kontiolahden, Liperin ja Polvijärven, omistama jätehuoltoyhtiö, jonka toiminta-alueella on noin 112 000 asukasta. Palveluverkostoon kuuluvat keskitetysti kilpailutetut poltettavan jätteen ja biojätteen kuljetuspalvelut, paikalliset jäteasemat ja Kontiosuon jätekeskus. Verkostoa täydentävät kotitalouksien käyttöön tarkoitetut ekopisteet, vaarallisten jätteiden ja käytöstä poistettujen sähkölaitteiden vastaanottopisteet sekä jätehuollon palveluneuvonta. (Jätehuoltoyhtiö Puhas Oy.)

3.3.1 Jätteen tuottajat

Toiminnanharjoittaja on velvoitettu pitämään jätteistä kirjaa, jos toiminnassa syntyy jätettä vähintään 100 tonnia vuodessa, tai siinä syntyy vaaralliseksi luokiteltuja jätteitä tai jos toiminta on ympäristöluvanvaraista. (Jätelaki 646/2011, 118. §.)

Toiminnassa syntyvistä jätteistä on pidettävä aikajärjestyksen mukaista kirjaa, ja kirjanpito on mahdollisuuksien mukaan laadittava toimipaikoittain. Kirjanpidosta täytyy löytyä tiedot jätteen määrästä, jäteluettelon mukainen kuvaus jätelajista ja jätteen nimike, olennaiset tiedot jätteen ominaisuuksista sekä koostumuksesta ja vaarallisen jätteen pääasialliset vaaraominaisuudet. Mikäli jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi, täytyy kirjanpitoon kirjata myös jätteen käsittelytapa ja vastaanottajan ja kuljettajan nimi sekä yhteystiedot. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012, 20. §.)

Yhdyskuntajätevesilietteen tuottajan on myös edellä mainittujen kohtien lisäksi pidettävä kirjaa lietteen laatua koskevista tiedoista, joita ovat lietteen sisältämät raskasmetallit (tarvittaessa muiden haitallisten aineiden pitoisuudet), sekä kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet. Yhdyskuntajätevesilietteen tuottajan on toimitettava valvontaviranomaiselle yhteenveto seuraavista yhdyskuntajätevesilietettä koskevista tiedoista: tuotetun lietteen määrä, kuinka liete on esikäsitelty, edellä mainitut lietteen ominaisuudet sekä hyödynnetyn tai loppukäsitellyn lietteen määrä ja hyödyntämis- tai loppuunkäsittelytapa. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012, 21. §.)

3.3.2 Jätteen käsittelijät

Jätteen käsittelijöiden toiminnassa käsitellyistä jätteistä on pidettävä aikajärjestyksen mukaista kirjaa, ja kirjanpito on mahdollisuuksien mukaan laadittava toimipaikoittain. Jätteen käsittelyyn tarvitaan aina ympäristölupa. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012, 22. §.)

Joensuussa ympäristölupia myöntää kunta sekä AVI, ja valvonnan hoitaa ELY-keskus sekä kunta. Kunnan myöntämiä ja valvomia ympäristölupia jätteen käsittelylle Joensuussa on 15. AVI:n myöntämiä ja ELY:n valvomia ympäristölupia jätteen käsittelylle on Joensuussa kahdeksan.

Kirjanpidon täytyy pitää sisällään seuraavat tiedot: jätteen määrä, jäteluettelon mukainen jätteen nimike ja kuvaus jätelajista sekä olennaiset tiedot jätteen koostumuksesta ja ominaisuuksista, vaarallisen jätteen pääasialliset vaaraominaisuudet, jätteen tullessa muualta täytyy kirjata jätteen edellisen haltijan ja kuljettajan nimi sekä yhteystiedot, jätteen käsittelytapa ja käsittelytoimen luokitus ja jätteen käsittelyssä syntyvä jäte. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012, liite 1 & 2.)

3.3.3 Jätteen kuljettajat, välittäjät ja keräystoiminnan harjoittajat

Jätteen ammattimaista keräystä, kuljettamista tai välittämistä harjoittavien toimijoiden kirjanpidosta on löydyttävä seuraavat tiedot: jätteen määrä, jäteluettelon mukainen jätteen nimike ja kuvaus sekä olennaiset tiedot jätteen koostumuksesta ja ominaisuuksista, vaarallisen jätteen pääasialliset vaaraominaisuudet, jätteen luovuttaneen kiinteistön haltijan tai muun jätteen haltijan nimi ja yhteystiedot, jätteen kuljetuksen tai jätteen vastaanoton ja luovutuksen päivämäärät sekä jätteen vastaanottajan nimi ja yhteystiedot. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012, 23. §.)

Jätettä saa luovuttaa jätehuoltorekisteriin hyväksytylle toimijalle ja Joensuun kaupungin alueella vuonna 2014 toimi 25 jätehuoltorekisteriin merkittyä jätteen kuljettajaa.

3.3.4 Kunnan jätehuoltoviranomainen

Kunnan jätehuoltoviranomainen ylläpitää rekisteriä, johon se kirjaa kuljettajien kiinteistöiltä kerättyjen jätemäärien tiedot, jotka pitää sisällään kiinteistöt joilta jätettä on noudettu, jäteastioiden tyhjennyskerrat kiinteistöittäin ja jätelajeittain. (Jätelaki 646/2011, 23. §.)

Kunnan vastuulla on vakinaisessa asunnossa, vapaa-ajan asunnossa, asuntolassa ja muussa asumisessa syntyvä jäte, mukaan lukien sako- ja umpikaivoliete. (Jätelaki 646/2011, 32. §.)

Jätehuollon viranomaisena Joensuun alueellinen jätelautakunta hoitaa viranomaistehtävät, mm. hyväksyy jätehuoltomääräykset, seuraa jätehuoltoon liittymistä ja tarvittaessa kehottaa siihen sekä määrää jätemaksut.

3.3.5 Valvontaviranomaiset

Jätelain mukaisia valvontaviranomaisia ovat ELY-keskus sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, joille kuuluu jätelain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten yleinen valvonta. (Jätelaki 646/2011, 25. §.)

ELY-keskuksen ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen toimivalta valvonnassa on päällekkäinen. Jätehuollon valvontaviranomaiset valvovat muun muassa jätelaissa ja sen nojalla annetuissa valtioneuvoston asetuksissa erikseen säädettyjen kieltojen ja velvollisuuksien noudattamista, kunnan jätehuoltomääräysten noudattamista sekä kunnan jätehuollosta vastuussa olevien ja jätehuollon eri tehtäviä toteuttavien toimintaa. Pääsääntöisesti ELY-keskus valvoo ympäristönsuojelulain ja jätelain nojalla valtion toimivaltaan kuuluvia toimintoja. Näin ollen jätteen kuljettajien ja välittäjien toimintaa valvoo ensisijaisesti ELY-keskus, joka hyväksyy toiminnan jätehuoltorekisteriin. Jätteen keräys-toimintaa valvoo puolestaan kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. (Ympäristönvalvonnan ohje 2016, 17 - 20.)

SYKE valvoo jätteiden kansainvälisten siirtoja koskevien säännösten noudattamista. Pirkanmaan ELY-keskus puolestaan toimii tuottajavastuun valvontaviranomaisena Suomessa Ahvenanmaata lukuun ottamatta. Jätelain mukaisia valvontatehtäviä on myös Tukesilla ja Tullilla. (Ympäristönvalvonnan ohje, 2016, 17-20.)

4 Jätelainsäädäntö

4.1 Jätelaki 646/2011

Jätelainsäädännössä on tarkoituksena pyrkiä ehkäisemään jätteistä ja jätehuollosta syntyvää vaaraa ja haittaa terveydelle sekä ympäristölle. Tarkoituksena on myös pyrkiä vähentämään jätteiden määrää ja samalla edistämään luonnonvarojen kestävästä käytöstä. Jätelainsäädännöllä varmistetaan toimiva jätehuolto yhteiskunnassa ja ehkäistään roskaantumista. (Jätelaki 646/2011, 1. §.)

Kaikessa jätteisiin liittyvässä toiminnassa tulee noudattaa ns. etusijajärjestystä, jonka tarkoituksena on ensisijaisesti pyrkiä vähentämään syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että jätteen haltijan on valmistettava jäte uudelleenkäyttöä varten tai sitten kierrätettävä syntyvä jäte. Jätteen haltija on yksityinen henkilö, kiinteistön haltija tai yritys, joka on vastuussa jätteestä. Jätteen haltijan vastuu jätehuollon järjestämisestä loppuu ja siirtyy uudelle haltijalle, kun jäte luovutetaan asianmukaiselle vastaanottajalle. Vastuu ei siirry kuljettajalle, joka kuljettaa jätettä toiselle. Jos syntyvän jätteen kierrätys ei ole mahdollista, täytyy jätteen haltijan hyödyntää jäte jollakin muulla tapaa esimerkiksi energiana. (Jätelaki 646/2011, 8. §.)

Siinä vaiheessa, kun jätettä ei voida hyödyntää muulla tapaa eikä kierrättää tulee, jäte loppusijoittaa. Jätteitä ei saa luovuttaa kenelle tahansa, vaan vastaanottajalla täytyy olla oikeus ottaa vastaan kyseistä jätettä jätehuoltorekisterin mukaan tai ympäristönsuojelulain mukaisen ympäristöluvan perusteella. (jätelaki 646/2011, 8 §.)

Toiminnanharjoittajan, jonka tuotannossa syntyy jätettä tai joka ammattimaisesti kerää tai ammatti- tai laitospäivästä käsittelee jätettä, on noudatettava etusijajärjestystä sitovana velvoitteena siten, että saavutetaan kokonaisuutena arvioiden lain tarkoituksen kannalta paras tulos. (Jätelaki 646/2011, 8. §.)

Toisin sanoen jätehuollon järjestämisestä vastaa jätteen haltija. Kunnilla sekä eräiden tuotteiden valmistajilla ja maahantuojilla on myös osaltaan vastuu jätehuollon järjestämisestä (tuottajavastuu). Kunnilla on myös velvollisuus järjestää asumisessa syntyneen jätteen ja maa- ja metsätalouden vaarallisen jätteen hyödyntäminen ja käsittely. Lisäksi kunnan on huolehdittava julkisen hallinnon ja palvelutoiminnan sekä koulutustoiminnan yhdyskuntajätteestä. Käytännössä monet kunnat ovat ulkoistaneet suurimman osan käytännön jätehuoltotehtävistään alueellisille jätehuoltoyhtiöille, jotka useimmiten hankkivat tarvitsemansa palvelut kilpailuttamalla yksityisiä jätehuoltoyrittäjiä. (Jätelaki 646/2011)

Jätehuoltoyhtiö Puhas Oy tuottaa kunnille lakisääteisesti kuuluvat jätehuollon palvelutehtävät osakaskuntiensa puolesta. Käytännössä yhtiö kerää, vastaanottaa ja käsittelee jätteet sekä neuvoo ja valistaa jätteenkäsittelyssä. Jätehuoltoyhtiö Puhas Oy on viiden kunnan, Joensuu, Ilomantsi, Kontiolahti, Liperi ja Polvijärvi,

omistama jätehuolto-yhtiö, jonka toiminta-alueella on noin 112 000 asukasta. (Jätehuolto-yhtiö Puhas Oy.)

Palveluverkostoon kuuluvat keskitetysti kilpailutetut poltettavan jätteen ja biojätteen kuljetuspalvelut, paikalliset jäteasemat ja Kontiosuon jätekeskus. Verkostoa täydentävät kotitalouksien käyttöön tarkoitetut ekopisteet, vaarallisten jätteiden ja käytöstä poistettujen sähkölaitteiden vastaanottopisteet sekä jätehuollon palveluneuvonta. (Jätehuolto-yhtiö Puhas Oy.)

4.2 Tuottajavastuu

Tuottajalla on ensisijainen oikeus järjestää vastuulleen kuuluvien käytöstä poistettujen tuotteiden jätehuolto, velvollisuus koskee myös tuottajan Suomen markkinoille saattamia tuotteita. Muut toimijat saavat perustaa rinnakkaisia käytöstä poistettujen tuotteiden keräys- tai vastaanottojärjestelmiä, jos tämä tehdään yhteistoiminnassa tuottajan kanssa. (Jätelaki 646/2011, 47. §.)

Jätelainsäädännössä asetettu tuottajavastuu (Jätelaki 646,2011, 47. §) tarkoittaa sitä, että tuotteiden valmistajien ja maahantuojien velvollisuus on järjestää tuotteiden jätehuolto kustannuksellaan, kun tuotteet poistetaan käytöstä. Tuottajapiiriin kuuluvia tuotteita ovat mm. ajoneuvojen renkaat, henkilö- ja pakettiautot, sähkö- ja elektroniikkalaitteet, paristot ja akut, paperituotteet ja pakkaukset, joiden tuottajana pidetään tuotteen pakkaajaa tai pakatun tuotteen maahantuojaa. Tuottajan on järjestettävä käytöstä poistettavien tuotteiden vastaanottopaikkoja siten, että tuotteen voi maksutta ja vaivattomasti luovuttaa järjestettyyn vastaanottoon. (Jätelaki 646/2011, 47. §.)

Tuottajat voivat yhdessä perustaa oikeustoimikelpoisen yhteisön eli tuottajayhteisön. Tällöin tuottajavastuu siirtyy tuottajayhteisölle, joka hoitaa tuottajan puolesta laissa säädetyt tuottajavastuuvollisuudet. Pirkanmaan ELY-keskus toimii tuottajavastuun valvontaviranomaisena. Se hyväksyy tuottajavastuunpiiriin kuuluvat tuottajat ja tuottajayhteisöt sekä juomapakkausten palautusjärjestelmät tuottajarekisteriin ja valvoo jätelain 6. luvun (tuottajavastuu) noudattamista. (Jätelaki 646/2011, 62. §.)

5 Jätepolitiikka

Viime vuosien aikana kiinnostus jätteiden kierrätystä ja materiaalin uusiokäyttöä kohtaan on kasvanut. Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa 2023 tavoitteiksi on linjattu paljon toimenpiteitä kierrätyksen ja materiaalien hyödyntämisen tehostamiseksi. Vuoden 2023 jätesuunnitelman tavoitteisiin kuuluu luoda jätetietojärjestelmä jätteiden jäljitettävyyden ja tilastoinnin parantamiseksi. Jätetietojärjestelmän parantamisen avulla jätevirtojen seuranta on aikaisempaa kätevämpää, ja seurannan parantumisen myötä jätteiden kierrätysaste kasvaa entisestään. Jätteiden kierrätyksen ja materiaalien uudelleen käyttämisen ohella keskitytään entistä enemmän myös jätteen synnyn ehkäisyyn. (Valtakunnallinen jätesuunnitelma 2023, 10.)

Kierrätyksestä kiertotalouteen - valtakunnallinen jätesuunnitelma on EU:n jätedirektiivin (2008/98/EY) edellyttämä strateginen suunnitelma jätehuollon ja jätteiden synnyn ehkäisyn valtakunnallisista tavoitteista ja toimenpiteistä. Jätesuunnitelman tavoitteissa ja toimenpiteissä on otettu huomioon jätedirektiivissä (2008/98/EY) esitetyt keskeiset periaatteet kuten jätehuollon omavaraisuus- ja läheisyysperiaate sekä jätehuollon etusijajärjestys (Valtakunnallinen jätesuunnitelma 2023). Jätedirektiivi selventää jätteen määritelmää ja pyrkii sitä kautta yhdenmukaistamaan jäsenmaiden jätepolitiikkaa. Direktiivissä säädetään muun muassa arviointiperusteista, joiden mukaan voidaan päättää milloin tietty jäte lakkaa olemasta jätettä tai onko tietty materiaali sivutuotetta vai jätettä. (Kuntaliitto.)

Valtakunnallisen jätesuunnitelman tärkeimmät vaikutukset ovat, resurssien kestävän ja turvallisen käytön lisääntyminen sekä ympäristönsuojelun edistyminen. Suunnitelman toteutuminen tulee vaikuttamaan myönteisesti jätemäärien kehitykseen, sekä kierrätyksen tasoon uusien menettelytapojen ja teknologioiden myötä. Jätesuunnitelmalla on talouteen myönteisiä vaikutuksia mm. kierrätykseen liittyvän uuden yritystoiminnan, työllisyyden kasvun sekä laitosinvestointien kautta. Jätesuunnitelman seurantaan on valittu indikaattoreita, ja seurantatietojen valinnassa pyritään hyödyntämään mahdollisimman pitkälle sellaisia tietoja, joita

kerätään ja seurataan olemassa oleviin säädöksiin perustuen. Tämä turvaa seurantatietojen saannin myös tulevaisuudessa. Määrällisiä seurantatietoja olisi hyvä tuottaa vuosittain trendin luomiseksi. (Valtakunnallinen jätesuunnitelma 2023.)

Joensuun kaupunki kuuluu myös Fisun (Finnish Sustainable Communities) verkostoon. Fisun verkosto on edelläkävijäkuntien verkosto, joka tavoittelee hiilineutraalisuutta, jätteenhävittämistä ja globaalisti kestävästä kulutuksesta vuoteen 2050 mennessä. Kuntaverkoston yhteistyön tarkoituksena on rakentaa yhteinen visio ja tiekartta tavoitteiden saavuttamiseksi. Yhteistoiminta mahdollisuuksien tavoitteena on vahvistaa kunta- ja aluetaloutta, luoda työpaikkoja ja edistää kestävästä hyvinvoinnista. (Fisunetwork.)

