

Vastaanottaja

Työ- ja elinkeinoministeriö

Asiakirjatyyppi

Raportti

Päivämäärä

21.4.2023

TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ JÄTTEENPOLTON SISÄLLYTTÄMINEN PÄÄSTÖKAUPPAAN



Rambollin Yhteyshenkilö:

Soile Bäckström
+358 44 350 8201
soile.backstrom@ramboll.fi

Tarkastaja: Jukka Korri
Hyväksyjä: Jouni Laukkanen

Ramboll Finland Oy
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

Y-tunnus 0101197-5
Kotipaikka Espoo

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	2
1.1	Jätteenpolton nykytila EU:n päästökaupassa	2
1.2	Muutokset EU:n päästökaupassa koskien jätteenpoltoa	2
1.3	Työn tavoite ja käytetyt menetelmät	3
2.	Jätteenpolton tila Suomessa	4
2.1	Jätteenpoltoa harjoittavat toimijat Suomessa	4
2.1.1	Jätteenpolttolaitokset	4
2.1.2	Rinnakkaispolttolaitokset	7
2.2	Jätteenkäsittelyn kehitys Suomessa	8
2.2.1	Jätteen vienti ja tuonti	10
2.2.2	Jätteen määrän arvioitu kehitys vuoteen 2035 saakka	11
2.3	Jätteenpolton päästöt ja niiden arvioitu kehitys 2035 saakka	14
3.	Rinnakkaispolttolaitosten tarkkailu päästökaupassa	16
3.1	Päästöjen tarkkailu	16
3.1.1	Jätepolttoaineiden tarkkailu	18
3.2	Päästöjen todentaminen	19
3.3	Päästöoikeuksien ilmaisjako	19
4.	Jätteenpolton päästökauppaan sisällyttäneet jäsenmaat	20
4.1	Ruotsi	20
4.1.1	Säätelyn kohde ja laajuus	21
4.1.2	Säätelyn vaikutukset jätteenpolttosektoriin	22
4.2	Tanska	23
4.2.1	Säätelyn kohde ja laajuus	25
4.2.2	Säätelyn vaikutukset jätteenpolttosektoriin	26
4.3	Liettua	27
4.3.1	Säätelyn kohde ja laajuus	28
4.3.2	Säätelyn vaikutukset jätteenpolttosektoriin	28
5.	Jätteenpolttolaitosten toimintaan edellytetyt muutokset päästökauppaan kuuluttaessa	29
5.1	Laitosten luvitus	29
5.2	Päästöjen tarkkailuun kohdistuvat muutokset päästökaupan myötä	29
5.3	Päästökaupan vaikutus jätteenpolttolaitosten päästövähennystoimiin	30
6.	Päästökaupan kustannusvaikutukset	32
6.1	Kustannukset toiminnanharjoittajille	32
6.1.1	Päästöoikeuskustannukset	32
6.1.2	Muut kustannukset	33
6.2	Hintavaikutukset kaukolämpöasiakkaille ja jätehuoltoon vuoteen 2035 mennessä	35
7.	Päästökaupan ohjausvaikutus jätteenpolttosektorin päästöihin vuoteen 2035 mennessä	37
8.	Johtopäätökset	41
9.	Lähteet	42

1. JOHDANTO

1.1 Jätteenpolton nykytila EU:n päästökaupassa

Euroopan unionin päästökauppajärjestelmään (European Emissions Trading System, ETS) kuuluvat komission päästöjen tarkkailuasetuksen eli MRR-asetuksen (2018/2066) mukaisesti polttolaitokset, joiden nimellinen lämpöteho on enemmän kuin 20 MW, lukuun ottamatta vaarallisen jätteen (ent. ongelmajäte) ja yhdyskuntajätteen polttolaitoksia. Suomessa päästökauppaan on päästökauppadirektiivin mahdollistamalla opt-in järjestelyllä sisällytetty myös 20 MW rajan lämpötehon alittavat laitokset, jos laitos täyttää päästökauppalain 4 §:n ehdot. Tällöin samaan kaukolämpöverkkoon opt-in -laitoksen kanssa tulee muun muassa olla liitettynä kaukolämpöä tuottava laitos, joka ylittää 20 MW rajan, ja joka on liitetty kaukolämpöverkkoon 30.4.2010 mennessä.

Suomessa päästökauppaan polttolaitoksina kuuluvat tällä hetkellä ne laitokset, jotka polttavat jätettä rinnakkaispolttolaitokseksi luokiteltavassa laitoksessa, tuottaen esimerkiksi kaukolämpöä. Päästökauppaan eivät kuitenkaan kuulu toimijat, jotka polttavat jätettä jätteenpolttolaitoksessa, jonka pääasiallinen tarkoitus on jätteen loppukäsittely, riippumatta siitä tuottaako laitos samalla mahdollisesti esimerkiksi kaukolämpöä.

Ympäristönsuojelulain (27.6.2014/527) mukaisesti jätteenpolttolaitoksella tarkoitetaan laitosta, joka lämpökäsittelee jätettä, riippumatta siitä, hyödynnetäänkö poltosta muodostuva energia. Vastaavasti jätteen rinnakkaispolttolaitoksen pääasiallinen tarkoitus on tuottaa energiaa tai aineellisia tuotteita. Määritelmä perustuu pitkälti siis tarkoitukseen, miksi jätettä poltetaan, ei siihen minkälaista jätettä poltetaan. Näin ollen laitokset, jotka polttavat samankaltaista polttoainetta, voivat nykytilassa joko kuulua päästökauppaan tai olla päästökaupan ulkopuolella. Vastaavasti toimijat, jotka toimivat samoilla markkinoilla kaukolämmön ja sähköntuotannossa voivat joko kuulua päästökauppaan tai olla päästökaupan ulkopuolella. Tilanne on vallitseva Euroopassa tällä hetkellä. EU maista ainoastaan Ruotsi, Tanska ja Liettua ovat sisällyttäneet jätteenpolttolaitokset päästökauppaan.

1.2 Muutokset EU:n päästökaupassa koskien jätteenpoltoa

Euroopan komission heinäkuussa 2021 antaman, niin kutsutun 55-valmiuspaketin tarkoitus on toimeenpanna ilmastolailla asetetut velvoitteet vähentää EU:n nettokasvihuonekaasupäästöjä vähintään 55 %:lla vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä, sekä saavuttaa ilmastoneutraalius EU-tasolla vuoteen 2050 mennessä. Osana 55-valmiuspakettia komissio antoi ehdotuksen päästökauppadirektiivin (2003/87/EY) laajentamisesta sisällyttämällä meriliikenteen päästöt nykyiseen päästökauppaan. Päästökauppadirektiivin muuttamisesta käytävien neuvottelujen yhteydessä on ehdotettu jätteenpolton sisällyttämistä EU ETS päästökauppaan.

EU:n päästökaupan uudistamista koskevissa neuvotteluissa joulukuussa 2022 saavutetun alustavan tuloksen mukaisesti jätteenpolttolaitosten tulee vuoden 2024 alusta ryhtyä tarkkailemaan ja raportoimaan kasvihuonekaasupäästöjään päästökaupan sääntöjen mukaisesti. Vuonna 2026 komissio tekee arvion ja mahdollisen lainsäädäntöehdotuksen toimialan sisällyttämisestä päästökauppaan täysimääräisesti vuodesta 2028 alkaen. Jäsenvaltioilla on kuitenkin mahdollisuus niin sanotulla opt-out menettelyllä lykätä jätteenpolton täysimääräistä liittymistä päästökauppaan vuoteen 2030 asti. (Council of the European Union, 2023).

Jätteenpolton sisällyttämisellä EU ETS päästökauppajärjestelmään pyritään edistämään kiertotaloutta eli muun muassa tukemaan kierrätysasteen nostoa ja vähentämään polttoon päätyvän jätteen osuutta jätevirrasta. Jätteenpolton täysmääräinen sisällyttäminen päästökauppaan kaikissa jäsenmaissa loisi myös tasapuolisemmat toimintaedellytykset niille maille, jotka ovat jo sisällyttäneet jätteenpolton päästökauppaan. Siitä, miten jätteenpoltto käytännössä sisällytettäisiin päästökauppajärjestelmään, ja miten päästökaupassa jätteenpolton osalta voitaisiin varmistua päästöjen laskennan ja tarkkailun todenmukaisuudesta, ei vielä ole varmuutta. (Council of the European Union, 2023).

1.3 Työn tavoite ja käytetyt menetelmät

Tämän selvitystyön tavoitteena on arvioida kansallisesti vaikutuksia, joita jätteenpolton sisällyttämisestä päästökauppaan olisi alan toimijoille, jätehuoltosektorille sekä jätteenpolton päästöihin.

Työn toteutuksessa hyödynnettiin kyselyä, joka suunnattiin toimijoille, jotka harjoittavat Suomessa jätteenpoltoa joko jätteenpolttolaitoksessa tai rinnakkaispolttolaitoksessa. Kyselyn sisällössä pyrittiin huomioimaan toimijoiden erilaisuus ja esimerkiksi se, että osa toimijoista harjoittaa niin rinnakkaispoltto- kuin jätteenpolttotoimintaa. Lisäksi joillain toimijoilla on käytössä useampia laitoksia. Työn kysely toteutettiin helmikuussa 2023. Kyselyyn vastasivat kaikki jätteenpoltoa jätteenpolttolaitoksessa harjoittavat toimijat. Rinnakkaispolttolaitoksista kyselyyn vastasi noin puolet laitoksista. Kyselyjen lisäksi työssä toteutettiin haastatteluja, joissa pyrittiin tavoittamaan eri tahot joihin jätteenpoltto ja sen liittyminen päästökauppaan vaikuttaa. Työn haastattelut toteutettiin helmi-maaliskuussa 2023. Kyselyjen ja haastattelujen lisäksi työssä hyödynnettiin kirjallisuuslähteitä, minkä lisäksi työn muodostumista on ohjannut työn tilaajan, työ- ja elinkeinoministeriön, kanssa käydyt keskustelut.

Selvitys perustuu pääosin tekijöiden laskelmiin ja arvioihin sekä kyselytuloksiin ja haastatteluihin. Selvityksen näkemykset, eivätkä välttämättä edusta työ- ja elinkeinoministeriön kantaa.

Haastatteluihin ja ohjausryhmiin osallistuneet asiantuntijat:

- Työ- ja elinkeinoministeriö
 - o Sinnemaa Anna-Maija, erityisasiantuntija
 - o Tirkkonen Juhani, teollisuusneuvos
- Ympäristöministeriö (erilliset haastattelut)
 - o Cederlöf Magnus, ympäristöneuvos
 - o Levinen Riitta, ympäristöneuvos
- Energiavirasto
 - o Hotti Suvi, johtava asiantuntija
 - o Pakkala Johanna, johtava asiantuntija
- Energiateollisuus ry
 - o Haveri Petteri, Ekonomisti
 - o Muukkonen Karoliina, Asiantuntija
- Suomen Kiertovoima ry (KIVO)
 - o Timo Hämäläinen, johtava asiantuntija

Työn kysely lähetettiin seuraaville toimijoille:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| - Adven Oy | - Fortum Waste Solutions Oy |
| - Boliden Harjavalta Oy | - Keuruun Lämpövoima Oy |
| - Finnsementti Oy | - Kotkan Energia Oy |

- Lahti Energia Oy
- Leca Finland Oy
- Lounavoima Oy
- Metsä Fibre Oy
- Nevel Oy
- Oulun Energia Oy
- Oy Alholmens Kraft Ab
- Pankakoski Mill Oy
- Porin Prosessivoima Oy
- Rauman Biovoima Oy
- Riikinvoima Oy
- Sappi Finland Operations Oy
- Stora Enso Oyj
- Stora Enso Publication Papers Oy Ltd
- Suomen Sokeri Oy
- Tammervoima Oy
- Tornion Voima Oy
- Turun Seudun Energiantuotanto Oy
- Vantaan Energia Oy
- Westenergy Oy

2. JÄTTEENPOLTON TILA SUOMESSA

2.1 Jätteenpolttoa harjoittavat toimijat Suomessa

Suomessa yhdyskuntajätettä voidaan polttaa jätteen rinnakkaispolttolaitoksissa sekä jätteenpolttolaitoksissa. Laitosten määrittely perustuu siihen, mikä on jätteenpolton pääasiallinen tarkoitus. Laitokset on ympäristönsuojelulaissa (27.6.2014/527) määritelty seuraavasti:

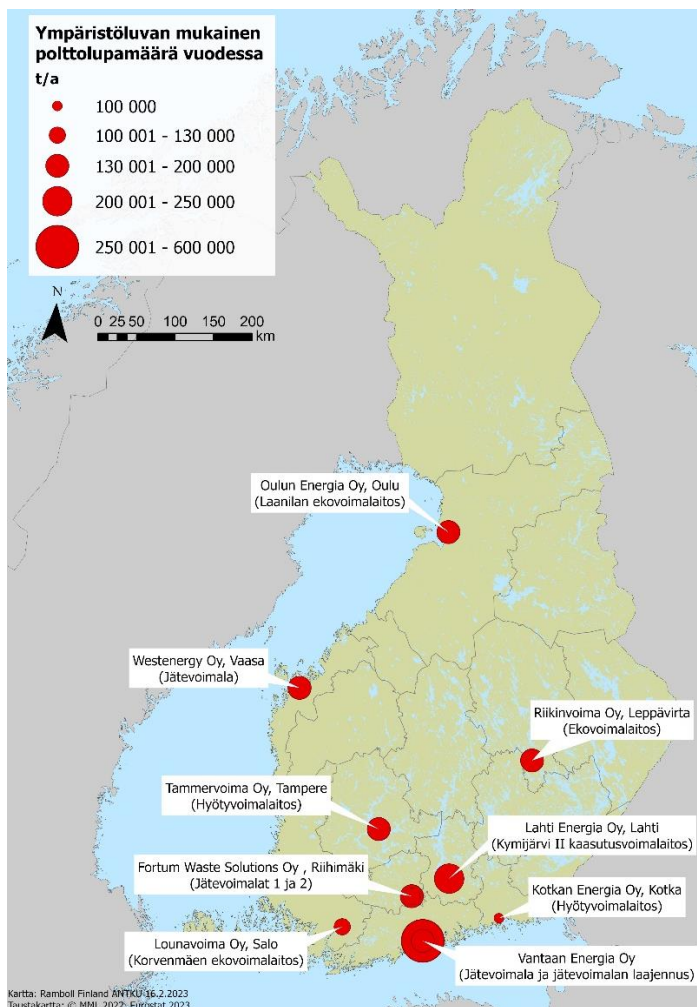
Rinnakkaispolttolaitos: yksikkö, jonka pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa energiaa tai aineellisia tuotteita ja jossa käytetään jätettä vakinaisena tai lisäpolttoaineena taikka jossa jätettä lämpökäsitellään sen loppukäsittelyä polttamalla jäte hapettamalla tai käyttämällä pyrolyysiä, kaasutusta tai plasmakäsittelyä taikka muuta lämpökäsittelyä, jos käsittelyssä syntyvät aineet tämän jälkeen poltetaan.

Jätteenpolttolaitos: yksikkö, joka on tarkoitettu jätteiden lämpökäsittelyyn, riippumatta siitä, hyödynnetäänkö poltossa syntyvä lämpö vai ei, siten, että jäte poltetaan hapettamalla tai käytetään pyrolyysiä, kaasutusta tai plasmakäsittelyä taikka muuta lämpökäsittelyä, jos käsittelyssä syntyvät aineet tämän jälkeen poltetaan.

Jätteenpolttoasetuksen (151/2013) mukaisesti valvontaviranomaisen on pidettävä ajantasaista luetteloa toimialueellaan toimivista jätteenpolttolaitoksista ja jätteen rinnakkaispolttolaitoksista ja julkaistava se tietoverkossa. Tässä työssä esitetyt tiedot toiminnassa olevista jätteenpoltto- ja rinnakkaispolttolaitoksista perustuvat näihin julkisesti saatavilla oleviin tietoihin. Tunnistetuista rinnakkaispolttotoimijoista pyrittiin karsimaan ne toimijat, jotka eivät ole viimeisen kolmen vuoden aikana polttaneet jätettä. Jätteenpolttolaitosten ja rinnakkaispolttolaitosten kuvauksissa on myös hyödynnetty osana tätä työtä toteutetun kyselyn vastauksia.

2.1.1 Jätteenpolttolaitokset

Suomessa on tällä hetkellä käytössä 11 jätteenpolttolaitosta, joista 2 sijaitsee Riihimäellä ja 2 Vantaalla. Laitoksia sijaitsee siis 9 eri paikkakunnalla. Laitosten sijoittuminen Suomeen on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Suomessa käytössä olevat jätteenpolttolaitokset ja niiden jätteenpolttokapasiteetti

Vanhin Suomessa käytössä oleva jätteenpolttolaitos on rakennettu vuonna 2007. Voimaloiden keski-ikä on noin 8 vuotta. Uusin jätteenpolttolaitos on Vantaan Jätevoimalan laajennusosa, joka valmistui vuonna 2022. Viimeisin uudelle paikkakunnalle sijoittunut laitos on vuonna 2021 Saloon valmistunut Korvenmäen ekovoimalaitos. Kaikki käytössä olevat jätteenpolttolaitokset ovat lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksia (CHP-laitos) eli ne hyödyntävät jätteen poltosta saatavaa energiaa kaukolämmön ja sähkön tuotannossa.

Noin puolet jätteenpolttolaitoksista kuuluu toimijoille, joilla on myös muita energiantuotantolaitoksia, jotka kuuluvat jo nykytilassa päästökauppaan. Näille toimijoille päästökaupassa toimiminen on siis jo entuudestaan tuttua. Kuitenkin noin puolille toimijoista päästökaupassa toimiminen ei ole käytännön tasolla tuttua. Toimijoihin kuuluu myös esimerkiksi laitoksia, jotka ovat usean eri kunnallisen jätehuoltoyhtiön omistuksessa. Ne myyvät tuottamansa energian paikalliselle energiayhtiölle, jonka vastuulla esimerkiksi kaukolämmön jakelu ja myynti on. Jätteenpolttolaitoksiin kuuluu siis hyvin erilaisia toimijoita, mistä johtuen näkemykset päästökauppaan liittyvissä kysymyksissä saattavat vaihdella toimialan sisällä.

Jätteenpolttolaitokset hyödyntävät yhdyskuntajätteen lisäksi tuotannossaan myös muita polttoaineita. Esimerkiksi SRF-kierrätyspolttoainetta (Solid Recovered Fuel), joka on rinnakkaispolttolaitosten yleisimmin käyttämä jättepolttoaine, käytetään myös jätteenpolttolaitoksilla. Esimerkkejä muista käytetyistä polttoaineista ovat erilaiset lietteet,

puujätteet ja rakennusjätteet. Monet laitoksista hyödyntävät polttoaineenaan myös vaarallista jätettä (ent. ongelmajäte). Taulukossa 1 on esitetty jätteenpolttolaitosten tietoja.

Taulukko 1 Suomessa käytössä olevat jätteenpolttolaitokset

Laitos	Paikka-kunta	Ympäristö-luvan mukainen polttolupa-määrä vuodessa t/a	Laitos tuottaa kauko-lämpöä ja sähköä*	Toiminnan-harjoittajalla on muita päästökauppa-laitoksia**	Käyttöön-ottovuosi
Fortum Waste Solutions Oy Jätevoimala 1	Riihimäki	175 000	Kyllä	Kyllä	2007
Fortum Waste Solutions Oy Jätevoimala 2	Riihimäki	130 000	Kyllä	Kyllä	2012
Kotkan Energia Oy Hyötyvoima-laitos	Kotka	120 000	Kyllä	Kyllä	2009
Oulun Energia Oy Laanilan ekovoimalaitos	Oulu	175 000	Kyllä	Kyllä	2012
Lahti Energia Oy Kymijärvi II kaasutusvoima-laitos	Lahti	250 000	Kyllä	Kyllä	2012
Westenergy Oy Jätevoimala	Vaasa	200 000	Kyllä	Ei	2013
Vantaan Energia Oy Jätevoimala	Vantaa	420 000	Kyllä	Kyllä	2014
Vantaan Energia Oy Jätevoimalan laajennus	Vantaa	180 000	Kyllä	Kyllä	2022
Tammervoima Oy Hyötyvoima-laitos	Tampere	180 000	Kyllä	Ei	2016
Riikinvoima Oy Ekovoimalaitos	Leppävir-ta	170 000	Kyllä	Ei	2016
Lounavoima Oy Korvenmäen ekovoimalaitos	Salo	120 000	Kyllä	Ei	2021

* Tieto laitosten ympäristöluvista

** Perustuen siihen, onko toiminnanharjoittajan muilta laitoksilta vuonna 2021 ilmoitettu todennettuja päästöjä (Energiavirasto, 2022)

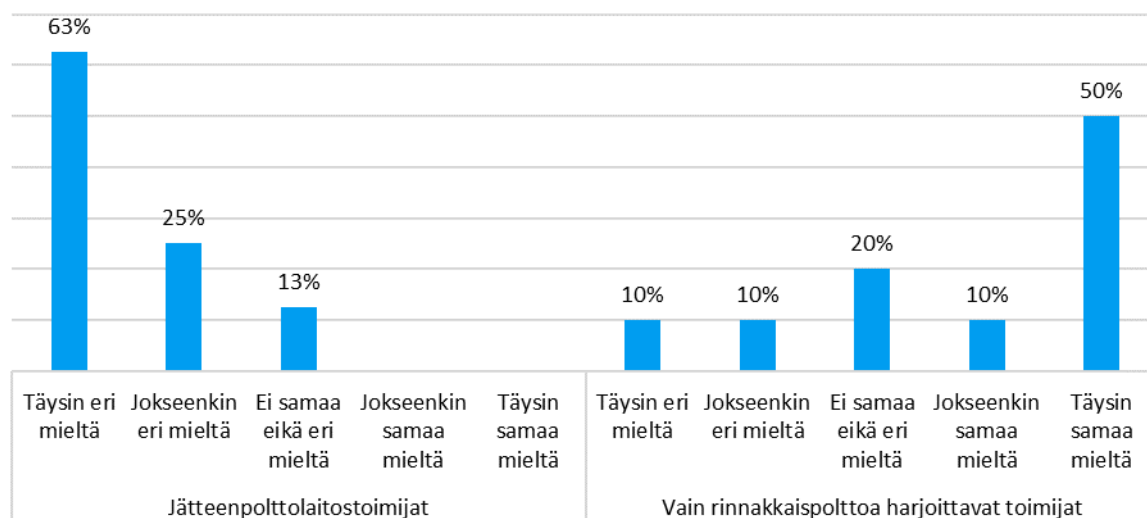
2.1.2 Rinnakkaispolttolaitokset

Suomessa toimii 22 rinnakkaispolttolaitosta. Rinnakkaispolttolaitokset polttavat jätettä joko varsinaisen polttoaineen tai tuotantoprosessin ohessa. Jätteenpolttolaitoksiin verrattuna rinnakkaispolttolaitokset ovat huomattavasti hajanaisempi joukko erityyppisiä laitoksia, joiden toiminta vaihtelee aina kaukolämpölaitoksista prosessilaitoksiin. Laitosten toiminta vaihtelee myös poltettujen jätemäärien suhteen. Osa laitoksista hyödyntää tuotannossaan vain hyvin pienen määrän jätettä, kun taas toisilla laitoksilla hyödynnetään jätettä merkittäviä määriä suhteessa tuotantoon. Yhdyskuntajätteen luokiteltavista jakeista yleisimmin rinnakkaispolttolaitoksilla käytettävä polttoaine on SRF. Sitä käytetään polttoaineena myös jätteenpolttolaitoksilla.

