

## YMPÄRISTÖMINISTERIÖN RAPORTTEJA 21 | 2018

# Selvitys eräiden jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen materiaalin markkinan tilanteesta Suomessa

**Jutta Laine-Ylijoki, Malin zu Castell-Rüdenhausen, Tommi  
Kaartinen, Janne Kärki, Tuula Pellikka, Henna Punkkinen,  
Heidi Saastamoinen, Margareta Wahlström ja Maija Pohjakallio**



Ympäristöministeriön raportteja 21/2018

## Selvitys eräiden jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen materiaalin markkinan tilanteesta Suomessa

Jutta Laine-Ylijoki, Malin zu Castell-Rüdenhausen, Tommi Kaartinen,  
Janne Kärki, Tuula Pellikka, Henna Punkkinen, Heidi Saastamoinen,  
Margareta Wahlström ja Maija Pohjakallio

Ympäristöministeriö

ISBN: 978-952-11-4812-5 (PDF)

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto, Teija Metsänperä

Helsinki 2018

## Kuvailulehti

<b>Julkaisija</b>	Ympäristöministeriö	12.10.2018	
<b>Tekijät</b>	Jutta Laine-Ylijoki, Malin zu Castell-Rüdenhausen, Tommi Kaartinen, Janne Kärki, Tuula Pellikka, Henna Punkkinen, Heidi Saastamoinen, Margareta Wahlström ja Maija Pohjakallio		
<b>Julkaisun nimi</b>	Selvitys eräiden jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen materiaalin markkinan tilanteesta Suomessa		
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Ympäristöministeriön raportteja 21/2018		
<b>ISBN PDF</b>	978-952-11-4812-5	<b>ISSN PDF</b>	1796-170X
<b>URN-osoite</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4812-5">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4812-5</a>		
<b>Sivumäärä</b>	52	<b>Kieli</b>	suomi
<b>Asiasanat</b>	jätteenkäsittely, kapasiteetti, energiahyödyntäminen, rejektit, kaatopaikkasijoitus, kierrätys		
<b>Tiivistelmä</b>	<p>Tässä työssä selvitettiin ympäristöministeriön toimeksiannosta eräiden keskeiseksi arvioitujen orgaanisipitoisten jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen kierrätysmateriaalin markkinan tilannetta Suomessa. Tarkastelu kohdistui tässä lähinnä jätteiden ja materiaalien ominaisuuksiin sekä yleisellä tasolla käsittelytavan teknistaloudellisiin reunaehtoihin sekä niiden vaikutuksiin käsittelymahdollisuuksien kannalta.</p> <p>Selvityksen perusteella runsaasti orgaanista ainesta sisältävien, erityisesti energia-hyödyntämiseen tai kemialliseen kierrätykseen soveltuvien teollisuuden ja kaupan jätteiden käsittelykapasiteettiin liittyy tällä hetkellä Suomessa merkittäviä haasteita. Näiden jätteiden kotimainen vastaanotto- ja varastointikapasiteetti on maksimissaan, mikä edellyttää lyhyellä tähtämellä viennin lisäämistä ja energiahyödyntämiskapasiteetin kasvattamista. Myös uusia kierrätyssovelluksia tulisi alkaa aktiivisemmin kehittää ja ottaa käyttöön.</p> <p>Nykyisin kierrätysmarkkinoilla olevien jäteperäisten kierrätysmateriaalien kysyntä on sekä energiantuotannossa että kierrätysraaka-ainemarkkinoilla erittäin heikkoa. Vuoden vaihteessa 2018 Kiina lisäksi kielsi jätemuovien tuonnin ulkomailta. Osa Suomenkin kaupan ja teollisuuden muovipakkausjätteitä on aiemmin kuljetettu Kiinaan kierrätettäväksi. Heikko teollisuuden ja kaupan jätteistä valmistettujen kierrätysmateriaalien kysyntätilanne heijastuu käsittelykeskuksissa varastointitarpeen kasvuna, mitä on edelleen lisännyt talouden elpymisestä sekä vilkkaasta rakentamisesta ja korjausrakentamisesta johtuva kasvava käsittelyyn tulevan jätteen määrä ja näin myös tuotetun kierrätysmateriaalien määrää.</p>		
<b>Kustantaja</b>	Ympäristöministeriö		
<b>Julkaisun jakaja/myynti</b>	Sähköinen versio: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Julkaisumyynti: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>		