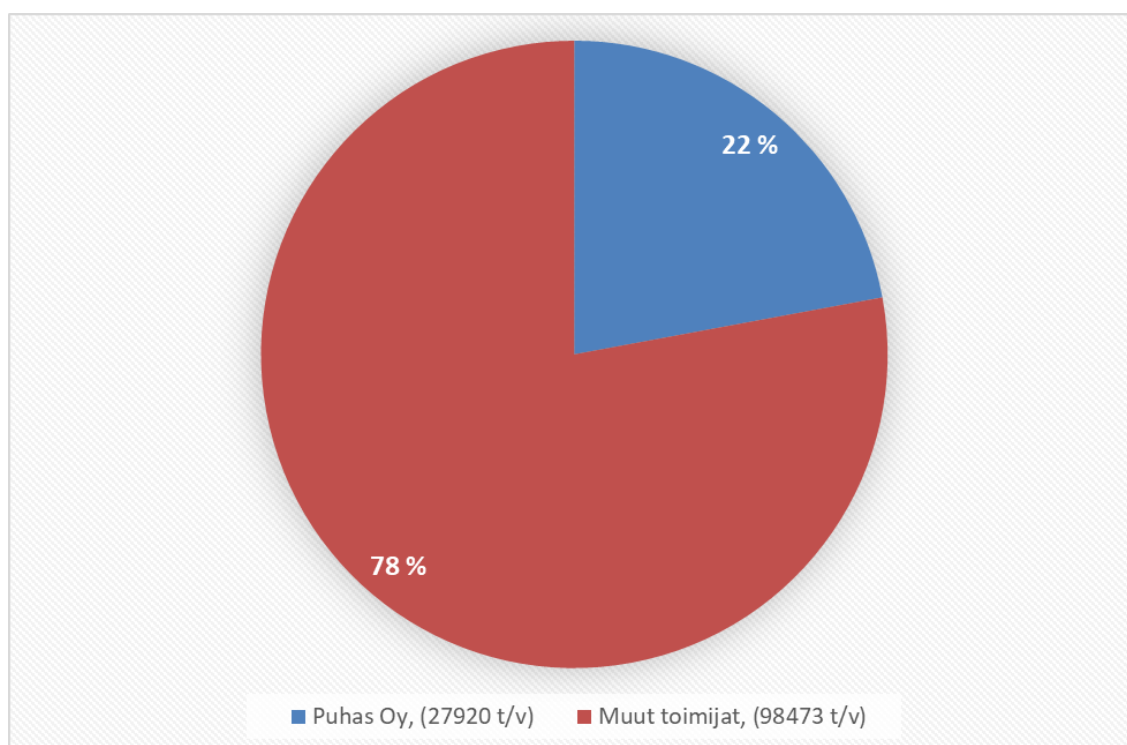
Fisun verkostoon kuuluu tällä hetkellä 11 kuntaa: Forssa, Hyvinkää, Ii, Joensuu, Jyväskylä, Kuopio, Lahti, Lappeenranta, Riihimäki, Turku ja Vaasa. Verkoston koordinaattoreina toimivat Suomen ympäristökeskus SYKE ja Motiva, jotka yhdessä muodostavat Fisun kuntia tukevan palvelukeskuksen. Fisun verkoston toimintaa ohjaa yhteistyökumppaneista muodostuva neuvottelukunta, jossa ovat edustettuina Sitra, Motiva, SYKE, Kuntaliitto, ympäristöministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä verkostokuntien edustajat. (Fisunetwork.)

6 Jäteaineisto

Joensuun kaupungin alueen jätevirtojen selvittämiseen tarvittavat jätetiedot saatiin Suomen ympäristökeskukselta (joka kokosi jätetiedot VAHTI-järjestelmästä) sekä haastatteleamalla alueella toimivia jätealan toimijoita. Lopullinen jäteaineisto koostui Pohjois-Karjalan ympäristölupavelvollisten ja ELY-keskuksen valvomien yritysten jätetiedoista. Saatujen jätetietojen yhtenäisyyttä vertailtiin eri tietolähteiden välillä. Jäteaineistossa ei ilmennyt merkittäviä eroavuuksia muiden jätetoimijoiden tietolähteisiin verrattuna.

Taulukko 1. Merkittävimpien jätetoimijoiden jätetietoja. (*-merkityt laskettu Joensuun asukaslukuun suhteutettuna jätehuoltoyhtiön toimialueelta.)

Yritys	Vastaanotetut jätteet t/v	Toimitetut jätteet t/v	Varastointi t/v
Puhas Oy	41515 (27920*)	16203 (10897*)	25312 (17023*)
Muut toimijat	98473	98265	208



Kuvio 2. Merkittävimpien jätetoimijoiden vastaanottamat jätteet.

Jäteaineistossa oli poikkeuksia VAHTI-järjestelmää käyttävien kirjausten välillä ja joidenkin toimijoiden kirjausten perusteella oletettiin VAHTI-järjestelmän käyttö-opastuksen olevan puutteellista, virheiden määrästä johtuen.

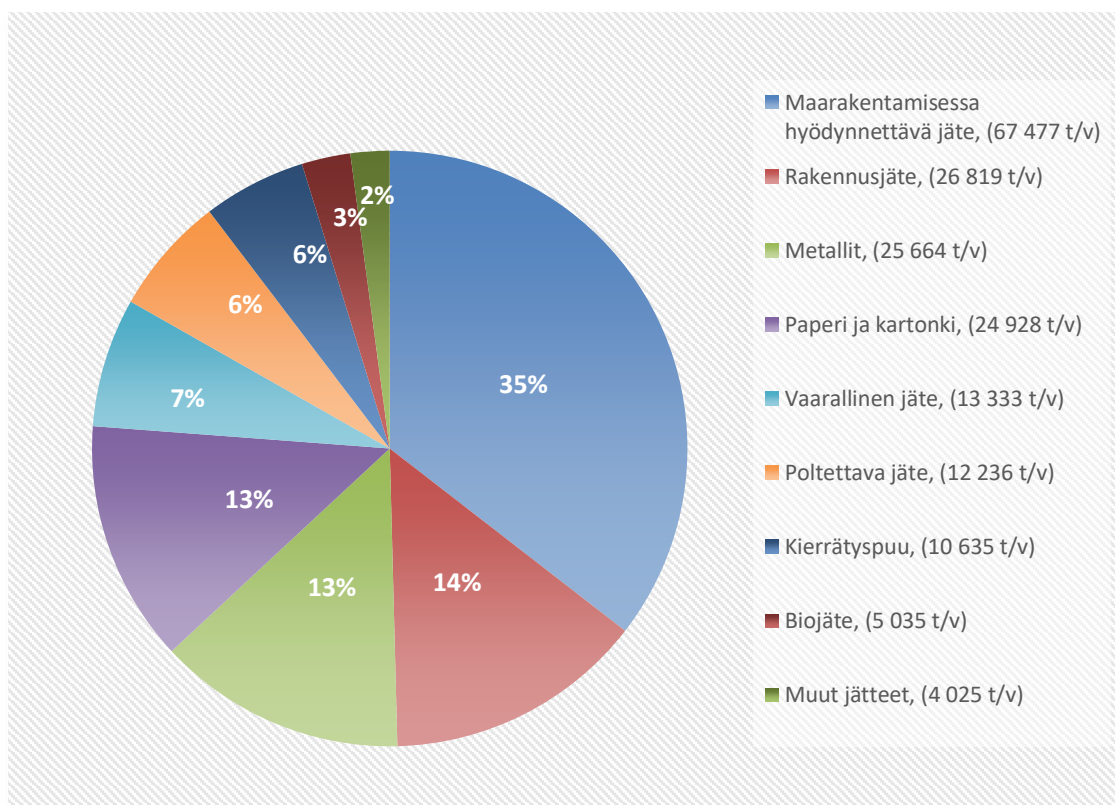
Jäteaineistossa jätteet ovat lajiteltavissa sen mukaan, onko jäte ongelmajätettä vai tavanomaista jätettä. Tämä tuotti hankaluuksia analysoinnissa, koska samoja jättejakeita oli usein merkitty molempiin luokkiin.

Jätelajeja luodessa huomattiin kirjauksia, jotka oli mahdollisesti kirjattu kahteen kertaan aineistoon. Samaa jätettä täysin sama määrä vaikuttaa siltä, että se on vahingossa kirjattu järjestelmään kaksi kertaa. Yksittäisten jättejakeiden seuranta vaikeuttaa se, että samaa jätettä käsittelee monet eri toimijat ennen kuin jäte päätyy lopulta hyödynnettäväksi. Usein jäte muuttuu vielä toimijoiden välillä, koska siitä poistetaan vettä tai muita materiaaleja jätteiden käsittelyssä.

Aineistoa ei voi pitää täysin luotettavana ja sen takia täydellisen tarkkaan jätevirtojen seurantaan on aineiston perusteella mahdoton päästä. Aineistoista puuttuu yksityishenkilöiden ja yritysten (jotka eivät ole velvoitettuja jätekirjanpitoon) oma-toimisesti käsittelemät jätteet, kuten kompostointi. Aineisto voi myös sisältää Joensuun alueen ulkopuolella syntyneitä jätteitä, jotka mahdollisesti myöhemmin kuljetetaan Joensuun alueelle.

7 Joensuussa syntyvät jätteet

Tuloksien perusteella Joensuun kaupungin alueella syntynyt kokonaisjättemäärä vuonna 2016 oli 190 151 tonnia, joka jakaantuu teollisen elinkeinoelämän (72 %) ja yhdyskunnan (28 %) jätteisiin (kuvio1).



Kuvio 3. Joensuussa vuonna 2016 syntyneet jätteet.

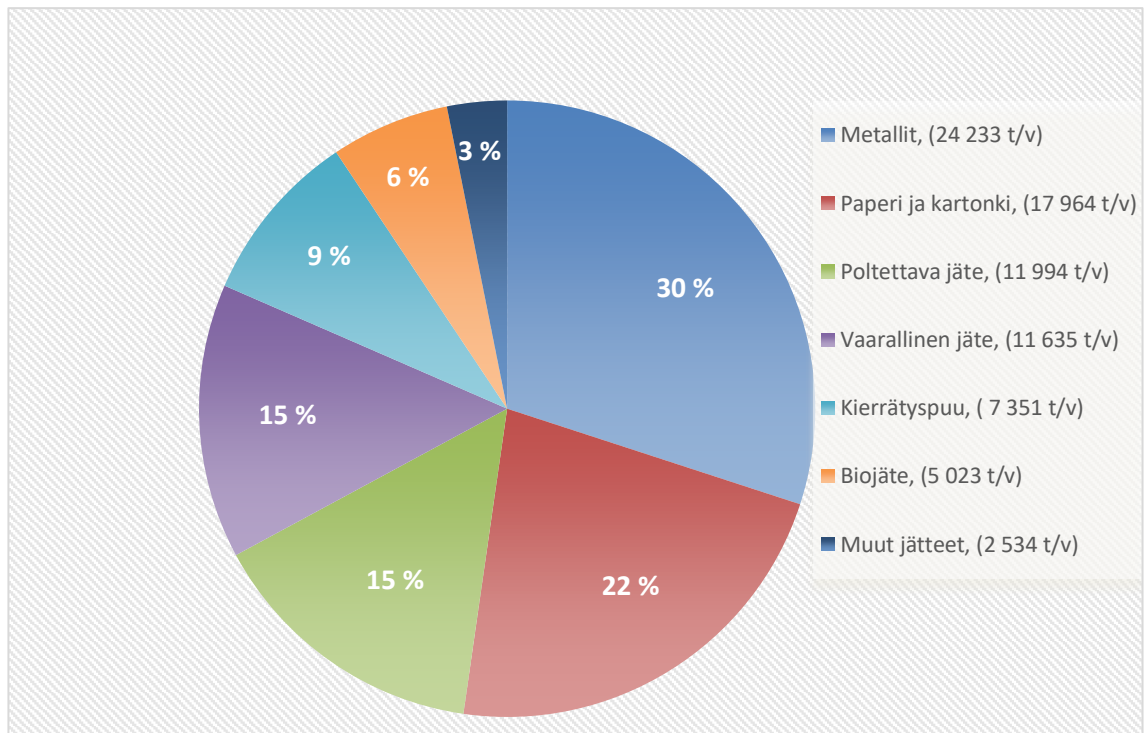
Tässä luvussa käsitellään jätelajien koostumusta niiden sisältämien jätejakeiden ja painon perusteella. Jätteet luokiteltiin jätelajeihin, koska luokittelu helpottaa Joensuun kaupungin alueen kokonaisjätevirtojen tulkitsemista. Jätelajien luokittelu tehtiin seuraavasti: maarakentamisessa hyödynnettävä jäte, rakennusjäte, metallit, paperi ja kartonki, vaarallinen jäte, poltettava jäte, kierrätyspuu, biojäte ja muut jätteet (kuivattu liete, lasijäte, muovit ja SER).

Laskelmissa ei ole huomioitu energiana hyödynnettäviä sahan kuori- ja sahausjätteitä (104 000 t/v), koska ne ovat sivutuotteita eivätkä jätteitä.

Taulukko 2. Joensuussa vuonna 2016 syntyneet jätteet.

Nimike	Osuus (%)	Määrä (t/v)	Suurimmat osuudet	Vienti/laji	Vienti (%)
Maarakentamisessa hyödynnettävä jäte	35 %	67 477	Lentotuhka, leijupetihiekka	0,4 %	0,3 %
Rakennusjäte	14 %	26 819	Betoni ja tiilet	1 %	0,3 %
Metallit	13 %	25 664	Rauta ja teräsromut	94 %	30,0 %
Paperi ja kartonki	13 %	24 928	Keräyspaperi	72 %	22 %
Vaarallinen jäte	7 %	13 333	Lietteet, jäteöljyt, maali ja lakkajäteet	87 %	14 %
Poltettava jäte	6 %	12 236	Yhdyskuntajätteet	98 %	15 %
Kierrätyspuu	6 %	10 635	Puu- ja kuorijäte	69 %	9 %
Biojäte	3 %	5 035	Biohajoavat keittiö- ja ruokalajätteet,	100 %	6 %
Mädätetty liete	1 %	1 717	Jäteveden puhdistuksessa kuivattu liete	0 %	0 %
Lasijäte	1 %	1 411	Pakkauslasi, lasipullot	100 %	2 %
Muovit	0,2 %	472	Muovipakkaukset, palautuspullot	91 %	1 %
SER	0,2 %	424	Sähkö- ja elektroniikkalaitteet	67 %	0 %
Kokonaisjättemäärä 2016	100 %	190 151			42 %

Oheinen taulukko kuvastaa Joensuun kaupungin alueen jätemääriä ja paljonko jätteistä menee vientiin. Vienti/laji tarkoittaa, paljonko kyseisestä jätelajista päätyy Joensuun kaupungin alueen ulkopuolelle. Vienti % esittää jätelajin osuuden kokonaisvienninmäärästä.



Kuvio 4. Joensuusta lähteneet jätteet.

Kuviossa 4 esitellään vientiin menevien jätteiden osuus jätelajeittain. Esimerkiksi metallijätteet olivat määrällisesti suurin yksittäinen jätelaji, joka kuljetetaan pääosin kokonaan pois Joensuun kaupungin alueelta kierrätysmetalleiksi Suomen terästeollisuuden tarpeisiin.

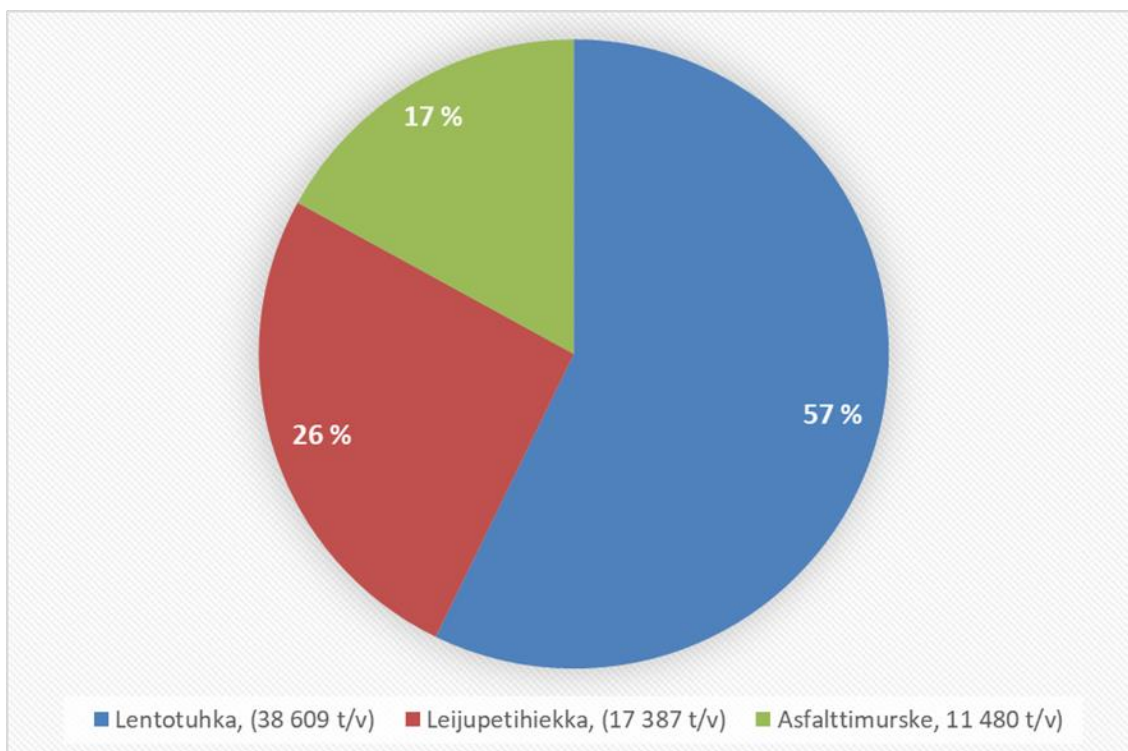
Taulukko 3. Joensuusta vientiin menevät jätteet.