Taulukko 2 Suomessa käytössä olevat rinnakkaispolttolaitokset

Laitos	Paikkakunta
Adven Oy, Jepuan hyötyvoimalaitos	Uusikaarlepyy
Adven Oy, Kauttuan voimalaitos	Kauttua
Boliden Harjavalta Oy, Harjavallan tehtaas	Harjavalta
Finnsementti Oy, Lappeenrannan sementtitehdas	Lappeenranta
Finnsementti Oy, Paraisten sementtitehdas	Parainen
Keuruun Lämpövoima Oy, Varissaaren voimalaitos	Keuruu
Kotkan Energia Oy, Hovinsaaren voimalaitos	Kotka
Leca Finland Oy, Kuusankosken Leca-soratehdas	Kuusankoski
Metsä Fibre Oy, Metsä Fibre Äänekosken Biotuote tehdas	Äänekoski
Nevel Oy, Haapaveden voimalaitos	Haapavesi
Oulun Energia, Laanilan biovoimalaitos	Oulu
Oy Alholmens Kraft Ab, Pietarsaaren voimalaitos	Pietarsaari
Pankakoski Mill Oy, Pankakosken kartonkitehdas	Liekka
Porin Prosessivoima Oy, Kaanaan voimalaitos	Kaanaa
Rauman Biovoima Oy, Rauman voimalaitos	Rauma
Sappi Finland Operations Oy, Kirkniemen paperitehdas	Lohja
Stora Enso Oy, Varkauden tehtaas	Varkaus
Stora Enso Publication Papers Oy Ltd, Anjalan tehtaas	Inkeroinen
Suomen Sokeri Oy, Kantvikin voimalaitos	Kirkkonummi
Tornion Voima Oy, Tornion voimalaitos	Tornio
Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Naantalin voimalaitos	Naantali
Vantaan Energia Keski-Uusimaa Oy, Järvenpään voimalaitos	Järvenpää

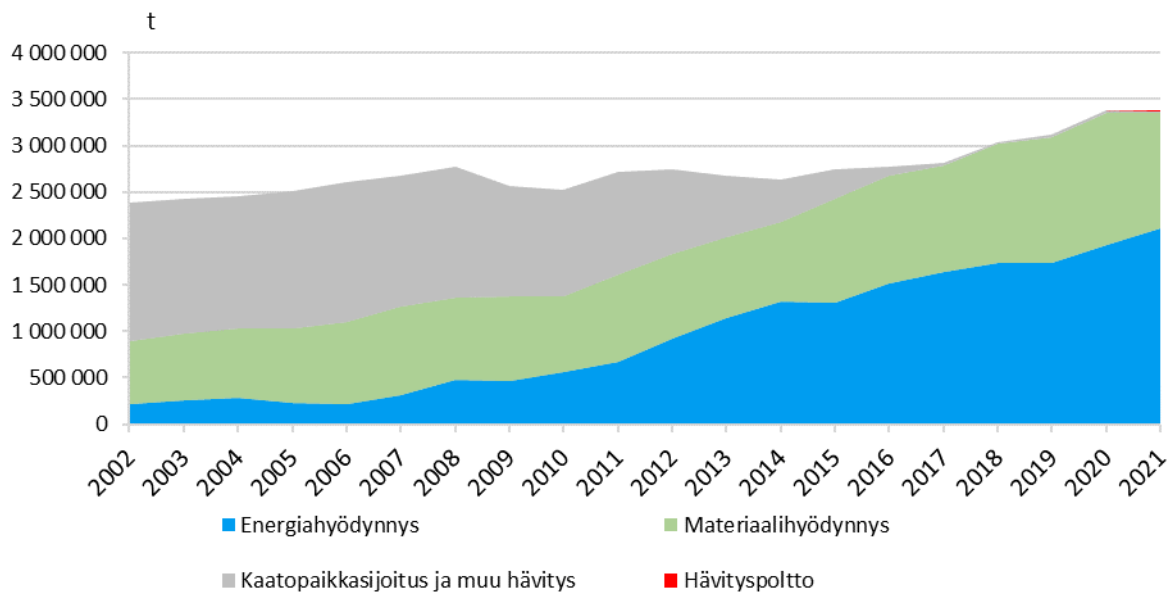
Nykytilanteessa jätteitä poltetaan jätteenpoltto- ja rinnakkaispolttolaitoksissa, joista jätteenpolttolaitokset eivät kuulu EU:n päästökaupan piiriin, mutta rinnakkaispolttolaitokset kuuluvat. Työssä toteutetussa kyselyssä kysyttiin niin jätteenpoltto- kuin rinnakkaispolttotoimijoilta asettaako tämä toimijat epätasa-arvoiseen asemaan. Jätteenpolttolaitostoiimijoista 88 % oli asiasta joko täysin- tai jokseenkin eri mieltä, kun taas rinnakkaispolttotoimijoilla vastaava luku oli 20 %. Rinnakkaispolttotoimijoista 60 % oli jokseenkin- tai täysin samaa mieltä asiasta. Kyselyn vastaukset erosivat siis selvästi näiden kahden toimijaryhmän välillä. Vastausten jakautuminen kysymykseen on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2 Jätteenpolttolaitosten ja rinnakkaispolttolaitosten vastausten jakautuminen kysymykseen "Suomessa jätteitä poltetaan jätteenpoltto- ja rinnakkaispolttolaitoksissa, joista jätteenpolttolaitokset eivät kuulu EU:n päästökaupan piiriin, mutta rinnakkaispolttolaitokset kuuluvat. Tämä asettaa toimijat epätasa-arvoiseen asemaan."

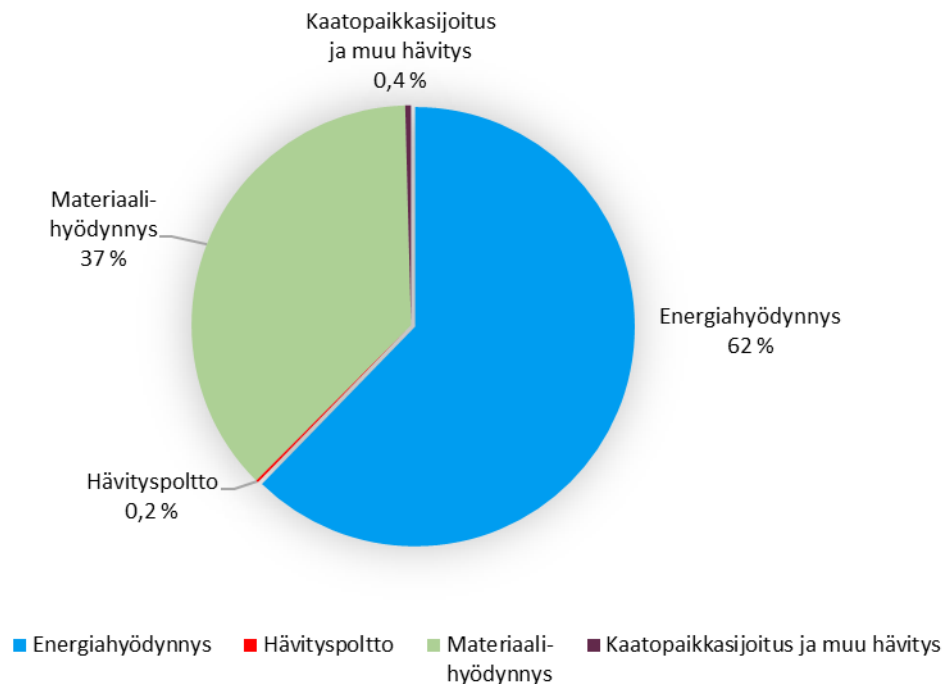
2.2 Jätteenkäsittelyn kehitys Suomessa

Vuonna 2021 Suomessa kertyi noin 3,3 milj. tonnia yhdyskuntajätettä. Yhdyskuntajätteenä katsotaan asumisessa syntyvien jätteiden lisäksi niihin laadultaan rinnastettavat kaupan, teollisuuden ja palveluiden jätteet, kuten toimistoista ja ruokaloista kertyvät jätteet. Suomessa käsitellyn yhdyskuntajätteen määrä on kasvanut muutamia poikkeusvuosia lukuun ottamatta vuosittain. Vuoden 2021 jätemäärä kasvoi kuitenkin vuodesta 2020 vain 6 500 tonnia eli jätemäärä pysyi melko vakiona. (Tilastokeskus, 2020). Jätteen kaatopaikkasijoitus on tällä vuosituhanella vähitellen korvautunut energiahyödynnyksellä ja vuonna 2016 voimaan tulleen orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon myötä, kaatopaikkasijoitus vastaa enää alle prosenttia kaikesta yhdyskuntajätteen käsittelystä. Poltettavan jätteen osuus on kasvanut melko tasaisesti, ja vuonna 2021 ylitettiin 2 milj. tonnin polttomäärä. Energiana hyödynnetyn jätteen määrä ei vuodesta 2018 alkaen sisällä jätetilastossa omana luokkana olevaa hävityspolttoa, joka tarkoittaa Suomessa käytännössä vaarallisia ominaisuuksia sisältävien aineiden polttoa ilman energian talteenottoa. Hävityspolton osuus jätteen käsittelystä on hyvin pieni. Vuonna 2021 noin 6 000 t yhdyskuntajätettä päätyi hävityspolttoon. (Tilastokeskus, 2022a). Kuvassa 3 on esitetty kertyneen yhdyskuntajätteen määrän kehitys käsittelytavoittain Suomessa vuosina 2002–2021.



Kuva 3 Yhdyskuntajätteen määrän kehitys käsittelytavoittain Suomessa 2002–2021 (Tilastokeskus, 2022a)

Vuonna 2021 jätteen energiahyödynnys vastasi 62 % yhdyskuntajätteen käsittelystä, vuonna 2020 vastaava luku oli 57 %. Jätteenpoltto on kasvanut vuodesta 2020 materiaalikierrätyksen kustannuksella. Vuonna 2021 materiaalikierrätyksen osuus yhdyskuntajätteen käsittelystä oli 37 %, kun vuonna 2020 osuus oli 42 %. Jätteenpolton osuuden kasvun taustalla saattavat kuitenkin olla myös tilastolliset tekijät. EU:n kesällä 2018 hyväksymän jättesäädöspaketin toimeenpanon myötä yhdyskuntajätteen käsittelyn tilastointi on muuttunut, eikä esimerkiksi materiaalikierrätykseen enää lasketa käsittelyprosessissa syntyvää hylkyä eli rejektiä. (Uusiouutiset, 2021)



Kuva 4 Yhdyskuntajäte käsittelytavoittain vuonna 2021 (Tilastokeskus, 2022a)

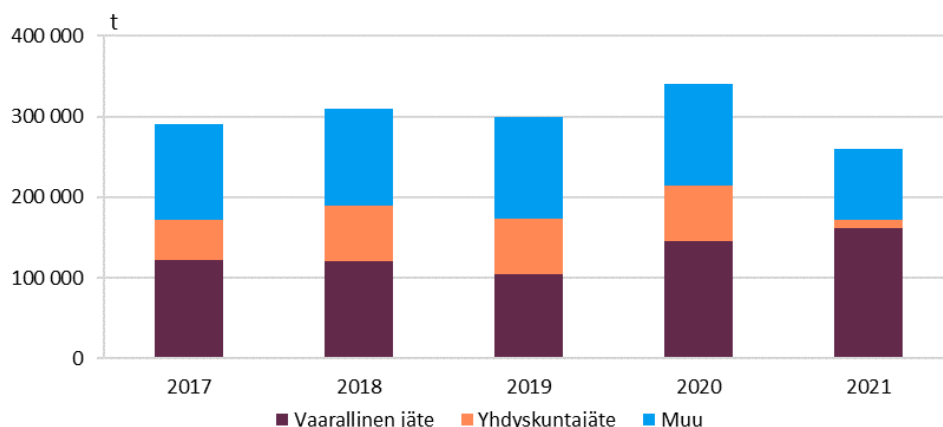
2.2.1 Jätteen vienti ja tuonti

Suomesta viedään jätettä ulkomaille ja vastaavasti jätettä tuodaan Suomeen käsiteltäväksi ulkomailta. Pääsääntöisesti jätteiden siirto maasta toiseen on luvanvaraista toimintaa. Suomen ympäristökeskus SYKE hoitaa Suomessa jätteiden kansainvälisten siirtojen valvontaan liittyvät viranomaistehtävät. (Suomen ympäristökeskus, 2023).

Kuvassa 5 on esitetty Suomesta pois vietyjen, SYKEN valvontaan kuuluvien eli jätesiirtoluvan vaativien jätemäärien kehitys vuosina 2017–2021. Ulkomaille vietävästä jätteestä suurin osa on vaarallista jätettä. Vuonna 2021 sen osuus oli 67 %. Kuten kuvasta nähdään, ovat yhdyskuntajätteen vientimäärät pysyneet melko vakioina koko tarkastelukauden, lukuun ottamatta vuotta 2021, jolloin määrä oli lähes 80 000 tonnia pienempi kuin vuonna 2020. Yksi mahdollinen syy yhdyskuntajätteen viennin pienenemiselle on Lounavoiman Salon jätteenpolttolaitoksen käyttöönotto vuonna 2021. Laitoksen ympäristöluvan mukainen jätteenpolttokapasiteetti on 120 000 t/a.

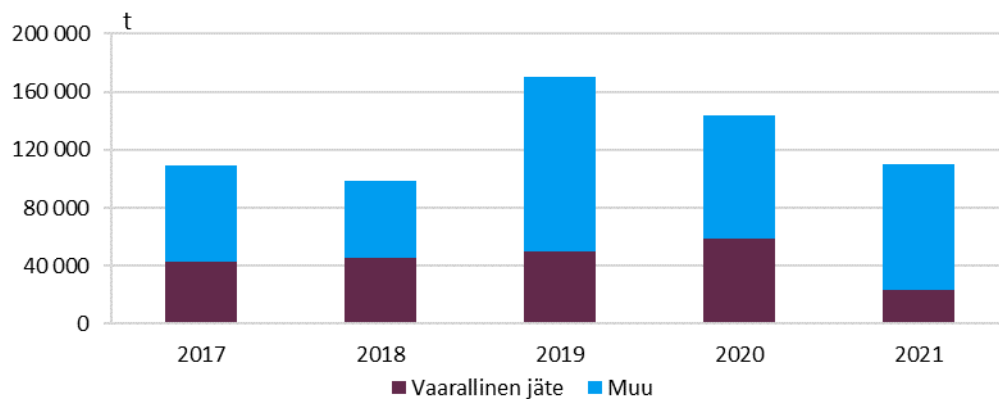
Vaarallisen jätteen vienti Suomesta on kasvanut vuosina 2020 ja 2021. Vaarallisen jätteen vientiä on kasvattanut etenkin puujätteen ja metallipitoisen jätteen viennin kasvu. Vaarallista puujätettä on esimerkiksi arseenikyllästetty puutavarajäte. Suomesta viedyn vaarallisen jätteen kokonaismäärä vuonna 2020 vastasi noin 4 % kaikesta syntyneestä vaarallisesta jätteestä. (Tilastokeskus, 2020). Suomesta viedyn yhdyskuntajätteen kokonaismäärä vuonna 2021 vastasi 0,3 % kaikesta käsitellystä yhdyskuntajätteestä. Jätettä Suomesta viedään pääasiassa Ruotsiin, Saksaan, Viroon ja Ranskaan. Merkittävin jätteen vientimaa on Ruotsi. (Suomen ympäristökeskus, 2022).

Vuonna 2021 yhdyskuntajätettä vietiin Suomesta Viroon ja Ruotsiin. Vientimäärä Ruotsiin oli 19 732 t ja Viroon 9 134 t. Jätettä vietiin Ruotsiin Ahvenanmaalta, Pohjois-Pohjanmaalta sekä Lapista. Ruotsiin viennistä vastasi kolme yhtiötä, joista kaksi oli tilastoissa merkitty myös viedyn jätteen tuottajaksi. Viroon jätettä vietiin pääosin eteläisemmästä Suomesta. Kaikesta Viron viennistä vastasi yksi jätesiirtoihin erikoistunut yhtiö. Yhdyskuntajätettä Suomesta vei vuonna 2021 yhteensä 3 yhtiötä. (Suomen ympäristökeskus, 2023)



Kuva 5 Jätteiden vienti Suomesta 2017–2021 (Suomen ympäristökeskus, 2022)

Kuvassa 6 on esitetty Suomeen tuotujen jätemäärien kehitys vuosina 2017–2021. Kuten kuvasta nähdään Suomeen ei ole tarkasteluvuosina tuotu yhdyskuntajätettä. Vaarallisen jätteen tuontimäärä Suomeen pieneni merkittävästi vuonna 2021 johtuen jäteöljyn tuonnin vähenemisestä noin 20 000 tonnilla edelliseen vuoteen verrattuna. (Suomen ympäristökeskus, 2022).



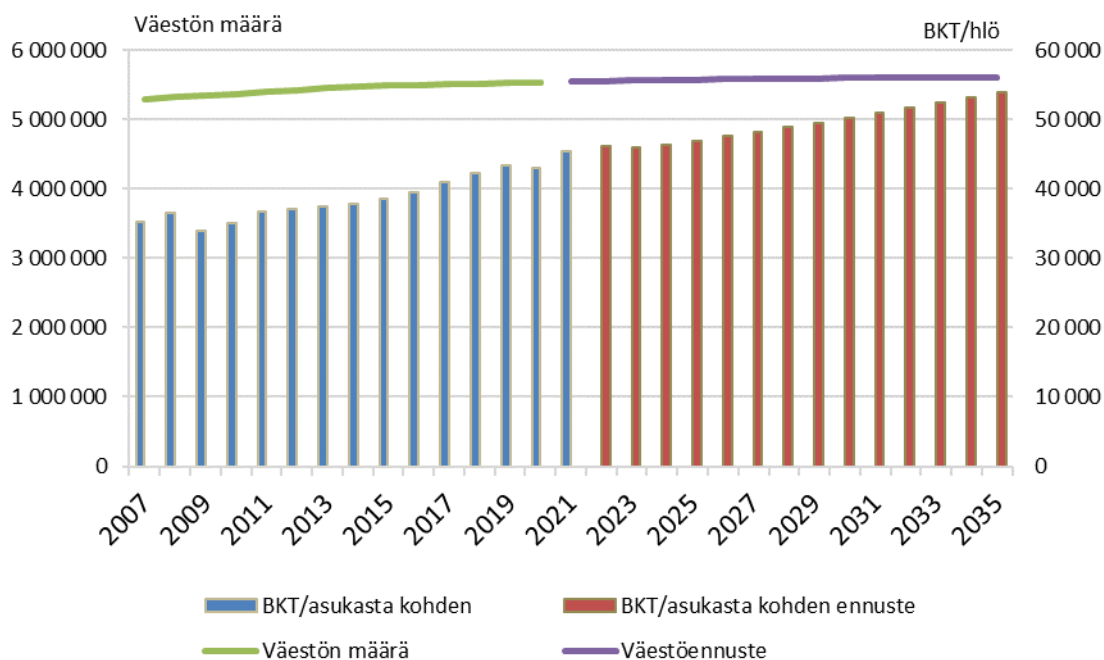
Kuva 6 Jätteiden tuonti Suomeen 2017–2021 (Suomen ympäristökeskus, 2022)

2.2.2 Jätteen määrän arvioitu kehitys vuoteen 2035 saakka

Yhdyskuntajätteen määrän kehitystä voidaan arvioida useilla eri menetelmillä. Tässä työssä arvioitiin yhdyskuntajätteen määrän kehitystä Suomessa vuoteen 2035 saakka. Arvioinnin menetelmänä käytettiin IPAT-mallia, jolla voidaan mallintaa erilaisia ympäristövaikutuksia. IPAT-mallinnuksessa kuvataan väestön koon, sen vaurauden ja teknologian merkitystä aiheutuvaan ympäristövaikutukseen. Vastaavaa menetelmää kuin tässä työssä käytettiin myös ympäristöministeriön vuonna 2015 laatimassa Jättemäärien ennakkointi vuoteen 2030 -työssä. Käytetyssä IPAT-mallissa jättemäärien arvioitu kehitys (I) määritettiin laskennallisesti perustuen väestön määrän (P), asukaskohtaisen bruttokansantuotteen (A), sekä jättemäärän ja bruttokansantuotteen välisen suhdeluvun T kautta yhtälön 1 mukaisesti

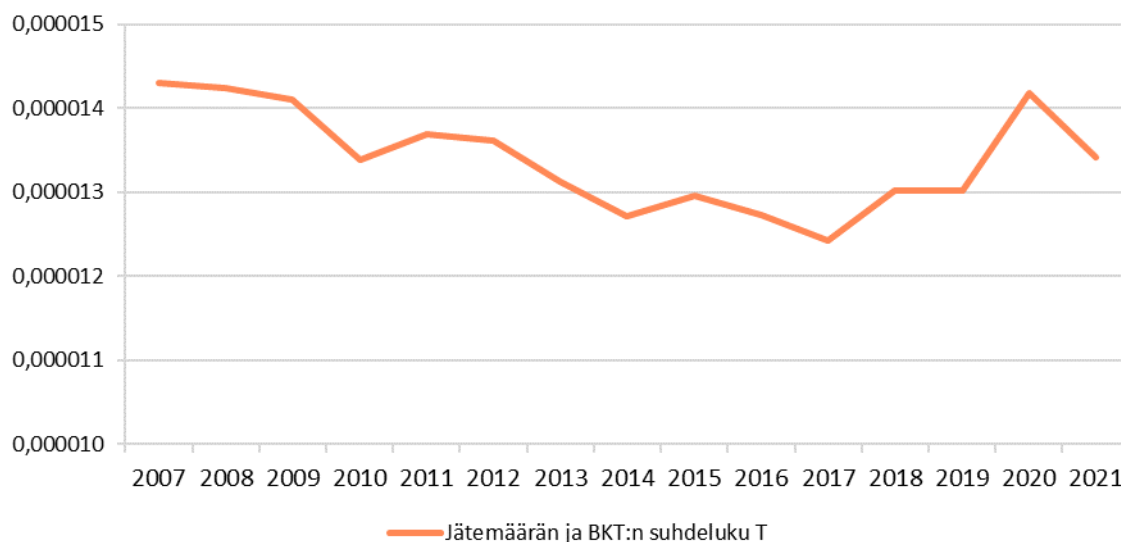
$$I = P * A * T \quad (1)$$

Laskennassa väestönmäärän ennusteena käytettiin Tilastokeskuksen vuonna 2021 päivittämää vuosittaista väestöennustetta. Asukaskohtainen bruttokansantuote määritettiin Finanssialan keskusliiton 1.2.2023 julkaisemien eri toimijoiden BKT muutos-% keskiarvojen kautta. Käytetty keskiarvo laadittiin seuraavien toimijoiden laatimien ennusteiden pohjalta ajalle 2022–2025: OP Ryhmä, Handelsbanken, Nordea, Hypo, Säästöpankkiryhmä, Danske Bank, POP Pankki -ryhmä, LähiTapiola, VM, Suomen Pankki, Etla, PTT ja Labore. Laskennassa on käytetty seuraavia BKT:n muutoksia: vuonna 2022 +1,8 %, 2023 -0,2 %, 2024 +1,1 % ja 2025 +1,4 %. Ajalle 2026–2035 BKT:n muutos laskennassa on +1,4 % vuosittain. Kuvassa 7 on esitetty BKT/hlö-arvot ja väestömäärät ajalle 2007–2035.



Kuva 7 Väestön määrän kehitys Suomessa vuosina 2007–2021 ja väestöennuste vuoteen 2035 saakka (Tilastokeskus, 2021), (Finanssiala Ry, 2023), (Tilastokeskus, 2022b)

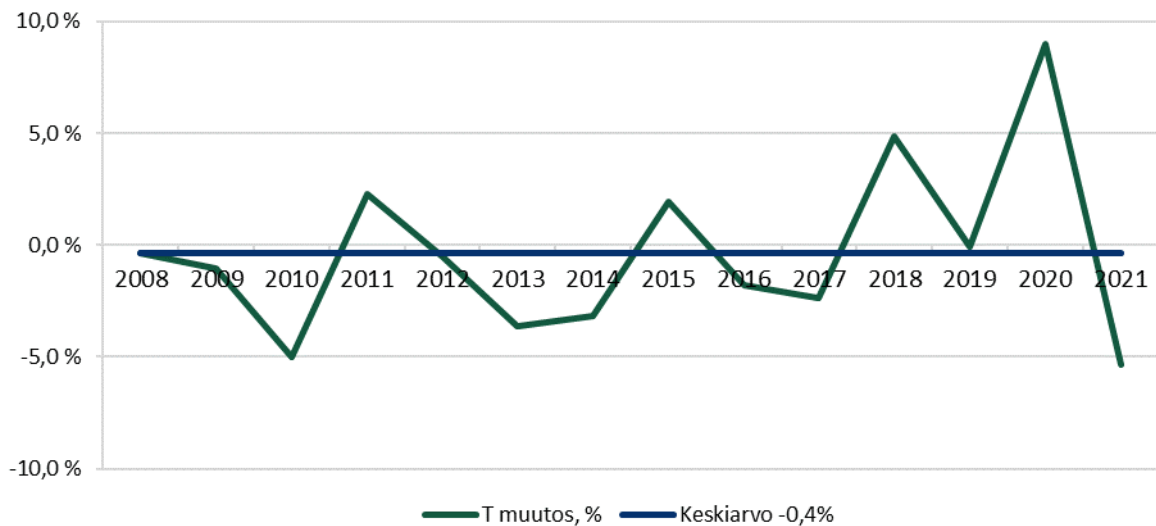
Jättemäärän ja BKT:n välistä suhdetta kuvaavan suhdeluvun T valinta on keskeinen jättemäärän ennusteen kannalta. Laskennassa muuttuja T määritettiin historiallisten arvojen perusteella. Alla olevassa kuvassa 8 on esitetty suhteen kehitys vuodesta 2007 vuoteen 2021. Kuten kuvasta nähdään tarkastelujakson alkupuolen jättemäärä ei kasvanut yhtä nopeasti BKT:n kanssa eli jättemäärä kasvoi hitaammin kuin BKT. Kuitenkin vuosina 2018 ja 2020 suhde kasvoi merkittävästi. Vuonna 2020 tätä selittää pitkälti koronaviruspandemian aiheuttama BKT:n supistuminen.



Kuva 8 Jättemäärän kehitys suhteessa bruttokansantuotteeseen vuosina 2007–2021.

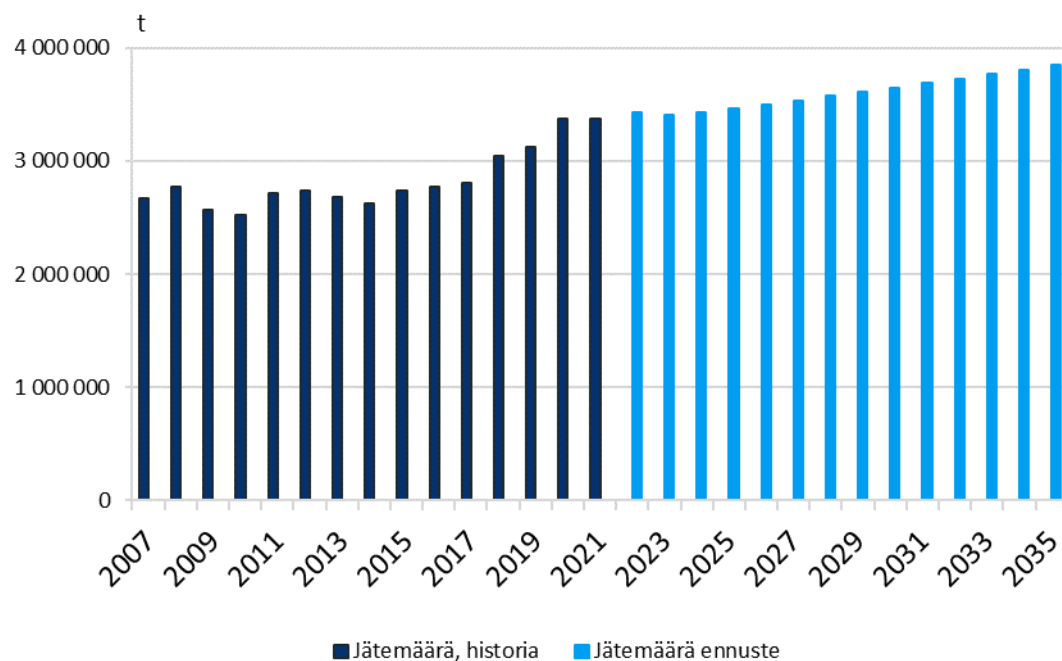
Kuvassa 9 on esitetty suhdeluvun T vuosittainen muutos prosentteina vuosina 2008–2021 sekä muutoksen keskiarvo tältä ajalta. Kuten kuvasta nähdään tarkastelukaudella T:n muutos ollut

keskimäärin negatiivinen. Työssä määritetyssä jätemäärän ennusteessa on käytetty suhdeluvun T muutosnopeutena tätä keskiarvoa eli arvoa -0,4 %. Muutoksen keskiarvo -0,4 % ei riitä kumoamaan BKT:n kasvun jätemäärää kasvattavaa vaikutusta, eli yhdyskuntajätteen määrän ennustetaan kasvavan edelleen vuoteen 2035 saakka, joskin kasvuvauhti suhteessa BKT:n kasvuun hidastuu.



Kuva 9 Jätemäärän ja BKT:n välisen suhdeluvun T vuosittainen muutos prosentteina vuosina 2008–2021 sekä muutoksen keskiarvo tältä ajalta.

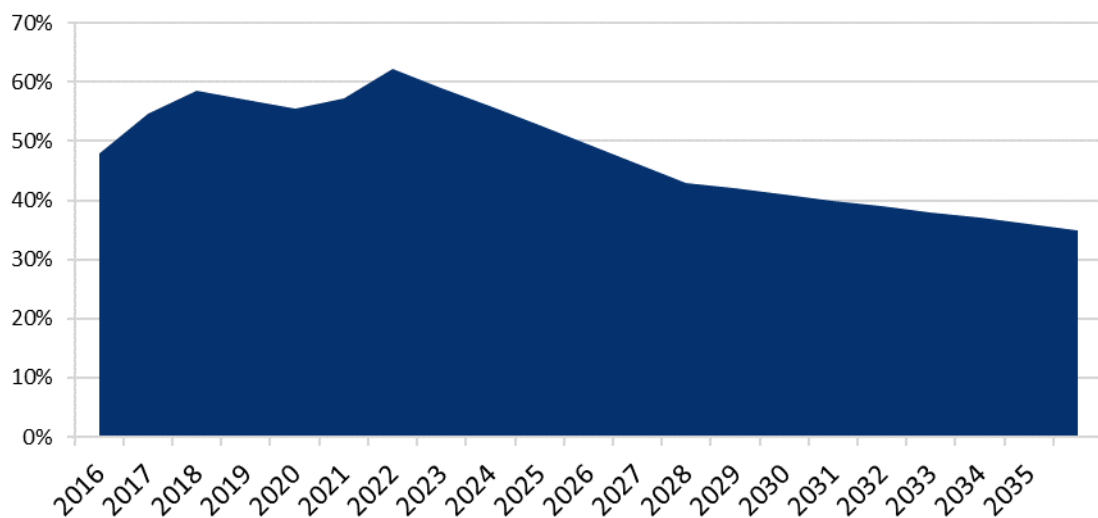
Kuvassa 10 on esitetty yhdyskuntajätteen määrän kehitys vuosina 2007–2021 sekä IPAT-menetelmällä määritetty jätemäärän kehitys vuoteen 2035 saakka. Ennusteen mukaan Suomessa ylitetäisiin 3,5 milj. t raja yhdyskuntajätteen määrässä vuonna 2026.



Kuva 10 Yhdyskuntajätteen määrän kehitys Suomessa vuosina 2007–2021 sekä ennuste jätemäärän kehityksestä vuoteen 2035 saakka.

2.3 Jätteenpolton päästöt ja niiden arvioitu kehitys 2035 saakka

Jätteenpoltoista syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavat syntyvästä yhdyskuntajätteestä polttoon päätyvän jätteen osuus sekä poltettavan jätteen koostumus. Vuonna 2022 julkaistussa Suomen valtakunnallisessa jättesuunnitelmassa vuoteen 2027 on asetettu tavoitteeksi nostaa yhdyskuntajätteen kierrätysastetta tasolle 57 %. (Ympäristöministeriö, 2022). Tilastokeskuksen julkaisemien vuoden 2021 jätetilastojen mukaan kierrätysaste on tällä hetkellä 37 % eli tavoite tarkoittaa 20 % nostoa kierrätysasteessa. Tässä työssä päästöjen kehityksen arvioinnissa on kierrätysasteeksi vuonna 2027 asetettu jättesuunnitelman tavoitteen mukaisesti 57 % oletuksella, että kierrätysaste kasvaa tasaisesti välillä 2022–2027. Jaksolla 2028–2035 kierrätysasteen oletetaan edelleen kasvavan siten, että vuonna 2035 saavutetaan 65 % kierrätysaste. Päästöjen laskennassa käytetty kierrätysaste on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11 Jätteenpolton osuuden kehitys vuosina 2015–2021 sekä arvioitu kehitys vuoteen 2035 asti. Arvioidussa kehityksessä ei ole huomioitu jätteen kaatopaikkasijoitusta tai hävityspoltoa, joiden osuus nykyisestä jätteenkäsittelystä on yhteensä alle 1 %.

Jätteenpoltoista syntyvät päästöt voidaan määrittää laskennallisesti poltetun jätteen määrästä käyttäen jätteen päästökerrointa sekä lämpöarvoa. Kierrätysasteen muuttuessa jätteen koostumus muuttuu, mikä muuttaa myös jätteen sisältämän energian määrää eli jätteen lämpöarvoa. Vastaavasti jätteen sisällön muutos vaikuttaa jätteen poltosta aiheutuviin päästöihin muun muassa jätteen biomassaosuuden ja muoviosuuden muuttuessa. Kierrätysasteen noston vaikutuksia jätteen sisältämiin päästöihin on tarkasteltu Jätteenkäsittelyn päästöjen kohdentaminen (JäPä) -hankkeessa, jonka loppuraportti julkaistiin vuonna 2020. (Benviroc Oy, 2020). Tässä työssä on hyödynnetty kyseisen työn mukaisia laskentakertoimia. Lähtötasona sekä historiatietona päästökertoimelle ja lämpöarvolle on laskennassa käytetty Tilastokeskuksen vuoden 2022 polttoaineluokituksen mukaisia arvoja. Työn päästöjen arvioinnissa käytetyt laskentakertoimet on esitetty taulukossa 3. Laskentakertoimien on oletettu muuttuvan tasaisesti väleillä 2022–2025 ja 2025–2035.

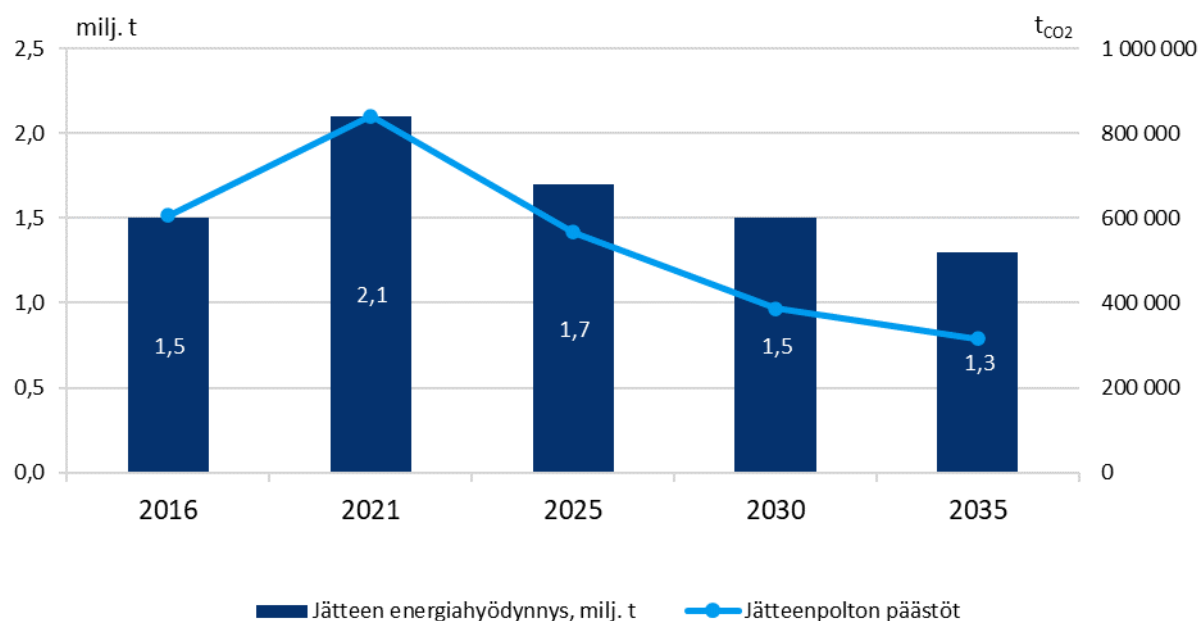
Taulukko 3 Päästöjen laskennassa käytetyt yhdyskuntajätteen päästökertoimet ja lämpöarvot eri vuosina.

Vuosi	Päästökerroin t _{CO2} /TJ	Lämpöarvo GJ/t
- 2022 *	40,0	10,0
2025 **	34,1	9,7
2035 **	28,8	9,2

*lähde (Tilastokeskus, 2022c)

** lähde (Benviroc Oy, 2020)

Kuvassa 12 on esitetty historiadataan pohjautuen yhdyskuntajätteen energiahyödynnyksen määrä sekä tästä aiheutuvat päästöt vuosina 2016 ja 2021. Lisäksi kuvassa on esitetty arvio näiden kehityksestä vuosille 2025, 2030 ja 2035. Kuten kuvasta nähdään, energiana hyödynnetyn yhdyskuntajätteen määrä kääntyy laskuun, jos kierrätysasteen nostolle asetetut tavoitteet saavutetaan. Poltetun yhdyskuntajätteen määrän siis ennakoidaan pienenevän, vaikka muodostuvan yhdyskuntajätteen kokonaismäärän ennustetaan kasvavan, kuten on esitetty luvussa 2.2.2. Poltetun yhdyskuntajätteen määrän arvioidaan saavuttavan vuoden 2016 tason vuonna 2030. Jätteen koostumuksen arvioidusta muutoksesta johtuen jätteenpolton päästöt kuitenkin alittaisivat merkittävästi vuonna 2030 vuoden 2016 tason, vaikka poltettu jätemäärä olisi sama. Arvion mukaan poltetun jätteen määrä vuonna 2035 olisi 1,3 milj. tonnia mikä vastaa noin vuoden 2015 tasoa. Vuonna 2035 jätteenpolton päästöt olisivat 315 000 t_{CO2}, mikä alittaisi arvioidun vuoden 2012 tason.

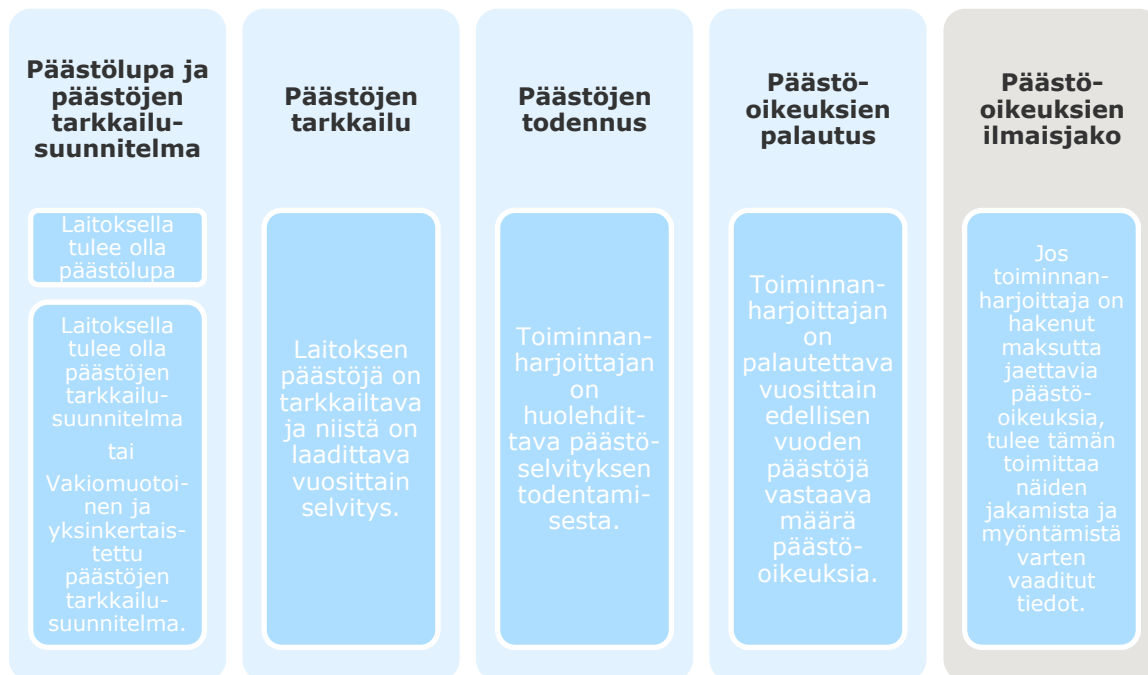


Kuva 12 Yhdyskuntajätteen polton kehitys vuoteen 2035, jos yhdyskuntajätteen kierrätystavoitteet saavutetaan.

Yllä esitetty kuva yhdyskuntajätteen poltosta aiheutuvista päästöistä ei sisällä päästöjä mahdollisesta Suomeen polttoja varten tuotavasta yhdyskuntajätteestä tarkasteluvuosina. Tällä hetkellä työn kyselyssä kerättyjen vuoden 2021 polttotietojen perusteella Suomen jätteenpolttolaitosten käyttöaste on lähellä maksimitasoa eli laitokset polttavat jätettä lähes ympäristöluvassa asetetun maksimimäärän (luku 2.1.1). Tilanne kuitenkin vaihtelee jonkin verran laitoksittain. Laitosten oman arvion mukaan poltetun jätteen määrät tulevat pysymään lähellä nykyistä tasoa seuraavien 10 vuoden ajan. Kierrätystavoitteiden toteutuessa, tämä edellyttää jätteen hankkimista uusista lähteistä. Mahdollisia uusia lähteitä ovat muiden jätevirtojen kuin yhdyskuntajätteen hyödynnys sekä jätteen tuonti ulkomailta. Molemmat nähtiin kyselyssä sekä työn haastatteluissa potentiaalisina jätteenpoltoaineen hankintakanavina. Osa laitoksista on myös tunnistanut biomassan potentiaalisena korvaavana polttoaineena. Biomassan houkuttelevuutta kuitenkin pienentää nykytilanne, jossa jätteenpoltoaineen hinta laitokselle on negatiivinen (porttimaksu), toisin kuin biomassan.

3. RINNAKKAISPOLTTOLAITOSTEN TARKKAILU PÄÄSTÖKAUPASSA

Päästökauppaan kuuluvilla laitoksilla on päästökauppalaissa (8.4.2011/311) määritetty seuraavat velvollisuudet:



Yllä esitettyjen velvollisuuksien lisäksi toiminnanharjoittajan velvollisuus on ilmoittaa päästökauppaviranomaiselle laitoksen toiminnan muutoksista, päästöjen tarkkailua koskevista muutoksista ja toiminnanharjoittajan muuttumisesta.

3.1 Päästöjen tarkkailu

Päästöjen tarkkailu päästökaupassa tapahtuu lähtökohtaisesti lähdevirta eli polttoainekohtaisesti. Näin ollen laitoksella ei tarkkailla vain laitoksen kokonaispäästöjä vaan miten eri polttoainevirrat ovat tuottaneet päästöjä. Päästökauppaan kuuluvien laitosten tulee tarkkailla myös biomassalähdevirtoja, kestävästi tuotettujen biomassalähdevirtojen päästökerroin on kuitenkin päästökaupassa 0.

Päästöjen tarkkailuun on asetettu vähimmäisvaatimukset, jotka vaihtelevat muun muassa laitoksen koosta ja kyseisen polttoainejakeen käyttömäärästä riippuen. Periaatteena on, että suuren, paljon päästöjä aiheuttavan laitoksen tarkkailuun on tiukemmat vaatimukset kuin vähän päästöjä aiheuttavan laitoksen. Vastaavasti paljon päästöjä tuottavan polttoainejakeen tarkkailun vaatimukset ovat tiukemmat kuin jakeen, jota käytetään laitoksella vain vähän. Jos laitos ei saavuta tarkkailulle asetettuja vaatimuksia tulee tämä perustella hyväksytysti. Perustelu voi pohjautua siihen, että tarkkailumenetelmien soveltaminen ei ole teknisesti mahdollista tai siihen, että tarkkailumenetelmien soveltamisesta aiheutuu kohtuuttomia kustannuksia.

Laitoksen luokittelussa on käytössä kolme luokkaa, A, B ja C. Luokkaan A kuuluvat laitokset voidaan luokitella vielä A1 ja A2 luokkiin. Taulukossa 4 on esitetty laitosluokkien määrittelyt, jotka pohjautuvat laitoksen tuottamiin hiilidioksidipäästöihin.

Taulukko 4 Laitoksen luokittelu päästökaupassa.

Laitosluokka	Vuotuiset keskimääräiset päästöt edellisellä päästökaupakaudella* [t _{CO2} /a]	Laitosluokka	Vuotuiset keskimääräiset päästöt edellisellä päästökaupakaudella* [t _{CO2} /a]
A	enintään 50 000	A1 eli vähän päästöjä aiheuttava laitos	enintään 25 000
		A2	enintään 50 000
B	yli 50 000 ja enintään 500 000		
C	yli 500 000		

* Lukuun ottamatta biomassasta peräisin olevaa hiilidioksidia, ennen siirretyn hiilidioksidin vähentämistä.