Nimike	Määrä (t/v)	Suurimmat osuudet	Toimitus kunnat	Vienti/laji	Vienti (t/v)
Metallit	25 664	Rauta ja teräsromut	Tornio, Riihimäki, Oulu, Iisalmi, Lahti, Kotka, Pori, Maat:178,184,22	94 %	24 233
Paperi ja kartonki	24 928	Keräyspaperi	Varkaus, Pori, Kotka, Jämsä, Kuopio, Riihimäki	72 %	17 964
Poltettava jäte	12 236	Yhdyskuntajätteet	Leppävirta, Lieksa, Jyväskylä	98 %	11 994
Vaarallinen jäte	13 333	Lietteet, jäteöljyt, maali ja lakkajäteet	Kuopio, Riihimäki, Jyväskylä, Hamina	87 %	11 635
Kierrätyspuu	10 635	Puu- ja kuorijäte	Kajaani, Lahti, Kuopio	69 %	7 351
Biojäte	5 035	Biohajoavat keittiö- ja ruokalajätteet,	Kitee	100 %	5 023
Lasijäte	1 411	Pakkauslasi, lasipullot	Helsinki, Kuopio	100 %	1 411
Muovit	472	Muovipakkaukset, palautuspullot	Merikarvia, Kuopio, Lieksa, Imatra,	91 %	430
SER	424	Sähkö- ja elektroniikkalaitteet	Heinola	67 %	285
Maarakentamisessa hyödynnettävä jäte	67 477	Lentotuhka, leijupetihiekka	Lahti	0,4 %	245
Rakennusjäte	26 819	Betoni ja tiilet	Riihimäki	1 %	230
Mädätetty liete	1 717	Jäteveden puhdistuksessa kuivattu liete	Joensuu	0 %	0
Kokonaisjättemäärä 2016	190 151				80 800

Taulukko 3. kuvaa jätelajeittain Joensuun ulkopuolelle kuljetettujen jätteiden osuudet ja keskeisimmät toimituskunnat.

7.1 Maarakentamisessa hyödynnettävät jätteet

Maarakentamisessa hyödynnettävät jätteet ovat suurin yksittäinen jätevirta (67 477 t/v), joka on noin 35 % kaikista Joensuun jätteistä (kuvio 3). Maarakentamisessa hyödynnettävillä jätteillä tarkoitetaan mm. maisemointiin ja teiden rakentamiseen hyödynnettäviä jätteitä. Maarakentamisessa hyödynnettävät jätteet koostuvat pääosin turpeen ja käsittelemättömän puun poltossa syntyvistä tuhkista, leijupetihiekasta, asfalttimurskeesta (kuvio 5).



Kuvio 5. Maarakennuksessa hyödynnettävän jätelajin koostumus.

Lentotuhkan osuus on selvästi suurin osa maarakennuksessa hyödynnettävästä jätteessä (38 609 t/v), ja siitä valtaosa syntyy turpeen ja puun yhteispoltossa. Yhteispolttoprosessissa syntyy myös hyvin paljon leijupetihiekkaa (17 387 t/v), joka on neljäsosa maarakentamisessa hyödynnettävistä jätteistä.

Turpeen ja puun yhteispoltossa syntyvä lentotuhka olisi sellaisenaan soveltuvaa metsälannoituskäyttöön. Metsälannoitusta suoritetaan nykyisin siten, että kuiva lentotuhka rakeistetaan ja sen jälkeen levitetään metsään. Metsälannoitusta voidaan suorittaa myös kuivalla lentotuhkalla, mutta lentotuhkan hienojakoisuuden vuoksi sen saaminen oikeaan paikkaan lannoituskohteessa on haastavaa. (Fortum Oyj.)

Lentotuhkalla ja leijupetihiekalla on rakennettu kaksi meluvallia Joensuuhun ehkäisemään voimalaitoksen toiminnasta ja raskaasta ajoneuvoliikenteestä aiheutuvaa meluhaittaa. Lentotuhkaa voitaisiin käyttää myös kerrosstabilointiin, sillä se on reaktiivista, kuten useimmat puun polton lentotuhkat. Sitä voidaan myös käyttää massiivisempänä kerroksena kenttärakenteessa. (Fortum Oyj.)

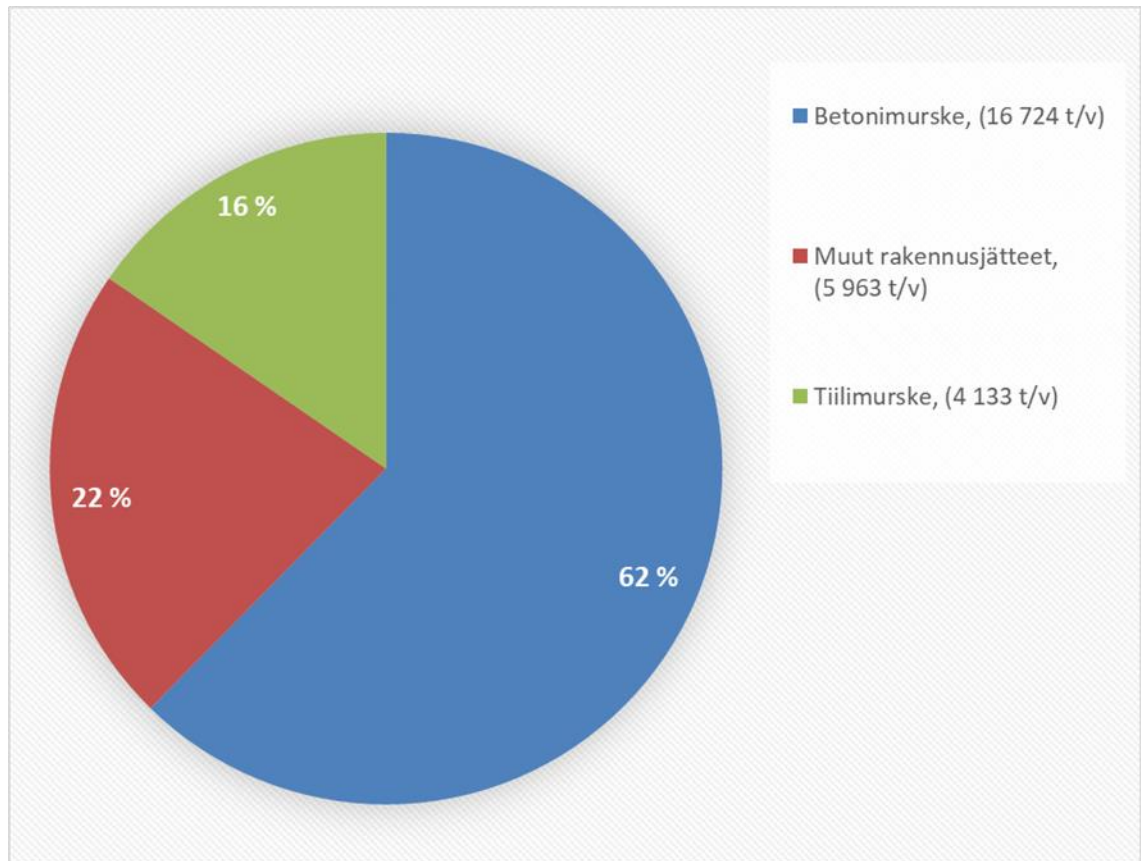
Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017, määrittelee raja-arvot hyötykäytölle ilmoitusmenettelyllä, mutta ei mahdollista meluvallien rakentamista lentotuhkalla. Joensuuhun rakennettu meluvalli on rakennettu aluehallintoviraston myöntämällä ympäristöluvalla. Leijupetihiekka vastaa raekäyrältään suodatinhiekkaa ja sitä voidaan hyötykäyttää vastaavissa kohteissa kuin luonnon kiviainesta. Se alittaa liukoisuuksien osalta kaikki voimassa olevan maarakennusasetuksen raja-arvot. (Fortum Oyj.)

Tuhkien ja leijupetihiekan jälkeen loput maarakentamisessa hyödynnettävistä jätteistä ovat teiden uusimisessa ja kunnostamisessa syntyvää jätettä, pääosin asfalttimursketta (11 480 t/v). Asfalttimurskeen käsittelee siihen erikoistunut paikallinen toimija. Asfalttijäte pystytään hyötykäyttämään 100-prosenttisesti uusiomateriaaliksi. (Itä-Suomen murskauskeskus.)

7.2 Rakennusjäte

Rakennusjätettä syntyy aina rakentamisessa ja rakennusten purkamisessa. Joensuussa rakennetaan paljon ja se näkyy rakennusjätteiden määrässä (26 819 t/v), jotka ovat n.14 % kaikista Joensuun kaupungin alueen jätteistä (kuvio 3).

Rakennusjätteet koostuvat pääosin betoni- ja tiilimurskeesta (kuvio 6). Betoni- ja tiilimurske käytetään uudelleen maarakentamisen materiaalina, joten voidaan arvioida, että Joensuun kaupungin alueen jätevirroista noin puolet päätyy lopulta maarakentamisen raaka-aineiksi, koska betoni, tiili ja asfalttimurske, sekä voimalaitostuhkat ja hiekat muodostavat määrällisesti noin 50 % Joensuun kaupungin alueella syntyvistä jätteistä



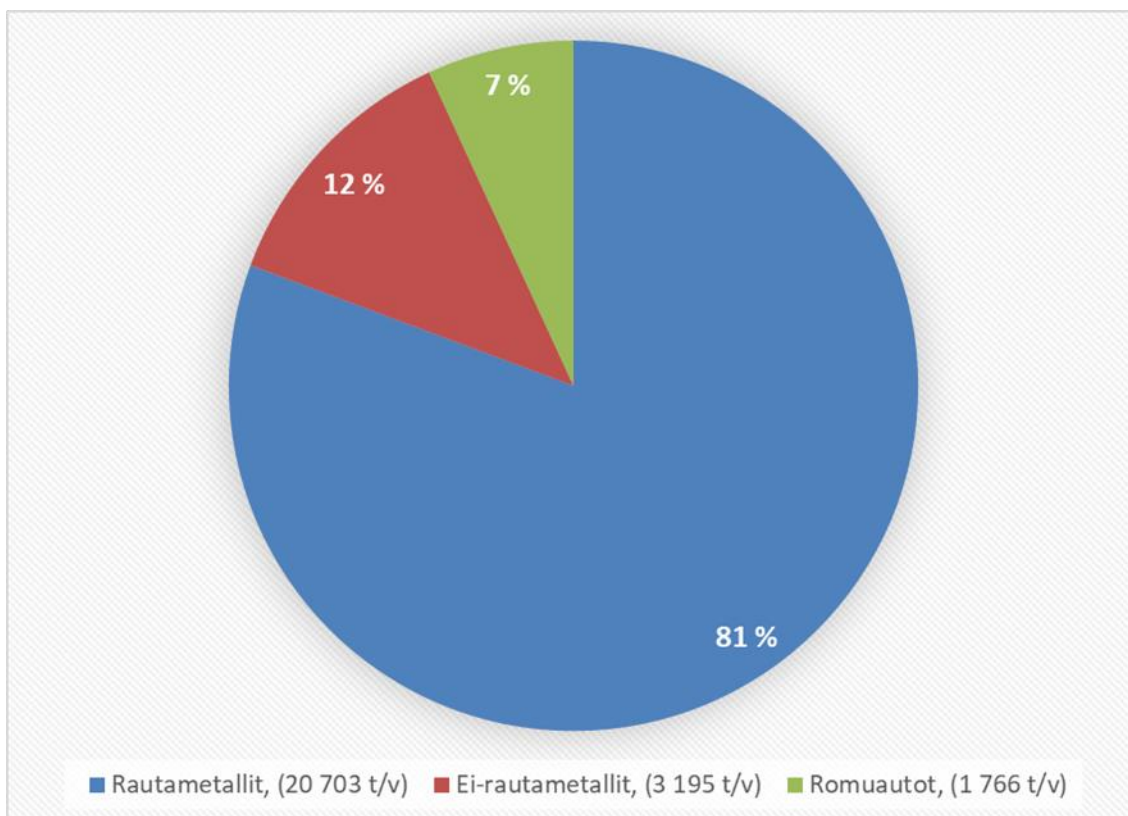
Kuvio 6. Rakennusjätteiden koostumus.

Rakennusjätteen koostumus on pääosin betoni- ja tiilimursketta. Noin viidesosa kaikesta Joensuun alueen rakennusjätteestä on jotain muuta rakennusjätettä, kuten esimerkiksi kipsilevy-, eristevilla- ja puujätettä, jotka menevät kaatopaikalle tai kierrätyspolttoaineen valmistukseen erikoistuneille yrityksille. Rakennusjätteet hyötykäytetään pääsääntöisesti Joensuun alueella, eikä suurempia jätesiiroja rakennusjätteen osalta ole tiedoissa havaittavissa.

7.3 Metallijäte

Metallijätettä (25 224 t/v) syntyy Joensuun alueella erilaisilta teollisuuden yrityksiltä. Joensuussa metallijätteen keräyksestä ja käsittelystä vastaa pääosin kaksi yritystä. Metallijäte koostuu pääosin rautametalleista (rauta, teräs) ja ei-rautametalleista (alumiini, kupari, sinkki, RST). Tähän jätelajiin laskettiin mukaan myös romuautot.

Joensuun kaupungin alueelta kerätyt metallit viedään pääosin kokonaan maakuntarajojen ulkopuolelle hyödynnettäväksi terästeollisuuteen (liite 1). Metallijätettä voidaan käyttää uudelleen metallien valmistuksen raaka-aineena. Metallijätteen kierrättäminen sulattamalla se uudelleen metalliksi voi periaatteessa jatkua loputtomasti. (Melanen, Palperi, Viitanen, Dahlbo, Uusitalo, Juutinen, Lohi, Koskela & Seppälä. 2000. 10)

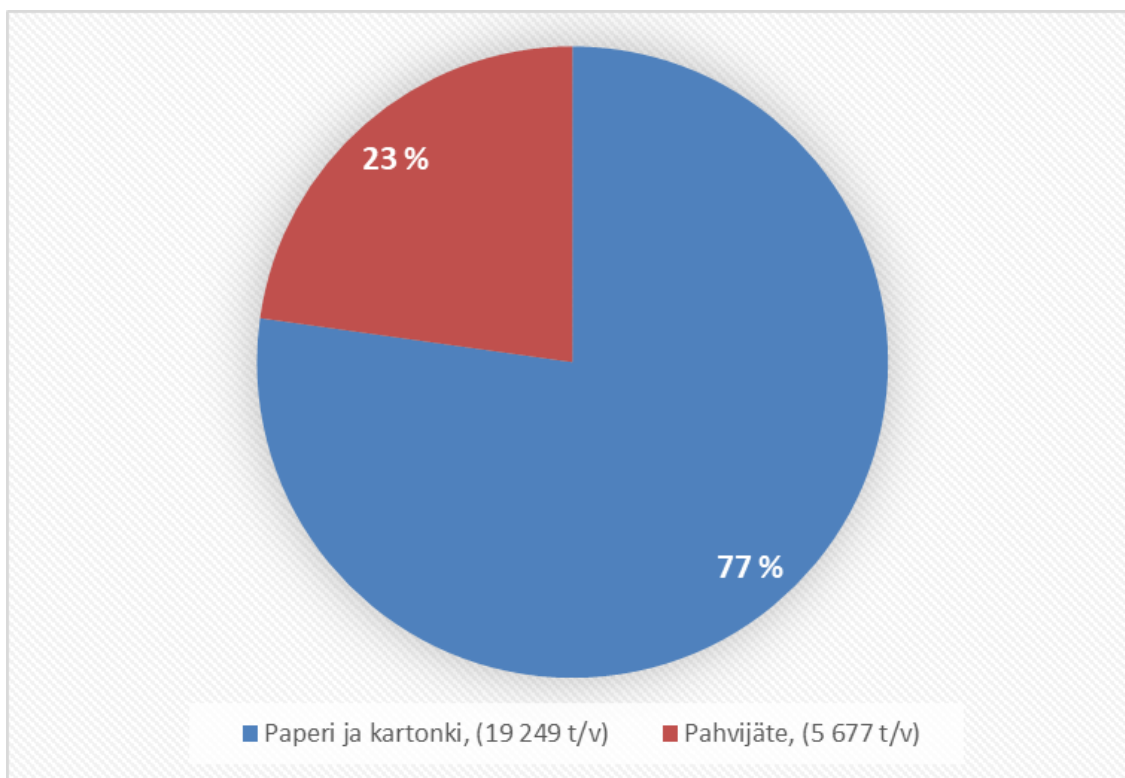


Kuvio 7. Metallijätteiden koostumus.

Joensuun kaupungin alueen jätevirroista metallien osuus on noin 13 % kokonaisjättemäärästä (kuvio 3), lähes yhtä suuri osuus rakennusjätteen kanssa. Metallijäte on suurin yksittäinen vientiin menevä jätelaji, noin 30 % viennin kokonaismäärästä (kuvio 4). Syntyvistä metallijätteistä noin 96 % kuljetetaan pois Joensuun kaupungin alueelta (liite 1).