Lähdevirran luokittelussa polttoaineet jaetaan erittäin vähämerkityksisiin, vähämerkityksisiin ja merkittäviin lähdevirtoihin. Taulukossa alla on esitetty lähdevirtojen luokittelu.

Taulukko 5 Lähdevirtojen luokittelu päästökaupassa.

Lähdevirran luokka	Määritelmä
Erittäin vähämerkityksinen	Lähdevirrat, joiden yhteispäästöt ovat alle 1 000 t _{CO2} /a tai joiden osuus on alle 2 %, yhteensä enintään 20 000 t _{CO2} /a fossiilista hiilidioksidia vuodessa, sen mukaan, kumpi arvo on suurempi absoluuttisina arvoina mitattuna
Vähämerkityksinen	Lähdevirrat, joiden yhteispäästöt ovat alle 5 000 t _{CO2} /a tai joiden osuus on alle 10 %, yhteensä enintään 100 000 t _{CO2} /a, fossiilista hiilidioksidia vuodessa sen mukaan, kumpi arvo on suurempi absoluuttisina arvoina mitattuna
Merkittävä	Lähdevirrat, jotka eivät kuulu yllä esitettyihin luokkiin

Päästökaupassa päästöjen tarkkailu voidaan toteuttaa eri tarkkailumenetelmiä tai niiden yhdistelmiä hyödyntäen. Tarkkailussa voidaan lähtökohtaisesti hyödyntää joko laskentaan perustuvia menetelmiä tai mittaukseen perustuvia menetelmiä. Erityisissä tilanteissa voidaan hyödyntää myös muita menetelmiä.

Mittaukseen perustuvassa tarkkailumenetelmässä mitataan niin sanotusti piipusta ulos tulevia päästöjä, eli mitataan jatkuvalla mittauksella savukaasuvirtausta ja asianomaisen kasvihuonekaasun pitoisuutta savukaasussa. Jatkovatoimista mittausta hyödynnettäessä voidaan tarkkailla päästölähteen eli esimerkiksi kattilan päästöjä. Toisin kuin laskentaan perustuvilla menetelmillä, toimijan ei siis tarvitse määrittää eri lähdevirtojen päästöjä, vaan päästöt tarkkaillaan päästölähteittäin. Mittaukseen perustuvalla menetelmällä määritettyjen päästöjen todenmukaisuus tulee kuitenkin vahvistaa laskemalla kunkin asianomaisen kasvihuonekaasun vuotuiset päästöt samojen päästölähteiden ja lähdevirtojen osalta. Tässä vahvistuslaskennassa ei kuitenkaan edellytetä käytettävän määrittämistasoihin perustuvia menetelmiä.

Laskentaan perustuvassa menetelmässä määritetään eri polttoaineista peräisin olevat päästöt perustuen mittausjärjestelmien avulla saataviin tietoihin ja muihin muuttujiin, jotka pohjautuvat laboratorioanalyysiin tai oletusarvoihin. Laskentaan perustuvissa menetelmissä siis määritetään muuttujat, esimerkiksi polttoaineen tehollinen lämpöarvo, päästökerroin, hapetuskerroin ja

mahdollinen biomassaosuus, mistä päästöt määritetään laskennallisesti. Laskentaan perustuviksi menetelmiksi luetaan myös laskentakertoimien oletusarvojen käyttäminen päästöjen määrittämisessä. Suomessa laskentakertoimien oletusarvoina käytetään ensisijaisesti Tilastokeskuksen julkaisemia arvoja.

3.1.1 Jätepolttoaineiden tarkkailu

Jätepolttoaineiden tarkkailu päästökaupassa vastaa muiden lähdevirtojen tarkkailua. Tarkkailun kannalta haastavimpia ovat jätepolttoaineiden jakeet, jotka sisältävät sekä biomassasta peräisin olevaa että fossiilista hiiltä, eli niin sanotut seospolttoaineet. Esimerkiksi tavanomainen talonyhtiöistä kerättävä sekajäte sisältää tyypillisesti biomassasta peräisin olevaa hiiltä sekä fossiilista hiiltä. Kaikki yhdyskuntajätteen lukeutuvat jakeet eivät kuitenkaan ole seospolttoaineita. Esimerkiksi paperi on biomassaa ja muovijäte tyypillisesti täysin fossiilista.

Komission päästöjen tarkkailuasetuksessa on määritelty, että seospolttoaineiden ja materiaaliseosten osalta toiminnanharjoittajan tulee määrittää jakeen biomassaosuus. Muiden polttoaineiden osalta biomassaosuuden oletusarvona käytetään fossiilisilla polttoaineilla kerrointa 0 % ja biomassapolttoaineilla tai yksinomaan biomassasta koostuvilla materiaaleilla kerrointa 100 %.

Seospolttoaineen biomassaosuus voidaan määrittää laskentaan perustuvilla menetelmillä polttoainevirrasta otetuista näytteistä tehdyillä laboratoriokokeilla tai mittaukseen perustuvalla menetelmällä eli savukaasuista tehdyistä analyyseistä. Polttoaineesta tehtyjen analyysien yhtenä haasteena on edustavien näytteiden saanti epähomogeenisesta polttoainevirrasta. Mittaukseen perustuvia tarkkailumenetelmiä käytettäessä voidaan biomassaosuus määrittää esimerkiksi radiohiiliajoituksella savukaasunäytteestä.

Rinnakkaispolttolaitoksilla yhtenä yleisimmin käytetty jätepolttoaineena on SRF, joka on yhdyskuntien yritysten tai teollisuuden lajitelluista kuivista jätteistä valmistettu polttoaine. SRF on seospolttoaine, jonka tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukainen oletettu bio-osuus on 60 %. (Tilastokeskus, 2022c).

Neljännellä, vuonna 2021 alkaneella päästökauppaudella rinnakkaispolttolaitoksille myönnettyistä tarkkailusuunnitelmista kaikilla SRF:ää polttoaineenaan käyttävillä laitoksilla tarkkailu perustuu laskennallisiin menetelmiin, eli määrittäminen ei perustu savukaasuvirrasta tehtäviin mittauksiin. Pienemmillä laitoksilla määrittelyn laskentakertoimina käytettiin Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaisia vakiolaskentakertoimia. Suuremmista, B ja C luokan laitoksista suurin osa määritteli laskentakertoimet polttoainenäytteistä tehtäviin laboratorioanalyyseihin perustuen. Työssä toteutetun kyselyn perusteella rinnakkaispolttoaineilla määrittelyn luotettavuuteen vaikutti eniten näytteenotto, joka epähomogeenisten lähdevirtojen, kuten jätteen, osalta voi olla hyvin haastavaa. Osalla suuremmista laitoksista ei päästy päästökaupassa määriteltäviin vaatimuksiin, minkä laitokset olivat perustelleet viranomaisen hyväksymällä tavalla. Näillä laitoksilla määrittely perustui Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaisiin vakiolaskentakertoimiin.

3.2 Päästöjen todentaminen

Todentaminen on tärkeä osa Euroopan päästökauppajärjestelmää. Todentamisprosessin tavoitteena on varmistaa laitoksen tarkkailujärjestelmien, näillä tuotettujen tietojen sekä ilmoitettujen päästömäärien kattavuus, luotettavuus, uskottavuus ja tarkkuus. Todentaja on ulkopuolinen riippumaton taho, joka on viranomaisen toimesta akkreditoitu ja hyväksytty toimimaan todentajana Suomessa.

Todentaja laatii laitoksen päästöselvityksestä todentamisraportin, jossa todetaan, onko päästöselvitys tyydyttävä, eli onko päästöt tarkkailtu hyväksytyn päästöjen tarkkailusuunnitelman mukaisesti ja kaikki päästölähteet kattavasti, eikä päästöselvityksessä ole olennaisia väärintulkintoja. Todentamisesta aiheutuvat kustannukset kohdentuvat toiminnanharjoittajalle maksettavaksi.

Päästökauppaan kuuluvien toiminnanharjoittajien on huolehdittava päästöselvityksen todennuttamisesta sekä siitä, että kunkin kalenterivuoden päästöistä laadittu selvitys ja siitä annettu todentajan lausunnon sisältävä todentamisraportti toimitetaan päästökauppaviranomaiselle seuraavan vuoden maaliskuun 31 päivään mennessä. Toiminnanharjoittajien on palautettava edellisen vuoden todennettuja päästöjään vastaava määrä päästöoikeuksia vuosittain 30.4. mennessä Unionin rekisterissä.

3.3 Päästöoikeuksien ilmaisjako

Päästöoikeuksia jaetaan maksutta eli niin sanotulla ilmaisjaoilla tietyille päästökaupassa mukana oleville toimialoille. Ilmaisjakoon oikeutetut toimialat on määritetty päästökauppadirektiivissä. Näihin toimialoihin kuuluvat kaukolämpö- sekä CHP-laitokset.

Vuonna 2021 alkaneella päästökaupan neljännellä kaudella ilmaisjakoa myönnetään kerrallaan viiden vuoden kausille eli kausille 2021—2025 ja 2026—2030. Kauden 2026–2030 ilmaisjaon hakemuksen määräaika on 30.4.2024.

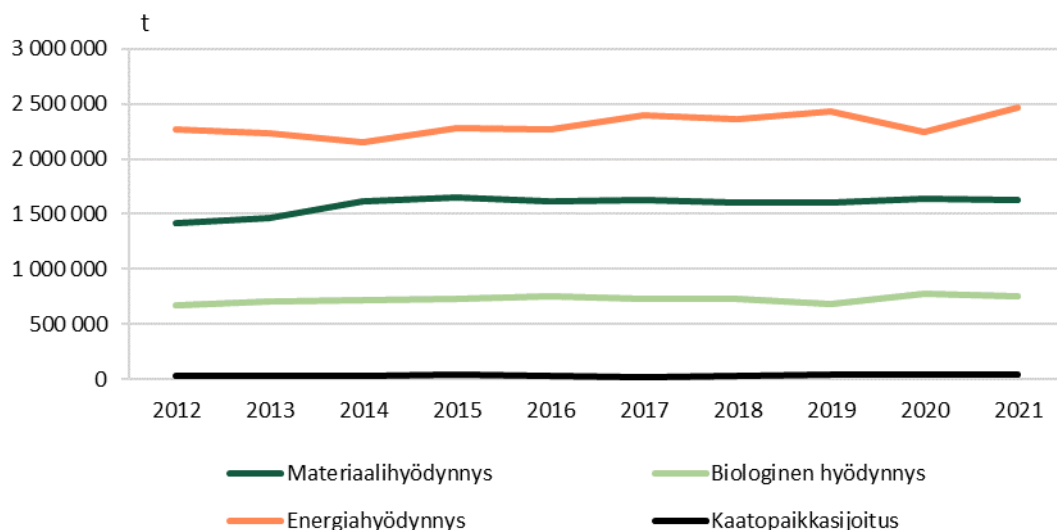
Neljännellä päästökauppakaudella hiilivuotoriskille alttiiksi määritellyt toimialat saavat aluksi ilmaisjakoa 100 % ilmaisjakosääntöjen perusteella laskettavasta määrästä. Muut ilmaisjakoon oikeutetut toimialat saavat aluksi 30 % laskennallisesta määrästä, mutta osuus laskee vuoden 2026 jälkeen tasaisesti nolleen vuonna 2030. Osuuden lasku ei kuitenkaan koske kaukolämpöä tai -jäähdytystä eli valtaosaa rinnakkaispolttolaitoksista. Sähköntuotannolle ei jaeta päästöoikeuksia maksutta.

4. JÄTTEENPOLTON PÄÄSTÖKAUPPAAN SISÄLlyTTÄNEET JÄSENMAAT

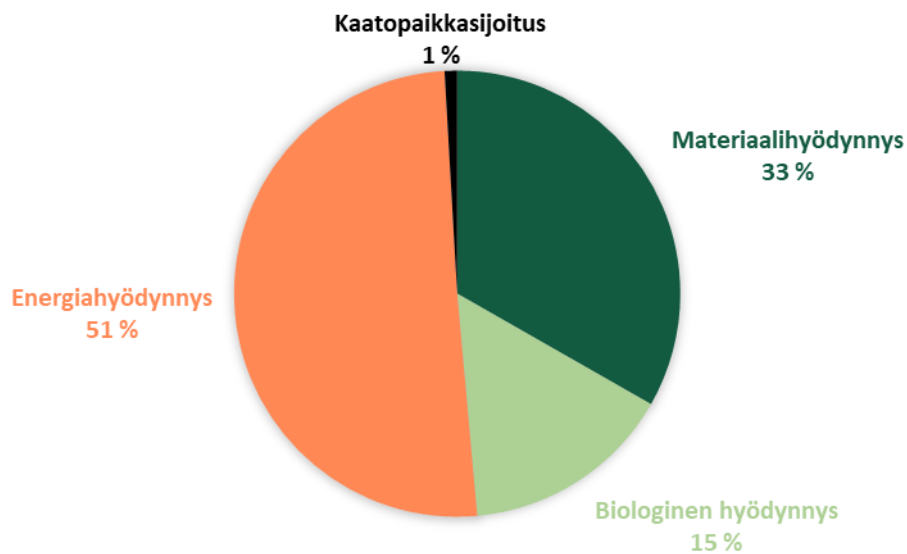
EU maista ainoastaan Ruotsi, Tanska ja Liettua ovat sisällyttäneet jätteenpolttolaitokset päästökauppaan. Tässä luvussa käsitellään näiden maiden jätteenpoltoa osana päästökauppaa arvioiden sitä, mihin ja millä laajuudella päästökaupan sääntely kyseisten maiden jätteenpoltossa kohdentuu. Lisäksi arvioidaan vaikutuksia, joita päästökaupalla on kyseisissä maissa ollut jätteenpolttosektoriin.

4.1 Ruotsi

Ruotsissa yhdyskuntajätettä syntyy noin 5 000 000 t vuodessa. Jätteestä hyvin pieni osa, vain alle 1 %, päättyy kaatopaikalle. Jätteestä noin puolet päättyy energiahyötykäyttöön. Materiaalihyödynnys yhdessä biologisen hyödynnyksen kanssa kattavat loput. Kuvassa 13 on esitetty jätteiden käsittelytavat vuosina 2012–2021. Tämän kuvan jälkeen, kuvassa 14 on esitetty käsittelytapojen jakautuminen vuonna 2021 prosentteina.



Kuva 13 Yhdyskuntajätteen käsittelytavat Ruotsissa vuosina 2012–2021. (Avfall Sverige, 2017) (Avfall Sverige, 2021)



Kuva 14 Yhdyskuntajätteen käsittelytapojen jakautuminen Ruotsissa vuonna 2021. (Avfall Sverige, 2021)

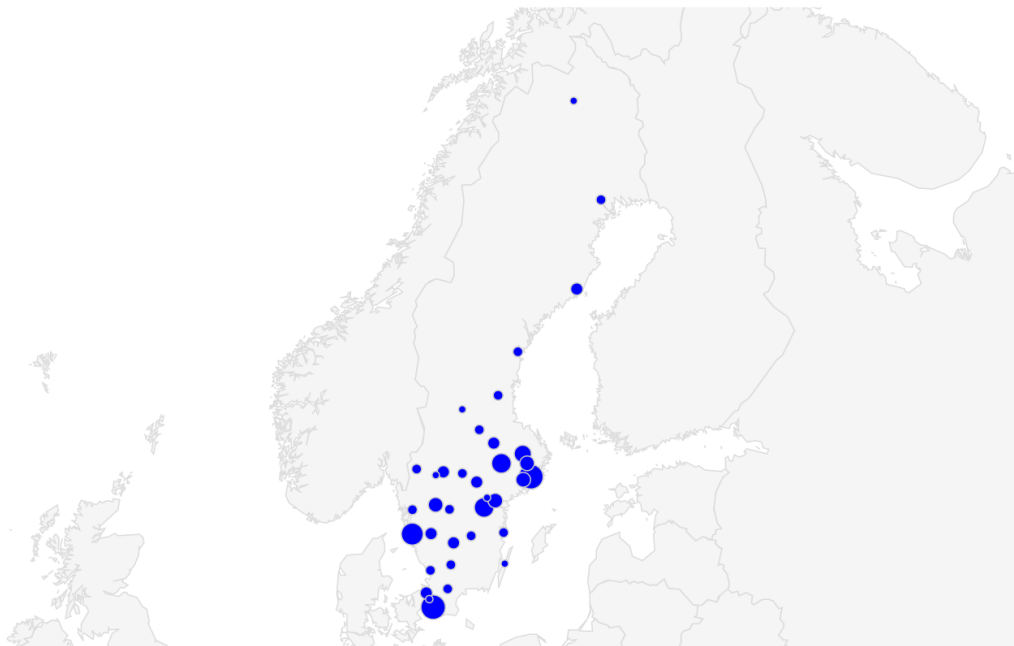
Ruotsin jätteenpolttokapasiteetti ylittää kansallisen tarpeen ja tällä hetkellä jätettä tuodaan maahan poltettavaksi ulkomailta, pääasiassa Britanniasta ja Norjasta. Ruotsin jätteenpolttokapasiteetti on arviolta noin 6,9 milj. tonnia, ja noin 1,4–1,6 milj. tonnia jätettä tuodaan maahan vuosittain. (Swedish Environmental protection agency, 2021)

Ruotsin jätteenpolttolaitokset ovat teknisesti verrattavissa Suomeen. Jätteenpoltoilla tuotettiin Ruotsissa 2021 vuonna 19 TWh kaukolämpöä ja 3 TWh sähköä. Ruotsissa yhdyskuntajätettä polttoaineenaan käyttävät laitokset, jotka tuottavat joko lämpöä tai sähköä ovat sisältyneet EU päästökauppaan kolmannelle päästökauppakaudelle eli vuodesta 2013 alkaen. (Avfall Sverige, 2021).

Päästökaupan lisäksi Ruotsissa jätteenpolto on ollut myös verotuksenalaista. Poltettuihin jätetonneihin perustuva verotus otettiin käyttöön vuonna 2020. Verotusaikana jätteenpolton veroa kiristettiin useaan otteeseen. 2020 vuonna taso oli 75 SEK/t_{jätettä}, 2021 vuonna 100 SEK/t_{jätettä} ja 2022 vuonna 125 SEK/t_{jätettä}. (Swedish Environmental protection agency, 2021). Ruotsin jätteenpolton vero lakkautettiin 1.1.2023 alkaen. (Skatteverket, 2022)

4.1.1 Sääntelyn kohde ja laajuus

Ruotsissa päästökauppaan kuuluvia jätettä polttavia laitoksia on noin 40. Näistä laitoksista 18 laitoksen päästöt ylittävät 50 000 t_{CO2}/a eli nämä laitokset kuuluvat oletettavasti luokkiin B ja C. Näiden laitosten päästöt mitataan jatkuvatoimisella mittauksella piipusta. (Swedish Environmental protection agency, 2021). Kuvassa 15 on esitetty Ruotsissa sijaitsevat jätteenpolttolaitokset.



Kuva 15 Jätteenpolttolaitokset Ruotsissa, tilanne vuonna 2017 (Confederation of European Waste-to-Energy Plants, 2017)

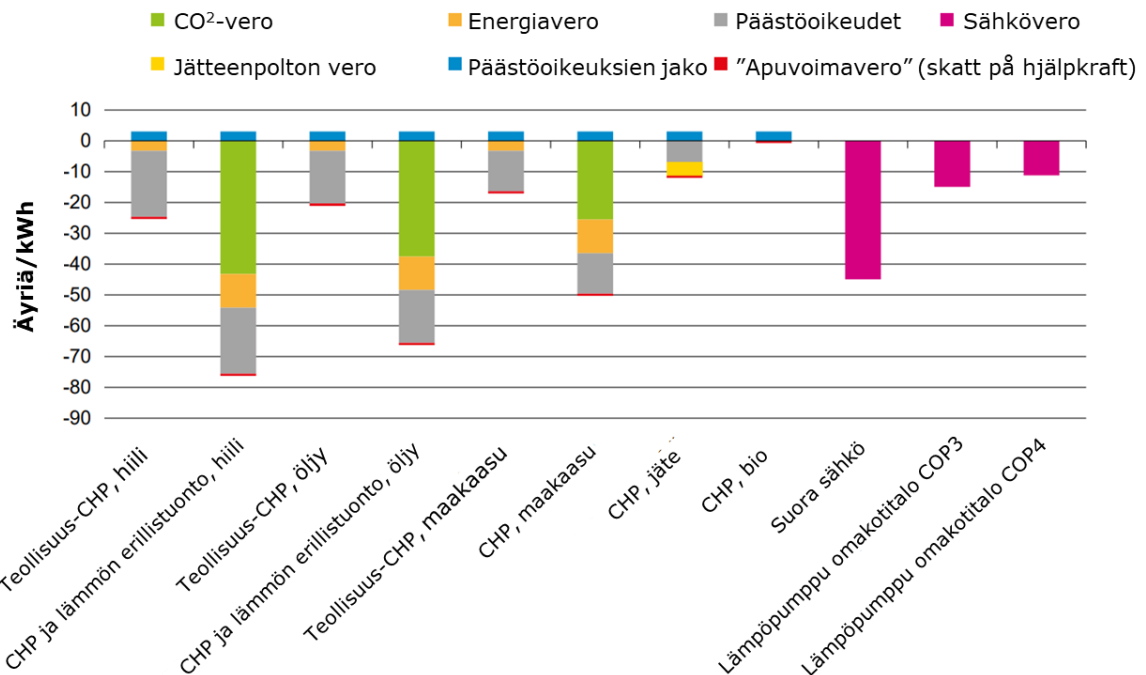
Ruotsissa kolmannella päästökauppakaudella, 2013–2020 päästökauppaan kuuluvista jätteenpolttolaitoksista viiden suurimman laitoksen ilmaisjaossa saamat päästöoikeudet kattoivat 30–70 % näiden laitosten päästöistä. Arvion mukaan ilmaisjaon osuus laitoksilla tulee pienenemään neljännellä päästökauppakaudella, kattaen arviolta 20–45 % laitosten päästöistä. (Swedish Environmental protection agency, 2021)

4.1.2 Sääntelyn vaikutukset jätteenpolttosektoriin

Ruotsin jätteenpolttosektorin päästöt ovat kasvaneet viimeisen kymmenen vuoden aikana merkittävästi. Vuonna 2013 sektorin päästöt olivat 1,8 milj. t_{CO_2}/a ja vuonna 2020 päästöt olivat 2,8 milj. t_{CO_2}/a . Kasvaneiden päästöjen pääsyynä on kasvanut jätemäärä, jota on kasvattanut jätteen tuonti ulkomailta. Jätteenpoltto on siis sektori, jonka päästöt Ruotsissa kasvavat. Näin ollen näiden laitosten sisältyessä päästökaupasektoriin taakanjakosektorin sijasta tukee tämä taakanjakosektorin päästövähennystavoitteiden saavuttamista. (Swedish Environmental protection agency, 2021).

Päästökaupalla on ollut merkittävä vaikutus jätteenpolton maksuihin Ruotsissa. Vuonna 2017 maksut vaihtelivat välillä 370-650 SEK/t (ALV 0%) ja vuonna 2021 maksut vaihtelivat välillä 520-860 SEK/t (ALV 0%). Maksujen taustalla on päästökaupan lisäksi jätteenpoltoon kohdistuva vero, mutta pääasiallisena maksujen nousun syynä katsotaan olevan kohonneiden päästöoikeuskustannusten. (Avfall Sverige, 2021) (Avfall Sverige, 2017).