7.4 Paperi-, kartonki- ja pahvijäte

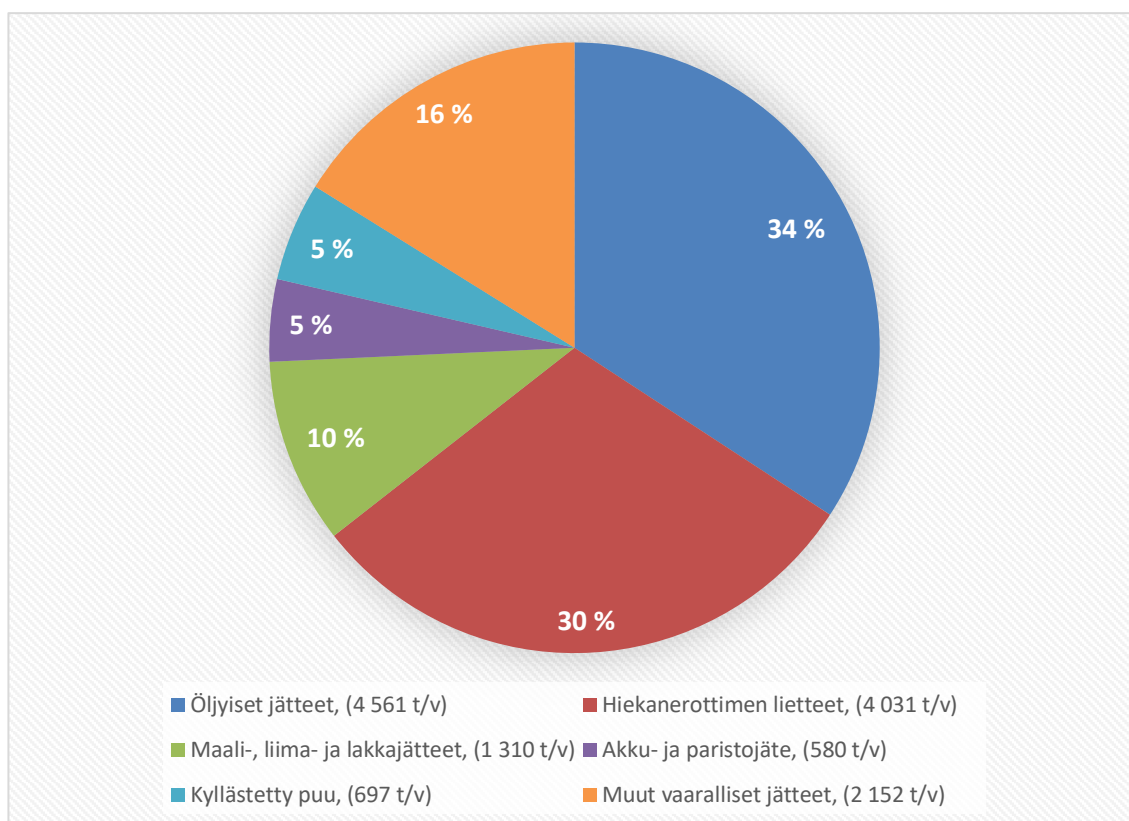
Paperi- ja kartonkijätettä syntyi Joensuun kaupungin alueella 24 928 t/v, ja se koostui pääasiassa keräyspaperista, kartongista ja pahvista. Jätteet toimitetaan paperiteollisuuden raaka-aineeksi, missä siitä valmistetaan uusiopaperia tai kartonki- ja pahvipakkauksia. (Suomenkeraystuote.) Viennin osuus paperi- ja kartonkijätteiden osalta on yli 70 % (taulukko 3). Vääristymää viennissä aiheuttaa välivarastointi Joensuussa ennen toimittamista loppupisteeseen. Paperi ja kartongit ovat noin 13 % kokonaisjätevirroista (kuvio 3) ja päätyvät pääasiassa Joensuun kaupungin alueen ulkopuolelle hyödynnettäväksi uusiomateriaaleina.



Kuvio 8. Paperi ja kartonkijätteiden koostumus.

7.5 Vaarallinen jäte

Vaarallinen jäte eli ns. entinen ongelmajäte voi kemiallisten tai muiden ominaisuuksiensa vuoksi aiheuttaa erityistä vaaraa tai haittaa, terveydelle tai ympäristölle ja vaatii siksi erityiskäsittelyä. (Fortum Oyj.)



Kuvio 9. Vaarallisten jätteiden koostumus.

Vaaralliset jätteet koostuvat pääosin vaaralliseksi jätteeksi luokitelluista lietteistä (hiekanerottimen lietteet), öljypitoisista jätteistä, maali-, liima- ja lakkajätteistä, akku- ja paristojätteistä sekä kyllästetystä puusta (kuvio 9). Muut vaaralliset jätteet ovat yksittäisiä jättejakeita, joista yhdessä koostuu 16% kaikesta vaarallisesta jätteestä (13 333 t/v).

Kaikkiaan Joensuun jätevirroista vaarallisten jätteiden osuus on noin 7 %, ja vientiin siitä menee noin 87 %, mikä on 15 % kaikesta vientiin menevästä jätteestä (kuvio 4).

7.6 Poltettava jäte

Poltettavaa jätettä Joensuussa syntyi 12 236 tonnia vuonna 2016 (taulukko 2). Poltettava jäte on sekajätettä, josta voimalaitoksissa polttamalla saadaan tuotettua lämpöä ja sähköä. Poltettavaksi jätteeksi luetaan nimenomaan jäte, joka on

lajiteltu sen syntypaikalla poltettavaksi jätteeksi, esimerkiksi kotitalouksissa tai teollisuudessa. Poltettavaa jätettä kerätään monissa jätteenkeräyspisteissä muiden kierrätettävien materiaalien tavoin. Poltettavaa jätettä ovat muovit (ei PVC), likaiset paperit ja kartongit sekä kaikki kierrätykseen kelpaamaton yhdyskunta-jäte. (Jätehuolto-yhtiö Puhas Oy.)

Jätehuolto-yhtiö Puhas Oy toteutti kesäkuussa 2016 lajitteluselvityksen, jossa tutkittiin jätteiden koostumusta, polttokelpoisuutta ja hyödyntämistä. Tutkittavat näytteet koostuivat pääsääntöisesti sekajätteestä (nyk. poltettava jäte). Samankaltainen selvitys on tehty vuonna 2014. Vuoden 2014 sekajätteessä olevan biojätteen osuus oli 43 %, kun vuoden 2016 selvityksessä osuus oli 39,8 %. Tutkittavia näytteitä oli kolme (304,9 kg), joten tulosta ei voi pitää kovin luotettavana. Tulosten samankaltaisuus vuoden 2014 tulosten kanssa osoittaa niiden olevan todennäköisesti luotettavia. (Martikainen, 2016)

Joensuusta kuljetetaan poltettavaa jätettä hyödynnettäväksi energiana noin 12 236 tonnia. Poltettavan jätteen osuus on Joensuun kaupungin kokonaisjättemäärästä 7 % (taulukko 2) ja Joensuun kaupungin jätteiden viennistä 15 % (kuvio 4).

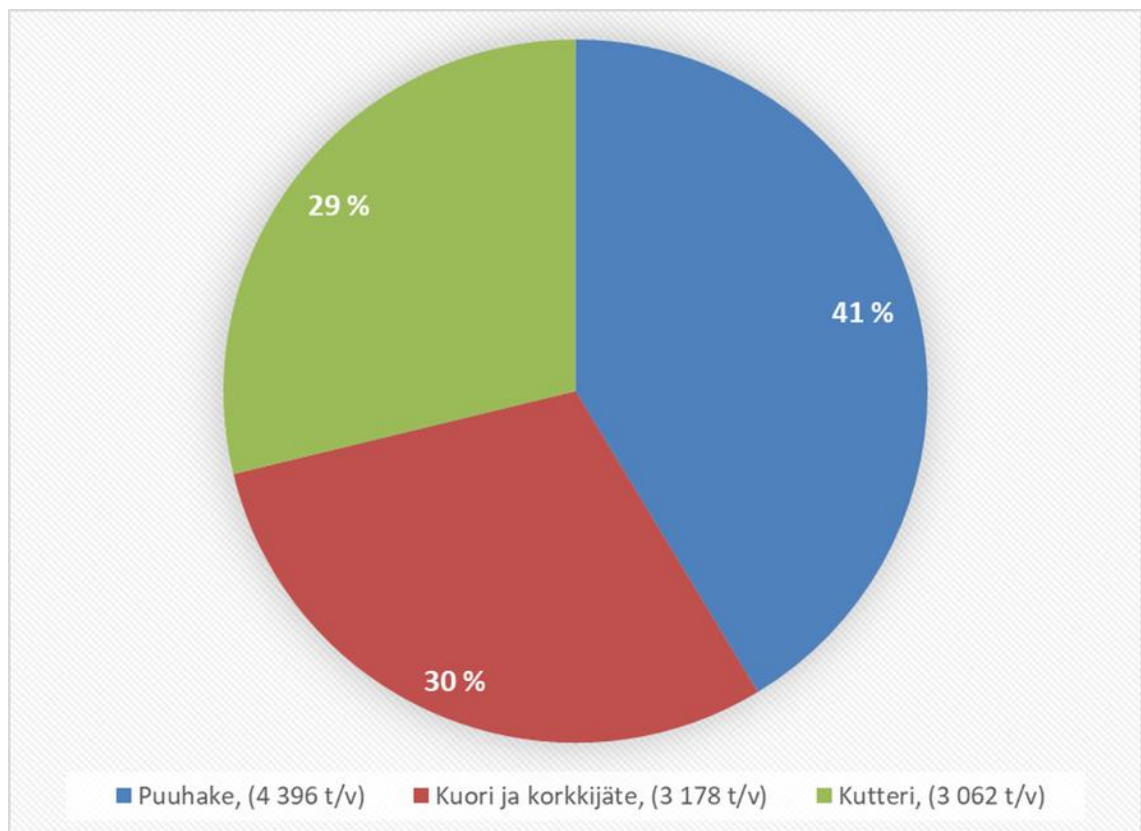
Vuoden 2016 heinäkuussa Riikinvoiman jätteenpolttolaitos aloitti jätteen polton, mistä syystä Joensuun kaupungin poltettavien jätteiden osuus on tässä selvitystyössä pienempi, kuin mitä se jatkossa tulee olemaan. Käytännössä se kaksinkertaistuu vuodelle 2017.

7.7 Kierrätyspuu

Tässä selvitystyössä kierrätyspuulla tarkoitetaan puujätettä, joka kuljetetaan hyödynnettäväksi energiana tai jotenkin muuten. Kierrätyspuujätettä Joensuussa syntyi 10 635 tonnia (taulukko 2). Laskelmissa ei ole huomioitu puujätettä, joka on hyödynnetty jätteen syntypaikassa.

Kierrätyspuu koostuu kolmesta jätejakeesta, jotka ovat puuhake, kuori- ja korkki-jäte sekä kutteri (kuvio 10). Kierrätyspuuta käytetään pääasiassa energiateollisuuden polttoaineena.

Kierrätettävän puujätteen osuus Joensuun kokonaisjättemäärästä on noin 6 % (kuvio 3), ja vientiin menevän kierrätettävän puujätteen osuus on noin 9 % (kuvio 4). Yhdessä kierrätyspuu ja poltettava jäte muodostavat Joensuun kaupungin alueen kokonaisjättemäärästä noin 12 % ja jätteiden viennistä 24 %.



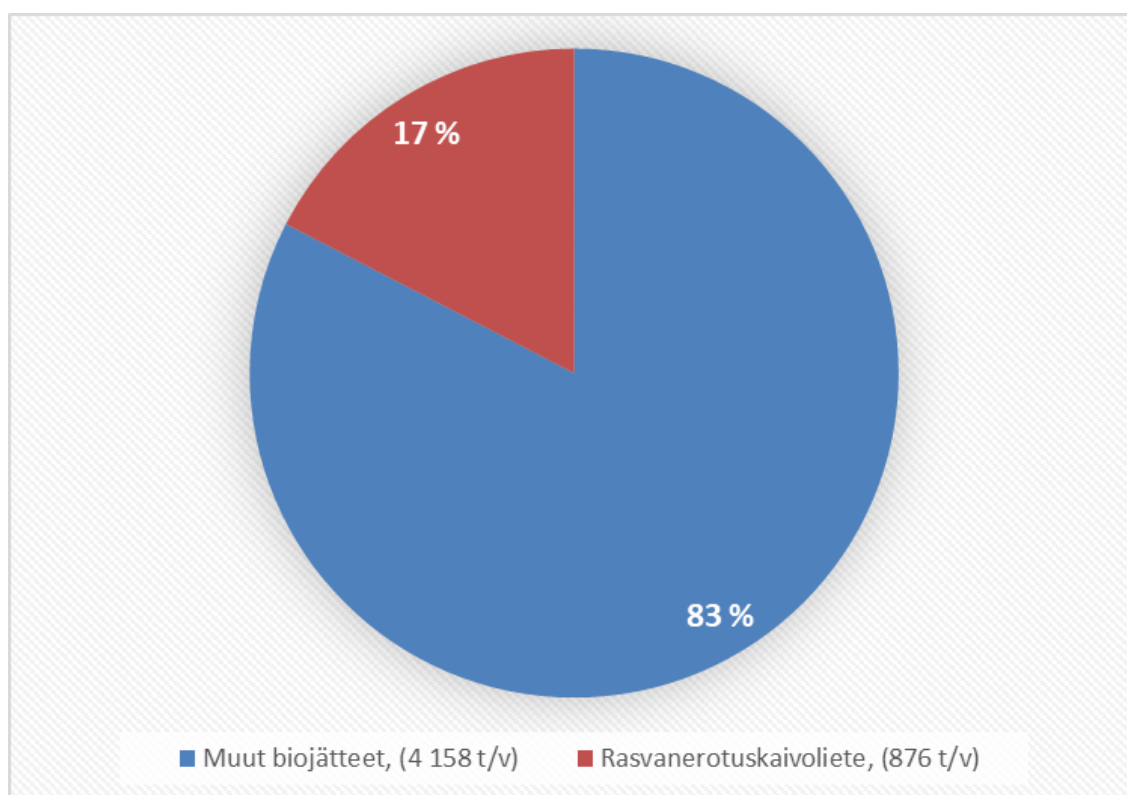
Kuvio 10. Kierrätyspuun koostumus.

7.8 Biojäte

Biojäte on eloperäistä jätettä, ja sille on ominaista sen kosteus ja aineksen orgaanisuus, jotka mahdollistavat voimakkaan mikrobitoiminnan, jonka seurauksena biojäte hajoaa. Biojätettä ovat kaikki kompostoituvat jätteet, kuten hedelmien, vihannesten ja juuresten kuoret sekä kaikki ruuantähteet.

Biojätteet voidaan kompostoida omassa kompostorissa, jolloin kompostoriin voidaan laittaa myös puutarhajätteet. Rivi- ja kerrostalokiinteistöissä biojätteet kerätään usein erilliseen kiinteistökohtaiseen biojäteastiaan, josta biojäte toimitetaan käsittelylaitokselle käsiteltäväksi.

Joensuussa (5 035 t/v) (kuvio 3) biojäte kerätään ja kuljetetaan biojätteiden käsittely, energia- ja lannoitetuotantolaitokselle, joka biojätteen mädätyksellä tuottaa biokaasua ja lannoitteita.



Kuvio 11. Biojätteen koostumus.

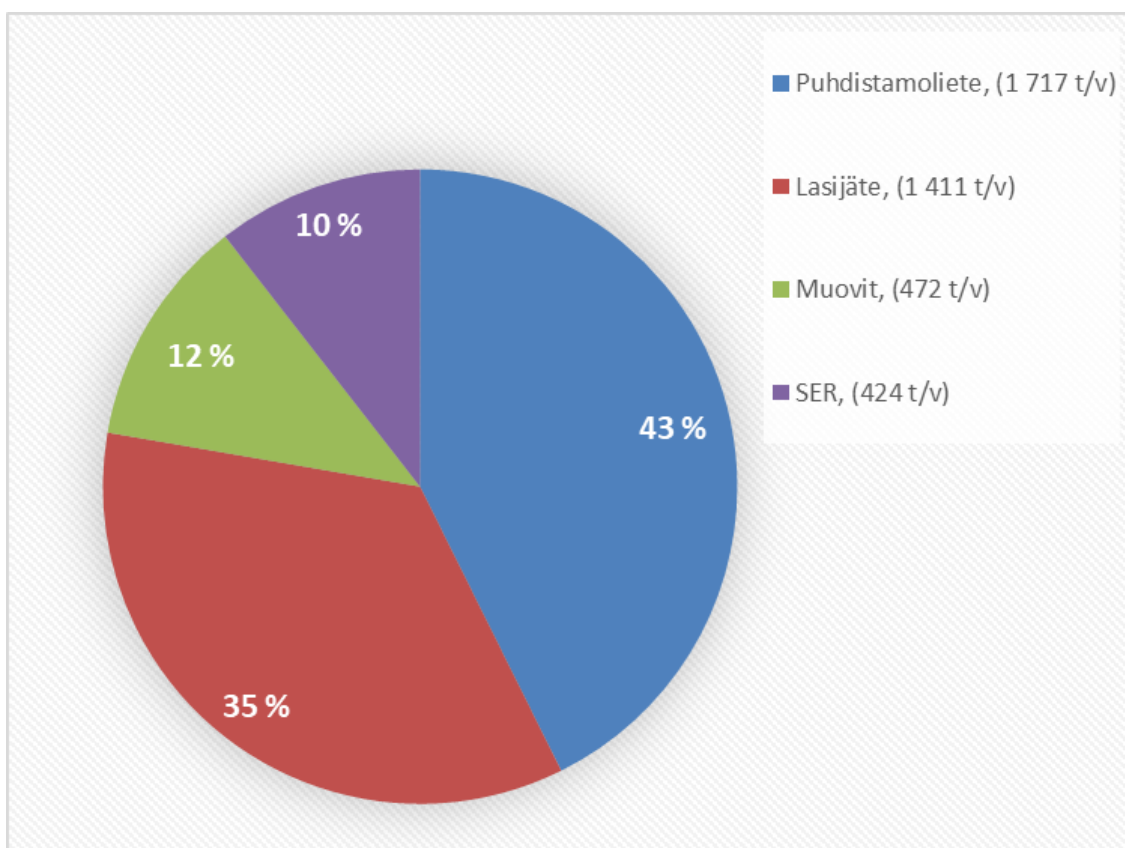
Joensuussa biojäte koostuu suurimmalta osin kotitalouksien, yritysten ja kauppajen biojätteistä sekä rasvaerotuskaivolietteistä (kuvio 11). Rasvanerotuskaivoliete on öljynerotuksessa syntyvän rasvan ja öljyn seos, joka sisältää ainoastaan ruokaöljyjä ja ravintorasvoja.