Kuva 16 esittää jätteenpoltoon (CHP, jäte) sekä muuhun lämmöntuotantoon kohdistuvat verot, muut maksut ja tuet Ruotsissa (tilanne vuoden 2022 alussa). Päästöoikeuksien hankinta lisää jätteenpolton kustannuksia Ruotsissa noin 0,07 SEK/kWh.



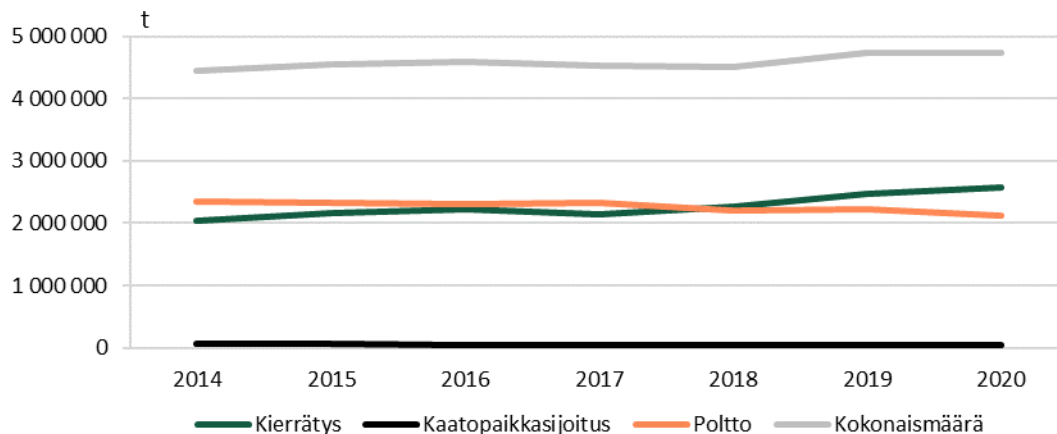
Kuva 16 Lämmöntuotantoa koskevat verot, muut maksut ja tuet Ruotsissa (tilanne vuoden 2022 alussa). (Energimyndigheten, 2022)

On kuitenkin epäselvää, miten päästöoikeuksien kustannukset ovat käytännössä vaikuttaneet Ruotsin jätteenpolttolaitosten porttimaksuihin. Vaikutuksien tarkempaa arviointia vaikeuttaa erityisesti se, että Ruotsissa jätteenpolto on nykyisellään ylikapasiteettia kotimaassa vuosittain syntyneeseen jätemäärään nähden. Tämä johtaa polttolaitosten väliseen kilpailuun jätteestä ja jätteiden tuontiin ulkomailta. Kilpailutilanne rajoittaa päästökaupan vaikutuksia jätteenpolton päästöihin, koska jätteenpolttajat eivät välttämättä voi siirtää päästökaupan kustannuksia kokonaisuudessaan jätteen porttimaksuihin. Tällöin biopolttoaineet saattavat määrittää alarajan sille, kuinka alhaiseksi porttimaksut voidaan laskea. (Statens Offentliga Utredningar, 2017)

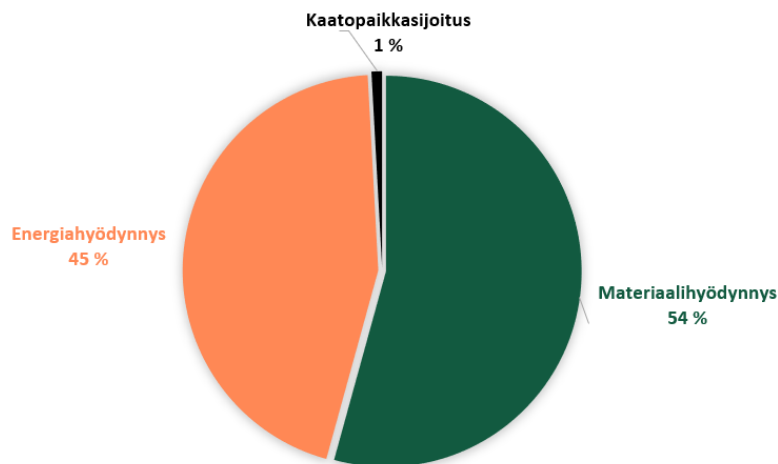
4.2 Tanska

Viimeisimmän jätetilaston mukaan vuonna 2020 Tanskassa syntyi 4 744 000 tonnia yhdyskuntajätettä. Kaatopaikalle yhdyskuntajätteestä sijoitettiin 1 %. (Miljøstyrelsen, 2022) Kuva 17 esittää yhdyskuntajätteen käsittelytavat Tanskassa vuosina 2014–2020 ja Kuva 18 tarkemmin vuoden 2020 tilanteen yhdyskuntajätteen käsittelytapojen osalta.

Tanskassa syntyneen yhdyskuntajätteen kokonaismäärä on kasvanut aikavälillä 2014–2020. Yhdyskuntajätteen kierrätysaste on myös kasvanut koko tämän ajan lähtien 46 %:sta ja saavuttaen 54 % tason vuonna 2020. Kierrätysasteen kasvu on Tanskassa johtanut yhdyskuntajätteen polton osuuden ja absoluuttisen määrän pienenemiseen. Kaatopaikalle sijoitetun jätteen osuus on pysynyt varsin tasaisena vuodesta 2014 alkaen.



Kuva 17 Yhdyskuntajätteen käsittelytavat Tanskassa vuosina 2014–2020. (Miljøstyrelsen, 2022)

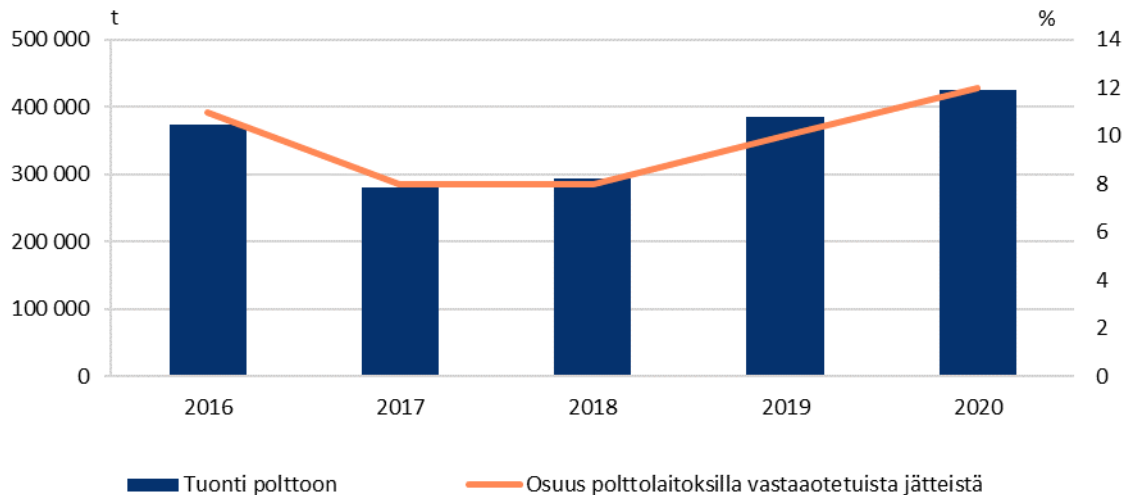


Kuva 18 Yhdyskuntajätteen käsittelytavat Tanskassa vuonna 2020. (Miljøstyrelsen, 2022)

Tanskassa oli vuonna 2020 käytössä 22 varsinaista jätteenpolttolaitosta, neljä jätettä polttavaa monipolttoainevoimalaitosta sekä 3 erityispolttolaitosta (specialanlæg). Tanskalaisilla jätteenpolttolaitoksilla vastaanotettujen jätteiden kokonaismäärä vuonna 2020 oli 3,84 milj. tonnia, mikä on selvästi suurempi kuin edellä esitetty (Kuva 17) poltetun yhdyskuntajätteen määrä kyseisenä vuonna. Oletettavasti tilastoihin on laskettu poltettavaksi myös muita jättejakeita yhdyskuntajätteen lisäksi. Poltettavan jätteen kokonaismäärä sisältää kuitenkin joka tapauksessa myös ulkomailta tuotua jätettä.

Kuva 19 esittää polttoon tuodun jätteen määrän ja sen osuuden vaihtelua aikavälillä 2016–2020. Kuten kuvasta nähdään, Tanskaan poltettavaksi ulkomailta tuodun jätteen määrä on vaihdellut jonkin verran kyseisellä aikavälillä, nousten tarkastelukauden loppua kohden. Vuonna 2020 varsinaisille jätteenpolttolaitoksille tuotiin ulkomailta polttoon 426 000 t jätettä. Luku ei sisällä monipolttoaine tai erikoisjätteitä polttaville laitoksille tuotua jätettä. Jätteenpolttolaitoksille tuotu jättemäärä vastasi 12 % kaikesta polttolaitoksilla (pl. erikoisjätteitä polttavat) vastaanotetusta jätteestä. Suurimmat tuontimaat vuonna 2020 järjestyksessä olivat Saksa, Iso-Britannia, Irlanti, Italia, Ruotsi ja Islanti.

Tiedossa on myös, että osa tanskalaisista jätteenpolttolaitoksista vastaanottaa tuontijätteen lisäksi poltettavaksi myös biopolttoaineita, jotka eivät ole jätettä, eivätkä sen takia näy jätetilastoissa. (Miljøstyrelsen, 2022)



Kuva 19 Vuosina 2016–2020 Tanskaan polttoon tuotujen jätteiden määrä (varsinaiset jätteenpolttolaitokset, ei monipolttoaine tai erikoisjätteitä polttavat) ja niiden osuus kaikesta polttolaitoksilla (pl. erikoisjätteitä polttavat) vastaanotetun jätteen määrästä. (Miljøstyrelsen, 2022)

4.2.1 Sääntelyn kohde ja laajuus

Tanskassa jätteenpolto on määritelty sisältyvän EU:n päästökauppaan. (Zero Waste Europe, 2021). Tietoa jätteenpolton päästökaupan tunnusluvuista löytyy vuoden 2022 Tanskan kansallisesta inventointiraportista (National Inventory Report, NIR), jossa uusimmat luvut koskevat vuotta 2020. Vuosina 2013–2020 Tanskassa sovellettu jätteenpolton fossiilisen osuuden päästökerroin on 42,5 t_{CO2}/TJ. Luku on 18 tanskalaisen jätteenpolttolaitoksen mitattujen CO₂-päästöjen keskiarvo vuosilta 2013–2016. Kyseiset laitokset polttavat vuosittain yhteensä 75 % Tanskan jätemäärästä. Kansallisessa inventointiraportissa on esitetty myös vuotuiset mitatut jätteenpolton päästökertoimet. Taulukko 6 esittää EU ETS dataan perustuvat vuotuiset keskimääräiset CO₂-päästökertoimet vuosilta 2013–2020. (Aarhus University, 2022).

Taulukko 6 EU ETS dataan perustuvat vuotuiset keskimääräiset CO₂-päästökertoimet yhdyskuntajätteelle vuosilta 2013–2020. (Aarhus University, 2022)

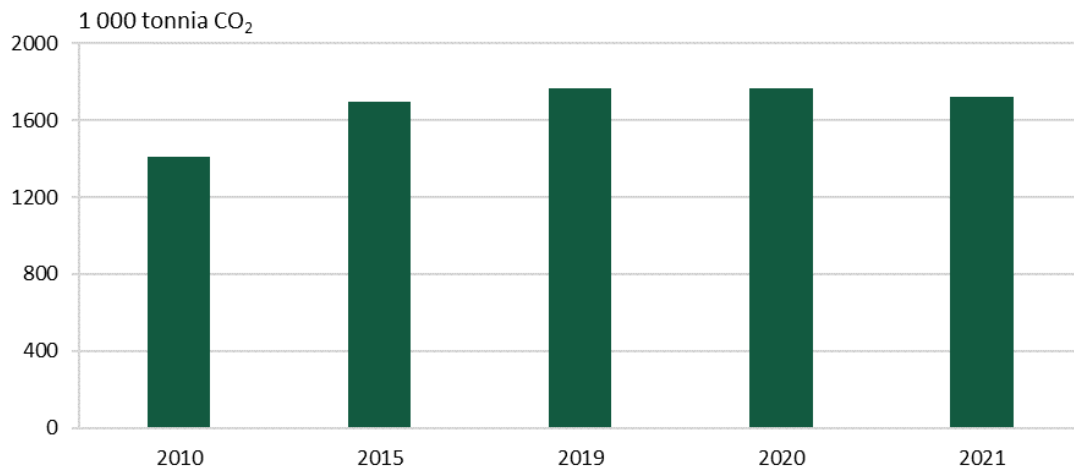
Vuosi	Fossiilisen CO ₂ :n päästökerroin, t _{CO2} /TJ
2013	43,0
2014	40,8
2015	43,3
2016	43,0
2017	41,4
2018	43,5
2019	42,5
2020	42,6
Keskiarvo 2013–2016	42,5

Edellä esitelty EU ETS CO₂-päästödata perustuu laitosten todennettuihin päästöihin. Niiden mittaaminen on toteutettu kahdella eri tavalla, CO₂-näytteiden radiohiiliajoituksella (14C-analyysi) sekä viranomaisten hyväksymällä massa- ja energiataselaskentaan perustuvalla menetelmällä.

Jätteenpolto on määritetty päästökerroin kuitenkin myös ajalle ennen päästökauppaa. Vuosille 1990–2010 määritetty jätteenpolton CO₂-päästökerroin on 37 t_{CO2}/TJ. Luku on määritetty viiden tanskalaisen jätteenpolttolaitoksen (44 % poltetusta jätteestä vuonna 2010) päästöjen perusteella. Vuosille 2011 ja 2012 määritetyt päästökertoimet ovat 40,0 t_{CO2}/TJ ja 42,5 kg t_{CO2}/TJ.

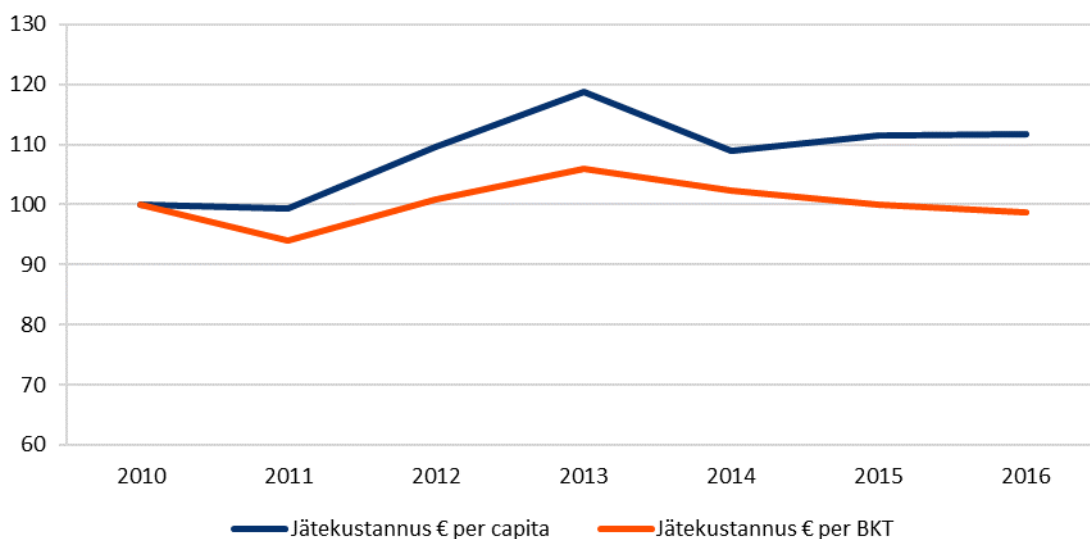
4.2.2 Sääntelyn vaikutukset jätteenpolttosektoriin

Jätteenpolton kokonaispäästöt ovat Tanskassa olleet viime vuosina luokkaa 1 700 t/v, eikä niissä ole tapahtunut merkittävää muutosta päästökauppaan sisällyttämisen aikana vuosina 2013–2021. Kuva 20 esittää Tanskassa jätteenpoltoista aiheutuneet CO₂-päästöt vuosina 2010–2021.



Kuva 20 Tanskassa jätteenpoltoista (ei-uusiutuva osuus) aiheutuneet CO₂-päästöt vuosina 2010–2021. (Danish Energy Agency, 2022)

Kuva 21 esittää jätekustannusten kehitystä Tanskassa vuosina 2010–2016.



Kuva 21 Jätekustannuksen kehitys Tanskassa vuosina 2010–2016. (OECD, 2019)

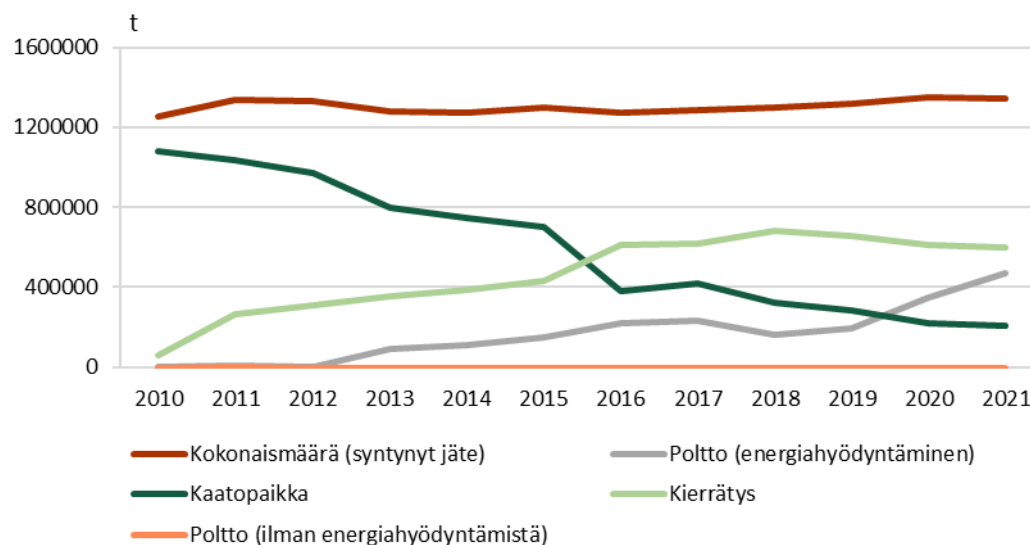
Jätehuollon kokonaiskustannusten per capita huippuarvo aineistossa kohdistuu vuoteen 2013 eli jätteenpolton päästökauppaan sisällyttämisen ajankohtaan. Kustannukset ovat myös jääneet tämän jälkeen jonkin verran aiempaa korkeammalle tasolle. Tehdyillä mittauslaitainvestoinneilla ja päästöjen todentamisella on oletettavasti ollut jätekustannusta korottava vaikutus, mutta vaikutuksen tasoa on haasteellista arvioida. Joka tapauksessa aikavälillä 2013–2016 päästöoikeuden hinta on ollut hyvin matala, joten itse päästöoikeuksista aiheutuva kustannusvaikutus jätekustannukseen on jäänyt tarkastellulla aikavälillä matalaksi.

Vuodesta 2013 on tanskalaisten yhdyskuntajätteiden kierrätysasteessa tapahtunut kasvua, mihin jätteenpolton sisällyttämällä päästökauppaan on voinut olla vaikutusta. Jätteenpolton päästökerroin ja kokonaispäästöt ovat vaihdelleet jonkin verran vuoden 2013 jälkeen, mutta esimerkiksi mitään selkeää alenevaa trendiä ei kummankaan osalta ole tarkastellun aineiston perusteella havaittavissa.

Päästökaupan vaikutusten tarkastelua vaikeuttaa jätteiden suuri ja viime vuosina kasvanut tuonti, joka viittaa jätteenpolton ylikapasiteettiin Tanskassa. Tällöin kilpailu jätteistä voi heikentää toimijoiden kiinnostusta kierrätykseen sekä estää kustannusten siirtämistä porttimaksuihin.

4.3 Liettua

Yhdyskuntajätteen kokonaismäärässä ei ole Liettuassa tapahtunut suurta muutosta 2010- ja 2020-lukujen aikana. Vuonna 2021 Liettuassa syntyi 1 345 000 tonnia yhdyskuntajätettä. (Eurostat, 2023). Vuonna 2021 Liettuassa yhdyskuntajätteestä kierrätettiin 45 %, poltettiin 26 % ja sijoitettiin kaatopaikalle 16 %. 13 %:n osalta käsittelytapaa ei ole tiedossa. (Cewep, 2022) Käsittelymenetelmistä jätteenpolttoon ja kierrätykseen suunnatut määrät ovat kasvaneet kaatopaikkasijoituksen pienentyessä. Yhdyskuntajätteen polton voimakas kasvu on pääasiassa seurausta uuden polttokapasiteetin käyttöönotosta. Jätteenpoltto alkoi Liettuassa laajamittaisemmin vasta vuonna 2013 Klaipėdan rinnakkaispolttolaitoksen käyttöönoton myötä. Kuva 22 esittää yhdyskuntajätteen kokonaismäärän ja käsittelymäärät eri menetelmillä Liettuassa vuosina 2010–2021.



Kuva 22 Syntyneen yhdyskuntajätteen kokonaismäärä sekä käsittelymäärät eri menetelmillä Liettuassa vuosina 2010–2021. (Eurostat, 2023)

4.3.1 Sääntelyn kohde ja laajuus

Euroopan jätteenpolttolaitosten liiton Cewep:in mukaan Liettuassa oli vuonna 2020 kaksi jätteenpolttolaitosta (Klaipėda, Kaunas). (Cewep, 2023; 15min.lt, 2019) On kuitenkin tiedossa, että rakennusvaiheessa tai jo käytössä on myös kolmas jätteenpolttolaitos (Vilna). (CEWEP, 2023; Zero Waste Europe, 2019).

Tarkempia tietoja jätteenpolton sisällyttämisestä päästökauppaan on tarjolla vain Klaipėdan rinnakkaispolttolaitoksen osalta. Valmistuttuaan laitos käytti polttoaineenaan sekä yhdyskuntajätettä että puubiomassaa eikä se ollut vielä tässä vaiheessa mukana päästökaupassa. Myöhemmin poltettavan jätteen määrää on kuitenkin kasvatettu useampaan kertaan, ja vuodesta 2017 alkaen polttoaineena on ollut pelkästään yhdyskuntajäte sekä teollisuudesta peräisin olevat jätteet. Jätteen osuuden kasvettua Klaipėdan voimalaitos sisällytettiin EU:n päästökauppajärjestelmään vuoden 2016 alusta. Klaipėdan voimalaitoksella päästöt mitataan jatkuvatoimisella CO₂-konsentraation monitoroinnilla, joka vahvistetaan kerran vuodessa ulkopuolisen auditoijan toimesta. (Zero Waste Europe, 2021).

4.3.2 Sääntelyn vaikutukset jätteenpolttosektoriin

Päästökaupan vaikutukset Liettuun jätteenpoltoon eivät ole vielä laajemmin tiedossa. Klaipėdan voimalaitoksen johto on kuitenkin ilmoittanut, että voimala saattaa joutua korottamaan porttimaksujaan, mikäli päästöoikeuksien hinta jatkaa nousuaan. Klaipėdassa tehdyn case-tarkastelun mukaan jätteenpolton porttimaksut ovat alle puolet kaatopaikkasijoittamisen kustannuksista alueella. (Zero Waste Europe, 2021; AtviraKlaipeda.lt, 2019).

Liettuun jätteenpolton tilastotiedoissa on vielä nykyisellään jossain määrin epäselvyyttä, sillä maan kasvihuonekaasujen kansallisen inventointiraportin mukaan jätteenpolton ei-biogeenisiä CO₂-päästöjä on vuosina 2010–2020 aiheutunut ainoastaan vaarallisen ja klinisen jätteen polttamisesta (Taulukko 7). (UNFCCC, 2022).

Taulukko 7 Liettuassa vuosina 2010–2020 jätteenpoltoista aiheutuneet ei-biogeenisen jätteen CO₂-päästöt (kt). (UNFCCC, 2022)

Vuosi	Vaarallinen	Klininen	Jätevesiliete	Yhdyskunta	Yhteensä
2010	0,83	0,63	0,00	0,00	1,46
2015	5,43	0,29	0,00	0,00	5,72
2016	0,31	0,33	0,00	0,00	0,64
2017	0,88	0,39	0,00	0,00	1,27
2018	0,48	0,39	0,00	0,00	0,87
2019	1,08	0,60	0,00	0,00	1,68
2020	1,12	0,99	0,00	0,00	2,11

Zero Waste Europe:n *Waste Incineration getting away with CO₂ emissions unscathed* -raportin mukaan jätteitä poltettiin Liettuassa 2018 vuonna 260 000 t, aiheuttaen 96 000 t fossiiliset CO₂-päästöt. (Zero Waste Europe, 2021) Soveltaen tilastotietoja jätteen käsittelymääristä (kuva 22),

yhdyksuntajätteen poltosta aiheutui Liettuassa vuonna 2021 noin 200 000 t fossiiliset CO₂-päästöt.

Jätteenpolton sisällyttämisen vaikutuksia Liettuassa ei vielä tässä vaiheessa pystytä arvioimaan, johtuen erityisesti siitä, että suuri osa maan polttolaitoskapasiteetista on vasta juuri rakennettu tai vielä rakenteilla. Tarkempia johtopäätöksiä asiasta voidaan tehdä esim. kierrätysasteen, porttimaksujen ja päästökertoimien muutoksista, kun polttokapasiteetti kokonaisuudessaan ollut käytössä pitemmän aikaa. Viitteitä päästömaksujen korottavasta vaikutuksesta jätteenpolton porttimaksuihin on jo kuitenkin havaittu.

5. JÄTTEENPOLTTOlaitosten TOIMINTAAN EDELLYTETYT MUUTOKSET PÄÄSTÖKAUPPAAN KUULUTTAESSA

5.1 Laitosten luvitus

Joulukuussa 2022 käytyjen EU:n päästökaupan uudistamista koskevien neuvottelujen mukaan jätteenpolttolaitosten tulee vuoden 2024 alusta ryhtyä tarkkailemaan ja raportoimaan kasvihuonekaasupäästöjään päästökaupan sääntöjen mukaisesti (luku 1.2). Laitosten ei kuitenkaan vielä tässä vaiheessa tule palauttaa vuosittain edellisen vuoden päästöjä vastaavaa määrää päästöoikeuksia. Luvituksen näkökulmasta laitosten tulee siis hakea Energiavirastolta tarkkailusuunnitelman hyväksyntää vuoden 2023 aikana, jolloin tarkkailu voidaan aloittaa tarkkailusuunnitelman mukaisesti vuoden 2024 alusta. Energiaviraston arvion mukaan aikataulu on tiukka. (Energiaviraston haastattelu, 2023).

EU:n päästökaupan uudistamista koskevien alustavien neuvottelutulosten mukaisesti jätteenpoltto sisällytettäisiin täysimääräisesti päästökauppaan mahdollisesti vuodesta 2028 alkaen, jolloin laitoksilla tulee olla myös Energiaviraston myöntämä päästölupa. Päästöoikeuksien ilmaisjaon näkökulmasta laitoksia tulisi tässä tilanteessa luultavasti kohtelemään uusina osallistujina, eli laitokset voisivat hakea ilmaisjakoa liittyessään päästökauppaan, eikä luvussa 3.3. esitetyt määrääjat ilmaisjaon hakemisesta 30.4.2024 mennessä tällöin koskisi jätteenpolttolaitoksia. (Energiaviraston haastattelu, 2023).

Yksittäisissä tapauksissa jätteenpolttolaitoksen liittyminen päästökauppaan voi johtaa myös muiden samassa kaukolämpöverkossa olevien alle 20 MW kaukolämpölaitosten liittymiseen päästökaupan piiriin päästökauppalaan 4 § mukaisesti. Tämä koskee tilanteita, joissa jätteenpolttolaitos on liitetty kaukolämpöverkkoon viimeistään 30.4.2010. (Energiaviraston haastattelu, 2023). Suomessa toimivista jätteenpolttolaitoksista ainoastaan Riihimäen toinen jätteenpolttolaitos ja Kotkan voimalaitos ovat otettu käyttöön ennen vuotta 2010.

5.2 Päästöjen tarkkailuun kohdistuvat muutokset päästökaupan myötä

Työssä toteutetun kyselyn perusteella jätteenpolttolaitostoimijoiden oman arvion mukaan suurin osa jätteenpolttolaitoksista kuuluisi päästökaupassa laitoslukkaan B ja osa lukkaan A2.

Vuodesta 2024 kaikkien jätteenpolttolaitosten päästöjä tullaan tarkkailemaan, mutta jo nyt lähes kaikkien jätteenpolttolaitosten päästöjä seurataan laitoksilla. Osalla laitoksista päästöjä seurataan mittaamalla jatkuvatoimisesti savukaasuvirtausta ja kasvihuonekaasujen pitoisuutta savukaasussa. Muilla laitoksilla seuranta perustuu päästöjen laskennalliseen määrittämiseen poltettuun jätemäärään perustuen, käyttäen laskennassa esimerkiksi Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaisia laskentakertoimia.

Tällä hetkellä laitoksilla ei kuitenkaan aktiivisesti seurata biomassan osuutta yhdyskuntajätteessä. Jossain tapauksissa on toteutettu yksittäisiä analyysseja asiasta, mutta biomassaosuutta ei jatkuvasti seurata millään laitoksista. Laitoksilla ei myöskään seurata päästöjä polttoainejakeittain. Jätteenpolttoimijoiden päästöjen tarkkailun merkittävin muutos päästökaupan myötä tulee olemaan päästöjen tarkkailun kehittäminen siten, että se toteutetaan päästökaupan edellyttämällä tavalla, niin että hiilidioksidista saadaan myös erotettua fossiilinen ja biopolttoaineilla tuotettu hiilidioksidi. Osalla laitoksista voidaan joutua investoimaan jatkuvatoimiseen päästömittaukseen ja sen vaatimin laitteistoihin, mikä voi edellyttää merkittäviä investointeja.

Laitokset joilla määrittämenetelmäksi valikoituu mittaukseen perustuvat menetelmät, tulee päästöt määrittää lähdevirtakohtaisesti. Päästöjen lähdevirtakohtaisen määrittämisen kehittämistä laitoksilla tukee se, että lähtökohtaisesti laitoksilla tiedetään polttoainekuormatasolla polttoaineet ja määrät, joita laitokselle on tullut. Tulee kuitenkin huomata, että esimerkiksi yhden sekajätettä kuljettavan roska-auton kuorma voi sisältää hyvinkin vaihtelevaa jätettä. Päästöjen määrittämisen kehitys kohdistuukin pääasiassa polttoaineen sisällön määrittämiseen, mikä jätteen heterogeenisyydestä johtuen voi olla hyvin haastavaa toteuttaa luotettavalla tasolla. Tämä voi osalla laitoksista tarkoittaa polttoaineen näytteenoton kehittämistä ja säännöllisten laboratorioanalyysien tuottamista polttoaineesta eikä tällöinkään voida aina varmistua näytteiden luotettavuudesta. Pienimmillä laitoksilla päästöjen tarkkailussa voitaisiin luultavasti käyttää Tilastokeskuksen vakiolaskentakertoimia päästökaupan tarkkailuvaatimuksiin pääsemiseksi. Tilastokeskuksen arvoja käytettäessä olisi tärkeää, että arvot tarkistettaisiin säännöllisesti siten, että muun muassa kierrätysasteen kehityksen aiheuttamat muutokset jätteen sisällössä tulisivat huomioiduiksi laskentakertoimissa.

Laitoksilla, joilla tarkkailumenetelmäksi valikoituu mittaukseen perustuva menetelmä, ei päästöjä tarvitse määrittää lähdevirtakohtaisesti vaan päästölähteittäin, mutta määritetyt päästöt tulee kuitenkin vahvistaa laskennallisesti päästölähteiden ja lähdevirtojen osalta (luku 3.1). Mittaukseen perustuvassa tarkkailussa voi laitokselle aiheutua myös kustannuksia esimerkiksi savukaasujen fossiilisen hiilidioksidin osuuden määrittämisestä.

Päästöjen tarkkailun kehittämisen lisäksi laitosten tuottamat päästöt tulee päästökaupan myötä todentaa luvussa 0 kuvastusti.

5.3 Päästökaupan vaikutus jätteenpolttolaitosten päästövähennystoimiin

Päästökaupan lähtökohtana on tavoite vähentää kasvihuonekaasupäästöjä markkinaehtoisesti eli kannustaa laitoksia toteuttamaan päästövähennystoimia, jotka ovat päästöoikeuksia edullisempia. Kuitenkin jo nykytilanteessa, jossa jätteenpolttolaitokset eivät kuulu päästökauppaan, on valtaosalla laitoksista tavoitteena vähentää kasvihuonekaasupäästöjään. Laitoksilla on myös tunnistettu erilaisia toimia tavoitteen saavuttamiseen. Päästökauppa tulee mahdollisesti tukemaan laitoksia näiden hankkeiden toteuttamisessa. Verrattuna muihin päästökauppatoimijoihin, jätteenpolton päästöjen vähentämisen tekee haastavaksi laitosten rooli jätehuollossa. Energian tuottamisen lisäksi laitosten tarkoituksena on jätteen hävittäminen, eli ne toimivat osana jätehuoltoa. Näin ollen laitosten mahdollisuudet vähentää poltettavan jätteen määrää tai muuttaa sen laatua ovat rajalliset verrattuna tavanomaisen energiantuotantolaitokseen, joka ostaa polttoaineen markkinoilta.

Jätteenpolttolaitoksille osoitettuun kyselyyn vastanneista laitoksista lähes kaikki ilmoittivat tavoitteekseen pienentää tuotettuja kasvihuonekaasupäästöjä. Jätteenpolttolaitostoimijat ovat kuitenkin moninainen joukko toimijoita, kuten on kuvattu luvussa 2, ja myös laitosten näkemykset päästövähennystoimien tarpeellisuudesta ja toteuttamisesta vaihtelevat.

Toimijoiden kyselyissä esiin nostamia toteutettuja ja suunniteltuja päästövähennystoimia ovat:

- Hiilidioksidin talteenottoon liittyvät hankkeet
- Materiaalihyödynnyksen kehitys
- Laitosten energiatehokkuuteen liittyvät toimet
- Lämmön varastointi
- Puupohjaisten jätevirtojen hyödyntäminen

Hiilidioksidin talteenotto nähdään toimialan merkittävimpänä ja tehokkaimpana keinona vähentää päästöjä. Lähes kaikilla kyselyyn vastanneista laitoksista on tunnistettu hiilidioksidin talteenoton potentiaali päästöjen vähennyksessä.

Laitoksilla on laajasti suunnitteilla erilaisia hiilidioksidin hyödyntämiseen (Carbon capture and utilisation, CCU) tähtääviä projekteja. Näin ollen toimialan kannalta keskeistä on, miten päästökaupassa tullaan hiilidioksidin hyödyntäminen sisällyttämään laitosten päästöjen tarkkailuun. Tällä hetkellä päästökaupassa on olemassa olevat käytännöt hiilidioksidin varastoinnin (Carbon capture and storage, CCS) käsittelyyn päästökauppalaitoksilla. Hiilidioksidin hyödyntämiseen ei kuitenkaan ole olemassa olevia käytäntöjä esimerkiksi sen osalta, miten CCU-hankkeet huomioidaan laitoksen päästölaskennassa. CCU-teknologian yksityiskohtaisemmasta hyväksyttävyydestä tullaan säätämään komission delegoidulla säädöksellä.

Jätteenpolttosektorin toimijoiden keskeiset huolet päästökauppaan liittymisessä liittyvätkin juuri CCU-hankkeisiin ja niiden käsittelyyn päästökaupassa. CCU-hankkeet ovat tyypillisesti todella suuren mittaluokan investointeja, joiden toteutus ja käyttöajat ovat pitkiä. Ensimmäisiä demonstraatio ja pienen mittakaavan CCU-hankkeita voidaan Suomen jätteenpolttolaitoksilla odottaa olevan käytössä jo lähivuosina. Suuren mittakaavan hankkeita voidaan odottaa käyttöön 2020-luvun loppupuolella. Päästökaupassa epäselvänä nähdään etenkin se, miten CCU-hankkeissa talteen otettu hiilidioksidi otetaan huomioon laitosten päästölaskennassa ja tullaanko esimerkiksi jätteenpoltoista syntyneellä hiilidioksidilla tuotettu maakaasu luokittelemaan vihreäksi.

Hiilidioksidin talteenoton houkuttelevuutta jätteenpolttolaitoksien päästövähennyskeinona lisää se, että laitoksien keinot vaikuttaa polttamansa jätteen koostumukseen ovat rajalliset. Muutamilla kyselyyn vastanneista laitoksissa on kuitenkin vireillä hankkeita, joilla pyritään edistämään materiaalihyödynnystä ja näin muuttamaan jätteen koostumusta. Selvityksessä on esimerkiksi investointeja erilliskeräyksen jälkeisiin järjestelmiin, joissa polttoon menevästä jätevirrasta erotetaan kierrätettäviä jakeita, kuten muoveja. Päästökaupan nähdään tukevan tämän kaltaisia hankkeita, joissa pyritään vähentämään fossiilisen jätteen päätymistä polttoon. Toisaalta bioperäisen jätteen kierrätystä päästökauppaan liittymisen ei katsota tukevan, vaan kannustin voi olla jopa lisätä bioperäisen jätteen polttoa.

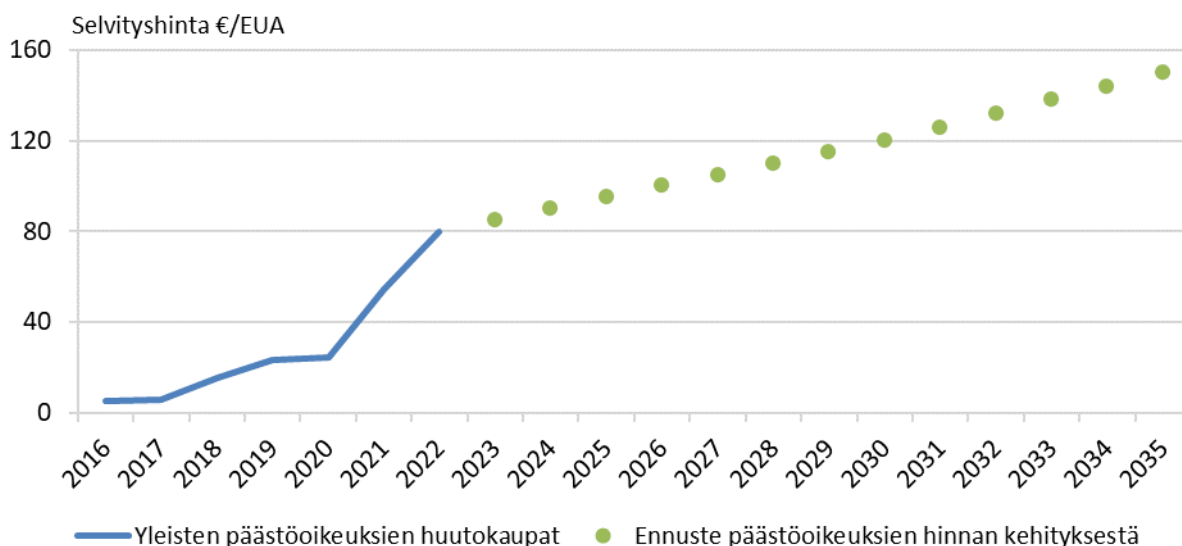
6. PÄÄSTÖKAUPAN KUSTANNUSVAIKUTUKSET

6.1 Kustannukset toiminnanharjoittajille

Päästökaupasta aiheutuvat kustannukset jätteenpolttotoimijoille tulevat muodostumaan päästöoikeuksien hankintakustannuksista eli itse päästöoikeuksista sekä muista kuluista. Päästökaupasta aiheutuvat muut kulut muodostuvat päästöjen tarkkailusta aiheutuvista kustannuksista eli esimerkiksi laboratoriomittausten kustannuksista tai mahdollisista investoinneista, päästöjen todentamisesta aiheutuvista kustannuksista eli todentajien korvauksista sekä muista hallinnollisista kuluista. Osa päästökaupasta aiheutuvista kustannuksista laitokselle voidaan joissain tapauksissa kompensoida päästöoikeuksien ilmaisjaon eli maksutta jaettavien päästöoikeuksien kautta (luku 3.3).

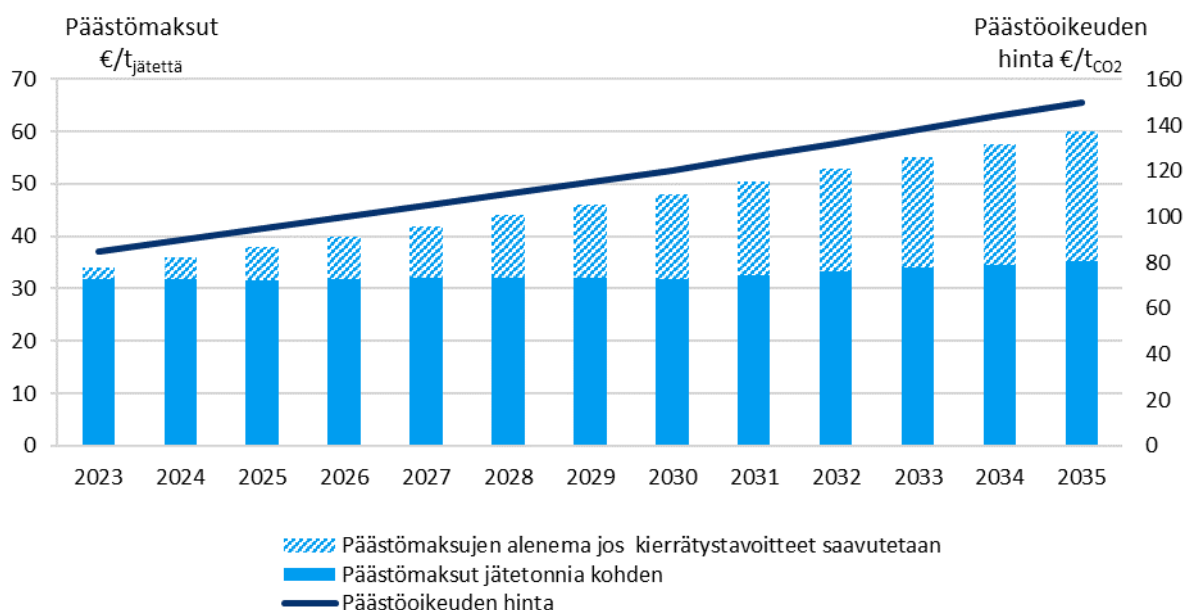
6.1.1 Päästöoikeuskustannukset

Jätteenpolton sisältyessä päästökauppaan tulee toimijoiden hankkia tuottamiaan hiilidioksidipäästöjä vastaava määrä päästöoikeuksia. Päästöoikeuksien huutokauppojen selvityshintojen vuosikeskiarvot päästöoikeuksille vuosina 2016–2022 on esitetty alla olevassa kuvassa 23. Kuvassa esitetyt selvityshinnat eivät sisällä lentoliikenteen päästöoikeuksia. Kuten kuvasta nähdään päästöoikeuksien hinnat ovat nousseet koko tarkastelujakson ja 4. päästökauppakauden alkaessa vuonna 2021 päästöoikeuksien hinnat nousivat merkittävästi, ylittäen 50 €/EUA tason. Vuonna 2022 hinnat nousivat edelleen ja päästöoikeuksien keskimääräinen hinta oli noin 80 €/EUA. Päästöoikeuksien hintojen nousun on arvioitu jatkuvan myös tulevaisuudessa. Kuvassa 23 on esitetty tässä työssä käytetyt arviot päästöoikeuksien hintojen kehityksestä jaksolla 2023–2035. Sovellettavasta hinta-arviosta on sovittu yhdessä työ- ja elinkeinoministeriön kanssa ja se pohjautuu työ- ja elinkeinoministeriön arvioon analyttikkojen hintaennusteista maaliskuussa 2023. Arvion mukaan päästöoikeuksien hinnat nousevat tasaisesti koko tarkastelujakson saavuttaen vuonna 2035 tason 150 €/EUA.



Kuva 23 Päästöoikeuksien huutokauppojen selvityshintojen vuosikeskiarvot 2016–2022 EU:n jäsenmaiden yhteisellä huutokauppapaikalla (EEX) (Energiavirasto, 2023) sekä arvio hintojen kehityksestä vuosille 2023–2035. Alustavien neuvottelutulosten mukaisesti jätteenpoltto tullaan mahdollisesti sisällyttämään päästökauppaan täysimääräisesti EU:ssa vuodesta 2028 alkaen.

Jätteen polttoon kohdistuvat päästöoikeuksien hankintakustannukset riippuvat poltosta vapautuvien hiilidioksidipäästöjen määrästä eli jätteen koostumuksesta, kuten on kuvattu luvussa 2.3. Kuvassa 24 on esitetty yhden jätetonnin poltosta aiheutuvat päästöoikeuksien hankintakustannukset työssä arvioidulla päästöoikeuksien hintojen kehityksellä (kuva 23). Tarkastelussa on kuvattu muodostuvia päästöoikeuskustannuksia yhdyskuntajätteen nykyisellä koostumuksella käyttäen tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaisia laskentakertoimia, eli päästökerrointa $40 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{TJ}$. Kuvassa on myös havainnollistettu, paljonko päästöoikeuskustannukset alenisivat, jos kierrätystavoitteisiin päästään ja jätteen koostumus muuttuu luvussa 2.3 esitetyn ennusteen mukaisesti.



Kuva 24 Arvio jätteen päästömaksuista EU päästökaupassa vuosina 2023–2035 jätteen nykykoostumuksella sekä mahdollinen vaihteluväli jos kierrätystavoitteet saavutetaan. Näillä näkymin jätteenpoltto tullaan sisällyttämään päästökauppaan täysimääräisesti EU:ssa vuodesta 2028 alkaen.