Biojätteen osuus Joensuun kaupungin alueella syntyvästä kokonaisjättemäärästä on n. 3 % (kuvio 3). Biojätteen osuus olisi huomattavasti suurempi, jos biojätettä ei laitettaisi sekajätteen joukkoon, vaan se lajiteltaisiin kunnolla. Jätehuolto-yhtiö

Puhas Oy:n vuonna 2016 tekemän suppean lajitteluselvityksen mukaan biojätteen osuus sekajätteestä oli 39,8 % (Jätehuolto-yhtiö Puhas Oy).

7.9 Muut jätteet

Tässä alaluvussa käsitellään jätelajit, jotka muodostavat noin 2 % Joensuun kaupungin alueella syntyvästä kokonaisjättemäärästä (kuvio 3).



Kuvio 12. Muut jätteet-jätelajin koostumukset.

7.9.1 Puhdistamoliete

Joensuun kaupungin alueella paikallisena jäteveden puhdistamona toimii Kuhasalon jäteveden puhdistamo, joka vastaanotti vuonna 2016 noin 82 343 tonnia jätevettä, jonka kuiva-ainepitoisuus oli 2,3 %. Mekaanisesti ja termisesti kuivatun

lietteen lopullinen loppusijoitettava määrä oli 1 717 tonnia (taulukko 2), joka kompostoitui kompostointikentälle, saatua multaa käytetään mm. viherrakentamisessa. (Kuhasalons jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailujen yhteenveto 2016)

Suurimmat viemäriin liittyneet teollisuuslaitokset olivat Valio Oy:n Joensuun tehdas, UPM Kymmene Oy ja Abloy Oy. Kuhasaloon johdetaan myös Kontiolahden kunnan, Liperin kunnan, Onttolan vesiosuuskunnan, Pohjois-Karjalan rajavartioston, Kulhon vesiosuuskunnan sekä Polvijärven kunnan jätevedet. (Kuhasalons jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailujen yhteenveto 2016, 6.)

7.9.2 Lasijäte

Aineistossa olevat lasijätteet (1 411 t/v) (taulukko 2) voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: kierrätettävä lasijäte sekä maarakennuksessa hyödynnettävä lasijäte.

Kierrätettävää lasijätettä on kaikki pakkauslasi, kuten lasiastiat ja pullot, jotka eivät ole kuumuuden kestäviä. Kierrätyslasiasta voidaan valmistaa uusia lasiastioita, -pulloja sekä villaa. Suurin osa aineiston lasijätteestä on kierrätykseen kelpaavaa pakkauslasia.

Maarakennuksessa hyödynnettävä lasijäte on huonolaatuisempaa kuin kierrätykseen menevä lasijäte. Maarakennukseen käytettävä lasijäte syntyy esimerkiksi rakennusjätteistä, peileistä, autonlasista, keramiikasta ja juomalaseista. Joensuun alueella syntyvästä lasijätteestä 87 % on kierrätettävää lasijätettä ja 13 % lasijätteestä menee maarakennuksen hyötykäyttöön.

7.9.3 Muovit

Muovit joita ei ole laskettu poltettavaan jätteeseen, ovat enimmäkseen kierrätyspulloja sekä muoveja, jotka ovat peräisin rakennusjätteen esikäsittelystä. Esikäsittelyn jälkeen muovit välivarastoidaan myöhempää kuljetusta varten. Näitä

muoveja Joensuun alueella syntyi 472 tonnia (taulukko 2) ja 91 % tästä kuljetettiin myöhemmin muualle loppukäsiteltäväksi (taulukko 3).

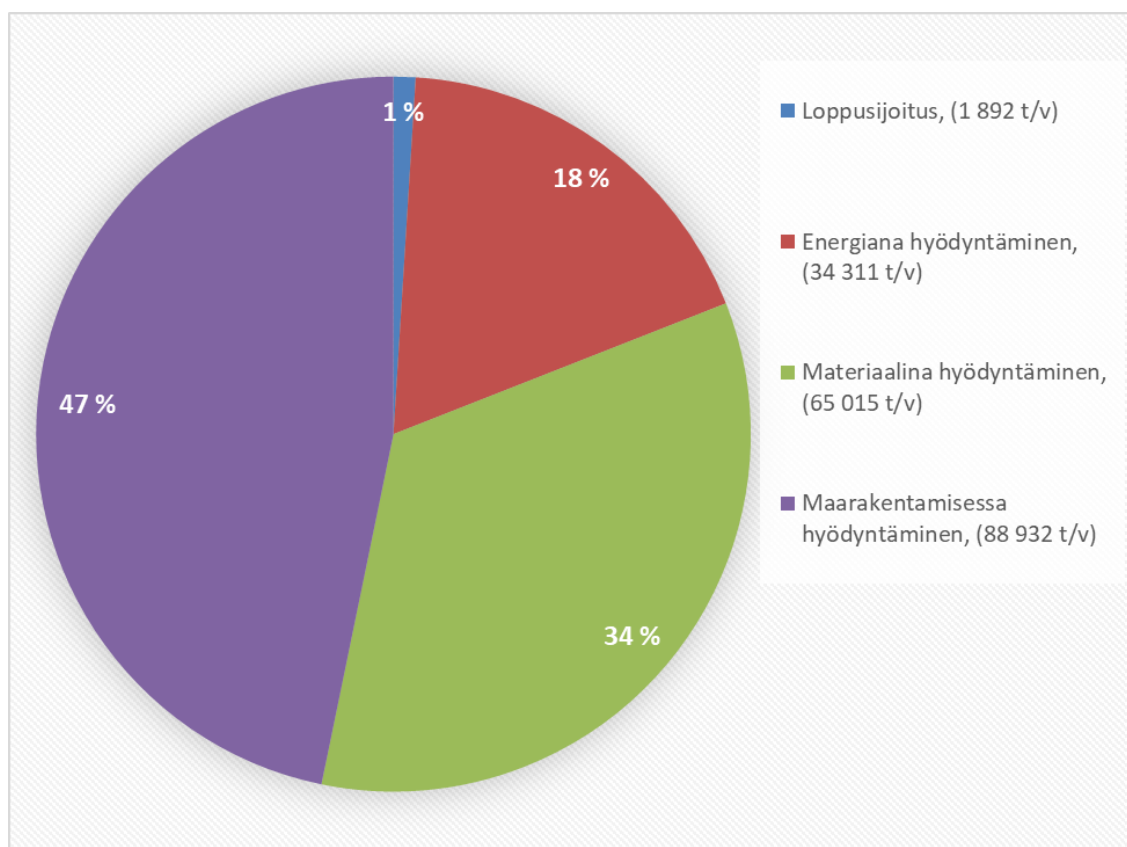
7.9.4 Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu

SER on lyhenne sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta, kaikki käytöstä poistetut sähkö- ja elektroniikkalaitteet ovat SER-jätettä. Kaikki laitteet jotka tarvitsevat toimiakseen sähkövirtaa, akkua, paristoa tai aurinkoenergiaa luetaan sähkö- ja elektroniikkalaitteeksi. SER-jätettä otetaan vastaan alueellisissa SER-keräyspisteissä, ja iso osa kaupoista vastaanottaa SER-jätettä, koska SER-kuuluu tuottajavastuussa oleviin jätteisiin.

Kierrätykseen toimitetusta SER-jätteestä saadaan raaka-aineita ja materiaaleja teollisuuden uusiokäyttöön, kierrätyksen aikana laitteista otetaan talteen vaaralliset ja haitalliset aineet ja ne toimitetaan erilliseen käsittelyyn. Joensuun alueella SER-jätettä vastaanotettiin 424 tonnia (taulukko 2), josta 67 % kuljetettiin muualle käsiteltäväksi (taulukko 3). Osa SER-jätteestä on voitu esikäsitellä Joensuussa, jolloin jätteestä poistetaan esimerkiksi metalliosia, metalliosat taas laitetaan metallieihin ja viedään eri paikkaan jatkokäsittelyyn, tämä aiheuttaa vääristymää vientiprosenttiin.

8 Jätteiden hyödynnettävyys

Jätteitä hyödynnetään energiana tai materiaalina. Joensuun kaupungin jätevirroista energiana hyödynnettäviä jätteitä ovat pääasiassa poltettava jäte, kierrätyspuu, vaarallinen jäte ja biojäte.



Kuvio 13. Jätteiden hyödyntämisen osuudet käyttötavan mukaan.

Poltettava jäte on energiajätettä, joka on ihmisten asumisessa syntyvää jätettä eli yhdyskuntajätettä sekä teollisuudesta peräisin olevaa poltettavaa sekajätettä. Poltettava jäte poltetaan jätteenpolttolaitoksissa, jossa siitä tuotetaan lämpöä ja sähköä. Jätteitä polttamalla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita, kuten esim. öljyä ja kivihiiltä lämmön- ja sähköntuotannossa. Jätteiden polton lisääntyessä kaatopaikalle menevien jätteiden osuus on vähentynyt. Kierrätyspuu, joka koostuu hakkeesta, kuoresta ja kutterista (kuvio 10), hyödynnetään pääosin kokonaan kanssa energiantuotannossa polttamalla.

Joensuusta kerätty biojäte hyödynnetään energiana, sekä lannoitteena ja maanparannusaineena. Orgaanisen jätteen mädätyksellä prosessissa tuotetaan biokaasua, joka hyödynnetään polttamalla kaasumoottorissa. Moottorissa polttamalla saadaan tuotettua sähköä ja lämpöä. Biojätteen mädätysjäännöksestä tuotetaan lopuksi peltolannoitteita peltoviljelyyn, näin biojätteen käsittelyprosessista saadaan sähköä, lämpöä ja orgaanista lannoitetta. (BioKymppi Oy)

Suomessa on useita vaarallisten jätteiden käsittelyyn ja hyödyntämiseen erikoistuneita yrityksiä. Joensuun kaupungin alueelta kerätyt vaaralliset jätteet useimmiten toimitetaan jatkokäsittelyyn maakunta-alueen ulkopuolelle (liite 2). Vaarallisia jätteitä voidaan hyödyntää energiana, polttamalla tai sitten käsittelyprosessin kautta vaaralliset jätteet tehdään vaarattomiksi, ja sen jälkeen voidaan hyödyntää uudelleen materiaalina (fysikaalis-kemiallinen käsittely). (Fortum Oyj)

Yleensä vaarallisten jätteiden vastaanottolaitokset ovat erikoistuneet vain tiettyjen vaarallisten jätteiden käsittelyyn, ja teollisuus käsittelee itse merkittävän osan tuottamistaan vaarallisista jätteistä. Vaarallisista jätteistä pieni osa loppusijoitetaan tai varastoidaan kaatopaikalle, mm. asbestijätteet. (Fortum Oyj)

Materiaalihyödyntämisestä puhuttaessa tutumpi termi on kierrätys. Kierrätyksellä tarkoitetaan jätteiden sisältämän materiaalin, esim. juomatölkkin metallikuoren käyttämistä, uusien metallituotteiden valmistuksessa. Tällöin käytetystä metallitölkistä valmistetaan ensin uusioraaka-ainetta, josta puolestaan valmistetaan uusia tuotteita. Kierrätysaste on suurin paperin ja kartonkien, sekä erityisesti metallien osalta.

Kierrätykseen kerätään materiaaleja, joille on aitoa kysyntää ja markkinat, kuten paperille ja metalleille, uusien paperi- ja metallituotteiden raaka-aineina. Materiaalia kierrätetään nykyään lähes kaikkien jätteiden osalta, ja loppusijoitukseen kaatopaikalle menevien jätteiden osuus on enää muutamien prosenttien luokkaa. Jätteiden materiaalihyödyntämistä edistetään siten, että tarjotaan mahdollisuus eri jätelaatujen erillään pitämiseen ja keräämiseen sekä veloitetaan ihmiset lajittelemaan jätteensä.

Suurin osa Joensuussa syntyvästä jätteestä voidaan hyödyntää maarakentamisessa. Maarakennuksessa hyödynnetään mm. tuhkat ja voimalaitoksien petiehiekat, betonimurskeet, asfalttimurskeet, tiilimurskeet ja lasimurskeet. (Korhonen, Pitkänen & Niemistö. 2018. 63.) Näiden jätteiden osuus kaikista Joensuun kaupungin alueen jätteistä on 47 %. Energiana hyödynnettävien jätteiden osuus on 18 % ja muiden materiaaleina hyödynnettävien osuus on 34 %. Loppusijoitukseen kaatopaikoille päätyy noin 1 % Joensuun kaupungin alueen jätevirroista (kuvio 13).

9 Materiaalihäviöt

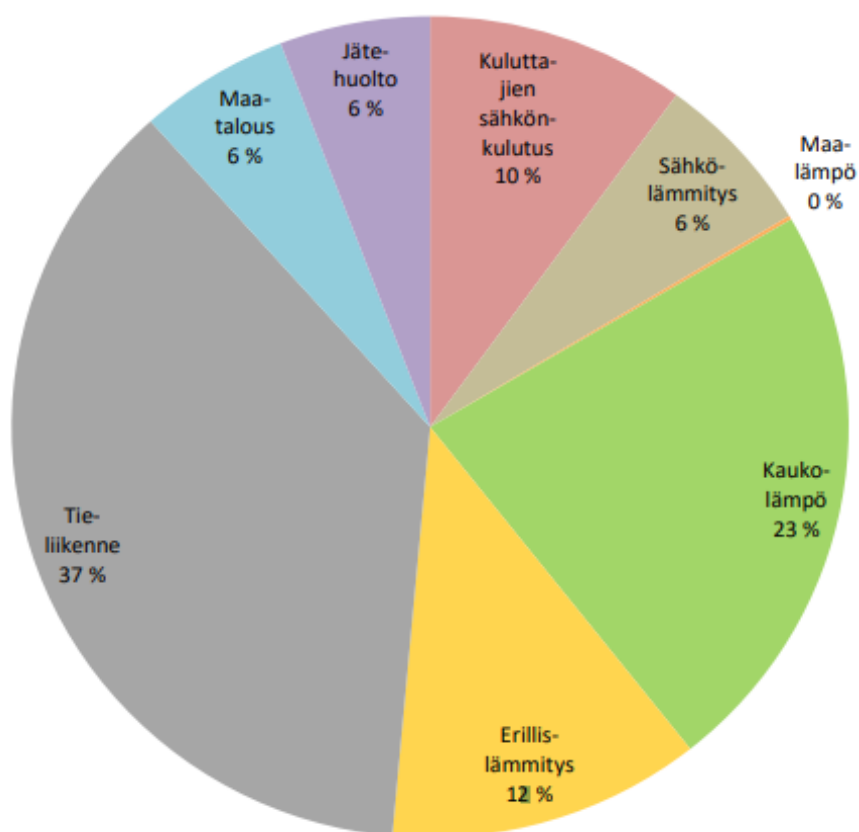
Materiaalihäviöistä käy ilmi, kuinka hyvin materiaalit pysyvät kierrossa. Materiaalihäviöt lasketaan kolmesta ainevirrasta, jotka lasketaan massayksikköinä yhteen. Nämä kolme ainevirtaa ovat: jätevirrat kaatopaikoille, jätteiden poltto (uusiutumattomat materiaalit) ja loppusijoitettavien jätteiden vieni.

Jätteiden polton osalta huomioidaan vain uusiutumattomien materiaalien poltto, toisin sanoen biopohjaisten materiaalien polttoa (esim. puun poltto) ei oteta mukaan. Jätteiden viennissä tarkastellaan kaupungin alueen ulkopuolelle vietävien loppusijoitettavien jätevirtojen määrää. (Resurssiviisauden johtamismallin indikaattorit 2014.)

Joensuun kaupungin alueen jätevirroista kaatopaikalle loppusijoitukseen päätyi noin 1 883 tonnia jätettä, ja loppusijoitukseen kaupungin alueen ulkopuolelle vain noin 9 tonnia jätettä. Loppusijoitukseen päätyvät jätteet ovat pääosin sekajätettä ja rakennusjätettä. Jätteiden polttamisessa syntyvät materiaali häviöt uusiutumattomien materiaalien osalta olivat noin 16 650 tonnia. Jätteiden polttamisessa materiaalia häviää pääosin yhdyskuntajätteen poltossa. Yhteensä Joensuun kaupungin alueen jätevirroista hävisi materiaalia kierrosta noin 18 542 tonnia vuoden 2016 aikana, mikä on noin 10 % kaikista Joensuun kaupungin alueen jätevirroista. Laskelmissa ei ole huomioitu poltettavan jätteiden seassa olevia metalleja.

10 Jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt

Joensuun kaupungin alueella jätehuollon kasvihuonekaasupäästöjen osuus on noin 6 % muista päästöjä aiheuttavista sektoreista (kuvio 14) (teollisuutta ei ole huomioitu) (CO₂-raportti, 30). Jätehuollon päästöt koostuvat jätteiden loppusijoittamisesta, biojätteiden laitoskompostoinnista, jätteiden ja jätevesien käsittelystä sekä energiana hyödyntämisestä. Vähentävänä tekijänä kasvihuonepäästöissä on jätteiden kierrätys, joka ehkäisee kasvihuonekaasupäästöjä, kun materiaalia korvataan kierrätysmateriaaleilla. Pääasiassa jätehuollon ympäristövaikutukset aiheutuvat jätteiden kuljetuksista ja käsittelystä.



Kuvio 14. Joensuun päästöt sektoreittain vuonna 2016 ilman teollisuutta. Jätehuollon osuus 6 % (CO₂-raportti, 30).

Jätteiden kaatopaikkasijoittamisen lisäksi loppusijoittamiseen katsotaan myös maarakentamisessa hyödynnettävät jätejakeet, joka on määrällisesti suurin jätelaji jätehuollossa. Jätteiden loppusijoittamisen osuus jätehuollosta aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä on nykyään vähäinen alle 10 % johtuen jätteiden energiana hyödyntämisen lisääntymisestä.