Yhdyskuntajätteen nykyiseen koostumukseen perustuen jätteen päästöoikeuskustannukset olisivat noin $32 \text{ €/t}_{\text{jätettä}}$, jos jätteenpoltto lisättäisiin nyt päästökauppaan. EU:n päästökaupan uudistamista koskevien alustavien neuvottelutulosten mukaan jätteenpoltto tullaan mahdollisesti sisällyttämään täysimääräisesti päästökauppaan vuodesta 2028 alkaen (luku 1.2). Arvion mukaan päästöoikeuksien hankintakustannukset olisivat tällöin noin $44 \text{ €/t}_{\text{jätettä}}$, jos jätteen koostumus pysyy entisellään. Jos kuitenkin luvussa 2.3 esitettyihin kierrätystavoitteisiin päästään ja jätteen sisältämät päästöt pienenevät ennusteen mukaisesti, päästöoikeuskustannukset olisivat arviolta $32 \text{ €/t}_{\text{jätettä}}$ vuonna 2028. Tulee kuitenkin huomioida, että jos kierrätystavoitteisiin päästään, ennusteen mukaan jätteen energiasisältö pienenee, eli saman energian tuottamiseen tulee polttaa jonkin verran enemmän jätettä. Jätteenkäsittelyn päästöjen kohdentaminen (JäPä) -hankkeessa esitettyjen tietojen perusteella yhdyskuntajätteen lämpöarvon arvioidaan pienenevän 10 % vuoteen 2035 mennessä. Samassa ajassa päästökertoimen arvioidaan pienenevän huomattavasti enemmän, 35 %.

6.1.2 Muut kustannukset

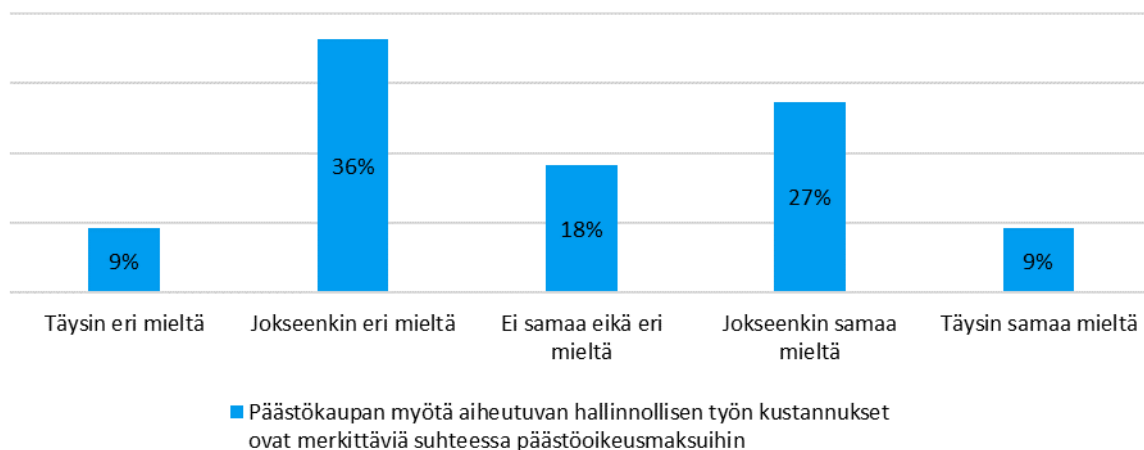
Lähes kaikki työssä toteutettuun kyselyyn vastanneista jätteenpolttolaitoksista arvioi päästökaupan aiheuttavan merkittäviä haasteita tai investointitarpeita edustamalleen toiminnanharjoittajille. Investointitarpeina nähtiin etenkin erilaiset hiilidioksidin talteenottoon liittyvät hankkeet, jotka ovat laitosten merkittävin keino vähentää tuottamiaan

hiilidioksidipäästöjä (luku 5.3). Päästöjen vähentämiseen tähtäävien investointitarpeiden lisäksi päästökaupasta aiheutuu myös muita kustannuksia. Päästökaupasta aiheutuvat muut kustannukset muodostuvat päästöjen tarkkailusta aiheutuvista kustannuksista eli esimerkiksi laboratoriomittausten kustannuksista tai mahdollisista investoinneista esimerkiksi mittaussjärjestelmiin, päästöjen todentamisesta aiheutuvista kustannuksista eli todentajien korvauksista sekä muista hallinnollisista kuluista.

Työssä muiden kustannusten suuruutta kartoitettiin rinnakkaispolttoa harjoittaville toimijoille suunnatulla kyselyllä, missä kartoitettiin mitä investointeja laitoksilla oli jouduttu päästökaupan johdosta tekemään sekä laitosten omia arvioita hallinnollisten kulujen suuruudesta.

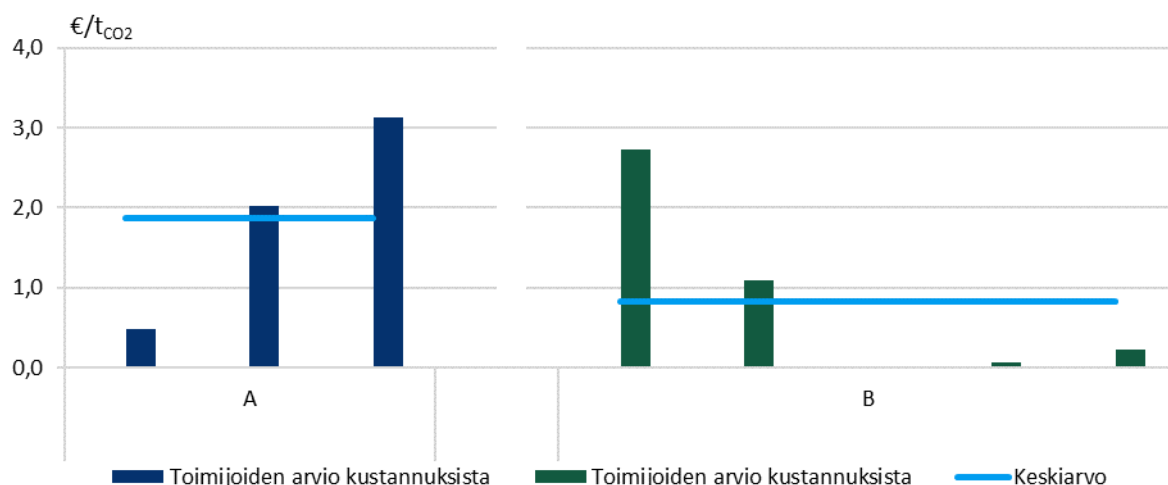
Muutamilla kyselyyn vastanneista laitoksista oli jouduttu tekemään investointeja esimerkiksi laboratoriovarusteisiin, vaakajärjestelmiin ja muihin mittalaitteisiin, jotta laitoksella täytettiin päästökaupan määräysvaatimukset eri lähdevirtojen tarkkailulle. Suurimmalla osalla laitoksista ei oltu kuitenkaan jouduttu tekemään laiteinvestointeja päästökaupan takia.

Rinnakkaispolttolaitoksille suunnatussa kyselyssä selvitettiin päästökaupan muiden kustannusten suuruutta suhteessa päästöoikeuksien hankintakustannuksiin. Vastausten jakautuminen on esitetty kuvassa 25. Kuten kuvasta nähdään, oli vastausten hajonta suurta. Voidaankin todeta, että laitoksille aiheutuvat muut kustannukset päästökaupasta vaihtelevat suuresti. Esimerkiksi tilanteessa, jossa laitoksella ei jouduta tekemään investointeja ja päästöjen tarkkailussa ei suoriteta esimerkiksi säännöllisiä laboratoriokustannuksia, voivat kulut jäädä pieniksi. Toisaalta laitoksilla, joiden tuotanto on suurta, ja jotka tuottavat näin ollen suuria päästöjä, voivat suhteelliset kulut olla pienet vaikka absoluuttiset arvot olisivatkin suuria.



Kuva 25 Rinnakkaispolttolaitosten vastausten jakautuminen kysymykseen ”Päästökaupan myötä aiheutuvan hallinnollisen työn kustannukset ovat merkittäviä suhteessa päästöoikeusmaksuihin”.

Kulujen suuruutta suhteessa laitosten tuottamiin päästöihin on kuvattu kuvassa 26. Kuvassa laitokset on jaoteltu A ja B luokkiin. Kuvan arvot perustuvat kyselyn vastauksiin sekä Energiaviraston tietoihin laitosten päästöistä vuodelta 2021 (Energiavirasto, 2022). Kuvassa on myös esitetty arvojen keskiarvo. Esitetyt arvot antavat suuruusluokkaa muiden kustannusten suuruudesta, mutta niiden perusteella ei voida arvioida yksittäisen laitoksen kustannuksia päästökaupan myötä. Kuva kuitenkin havainnollistaa kustannusten suuruutta suhteessa laitosten kokoon. Hallinnollinen taakka on pienillä laitoksilla keskimäärin suurempi suhteessa tuotantoon kuin suurilla laitoksilla.



Kuva 26 Päästökaupasta aiheutuvien muiden kustannusten suuruus eri laitoksilla suhteessa laitoksen tuottamiin päästöihin sekä päästökaupasta aiheutuvat keskimääräiset kustannukset. Luvut perustuvat kyselyn vastauksiin sekä Energiaviraston tietoihin laitosten päästöistä vuodelta 2021 (Energiavirasto, 2022).

6.2 Hintavaikutukset kaukolämpöasiakkaille ja jätehuoltoon vuoteen 2035 mennessä

Päästökaupasta aiheutuvat suorat kustannusvaikutukset kohdistuvat jätteenpolttoa harjoittaviin toimijoihin. Alla olevassa taulukossa on arvioitu edellisen luvun tietojen pohjalta jätteenpolttotoimijoille päästökaupasta keskimäärin aiheutuvia kustannuksia per tonni jätettä vuosina 2028, 2030 ja 2035. Alla olevan taulukon kustannukset eivät sisällä päästöoikeuksien ilmaisjakoa, joka voi osittain kompensoida laitoksille aiheutuvia kustannuksia päästökaupasta (luku 3.3). Esimerkiksi Ruotsissa on arvioitu neljännellä päästökauppakaudella ilmaisjaon kattavan noin 20–45 % laitosten päästöistä (luku 4.1.1.).

Taulukko 8 Jätteenpolton sisällyttämisestä päästökauppaan aiheutuvat kustannukset (€/t_{jätettä}) toiminnanharjoittajille vuosina 2028, 2030 ja 2035. Kustannuksissa ei ole huomioitu mahdollista päästöoikeuksien ilmaisjakoa.

€/t _{jätettä}	2028	2030	2035
Päästöoikeuskustannukset *	32–44	32–48	35–60
Muut kustannukset**	1–2	1–2	1–2
Yhteensä	33–44	33–50	36–62

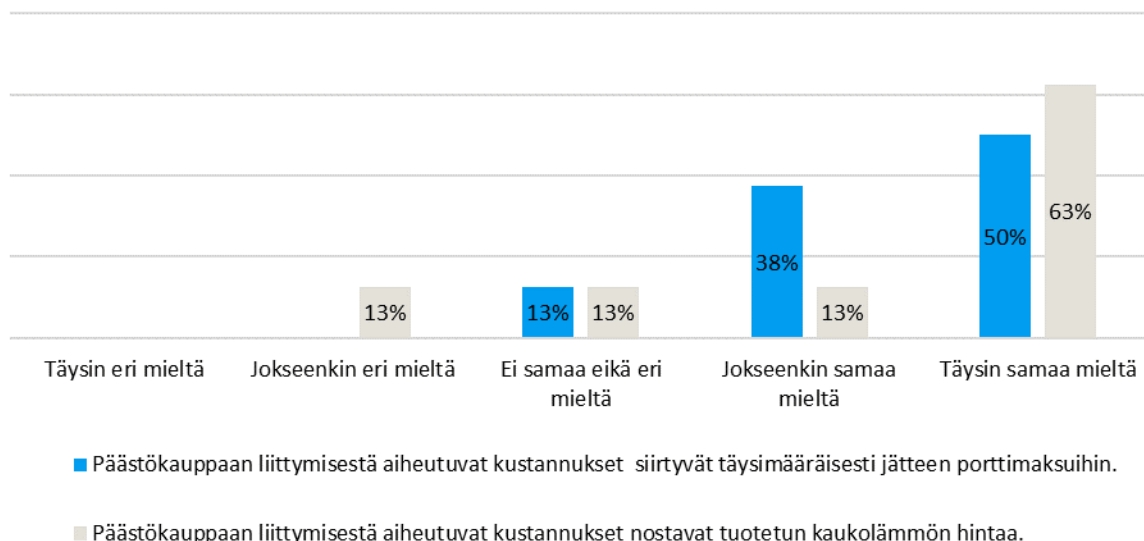
* Riippuen jätteen koostumuksesta

** Arvioitu vakioarvona nykytilan kustannuksiin perustuen. Inflaatiota ei huomioitu. Ei sisällä mahdollisia investointikustannuksia

Arvion mukaan päästökaupasta aiheutuvat kustannukset tulevat merkittävässä määrin siirtymään jätehuollolle porttimaksujen kautta. Näin ollen päästökauppaan liittyminen tulee nostamaan jätehuollon asiakkaiden jätehuoltomaksuja. Suomen Kiertovoima ry:n arvion mukaan noin 30–40 € nosto porttimaksuun merkitsisi noin 30–40 % nostoa nykytasosta. Tulee kuitenkin huomata, että porttimaksut vaihtelevat eri toimijoiden välillä.

Paikallisesta markkinatilanteesta riippuen, jätteenpolttotoimijat voivat myös nostaa kaukolämmön hintaa, sillä nykytilassa jätteellä tuotettu kaukolämpö on ollut kilpailukykyistä suhteessa keskimääräiseen kaukolämmön tuotantokustannukseen Suomessa. Kuvassa 27 on esitetty

jätteenpolttolaitoksille suunnatun kyselyn tulokset kysymyksiin ”Päästökauppaan liittymisestä aiheutuvat kustannukset siirtyvät täysimääräisesti jätteen porttimaksuihin.” ja ”Päästökauppaan liittymisestä aiheutuvat kustannukset nostavat tuotetun kaukolämmön hintaa.”. Vastauksista nähdään, että lähtökohtaisesti päästökauppa voi nostaa molempien hintoja. Kaukolämmön hinnannousun osalta vastauksissa on suurempaa hajontaa ja osa toimijoista arvioi, etteivät päästökaupan kustannusvaikutukset pääsääntöisesti siirry kaukolämpöön. Oletettavaa onkin niin, että kustannusten jakautuminen porttimaksujen ja kaukolämmön välillä tulevat vaihtelevaan eri toimijoiden välillä.



Kuva 27 Jätteenpolttolaitosten vastausten jakautuminen kysymyksiin ”Päästökauppaan liittymisestä aiheutuvat kustannukset siirtyvät täysimääräisesti jätteen porttimaksuihin.” ja ”Päästökauppaan liittymisestä aiheutuvat kustannukset nostavat tuotetun kaukolämmön hintaa.”

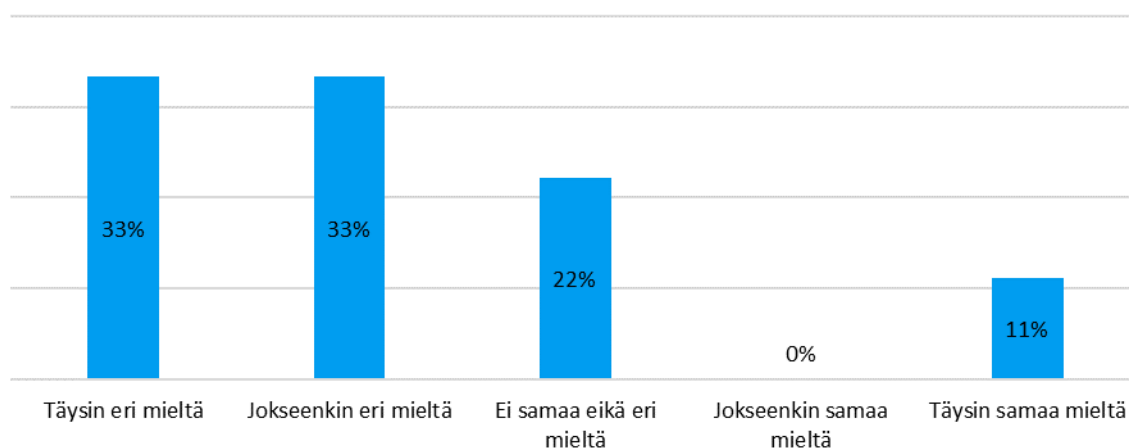
Päästökaupan tavoitteiden mukaista olisi ohjata kustannukset porttimaksuihin, jolloin kustannus kohdentuisi lopulta taholle, joka tuottaa jätteen. Kaukolämmön hinnan nousu ei edistä kierrätysasteen nostolle asetettuja tavoitteita eikä edesauta jätemäärien pienentämistä. Kyselyvastauksissa esille nostettiin myös näkökulma, että kustannusten kohdentuessa kaukolämpöön, nostaa tämä kaukolämmön hintaa niissä kaupungeissa, jotka ovat investoineet kalliisiin jätteenpolttolaitoksiin, samalla heikentäen kaukolämmön kilpailuasemaa kyseisissä kaupungeissa. Alla olevassa taulukossa 9 on havainnollistettu paljonko taulukossa 8 esitetyt kustannukset päästökaupasta nostaisivat kaukolämmön hintaa, jos ne siirtyisivät täysin kaukolämpöön, mitä ei kuitenkaan nähdä todennäköisenä.

Taulukko 9 Päästökaupan kustannusvaikutus kaukolämmön hintaan vuosina 2028, 2030 ja 2035, jos kaikki kustannukset siirtyisivät kaukolämpöön.

€/MWh	2028	2030	2035
Kaukolämmön hinnankorotus	13–18	13–20	15–25

7. PÄÄSTÖKAUPAN OHJAUSVAIKUTUS JÄTTEENPOLTTOSEKTORIN PÄÄSTÖIHIN VUOTEEN 2035 MENNESSÄ

Suomessa jätteenpolttolaitokset ovat tähän asti olleet kaiken hiilidioksidisääntelyn ulkopuolella (Cederlöf, 2023) ja päästökauppaan liittyminen tulee olemaan merkittävä muutos jätteenpolttotoimialalla. Pääsääntöisesti jätteenpolttotoimijat sekä toimialaa edustava Energiategollisuus ry näkevät päästökaupan heikkona ohjauskeinona toimialan päästöjen hillinnässä. Näkemykset eivät kuitenkaan ole toimialalla täysin yhtenäiset. Kuvassa 28 on esitetty jätteenpolttotoimijoiden vastaukset kysymykseen, tukeeko jätteenpolton sisällyttäminen päästökauppaan tavoitetta vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Vastaajista lähes 70 % oli asiasta täysin tai joksenaan erimielistä, kuitenkin 11 % vastaajista näki päästökaupan edistävän päästövähennystavoitteiden saavuttamista.



Kuva 28 Jätteenpolttolaitosten vastausten jakautuminen kysymykseen "Jätteenpolton sisällyttäminen osaksi päästökauppaa tukee tavoitetta vähentää kasvihuonekaasupäästöjä."

Kuten on esitetty luvussa 5.3 lähes kaikki jätteenpolttolaitoksista kuitenkin pitävät kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä tavoitteenaan. Suurin osa laitoksista on myös joko jo tehnyt tai tunnistanut mahdollisia keinoja päästöjen vähentämiseksi. Näistä keinoista hiilidioksidin talteenotto nähdään toimialan merkittävimpana ja tehokkaimpana keinona vähentää päästöjä. Laitoksilla on laajasti suunnitteilla erilaisia hiilidioksidin hyödyntämiseen (Carbon capture and utilisation, CCU) tähtääviä projekteja. Laitosten kannalta keskeistä onkin, miten päästökaupassa tullaan käsittelemään näitä hankkeita, ja miten päästökauppa vaikuttaa hankkeiden kannattavuuteen. Tällä hetkellä päästökaupassa hiilidioksidin hyödyntämiseen ei ole olemassa olevia käytäntöjä, toisin kuin hiilidioksidin varastointiin. CCU-teknologian yksityiskohtaisemmasta hyväksyttävyydestä tullaan säättämään komission delegoidulla säädöksellä.

Hiilidioksidin talteenoton houkuttelevuutta jätteenpolttolaitoksien päästövähennyskeinona lisää se, että laitosten keinot vaikuttaa polttamansa jätteen koostumukseen ovat rajalliset. Jätteenpolton osalta tulee myös huomata, ettei kaikki jätte ole kierrätyskelpoista, eli jätteenpolto on myös olennainen osa jätteen käsittelyä. Muutamilla laitoksilla on vireillä hankkeita, joilla pyritään edistämään materiaalihyödynnystä ja näin muuttamaan jätteen koostumusta. Selvitettävänä on esimerkiksi investointeja erilliskeräyksen jälkeisiin järjestelmiin, joissa polttoon menevästä jättevirrasta erotetaan kierrätettäviä jakeita, kuten muoveja. Päästökaupan nähdään tukevan tämän kaltaisia hankkeita, joissa pyritään vähentämään fossiilisen jätteen päättymistä polttoon.

Toisaalta bioperäisen jätteen kierrätystä päästökauppaan liittymisen ei katsota tukevan, vaan kannustin voi olla jopa lisätä bioperäisen jätteen polttoa.

Jätteenpolton liittyminen päästökauppaan vaikuttaa myös muuhun kuin laitosten päästövähennystoimiin. Tässä työssä vaikutuksia on arvioitu seuraavien tekijöiden kautta:

1. Vaikutus jätteenkäsittelyn ja kaukolämmön kustannuksiin
2. Vaikutus kierrätysasteeseen ja jätteen muodostumiseen
3. Vaikutus jätteen tuontiin
4. Vaikutus jätteen vientiin
5. Vaikutus taakanjakosektoriin

1. Jätteenkäsittelyn kustannukset nousevat ja jossain määrin myös kaukolämmön kustannukset nousevat

Päästökaupasta aiheutuvat suorat kustannusvaikutukset kohdistuvat jätteenpolttoa harjoittaviin toimijoihin. Kustannukset tulevat kuitenkin merkittävässä määrin siirtymään jätehuollolle porttimaksujen kautta. Näin ollen päästökauppaan liittyminen tulee nostamaan jätehuollon asiakkaiden jätehuoltomaksuja. Markkinatilanteesta riippuen jätteenpoltto toimijat voivat myös jossain määrin nostaa kaukolämmön hintaa kaukolämmöntuotannon kustannusten noustessa. Työssä päästökaupan aiheuttamat kustannukset jätteenpoltolle arvioitiin tasolle 30–60 €/t_{jätettä}. Tämä kustannustaso tulee toimijoiden välillä siirtymään eri suhteissa porttimaksuihin ja kaukolämmön hintaan. Päästökaupan tavoitteiden mukaista olisi ohjata kustannukset porttimaksuihin, jolloin kustannus kohdentuisi lopulta taholle, joka tuottaa jätteen. Kaukolämmön kustannusten nousu ei edistä kierrätysasteen nostolle asetettuja tavoitteita eikä edesauta jätemäärien pienentämistä. Kaukolämmöntuotannon kustannusten nousu heikentää kaukolämmön kilpailukykyä. Päästökaupan tavoitteiden mukaista olisi kustannusten kohdentuminen mahdollisimman pitkälti porttimaksuihin, jolloin kustannukset siirtyvät jätteen tuottaneille tahoille edistämällä kierrätysasteen nousua ja jätteensynnyn vähentämistä.

2. Vaikutus kierrätysasteeseen ja jätteen muodostumiseen pieni

Jätteenpolton EU ETS päästökauppajärjestelmään sisällyttämisen päätavoite on tukea kierrätysasteen nostoa ja siten vähentämään polttoon päätyvän jätteen osuutta jätevirrasta. Suomen kansalliset tavoitteet kierrätysasteen nostosta ovat kunnianhimoiset. Tavoite nostaa kierrätysaste nykyisestä noin 37 %:sta 57 %:iin vuoteen 2027 mennessä ja näin kääntää polttoon päätyvän jätteen määrä laskuun tarkoittaa historiallista muutosta. Haastatteluissa niin Suomen Kiertovoima ry kuin ympäristöministeriökin näkivät asetettuihin kierrätystavoitteisiin pääsemisen merkittäväksi haasteeksi.

Suomen kiertovoima ry:n ja Energiategollisuus ry:n yhteisenä näkemyksenä on, että päästökaupan ohjausvaikutus kierrätysasteen nostoon on heikko. Ympäristöministeriön näkemyksen mukaan päästökaupan kustannusvaikutus jätteenkäsittelylle voisi toimia jonkinlaisena kannustimena kierrätysasteen nostolle, joskin kotitalouksille kannustimen arvioidaan olevan heikko. Ympäristöministeriön arvion mukaan ohjausvaikutusta voisi jossain määrin olla kuntatasolla, joskin vaikutusta on haastava arvioida muun muassa, koska osa jätteenpolttolaitoksista on kuntien jätehuoltoyhtiöiden omistuksessa.

Yleisesti päästökaupan arvioidaan jossain määrin tukevan fossiilisten jakeiden erottamista jätevirrasta ennen polttoa, mutta tämän vaikutusta kierrätysasteeseen pienentää se, että erotettavat jakeet olisivat tällöin pääasiassa muoveja, jotka ovat kevyitä eli vaikutus jätemassaan on pieni. Päästökauppa ei myöskään kannusta biopohjaisten jätevirtojen polton vähentämiseen.

Työssä päästökaupan aiheuttamat kustannukset jätteenpolttolalle arvioitiin tasolle 30–60 €/t_{jätettä}. Arvioiduissa kustannuksissa ei ole huomioitu päästöoikeuksien ilmaisjaon vaikutusta kustannuksiin eli todellinen kustannusvaikutus jäisi tämän alle. Arvion mukaan jätepolttotoimijat voisivat siirtää kustannuksen hyvin pitkälti jätteenkäsittelyn porttimaksuihin ja kaukolämmön hintaan. Haastattelujen perusteella esitetyn kustannustason ei arvioida merkittävästi vaikuttavan kierrätysasteen nostolle asetettuihin tavoitteisiin pääsemiseen edes tilanteessa, jossa kustannus siirtyisi täysin porttimaksuihin. Suomen Kiertovoima ry näki myös kustannustason noston haasteena sen, että sekajätteen jätemaksujen noustessa voi tämä kannustaa kierrätyskelvottoman jätteen sijoittamiseen kierrätysjakeiden sekaan. Myös ympäristöministeriön arvion mukaan esitetyt kustannustasot ovat jokseenkin matalia, kun niitä verrataan esimerkiksi kaatopaikkaveroon, jonka suuruus on noin 80 €/t_{jätettä}.

Näkemyksiä ohjausvaikutuksen rajallisuudesta tukevat myös muut aiheesta tehdyt selvitykset. Vuonna 2021 valmistuneessa Valtioneuvoston selvityksessä ”Jätteenpolton kiertotalous ja ilmastovaikutuksiin vaikuttaminen eri ohjauskeinoin” tarkasteltiin jätteenpolton verotuksen ohjausvaikutusta kierrätysasteeseen. Työssä tarkasteltiin verotasoja 20–30 €/t_{jätettä} todeten kustannusvaikutuksen kotitalouksiin olevan marginaalinen eikä sen siten katsottu kannustavan sekajätteen syntypaikkalajittelun tehostamiseen. (Valtioneuvoston kanslia, 2021).

Kuten kierrätysasteenkin osalta päästökaupalla ei uskota olevan myöskään merkittävää vaikutusta jätteen muodostumiseen. Päästökaupan vaikutus kohdentuu ketjun loppupäähän eli kauas jätteen syntypisteestä, mikä heikentää sen ohjausvaikutusta.

3. Jätteen tuonti Suomeen voi kasvaa päästökaupasta huolimatta

Suomen tavoitteet kierrätysasteen nostosta merkitsevät polttoon päätyvän yhdyskuntajätteen määrän pienenemistä, kuten on esitetty luvussa 1.3. Jätteen polttokapasiteetin ei kuitenkaan uskota pienenevän vuoteen 2035 mennessä, sillä nyt käytössä olevat laitokset ovat iältään nuoria ja ympäristöministeriön arvion mukaan Suomessa saatetaan jopa ottaa käyttöön uusia jätteenpolttolaitoksia. Laitosten oman arvion mukaan poltetun jätteen määrät tulevat pysymään lähellä nykyistä tasoa seuraavien 10 vuoden ajan. Tämä edellyttää siis jätteen hankkimista uusista lähteistä. Mahdollisia uusia lähteitä ovat muiden jätevirtojen kuin yhdyskuntajätteen hyödynnys sekä jätteen tuonti ulkomailta. Myös kaikissa työssä käydyissä haastatteluissa jätteen tuonti nähtiin potentiaalisena poltettavan jätteen hankintakanavana. Jätteen tuonnin kasvua tukee nykytila, jossa Euroopassa merkittäviä määriä jätettä päätyy edelleen kaatopaikalle eikä monissa Euroopan maissa ole riittävää jätteenpolttokapasiteettia. Suomen etuna jätteen polton kannalta on myös jätteestä saatavan lämmön hyödyntäminen sähköntuotannon lisäksi. Jätteen tuonnista aiheutuu kuljetuskustannuksia mikä heikentää sen houkuttelevuutta, mutta Suomen kiertovoiman arvion mukaan jätteen tuonnissa kuljetuskustannukset eivät tyypillisesti Euroopassa ole merkittävä kuluerä verrattuna jätteen arvoon polttoaineena. Myös esimerkiksi Ruotsiin tuodaan merkittäviä määriä jätettä polttoon (luku 4.1).

Jätteen tuonti nähtiin yleisesti houkuttelevampana polttoaineen hankintakanavana kuin biomassan poltto, joskin osa laitoksista on myös tunnistanut biomassan potentiaalisena korvaavana polttoaineena. Biomassan houkuttelevuutta korvaavana polttoaineena kuitenkin

pienentää nykytilanne, jossa jätepolttoaineen hinta laitokselle on negatiivinen (porttimaksu), toisin kuin biomassan. Jätteen tuonnista aiheutuu kuljetuskustannuksia, mutta Suomen kiertovoiman arvion mukaan jätteen tuonnissa kuljetuskustannukset eivät tyypillisesti Euroopassa ole merkittävä kuluerä verrattuna jätteen arvoon polttoaineena.

Jätteen tuontiin merkittävin vaikutus nähdään siis olevan kierrätysasteelle asetetuilla tavoitteilla ja niiden vaikutuksella poltettavan yhdyskuntajätteen osuuteen, ei siis suoraan päästökaupalla.

4. Jätteen viennin ei nähdä kasvavan

Kuten tässä raportissa on todettu, poltettavan jätteen kysynnän nähdään seuraavan kymmenen vuoden aikana enemmän kasvavan kuin pienenevän. Lisäksi viime vuosina käyttöön otettujen uusien jätteenpolttolaitosten myötä yhdyskuntajätteen vienti ulkomaille on pienentynyt ja tällä hetkellä Suomesta viedään yhdyskuntajätettä melko vähäisiä määriä (luku 2.2.1). Ympäristöministeriön arvion mukaan tilanteessa, jossa jätteenpoltto sisällytetään täysmääräisesti päästökauppaan EU:n laajuisesti, ei jätteen viennin uskota kasvavan. Myöskään työn kyselyissä tai muissa haastatteluisissa ei jätteen viennin kasvua nähty merkittävänä riskinä jätteenpolton liittyessä päästökauppaan yleisesti EU:ssa. Näkemystä tukevat myös Ruotsin ja Tanskan tilanteet, joissa jätettä tuodaan ulkomailta merkittäviä määriä polttoon ja jätteenpoltto kuuluu jo nykyisellään päästökauppaan. Jätteen vientiä myös rajoitetaan ja valvotaan nykytilassa Suomen ympäristökeskuksen toimesta. Jätelain mukaan esimerkiksi kunnan vastuulle kuuluvaa sekalaista yhdyskuntajätettä voidaan siirtää ulkomaille käsiteltäväksi vain, jos se on kokonaiskustannuksiltaan olennaisesti edullisempi kuin käsittely Suomessa. Tällä hetkellä SYKE:n tulkinta olennaisesta edullisuudesta tarkoittaa ympäristöministeriön tietojen mukaan yli puolet halvempaa kustannustasoa.

5. Vaikutus taakanjakosektoriin riippuu laskentatavasta

Jätteenpolton liittyminen päästökauppaan tarkoittaa sen poistumista taakanjakosektorista. Ympäristöministeriön haastattelussa esittämän näkemyksen mukaan jätteenpolton siirtyminen selkeyttää hieman taakanjakosektoria, kun soveltamisalan toimialoja on yksi vähemmän. Ministeriön arvion mukaan tätä vaikutusta taakanjakosektorin päästötavoitteisiin ei kuitenkaan voida tarkkaan arvioida ennen kuin tiedetään, miten EU-komissio käytännössä toteuttaa taakanjakosektorin päästökiintiöiden uudelleenlaskennan. Olennaista on se, minkä vuoden jätteenpolton päästömäärien mukaan taakanjakosektorin päästökiintiöiden uudelleenlaskenta tehdään. Koska jätteenpolton päästöt Suomessa ovat jatkuvasti kasvaneet, päästökiintiölaskennassa käytettävä toteutuneiden päästöjen vertailujako vaikuttaa ratkaisevasti lopputulokseen. Taakanjakosektorin päästöihin tulee myös vaikuttamaan päästökaupan alaisten laitosten CCUS- hankkeiden käsittely päästökaupassa ja kasvihuonekaasuinventaariossa.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Jätteen tuonnin Suomeen arvioidaan kasvavan seuraavan kymmenen vuoden aikana jätteen kysynnän pysyessä arvion mukaan joko nykytasolla, tai jopa kasvavan. Samalla kotimaisen yhdyskuntajätteen saatavuus tulee heikentymään, jos Suomen kansalliset tavoitteet kierrätysasteen nostosta saavutetaan. Jätteen tuonnin kasvua tukee myös nykytila, jossa Euroopassa merkittäviä määriä jätettä päätyy edelleen kaatopaikalle eikä monissa Euroopan maissa ole riittävää jätteenpolttokapasiteettia. Tällä hetkellä jätteen tuonti nähdään yleisesti houkuttelevampana polttoaineen hankintakanavana kuin biomassan poltto, joskin biomassalla on myös vaihtoehtoinen korvaava polttoaine. Päästökaupalla ei suoraan arvioida olevan merkittävää vaikutusta jätteen tuontiin, mutta päästökauppa voi jossain määrin kannustaa laitoksia korvaamaan jätettä biomassalla. Jätteenpolton täysmääräisen sisällyttämisen päästökauppaan ei nähdä kasvattavan jätteen vientiä Suomesta.

Jätteenpolton liittyminen päästökauppaan tarkoittaa sen poistumista taakanjakosektorista. Suomessa jätteenpolttolaitokset ovat tähän asti olleet kaiken hiilidioksidisäätelyn ulkopuolella, ja päästökauppaan liittyminen tulee olemaan merkittävä muutos toimialalle. Päästökauppa tulee nostamaan jätteenpolton kustannuksia, jotka arvion mukaan tulevat hyvin pitkälti siirtymään jätteen porttimaksuihin, ja joissain määrin myös kaukolämmön hintaan. Kustannusvaikutusten jakautuminen porttimaksujen ja kaukolämmön välillä tulee luultavasti vaihtelevaan eri toimijoiden välillä. Päästökaupan tavoitteiden mukaista olisi ohjata kustannukset porttimaksuihin, jolloin kustannus kohdentuisi lopulta taholle, joka tuottaa jätteen. Kaukolämmöntuotannon kustannusten nousu ei edistä kierrätysasteen nostolle asetettuja tavoitteita eikä edesauta jätemäärien pienentämistä. Kaukolämmöntuotannon kustannusten nousu heikentää kaukolämmön kilpailukykyä.

Jätteenpolto toimialana eroaa jossain määrin muusta päästökauppaan jo kuuluvasta energiantuotannosta. Merkittävimmät erot liittyvät laitosten rooliin jätehuollossa sekä jätteeseen polttoaineena. Jätteenpoltoilla tuotetun energian lisäksi jätteenpolttolaitosten tarkoitus on jätteen hävittäminen, eli ne toimivat osana jätehuoltoa. Näin ollen laitosten mahdollisuudet vähentää poltettavan jätteen määrää tai muuttaa sen laatua ovat rajalliset verrattuna tavanomaisen energiantuotantolaitokseen, joka ostaa polttoaineen markkinoilta. Jätteenpolttolaitosten mahdollisuudet vähentää tuottamiaan päästöjä ovat siis jossain määrin heikommalla kuin muilla energiantuottajilla. Jätteenpolttotoimijat ovat kuitenkin jo nykytilassa tunnistaneet erilaisia päästövähennyskeinoja, joista erilaiset hiilidioksidin hyödyntämiseen tähtäävät CCU-hankkeet nähdään merkittävimpinä. Toimialan kannalta keskeistä onkin, miten päästökauppa koskevassa lainsäädännössä nämä hankkeet tullaan huomioimaan.

Yhdyskuntajäte polttoaineena eroaa jossain määrin muista tyypillisesti käytetyistä fossiilisista- ja biopolttoaineista. Yhdyskuntajäte on erittäin epähomogeenista, mikä tekee jätteen laadun määrittämisestä usein epäluotettavaa, mikä taas luo haasteita päästöjen todenmukaiseen raportointiin päästökaupassa. Jätteenpolton näkökulmasta päästökaupan yhtenä haasteena on myös jätteen jako fossiiliseen- ja orgaaniseen jätteeseen ennemmin kuin esimerkiksi materiaalihyödynnykseen kelpaavaan- ja kelpaamattomaan jätteeseen. Jätteenpolton sisällyttämisellä päästökauppajärjestelmään pyritään edistämään kierrätysasteen nostoa ja vähentämään polttoon päätyvän jätteen osuutta jätevirrasta. Fossiiliseen ja orgaaniseen jätteeseen jaottelun myötä päästökaupan arvioidaan jossain määrin tukevan fossiilisten jakeiden erottamista jätevirrasta ennen polttoa, mutta se ei kannusta biopohjaisten jätevirtojen polton vähentämiseen. Päästökaupan ohjausvaikutusta kierrätysasteeseen ja jätteen syntyyn yleisesti heikentää myös päästökaupan kohdentuminen jäteketjun loppupäähän eli kauas jätteen syntypisteestä.

9. LÄHTEET

15min.lt, 2019. *Kaune šiukšlių deginimo įėgainė užsikurs jau gruodį, Vilniuje – kitamet birželį*. [Online]

Available at: <https://www.15min.lt/verslas/naujiena/energetika/kaune-atlieku-jegaine-uzsikurs-jau-gruodi-vilniuje-kitamet-birzeli-664-1204234>

Aarhus University, 2022. *Denmark's National Inventory Report 2022*. [Online]

Available at: <https://unfccc.int/documents/461943>

AtviraKlaipeda.lt, 2019. „Fortum Klaipėda”: atliekų tvarkymas gali pabrangti. [Online]

Available at: <https://www.atviraklaipeda.lt/2019/10/11/fortum-klaipeda-atlieku-tvarkymas-gali-pabrangti/>

Avfall Sverige, 2017. *Swedish Waste Management*. [Online]

Available at: https://rsbor-msk.ru/wp-content/uploads/2017/01/Avfallshantering_2017_eng_low.pdf

Avfall Sverige, 2021. *Swedish Waste Management*. [Online]

Available at: https://www.avfallsverige.se/media/lbdg3vcp/svensk_avfallshantering_2021_en.pdf

Benviroc Oy, 2020. *Jätteen energiahötykäytön päästöjen kohdentaminen*, s.l.: s.n.

Cederlöf, M., 2023. *Ympäristöneuvos, ympäristöministeriö* [Haastattelu] (21 2 2023).

Cewep, 2022. *Municipal waste treatment in 2020*. [Online]

Available at: <https://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2023/01/MWTreatment2020.pdf>

CEWEP, 2023. *CEWEP Welcomes Two New Members from Lithuania*. [Online]

Available at: <https://www.cewep.eu/2-new-members-lithuania/>

Cewep, 2023. *Waste-to-Energy Plants in Europe in 2020*. [Online]

Available at: <https://www.cewep.eu/waste-to-energy-plants-in-europe-in-2020/>

Confederation of European Waste-to-Energy Plants , 2017. *Interactive Map of Waste-to-Energy Plants*. [Online]

Available at: <https://www.cewep.eu/interactive-map/>

Council of the European Union, 2023. 6210/23. [Online]

Available at: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6210-2023-INIT/en/pdf>

Danish Energy Agency, 2022. *Energy Statistics 2021 - Data, tables, statistics and maps*. [Online]

Available at: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/samlet_2021_eng.pdf

Energiavirasto, 2022. *Laitoskohtaiset todennetut päästöt [t CO₂] vuosilta 2013-2021*. [Online]

Available at: <https://energiavirasto.fi/paastokaupan-julkaisut>

Energiavirasto, 2023. *Päästöoikeuksien huutokauppa*. [Online]

Available at: <https://energiavirasto.fi/huutokauppa>

Energiaviraston haastattelu, 2023. [Haastattelu] 2023.

Energimyndigheten, 2022. *Energiindikatorer 2022*. [Online]

Available at: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=206547>

Eurostat, 2023. *Databrowser*. [Online]

Available at:

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/envir?lang=en&subtheme=env.env_was&display=list&sort=category&extractionId=ENV_WASMUN

Finanssiala Ry, 2023. *Suomea koskevat uusimmat talousennusteet*. [Online]

Available at: <https://www.finanssiala.fi/julkaisut/talousennusteet/>

Haveri, P. & Muukkonen, K., 2023. *Energiateollisuus ry* [Haastattelu] (24 2 2023).

Hotti, S. & Pakkala, J., 2023. *Energiavirasto* [Haastattelu] (2 3 2023).

Hämäläinen, T., 2023. *Suomen Kiertovoima ry* [Haastattelu] (1 3 2023).

Levinen, R., 2023. *Ympäristöneuvos, ympäristöministeriö* [Haastattelu] (27 2 2023).

Miljøstyrelsen, 2022. *Affaldsstatistik 2020*. [Online]

Available at: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2022/12/978-87-7038-463-6.pdf>

OECD, 2019. *OECD Environmental Performance Reviews: Denmark 2019*. [Online]

Available at: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/d1eaaba4-en/index.html?itemId=/content/component/d1eaaba4-en>

Skatteverket, 2022. *Avfallsförbränningsskatt*. [Online]

Available at:

<https://www.skatteverket.se/foretag/skatterochavdrag/punktskatter/avfallsforbranningsskatt.4.7eada0316ed67d728244a8.html#:~:text=Fr%C3%A5n%20och%20med%20den%201,som%20f%C3%B6rs%20in%20till%20anl%C3%A4gningen>.

Statens Offentliga Utredningar, 2017. *Brännheta skatter! - Bör avfallsförbränning och utsläpp av kväveoxider från energiproduktion beskattas?, SOU 2017:83*. [Online]

Available at: <https://data.riksdagen.se/fil/02E099CF-B33B-4E1E-8605-48069CE14D1C>

Suomen ympäristökeskus, 2022. *Jätteiden vienti- ja tuontimäärät*. [Online]

Available at: [https://www.ymparisto.fi/fi-](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Jatetilastot/Jatteen_vienti_ja_tuontimaarat)

[FI/Kartat ja tilastot/Jatetilastot/Jatteen vienti ja tuontimaarat](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Jatetilastot/Jatteen_vienti_ja_tuontimaarat)

Suomen ympäristökeskus, 2023. *Jätteiden kansainväliset siirrot*. [Online]

Available at: [https://www.ymparisto.fi/fi-](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Jatteen_kansainvaliset_siirrot)

[fi/asiointi luvat ja ymparistovaikutusten arviointi/luvat ilmoitukset ja rekisterointi/Jatteen kansainvaliset siirrot](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Jatteen_kansainvaliset_siirrot)

Suomen ympäristökeskus, 2023. *Kirjallinen tiedonanto*. [Online].

Swedish Environmental protection agency, 2021. *Avfallsförbränning i EU ETS*. [Online]

Available at:

<https://www.naturvardsverket.se/contentassets/f1821fc959934673bbc1f2578f9f2325/avfall-ets-tillrk.pdf>

Tilastokeskus, 2020. *Vuoden 2020 jätekertymä pysyi lähes ennallaan edellisvuodesta – syynä kaivannaisjätteiden ja teollisuuden jätteiden määrän vähäiset muutokset*. [Online]

Available at: <https://stat.fi/julkaisu/cktwkbch43uld0b55tv7q9oup>

Tilastokeskus, 2021. *Väestöennuste*. [Online]

Available at:

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vaenn/statfin_vaenn_pxt_128t.px/table/tableViewLayout1/

Tilastokeskus, 2022a. *Jätetilasto - Yhdyskuntajätteet käsittelytavoittain vuosina 2002-2021*.

[Online]

Available at:

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_jate/statfin_jate_pxt_12qz.px/

Tilastokeskus, 2022b. *Kansantalouden tilinpito*. [Online]

Available at:

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vtp/statfin_vtp_pxt_123x.px/

Tilastokeskus, 2022c. *Polttoaineluokitus 2022*. [Online]

Available at:

https://www.stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/polttoaineluokitus_2022_maaritelmat.pdf

Tilastokeskus, 2022. *Yhdyskuntajätteen määrä pysyi edellisvuoden tasolla vuonna 2021 – yhä suurempi osa jätteistä hyödynnettiin energiana*. [Online]

Available at: <https://stat.fi/julkaisu/cktwkksr43wo20b61h94063h3>

UNFCCC, 2022. *Lithuania's National Inventory Report 2022*. [Online]

Available at: <https://unfccc.int/documents/273465>

Uusiouutiset, 2021. Kirjanpito vaatimukset muuttuvat. 24.11.

Valtioneuvoston kanslia, 2021. *Jätteenpolton kiertotalous- ja ilmastovaikutuksiin vaikuttaminen eri ohjauskeinoin*, s.l.: s.n.

Ympäristöministeriö, 2015. *Jättemäärien ennakointi vuoteen 2030*. [Online]

Available at:

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/155189/YMra_17_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ympäristöministeriö, 2022. *Kierrätyksestä kiertotalouteen - Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027*, s.l.: s.n.

Zero Waste Europe, 2019. *Waste Incineration getting away with CO2 emissions unscathed*. [Online]

Available at: https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2019/12/zero_waste_europe_cs_waste_incineration_getting_away_with_co2_emissions_unscathed_en.pdf

Zero Waste Europe, 2021. *Waste Incineration under the EU ETS - An assessment of climate benefits*. [Online]

Available at: https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2021/10/ZWE_Delft_Oct21_Waste_Incineration_EUETS_Study.pdf