Jätteiden loppusijoittamisesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat lyhyt ikäisiä kaasupäästöjä mm. metaania, joka näkyy erityisesti lyhyellä aikajaksolla laskettaessa. Sadan vuoden aikajaksolla loppusijoitettujen jätteiden päästöt vähenvät yli puolella (taulukko 6).

Energiana hyödynnettävien jätteiden osalta ei ole otettu huomioon muun mahdollisesti fossiilisen polttoaineen korvaavuutta ja poltosta saatuja hyötyjä kuten sähkön ja lämmöntuotantoa. Tarkastelussa on puhtaasti pelkät kasvihuonekaasupäästöt, jotka aiheutuvat poltto- tai mädätysprosessista. Jätevesien osalta tarkasteltiin pelkästään käsittelyprosessissa syntyvän kuivatun lietteen osuus ja loppusijoitus. Joten jätevesien käsittelyssä aiheutuvia päästöjä ei ole huomioitu.

10.1 Kasvihuoneilmiö

Kasvihuoneilmiö johtuu tiettyjen kaasujen kerääntymisestä ilmakehään, näitä kaasuja kutsutaan kasvihuonekaasuiksi. Kasvihuonekaasut laskevat auringosta tulevan säteilyn maanpinnalle, mutta estävät sen heijastumisen takaisin avaruuteen samalla lämpöä sitoen. Kasvihuoneilmiötä aiheuttavia aineita kutsutaan kasvihuonekaasuiksi.

Ilmastonmuutoksen kannalta merkittävimpiä kasvihuonekaasuja ovat vesihöyry, hiilidioksidi, metaani, otsoni ja dityppioksidi. Monet ihmisen valmistamat synteettiset kemikaalit ovat vahvoja kasvihuonekaasuja, kuten esimerkiksi kloorifluoratut hiilivedyt, fluoriyhdisteet ja bromiyhdisteet (taulukko 4).

10.2 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjäljen avulla kuvataan Joensuun kaupungin alueella syntyneiden jätteiden käsittelyn vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Vaikutusten yksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttia, koska sen avulla voidaan ilmoittaa helposti eri kasvihuonekaasujen aiheuttamia päästökokonaisuuksia. Ilmastonmuutoksen edistymiseen vaikuttavia kasvihuonekaasuja ovat mm. metaani, typpioksiduuli ja erilaiset halogeenit. Muita kasvihuonekaasupäästöjä verrataan yleensä hiilidioksidiin, joten sen kerroin on 1, kun taas esimerkiksi metaanin kerroin on 25, 100 vuoden tarkasteluajalla. Kasvihuonekaasujen elinaika vaikuttaa merkittävästi kaasun lämmityspotentiaaliin, sillä elinajan lyhentyessä kaasun lämmityspotentiaali vähenee (taulukko 4).

Taulukko 4. Kasvihuonekaasujen elinaika ja ilmaston lämmityspotentiaali (GWP) 20 ja 100 vuoden tarkasteluajana (IPCC 2007).

Kaasu	Elinaika (v)	GWP 20 a	GWP 100 a
Hiilidioksidi	50 - 200	1	1
Metaani	12	72	25
Dityppioksidi	114	310	298
HFC:t	1,4 - 270	437 - 12 000	124 - 14 800
PFC:t	2 600 - 50 000	5 210 - 8 630	7 390 - 12 200
SF6	3 200	16 300	22 800
CFC:t	45 - 1 700	5 310 - 11 000	4 750 - 14 400
HCFC:t	1,3 - 17,9	273 - 5 490	77 - 2 310
Halonit	16 - 65	3 680 - 8 480	1 640 - 7 140

Opinnäytetyössä mallinnettiin Joensuussa syntyvien jätteiden käsittelyn ja kuljetusten hiilijalanjälkeä SimaPro 7.3 -elinkaarimallinnusohjelmalla. Lähtötietoina käytettiin aiemmin selvitettyjä jätemääriä (taulukko 2), ja pyrkimyksenä oli tehdä mahdollisimman tarkka hiilijalanjälkimittaus. Vaikutukset laskettiin kaikesta Joensuussa syntyneestä jätteestä, vaikka yleensä tämänkaltaisessa tutkimuksessa keskitytään vain yhdyskuntajätteistä aiheutuvien ympäristövaikutusten tarkasteluun, koska niiden tiedot ovat helpommin saatavilla.

10.3 Hiilijalanjäljen laskenta

Hiilijalanjäljen arviointi suoritettiin käyttämällä SimaPro 7.3 –elinkaarimallinnusohjelmaa, ohjelman käytössä on markkinoiden laajin elinkaaritietokanta, jota sveitsiläinen Ecoinvent ylläpitää.

Jätteet jaettiin materiaaliluokkiin niiden käytettävyyden mukaan, ja Ecoinvent-tietokannasta valittiin vastaava systeemiprosessi laskentaa varten (taulukko 5). Laskenta jouduttiin tekemään materiaali kerrallaan, koska ohjelmaan ei voinut luoda jäteskenaarioita ilman, että se ottaa jätteen valmistuksesta aiheutuneet päästöt laskentaan mukaan. Laskennassa ei ollut kaikkia Joensuun kaupungin alueella syntyviä jätteitä, koska osalle ei löytynyt sopivaa systeemiprosessia. Joensuussa syntyvistä jätteistä noin 97 % on laskennassa mukana.

Kuljetuksien päästölaskentaan valittiin kaksi eri kuorma-automallia. Kuljetukset, jotka tehtiin Joensuun sisällä, laskettiin tehtävän 16-32 tonnin kantavuuden omaavalla autolla, ja keskimatkaksi valittiin 15 kilometriä, näitä kuljetuksia kutsutaan lähikuljetuksiksi. Kaukokuljetuksina pidettiin kaikkia kuljetuksia, jotka vietiin maakunnan rajojen ulkopuolelle, ja niiden laskennassa käytettiin autoa, jonka kantavuus on yli 32 tonnia (taulukko 5).

Taulukko 5. Systeemiprosessin kuvaus jätemateriaaleille.

Materiaali	Ecoinvent-systeemiprosessi
Prosessi: Loppusijoitus	
Asbestijäte	Process-specific burdens, sanitary landfill/CH S
Sekajäte	Disposal, municipal solid waste, to sanitary landfill/CH S
Öljyiset maat	Process-specific burdens, sanitary landfill/CH S
Sakokaivoliete	Disposal, refinery sludge, 89.5% water, to sanitary landfill/CH S
Lietteet	Disposal, refinery sludge, 89.5% water, to sanitary landfill/CH S
Asfalttijäte	Disposal, asphalt, 0.1% water, to sanitary landfill/CH S
Tuhkat	Disposal, wood ash mixture, pure, water, to sanitary landfill/CH S
Prosessi: Biologinen	
Rasvanerotuskaivoliete	Disposal, fat and oil, to agricultural co-fermentation /CH S
Biojäte	Disposal, biowaste, to anaerobic digestion/CH S
Kuivattu liete	Disposal, inert waste, 5% water, to inert material landfill/CH S

Prosessi: Polttaminen

Kierrätyspuu	Waste incineration of untreated wood 10.7% water, EU-27 S
Sekajäte	Waste incineration of municipal solid waste (MSW), EU-27 S
Muovi	Disposal, plastics, mixture, to municipal incineration/CH S
Rakennusmuovi	Disposal, plastics, mixture, to municipal incineration/CH S
Rakennusjäte	Disposal, building wood, to municipal incineration/CH S
Liimat	Disposal, paint remains, to hazardous waste incineration/CH S
Öljyt	Disposal, used mineral oil, to hazardous waste incineration/CH S
Vaaralliset jätteet	Disposal, hazardous waste, to hazardous waste incineration/CH S

Prosessi: Kierrätys

Paperi	Paper (waste treatment) {GLO} recycling of paper Conseq, S
Pahvi	Core board (waste treatment) recycling of core board Conseq, S
Muovi	Mixed plastics, recycling of mixed plastics Conseq, S
Lasi	Packaging glass, recycling of packaging glass, white Conseq, S
Rautametallit	Steel and iron, recycling of steel and iron Conseq, S
Alumiini	Aluminium, {GLO} recycling of aluminium Conseq, S
Romuautot	Disposal, passenger car/RER/I U (auton paino = 1400kg)
SER	Dismantling, industrial devices, mechanically, at plant/GLO S

Prosessi: Materiaalina hyödyntäminen

Lentotuhka	Disposal, wood ash mixture, pure, to sanitary landfill/CH S
Asfalttimurske	Disposal, asphalt, 0.1% water, to sanitary landfill/CH S
Leijupetihiekka	Disposal, inert waste, 5% water, to inert material landfill/CH S
Betonimurske	Disposal, building, concrete gravel, to sorting plant/CH S
Tiilimurske	Disposal, building, brick, to sorting plant/CH S
Lasimurske	Disposal, glass, 0% water, to inert material landfill/CH S

Prosessi: Kuljetukset

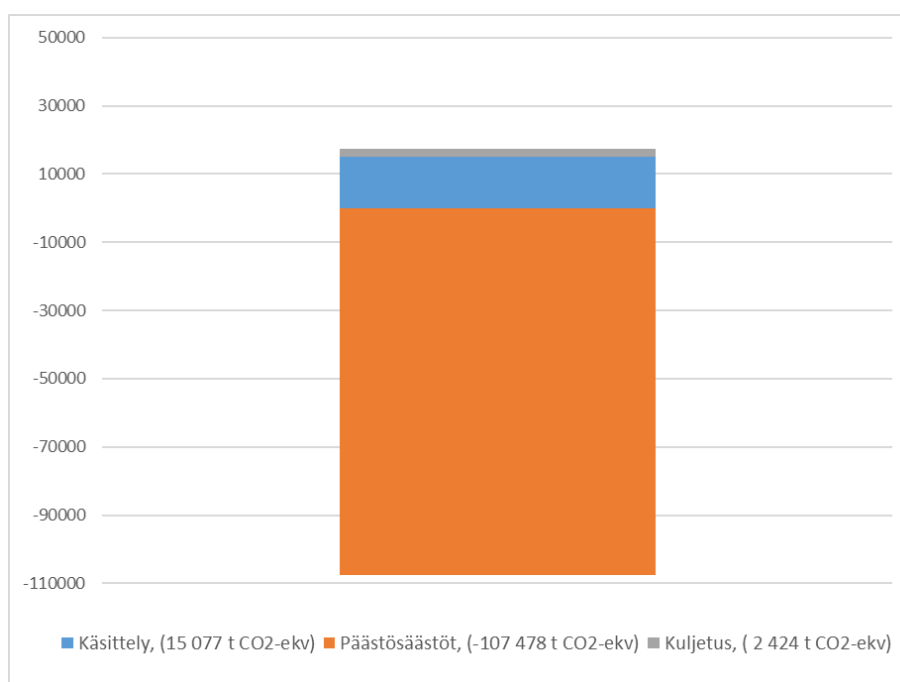
Kaukokuljetus (>15km)	Transport, lorry >32t, EURO5/RER S
Lähikuljetus (15km)	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER S

Tulokset on esitelty IPPC GWP 20 ja IPPC GWP 100 –malleilla (liite 3), jotka kuvaavat kasvihuonekaasupäästöjä hiilidioksidiekvivalenttina kahdenkymmenen sekä sadan vuoden aikajaksolla. Hiilijalanjäljen mittarina käytetään yleensä 100 vuoden laskentajaksoa. Eniten kasvihuonekaasupäästöjä aiheutuu jätteiden poltosta, kun taas isoimmat päästösäästöt saadaan kierrättämällä jätteet.

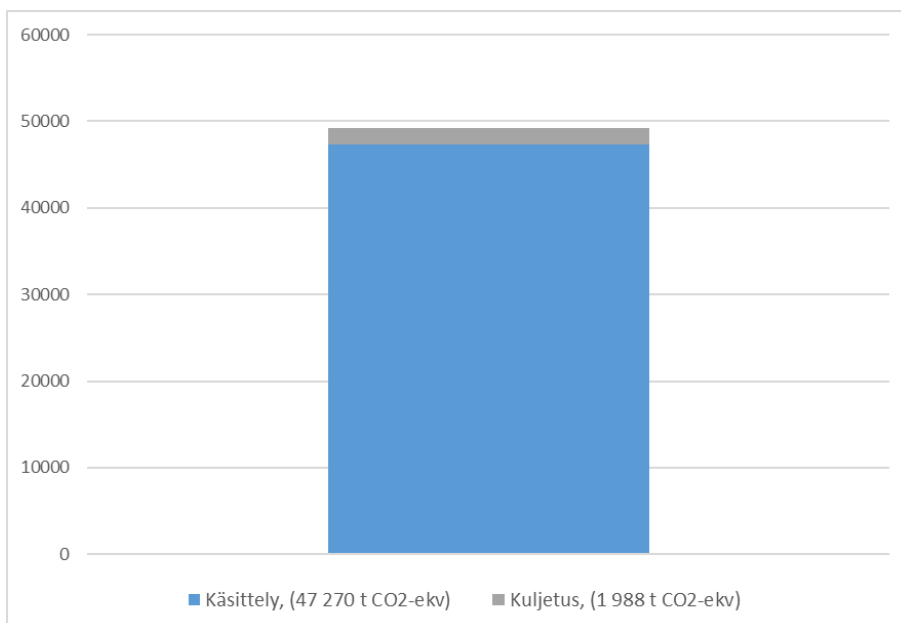
11 Jätehuollon ilmastokuormitukset

Jätehuollolle ilmastokuormitusten laskeminen ei ole aivan yksinkertainen asia. Täydellisen tarkkaan tulokseen on mahdotonta päästä. Tässä opinnäytetyössä laskenta on toteutettu kahdella eri tavalla (kuviot 15 ja 16). Laskennat eroavat toisistaan vain kierrätettävien jätteiden osalta. Ensimmäisessä skenaariossa (kuvio 15) jätteiden kierrätys ja kierrätyksen tuomat hyödyt on otettu huomioon. Toisessa skenaariossa (kuvio 16) jätteiden kierrätystä ei ole otettu huomioon, vaan kierrätettävät jätteet on luokiteltu loppusijoitetuksi kaatopaikalle.

Jätehuollon päästöihin vaikuttavat myös jätteiden kuljetukset. Opinnäytetyössä kuljetukset on jaettu lähi- ja kaukokuljetuksiin. Lähikuljetukset käsittävät Joensuuun kaupungin alueen ja kilometrimääräksi valittiin 15 kilometriä, ja kalustoksi 16-32 tonnin kuljetusauton. Jätteiden kaukokuljetuksissa kuljetukset on laskettu yli 32 tonnin kuljetusautolle. Kaikki kuljetukset laskettiin lopuksi tonnikipometreiksi (tkm) jätteiden massan (t) ja matkan pituuden (km) mukaan, näin jätteiden kuljetuksille laskettiin ilmastokuormitus, joka on vain alle 5 % jätehuollon kokonaisilmaston kuormituksesta.



Kuvio 15. Jätehuollon ilmastokuormitus, skenaario 1.



Kuvio 16. Jätehuollon ilmastokuormitus, skenaario 2.

Oheisissa taulukoissa (6 ja 7) esitetään Joensuun kaupungin alueen jätteiden käsittelyn ja kuljetuksen hiilijalanjäljen laskeminen (IPCC 100a). Tuloksista nousee erityisesti esille jätteiden kierrätyksen kannattavuus, jonka seurauksena syntyy hyvin paljon päästösäästöjä. Päästökerroin ilmaisee kasvihuonekaasupäästöjen suhteen jätteiden massaun. Päästökerroin on laskettu 20 vuodelle sekä 100 vuodelle (Päästö [t] / Massa [t]).

Taulukko 6. Kaatopaikkajätteiden ja biojätteiden hiilijalanjälki.

Prosessi	Materiaali	Massa (t)	tkm	IPCC100a	PÄÄSTÖ-	
				Käsittely t CO2 ekv	KERROIN 100 (a)	20 (a)
Loppusijoitettavat	Asbestijäte	16	3 616	0,1	0,0	0,0
Loppusijoitettavat	Sekajäte	1 185	17 781	737	0,6	1,8
Loppusijoitettavat	Öljyiset maat	624	9 353	3	0,0	0,0
Loppusijoitettavat	Lietteet	7	98	5	0,8	1,8
Loppusijoitettavat	Sakokaivolietteet	5	75	4	0,8	1,9
Loppusijoitettavat	Asfalttijäte	51	765	1	0,0	0,0
Loppusijoitettavat	Tuhkat	4	60	0,1	0,0	0,0
Kuljetukset		1 892	31 747	6		
Yhteensä				755		
Prosessi	Materiaali	Massa (t)	tkm			
biojätteen käsittely	Rasvanerotuskaivoliete	876	59 568	14	0,0	0,0
biojätteen käsittely	Sekalainen biojäte	4 158	282 744	891	0,2	0,6
biojätteen käsittely	Kuivattu liete	1 717	25 755	12	0,0	0,0
Kuljetukset		6 751	368 067	67		
Yhteensä				979		

Taulukko 7. Materiaalina ja energiana hyödynnettävien jätteiden hiilijalanjälki.

Prosessi	Materiaali	Massa (t)	tkm	IPCC100a	PÄÄSTÖ- KERROIN	
				Käsittely	100 (a)	20 (a)
				t CO2 ekv		
Polttaminen	Kierrätyspuu	10 086	1 491 344	785	0,1	0,9
Polttaminen	Poltettava sekajäte	12 236	1 718 602	1 290	0,1	0,1
Polttaminen	Muovi / Poltto	38	564	88	2,3	2,4
Polttaminen	Rakennusjäte/Muovi	1 753	646 130	4 120	2,3	2,3
Polttaminen	Rakennusjäte/Puu	7 013	2 584 520	85	0,0	0,0
Polttaminen	Vaaralliset jätteet / liimat	8	3 165	27	3,5	3,6
Polttaminen	Vaaralliset jätteet / öljyt	13	4 482	38	2,8	2,9
Polttaminen	Vaaralliset jätteet	2 580	1 026 840	6 270	2,4	2,5
Kuljetukset		33 726	7 475 647	867		
Yhteensä				13 507		
Prosessi	Materiaali	Massa (t)	tkm			
Kierrätys	Paperi	19 249	3 811 578	-11 900	-0,6	-0,7
Kierrätys	Pahvi	5 677	1 577 595	-21 900	-3,9	-4,3
Kierrätys	Muovi	435	71 760	-790	-1,8	-2,5
Kierrätys	Lasi	1 228	185 899	-1 740	-1,4	-1,5
Kierrätys	Rautametallit	22 536	6 031 485	-45 800	-2,0	-2,6
Kierrätys	Alumiini	1 362	330 472	-26 000	-19,1	-23,2
Kierrätys	Romuautot	1 766	264 610	524	0,3	0,3
Kierrätys	SER	424	101 203	128	0,3	0,3
Kuljetukset		52 677	12 374 602	1 430		
Yhteensä				-106 148		
Prosessi	Materiaali	Massa (t)	tkm			
Hyödyntäminen	Lentotuhka	38 609	579 135	75	0,0	0,0
Hyödyntäminen	Asfalttimurske	11 480	172 200	214	0,0	0,0
Hyödyntäminen	Leijupetihiekka	17 387	260 805	125	0,0	0,0
Hyödyntäminen	Betonimurske	16 724	250 860	236	0,0	0,0
Hyödyntäminen	Tiilimurske	4 133	61 995	56	0,0	0,0
Hyödyntäminen	Lasimurske	183	2 745	1	0,0	0,0
Kuljetukset		88 516	1 327 740	240		
Yhteensä				931		

Jätteiden kierrätykseen on laskettu kierrätettävät materiaalit 100 % kierrätysasteen mukaan. Metallien sekä paperi- ja pahvijätteiden kierrättäminen on erityisen tärkeää, koska materiaalivirrat ovat erittäin suuria ja kierrätyksestä saatavat hyödytkin ovat todella hyvät. Esimerkiksi alumiinin kierrättämisen ansiosta saadaan melkein 20 kertaiset päästösäästöt verrattuna uuden alumiinin valmistamiseen ilman kierrätysalumiinia.

Jätteiden polttaminen ja varsinkin muovien sekä vaarallisten jätteiden polttaminen aiheuttaa suurimmat kasvihuonekaasupäästöt laskelmissa. Laskelmissa ei ole huomioitu, että jätteen poltolla korvataan aina jotain muuta polttoainetta.

Toisessa skenaariossa (kuvio 16) jätteiden kierrättämistä ei tehdä vaan kaikki kierrätettävät jätteet sijoitetaan kaatopaikalle.

Kaatopaikkasijoittamisessa pääasiassa kaikki päästöt syntyvät paperi- ja pahvi-jätteistä. Paperi- ja pahvijätteistä muodostuu kaatopaikkasijoittamisessa pääasiassa metaania, jonka elinaika on lyhyt muihin kasvihuonekaasuihin verrattuna. Metaanin elinaika (12v) näkyy selkeästi 20 vuoden ja 100 vuoden tarkastelujakson aikana. Joensuun kaupungin alueen jätteistä syntyisi vuoden aikana ilman kierrättämistä noin 50 000 t/CO₂-ekv. päästöt.

Jätteiden kierrättämisellä primäärimateriaalien korvaamisesta saadaan päästösäästöjä noin 100 000 t/CO₂-ekv. Materiaalien kierrätysprosesseissa ei ole otettu huomioon prosesseissa kuluvaa energiaa.

Taulukko 8. Jätehuollon hiilijalanjälki ilman kierrättämistä, skenaario 2.

Prosessi	Materiaali	Massa (t)	tkm	IPCC100a	PÄÄSTÖ- KERROIN	
				Käsittely	t CO2 ekv	100 (a)
Loppusjoitus	Paperi	19 249	3 041 342	22 700	1,2	3,5
Loppusjoitus	Pahvi	5 677	896 966	8 600	1,5	4,5
Loppusjoitus	Muovi	435	68 730	45	0,1	0,2
Loppusjoitus	Lasi	1 228	194 024	9	0,0	0,0
Loppusjoitus	Rautametallit	22 536	3 560 688	162	0,0	0,0
Loppusjoitus	Alumiini	1 362	215 196	30	0,0	0,0
Loppusjoitus	Romautot	1 766	279 028	524	0,3	0,3
Loppusjoitus	SER	424	66 992	124	0,3	0,3
Kuljetukset		52 677	8 322 966	894		
Yhteensä				33 087		
Jätehuollon hiilijalanjälki ilman kierrättämistä				49 259		

12 Pohdinta

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Joensuun alueella syntyvien jätteiden kierrätys- ja energiakäyttövaihtoehtoja sekä niiden ympäristövaikutuksia. Laskelmissa ei otettu huomioon käsittelyprosessien energiankulutusta ja polttoaineiden korvaavuuksia, joten tulokset eivät ole täysin realistisia. Kierrätyksestä aiheutuu myös ympäristörasitusta, mutta kierrätyksen kokonaisvaikutukset ympäristöön ovat lopulta selvästi myönteiset, kuten tehdyt laskelmat osoittavat.

Suurimmat päästösäästöt saadaan ohjaamalla jätteet kierrätysraaka-aineen tuotantoon, jolloin vältetään primäärimateriaalien käyttöä. Ympäristövaikutukset näyttävät positiiviselta, jos kierrätyksestä saadut säästöt lasketaan mukaan. Laskelmissa kierrätysmateriaalin on oletettu korvaavan sama määrä primääriraaka-ainetta.

primääriraaka-aineiden korvaaminen uusiomateriaaleilla on potentiaalisin vaihtoehto jätteenkäsittelylle tulevaisuudessa niin ympäristövaikutusten kuin ilmastopolitiikan näkökulmasta. Laskelmissa käytetyt materiaalit ja systeemiprosessit on merkitty selkeästi ja laskentamenetelmät on esitelty mahdollisimman läpinäkyvästi, mikä tekee mahdolliseksi vastaavanlaisen hiilijalanjäljen laskemisen myöhemmin. Jos tuloksista haluttaisiin luotettavia, tarvittaisiin jatkotutkimus, jossa tarkasteltaisiin jätehuollon kustannuksia, prosessien kuluttumaa energiaa sekä polttoaineiden korvaavuuksia energian tuotannossa.

Jätehuollon kuljetuksista aiheutuvat päästöt ovat lopulta hyvin vähäisiä, vaikka jätteitä kuljetetaan paljon ja matkat ovat pitkiä. Jätteiden kuljetuksesta aiheutuvat päästöt muodostavat noin 5 % jätehuollon kokonaispäästöistä.

Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelman ilmastotavoitteissa on tavoitteiksi määriteltä hiilineutraali Joensuu vuoteen 2025 mennessä. Jätevirtojen osalta ilmasto-ohjelmassa tavoitteiksi on asetettu jätteiden määrän väheneminen ja jätteiden kierrätysasteen saaminen 55 %:iin vuoteen 2025 mennessä. Tuloksien perusteella Joensuun kaupungin alueen jätteiden kierrätysaste oli vuonna 2016 noin

34 %. Kierrätysaste koostui jätteistä, joiden kierrätyksen tuloksena syntyy uusio-
käytön mahdollistavaa raaka-ainetta mm. metallit, paperi ja kartonki, biojäte, la-
sijäte, muovijäte, SER ja osa rakennusjätteistä. Kierrätysastetta voidaan manipu-
loida muuttamalla laskentamenetelmää esimerkiksi ottamalla huomioon maara-
kentamisessa hyödynnettävät jätteet, näin laskemalla Joensuun kaupungin jät-
teiden kierrätysasteeksi saadaan 81 %.

Joidenkin jätejakeiden liikkeiden seuranta on melkein mahdotonta, esimerkiksi
SER-jäte voi esikäsittelyssä muuttua useammaksi jätejakeeksi, joista osa varas-
toidaan, osa viedään kaupungin rajojen ulkopuolelle ja osa saatetaan hyödyntää
omassa toiminnassa myöhemmin. Jätteiden varastointi aiheuttaa myös virheitä
lopputuloksiin, koska jätteitä saatetaan varastoida vuosien ajan ja sen seurauk-
sena jätteiden alkuperä hämärtyy.

Laskelmissa ei ole mukana kaikkia Joensuun kaupungin alueen jätemääriä. Työn
aikana todettiin, että jätetietojen hankinta yrityksiltä, jotka eivät ole ympäristölu-
pavelvollisia, on lähes mahdotonta, koska mikään ei velvoita heitä keräämään ja
luovuttamaan jätetietoja ulkopuolisille. Haastatteluja ja tietojen keräämistä kokeil-
tiin selvitystyön aikana vaihtelevalla menestyksellä. Haastattelut tehtiin sähkö-
postitse ja puhelimitse, ja noin 70 % haastateltavista ei vastannut yhteydenottoi-
hin. Haastattelut suunnattiin Joensuun kaupungin alueella toimiviin suurimpiin jä-
tetoimijoihin, kuten jätteen käsittelijöihin. Pienemmätkin jätteen tuottajat ovat vas-
tuussa jätteistään, joten on hyvin todennäköistä, että näiden pienten jätteitä tuot-
tavien yritysten jätemäärät ovat Joensuun kaupungin alueella toimivien, suurem-
pien jätteiden keräilijöiden ja käsittelijöiden jätetiedoissa.

Joensuun kaupungin alueella jätevirtojen seuranta olisi hyvä tehdä jatkossakin,
että saataisiin vertailukelpoisia tuloksia jätteiden liikkuvuudesta ja määrästä. Seu-
ranta kannustaisi kierrätyksen parantamiseen ja materiaalien tehokkaampaan
hyödyntämiseen tulevaisuudessa sekä edesauttaisi Joensuun ilmasto-ohjelman
toteuttamista.

Potentiaalisimpia jätejakeita hyödyntämisen kannalta Joensuun jätteistä olisivat mm. voimalaitostuhkat, kierrätyspuu sekä biojätteen ja muovien kierrätyksen parantaminen yhdyskuntajätteistä, koska poltettavan jätteen seassa olevan biojätteen osuus on vielä suuri ja muovin kierrätys on vasta yleistymässä. Opinnäyte-työssä käsiteltävän poltettavan jätteen osuus on oletettavasti kaksinkertaistunut vuoden 2016 jälkeen, koska Riikinvoiman jätteenpolttolaitos aloitti jätteenpolton Leppävirralla vasta heinäkuussa 2016.

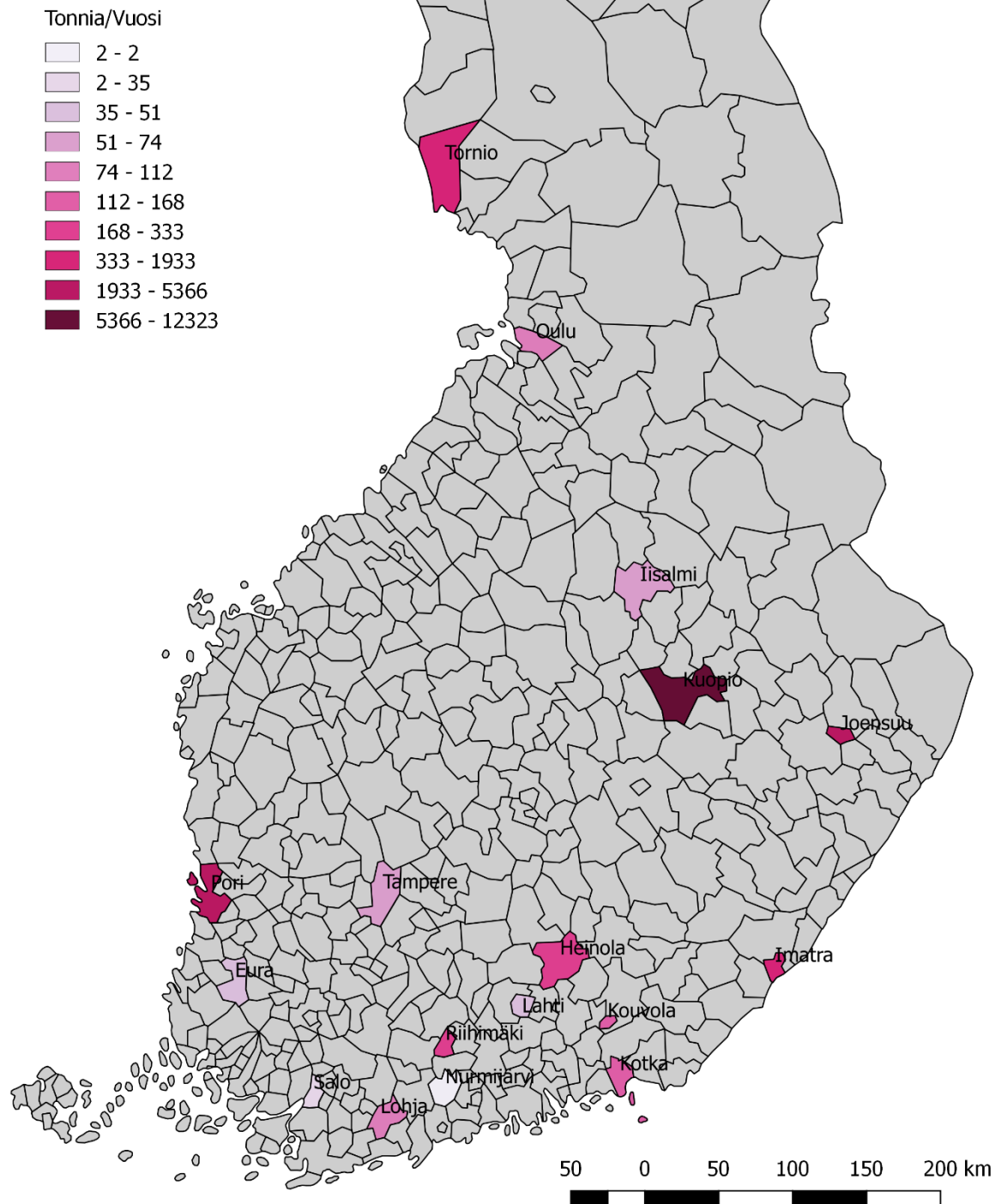
Aineistonhankinnan ja analysoinnin helpottamiseksi ei löydetty mitään selkeää keinoa, vaan tutkimus on tehtävä jatkossakin analysoimalla viranomaisten rekisterissä olevia jätetietoja. Mahdollisiin jatkotutkimuksiin vaikuttaa myös viranomaisten tilastointijärjestelmän uudistuminen, joka voi vaikuttaa eri tavalla jätevirtojen seurantaan jatkossa. Tilastointijärjestelmiin olisi hyvä saada enemmän tietoja lajittelun kannalta, esimerkiksi EWC-koodeihin perustuvat pääluokat, joiden avulla varsinaisia jätevirtoja voisi helposti tutkia alueellisesti ja lajittelu myös yhdyskunnan ja teollisen elinkeinoelämän jätteiden osalta.

Lähteet

- Benviroc Oy. 2018. Joensuun kasvihuonekaasujen päästöt vuosilta 2007, 2009–2016 sekä ennakkotieto vuodelta 2017. CO2-raportin vuosiraportti. Espoo. <http://www.joensuu.fi/documents/144181/2345723/CO2-raportti+2018.pdf/77ccf077-2701-0513-c961-73b82ce2c2df>. 04.09.2018
- BioKymppi Oy. Biojätteen mädätys. <http://www.bio10.fi/yritys/>. 03.04.2018
- Dahlbo, H., Laaksonen, J., Merilehto, K., Sahimaa, O., Salmenperä, H. & Stén, S. 2018. Kierrätyksestä kiertotalouteen - Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160441>. 04.01.2018.
- Fisu-verkosto. 2018. (Finnish Sustainable Communities) http://www.fisunetwork.fi/fi-FI/Tietoa_Fisusta. 10.10.2018.
- Gröhn, P. 2018. Regional Director. Kuusakoski Oy Sähköpostihaastattelu. 5.9.2018.
- Hakkarainen, L.-T., Hietämäki, M., Lahtela, J., Leinonen, K., Järvinen, K., Sereinius, K. & Vanala, T. 2016. 82–93. Ympäristövalvonnan ohje. www.ym.fi
- Hiilidioksidiekvivalentti. <https://ilmatiiteenlaitos.fi/ilmakeha-abc/Hiilidioksidiekvivalentti>. 10.10.2018.
- Itä-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Suomen ympäristö 47/2009. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38027>. 01.12.2009.
- Itä-Suomen murskauskeskus Oy. 2018. Kierratys ja uusiokäyttö. <http://www.murskauskeskus.fi/kierratys.php>. 18.04.2018.
- Joensuu. 2018. Tietoa Joensuusta. <http://www.joensuu.fi/joensuu-lukuina.01.11.2018>.
- Joensuun vesi – Kuhasalon jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailujen yhteenvedo 2016. 06.02.2017. Ei julkaistu.
- Jätelaki 646/2011.
- Jätelakiopas. 2015. Yhdyskuntajätehuoltoa ohjaavat säännökset. Ympäristöministeriö. 26.11.2015.
- Jäteluettelo. 2012. Liite 4. Yleisimmät jätteet sekä vaaralliset jätteet <https://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6094.pdf>. 19.04.2012.
- Jäteluettelo. 2012. Liite 5. Yleisimmät jätteet sekä vaaralliset jätteet <https://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6094.pdf>. 19.04.2012.
- Jäteluokitusopas 2005. Tilastokeskus. Helsinki: Valopaino Oy. https://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/isbn_952-467-433-5.pdf. 01.03.2005.
- Kinnunen, T. 2018. Development Expert. Tiedepuisto Oy. Haastattelut 2018.
- Kinnunen, T. 2019. Development Expert. Tiedepuisto Oy. Haastattelut 2019.
- Kiuru, R. 2018. Sales Manager. Fortum Power and Heat Oy City Solutions. Sähköpostihaastattelu 17.10.2018.
- Korhonen, A. 2018. Kiinteistöpäällikkö. Pohjois-Karjalan Osuuskauppa. Sähköpostihaastattelu 10.9.2018.
- Korhonen, M.-R., Pitkänen, K. & Niemistö, J. 2018. Selvitys orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon vaikutuksista. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160946/SY_03_3018_Orgaanisen_jatteen_kaatopaikkakiello.pdf?sequence=4&isAllowed=y. 29.06.2018.

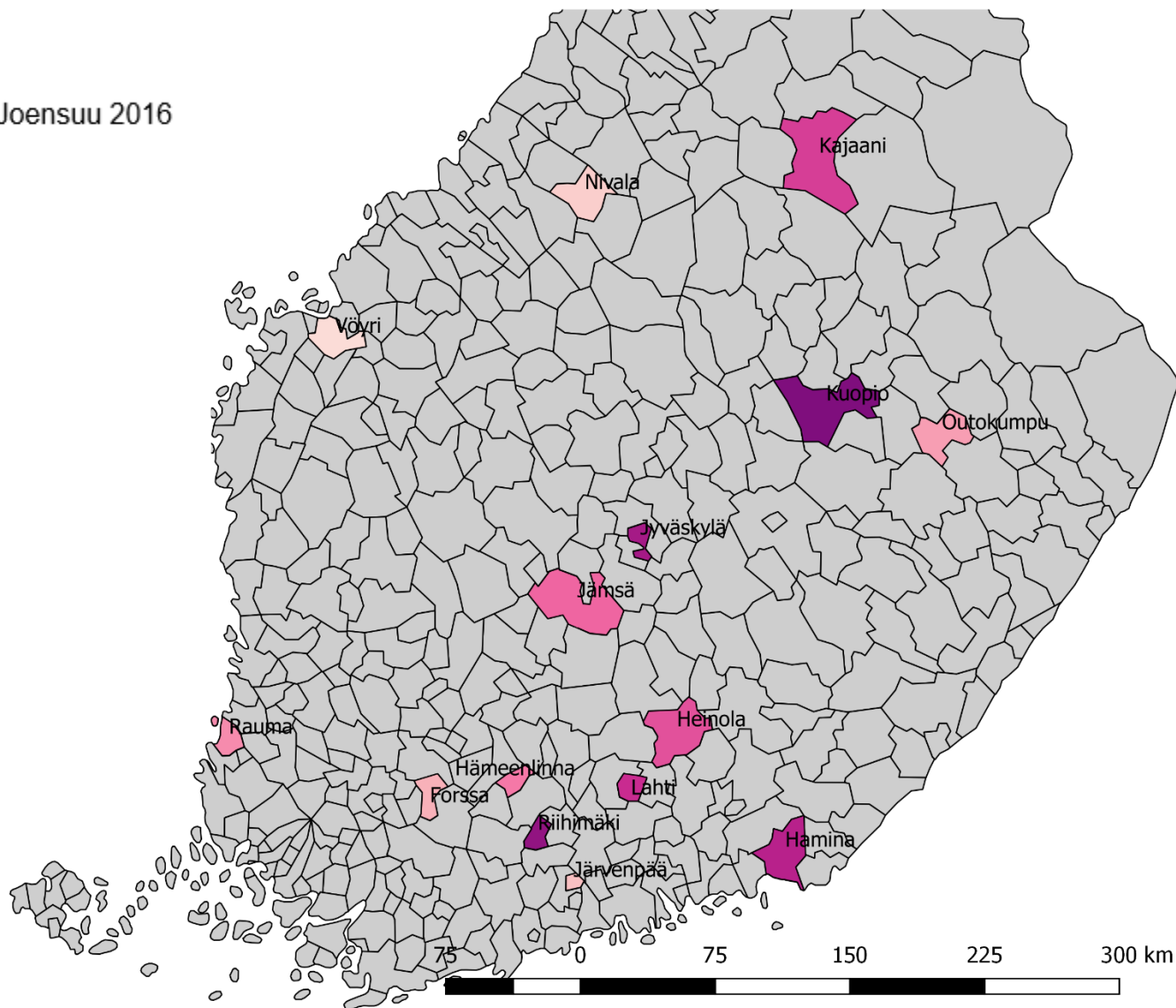
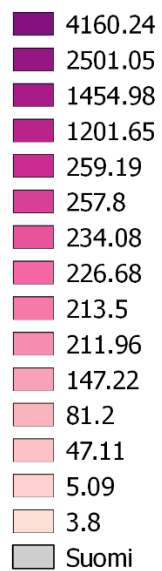
- Koskela, S., Mattinen, M. & Seppälä, J. 2014. Resurssiviisauden johtamismallin indikaattorit. 31.10.2014.
- Kunnari, M. 2018. Ympäristösuojelutarkastaja. Joensuun kaupunki. Haastattelut 2018.
- Kunnari, M. 2019. Ympäristösuojelutarkastaja. Joensuun kaupunki. Haastattelut 2019.
- Kuntaliitto. 2016. <https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/yhdyskunnat-ja-ymparisto/tekniikka/jatehuolto/euroopan-unionin-jatedirektiivi>. 29.11.2016.
- Lassila & Tikanoja Oyj. Joensuun terminaali – Vuosiyhteenveto raportti 2016. Ei julkaistu. 05.05.2017.
- Leinonen, J. 2018. Ympäristösuojelupäällikkö. Joensuun kaupunki. Haastattelut 2018.
- Melanen, M., Palperi, M., Viitanen, M., Dahlbo, H., Uusitalo, S., Juutinen, A., Lohi, T.-K., Koskela, S. & Seppälä, J. 2000. Metallivirrat ja romun kierrätys Suomessa. Helsinki: Edita, 10. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40376/SY_401.pdf?sequence=3&isAllowed=y.01.02.2000.
- Paperi -ja kartonkijäte. <http://www.suomenkeraystuote.fi/lajittelu/miksi-paperia-kannattaa-kierrattaa/>. 16.11.2018.
- Poltettava jäte. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. <https://www.phj.fi/jatehaku/energiajate/>. 24.11.2018.
- Puhas Oy. 2018. Tietopankki-lajitteluselvitys 2016. <https://www.puhas.fi/media/liitetiedostot/puhas/tietopankki/lajitteluselvitykset-puhas/lajitteluselvitys2016.pdf>.01.08.2016.
- Puhas Oy. 2018. Tietopankki-vuosikertomus 2016. https://issuu.com/puhas/docs/puhas_vuosikertomus_2016. 28.03.2017.
- Rytilahti, I. & Sahlman, M. 2019. Selvitys Joensuun kaupungin alueen jätteistä vuonna 2016. Ei julkaistu. 31.01.2019.
- Suomen ympäristökeskus. 2016. Circwaste - Kohti kiertotaloutta <http://www.syke.fi/hankkeet/circwaste>. 22.11.2016.
- Tanskanen, T. 2018. Ylitarkastaja. Pohjois-Karjalan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Haastattelut 2018.
- Blauberg, T.-R., Leinen, R. & Sten, S. 2018. Yhdyskuntajätteet ja tuottajavastuujätteet - VALTSUn ja direktiivien uudet tavoitteet ja toimenpiteet. 20.03.2018.
- Vaaralliset jätteet. 2013. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Jatehuollon_vastuut_ja_jarjestaminen/Vaaralliset_jatteet. 03.06.2013.
- Vaarallisten jätteiden käsittely. 2018. <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisöille/kierratys-ja-jatepalvelut/tutustu-fortumin-kierratys-ja-3>. 26.11.2018.
- Valio ympäristöraportti. 2016. Ei julkaistu. 27.01.2017.
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, 843/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>. 07.12.2017.
- Vihavainen, T. 2018. Johtaja. Suomen palautuspakkaus Oy. Sähköpostihaastattelu 16.10. 2018.
- Yritysten tuottama jäte. 2016. Pohjois-Karjala. Ei julkinen. 16.05.2018.
- Yritysten vastaanottama jäte. 2016. Pohjois-Karjala. Ei julkinen. 24.09.2018.

Metallijättesirrot, Joensuu
2016



Vaaralliset jätteet, Joensuu 2016

Tonnia/Vuosi



Jätteiden kasvihuonekaasupäästöt

KAATOPAIKALLE SIOITETUT JÄTTEET					IPCC100	IPCC20	IPCC100	IPCC20	PÄÄSTÖ KERROIN	
Prosessi	Materiaali	SimaPro projekti	Massa, t	tkm	Käsittely	Käsittely	Kuljetus	Kuljetus	Päästö (t)/massa (t)	
					t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	100 V	20 V
Loppusijoitettavat	Asbestijäte	Process-specific burdens, sanitary landfill/CH S	16	3616	0,07	0,08			0,0	0,0
Loppusijoitettavat	Sekajäte	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH S	1185	17781	737	2140			0,6	1,8
Loppusijoitettavat	Öljyiset maat	Process-specific burdens, sanitary landfill/CH S	624	9353	3	3			0,0	0,0
Loppusijoitettavat	Lietteet	Disposal, refinery sludge, 89.5% water, to sanitary landfill/CH S	7	98	5	12			0,8	1,8
Loppusijoitettavat	Sakokaivolietteet	Disposal, refinery sludge, 89.5% water, to sanitary landfill/CH S	5	75	4	9			0,8	1,9
Loppusijoitettavat	Asfalttijäte	Disposal, asphalt, 0.1% water, to sanitary landfill/CH S	51	765	1	2			0,0	0,0
Loppusijoitettavat	Tuhkat	Disposal, wood ash mixture, pure, 0% water, to sanitary landfill/CH S	4	60	0,1	0,1			0,0	0,0
KULJETUKSET	YHTEENSÄ	Transport, lorry 16-32t, EUROS/RER S	1892	31747	750	2166	5	6		
					755 t/co2eq	2172 t/co2eq				
BIOJÄTTEET					IPCC100	IPCC20	IPCC100	IPCC20		
Prosessi	Materiaali	SimaPro projekti	Massa, t	tkm	Käsittely	Käsittely	Kuljetus	Kuljetus		
					t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq		
biojätteen käsittely	Rasvanerotuskaivoliete	Disposal, fat and oil, to agricultural co-fermentation, covered/CH S	876	59568	14	34			0,0	0,0
biojätteen käsittely	Sekalainen biojäte	Disposal, biowaste, to anaerobic digestion/CH S	4158	282744	891	2310			0,2	0,6
biojätteen käsittely	Kuivattu liete	Disposal, inert waste, 5% water, to inert material landfill/CH S	1717	25755	12	14			0,0	0,0
KULJETUKSET	YHTEENSÄ	Transport, lorry 16-32t, EUROS/RER S	6751	368067	917	2358	62	67		
					979 t/co2eq	2425 t/co2eq				
POLTETTAVAT JÄTTEET / ENERGIANA HYÖDYNTÄMINEN					IPCC100	IPCC20	IPCC100	IPCC20		
Prosessi	Materiaali	SimaPro projekti	Massa, t	tkm	Käsittely	Käsittely	Kuljetus	Kuljetus		
					t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq		
Jätteen polttaminen	Kierrätyspuu	Waste incineration of untreated wood (10.7% water content), EU-27 S	10086	1491344	785	8730			0,1	0,9
Jätteen polttaminen	Polttava sekajäte	Waste incineration of municipal solid waste (MSW), EU-27 S	12236	1718602	1290	1800			0,1	0,1
Jätteen polttaminen	Muovi / Poltto	Disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration/CH S	38	564	88	88			2,3	2,4
Jätteen polttaminen	Rakennusjäte/Muovi	Disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration/CH S	1753	646130	4120	4120			2,3	2,3
Jätteen polttaminen	Rakennusjäte/Puu	Disposal, building wood, chrome preserved, 20% water, to municipal incineration/CH S	7013	2584520	85	96			0,0	0,0
Jätteen polttaminen	Vaaralliset jätteet / liimat	Disposal, paint remains, 0% water, to hazardous waste incineration/CH S	8	3165	27	28			3,5	3,6
Jätteen polttaminen	Vaaralliset jätteet / öljyt	Disposal, used mineral oil, 10% water, to hazardous waste incineration/CH S	13	4482	38	38			2,8	2,9
Jätteen polttaminen	Vaaralliset jätteet	Disposal, hazardous waste, 25% water, to hazardous waste incineration/CH S	2580	1026840	6270	6420			2,4	2,5
KULJETUKSET	YHTEENSÄ	Transport, lorry >32t, EUROS/RER S	33726	7475647	12704	21320	803	867		
					13507 t/co2eq	22187 t/co2eq				

Jätteiden kasvihuonekaasupäästöt

		KIERRÄTETTÄVÄT JÄTTEET			Käsittely	Käsittely	Kuljetus	Kuljetus	PÄÄSTÖ KERROIN	
Prosessi	Materiaali	SimaPro projekti	Massa, t	tkm	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	Päästö (t)/massa (t)	
Kierrätys	Paperi	Paper (waste treatment) (GLO) recycling of paper Conseq, S	19249	3811578	-11900	-13500			-0,6	-0,7
Kierrätys	Pahvi	Core board (waste treatment) (GLO) recycling of core board Conseq, S	5677	1577595	-21900	-24300			-3,9	-4,3
Kierrätys	Muovi	Mixed plastics (waste treatment) (GLO) recycling of mixed plastics Conseq, S	435	71760	-790	-1090			-1,8	-2,5
Kierrätys	Lasi	Packaging glass, white (waste treatment) (GLO) recycling of packaging glass, white Conseq, S (87%)	1228	185899	-1740	-1900			-1,4	-1,5
Kierrätys	Rautametallit	Steel and iron (waste treatment) (GLO) recycling of steel and iron Conseq, S	22536	6031485	-45800	-58900			-2,0	-2,6
Kierrätys	Alumiini	Aluminium (waste treatment) (GLO) recycling of aluminium Conseq, S	1362	330472	-26000	-31600			-19,1	-23,2
Kierrätys	Romuautot	Disposal, passenger car/RER/I U (henkilöauton keskimääräinen paino = 1400kg)	1766	264610	524	536			0,3	0,3
Kierrätys	SER	Dismantling, industrial devices, mechanically, at plant/GLO S	424	101203	128	129			0,3	0,3
KULJETUKSET	YHTEENSÄ	Transport, lorry >32t, EURO5/RER S	52677	12374602	-107478	-130625	1330	1430		
					-106148 t/co2eq	-129195 t/co2eq				
		KIERRÄTETTÄVÄT JÄTTEET JA JOS NIITÄ EI KIERRÄTETTÄISIIN VAAN SIOJITETTAISIIN KAATOPAIKALLE			Käsittely	Käsittely	Kuljetus	Kuljetus		
Prosessi	Materiaali	SimaPro projekti	Massa, t	tkm	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq		
Loppusjoitus	Paperi	Disposal, paper, 11.2% water, to sanitary landfill/CH S	19249	3041342	22700	67000			1,2	3,5
Loppusjoitus	Pahvi	Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to sanitary landfill/CH S	5677	896966	8600	25400			1,5	4,5
Loppusjoitus	Muovi	Disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to sanitary landfill/CH S	435	68730	45	104			0,1	0,2
Loppusjoitus	Lasi	Disposal, glass, 0% water, to inert material landfill/CH S	1228	194024	9	10			0,0	0,0
Loppusjoitus	Rautametallit	Disposal, steel, 0% water, to inert material landfill/CH S	22536	3560688	162	185			0,0	0,0
Loppusjoitus	Alumiini	Disposal, aluminium, 0% water, to sanitary landfill/CH S	1362	215196	30	33			0,0	0,0
Loppusjoitus	Romuautot	Disposal, passenger car/RER/I U (henkilöauton keskimääräinen paino = 1400kg)	1766	279028	524	536			0,3	0,3
Loppusjoitus	SER	Disposal, industrial devices, to WEEE treatment/CH S	424	66992	124	126			0,3	0,3
KULJETUKSET	YHTEENSÄ	Transport, lorry >32t, EURO5/RER S	52677	8322966	32193	93394	894	965		
					33087 t/co2eq	94359 t/co2eq				
		MAARAKENTAMISESSA HYÖDYNNEETTÄVÄT JÄTTEET			Käsittely	Käsittely	Kuljetus	Kuljetus		
Prosessi	Materiaali	SimaPro projekti	Massa, t	tkm	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq	t CO2 eq		
Hyödyntäminen	Lentotuhka	Disposal, wood ash mixture, pure, 0% water, to sanitary landfill/CH S	38609	579135	75	1300			0,0	0,0
Hyödyntäminen	Asfalttimurske	Disposal, asphalt, 0.1% water, to sanitary landfill/CH S	11480	172200	214	340			0,0	0,0
Hyödyntäminen	Leijupetihiekka	Disposal, inert waste, 5% water, to inert material landfill/CH S	17387	260805	125	143			0,0	0,0
Hyödyntäminen	Betonimurske	Disposal, building, concrete gravel, to sorting plant/CH S	16724	250860	236	256			0,0	0,0
Hyödyntäminen	Tiilimurske	Disposal, building, brick, to sorting plant/CH S	4133	61995	56	60			0,0	0,0
Hyödyntäminen	Lasimurske	Disposal, glass, 0% water, to inert material landfill/CH S	183	2745	1	2			0,0	0,0
KULJETUKSET	YHTEENSÄ	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER S	88516	1327740	707	2101	224	240		
					931 t/co2eq	2341 t/co2eq				
		Jätteet yhteensä, tonnia	183562		100 vuoden päästöt	20 vuoden päästöt	100 vuoden Kulj.Yht	20 vuoden Kulj.Yht		
					-89976 t/co2eq	-100071 t/co2eq	2424 t/CO2 eq	2609 t/CO2 eq		
					Päästöt ilman kierrätystä					
					49259 t/co2eq	123484 t/co2eq				