## Presentationsblad

<b>Utgivare</b>	Miljöministeriet	12.10.2018	
<b>Författare</b>	Jutta Laine-Ylijoki, Malin zu Castell-Rüdenhausen, Tommi Kaartinen, Janne Kärki, Tuula Pellikka, Henna Punkkinen, Heidi Saastamoinen, Margareta Wahlström och Maija Pohjakallio		
<b>Publikationens titel</b>	Utredning av hanteringskapaciteten för vissa avfall och rejekt samt marknadssituationen för några avfallsbaserade material i Finland		
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Miljöministeriets rapporter 21/2018		
<b>ISBN PDF</b>	978-952-11-4812-5	<b>ISSN PDF</b>	1796-170X
<b>URN-adress</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4812-5">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4812-5</a>		
<b>Sidantal</b>	52	<b>Språk</b>	finska
<b>Nyckelord</b>	avfallshantering, kapacitet, energiutnyttjande, rejekt, avstjälningsplatsplacering, återvinning		
<b>Referat</b>	<p>I detta arbete utreddes på uppdrag av miljöministeriet hanteringskapaciteten för vissa avfall och rejekt som innehåller organiskt material och som bedöms vara centrala samt marknadssituationen för några avfallsbaserade återvinningsmaterial i Finland. Föremål för granskningen var här närmast avfallens och materialens egenskaper samt de tekniska och ekonomiska ramvillkoren för hanteringsättet på allmän nivå samt deras effekter med tanke på hanteringsmöjligheterna.</p> <p>Utgående från utredningen finns det för tillfället betydande utmaningar i anslutning till hanteringskapaciteten för avfall från industrin och handeln i Finland som innehåller rikligt med organiskt material, i synnerhet då det gäller avfall lämpat för energiutnyttjande eller kemisk återvinning. Den inhemska mottagnings- och lagringskapaciteten för dessa avfall utnyttjas maximalt, vilket på kort sikt förutsätter ökad export och ökad kapacitet för energiutnyttjande. Även nya återvinningsapplikationer bör mer aktivt utvecklas och tas i bruk.</p> <p>Idag är efterfrågan på avfallsbaserat återvinningsmaterial på återvinningsmarknaderna ytterst svag såväl inom energiproduktion som på marknaderna för råmaterial för återvinning. Vid årsskiftet 2017–2018 förbjöd Kina dessutom import av avfallsplast från utlandet. En del av även det finska plastförpackningsavfallet från handeln och industrin har tidigare transporterats till Kina för återvinning. Den svaga efterfrågan på återvinningsmaterial tillverkade av avfall från industrin och handeln syns i hanteringscentralerna som ökat lagringsbehov, vilket ytterligare har ökat den växande mängden avfall som kommer till behandling till följd av den blomstrande ekonomin och byggboomen samt renovering och således även mängden återvinningsmaterial som produceras</p>		
<b>Förläggare</b>	Miljöministeriet		
<b>Distribution/ beställningar</b>	Elektronisk version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Beställningar: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>		

## Description sheet

<b>Published by</b>	Ministry of the Environment	12.10.2018	
<b>Authors</b>	Jutta Laine-Ylijoki, Malin zu Castell-Rüdenhausen, Tommi Kaartinen, Janne Kärki, Tuula Pellikka, Henna Punkkinen, Heidi Saastamoinen, Margareta Wahlström and Maija Pohjakallio		
<b>Title of publication</b>	Report on the situation of the treatment capacity of certain wastes and rejects and the market of some waste-based materials in Finland		
<b>Series and publication number</b>	The Finnish Environment 21/2018		
<b>ISBN PDF</b>	978-952-11-4812-5	<b>ISSN (PDF)</b>	1796-170X
<b>Website address (URN)</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4812-5">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4812-5</a>		
<b>Pages</b>	52	<b>Language</b>	Finnish
<b>Keywords</b>	waste treatment, capacity, energy recovery, rejects, landfilling, recycling		
<p><b>Abstract</b></p> <p>This report, commissioned by the Ministry of the Environment, is concerned with the situation of the treatment capacity of certain important types of wastes containing organic material and rejects and the market of some recycled materials from waste in Finland. The main focus in the work was on the characteristics of wastes and materials and, on the general level, on the techno-economic framework conditions and their impacts in terms of waste treatment options.</p> <p>Based on the study, at present there are significant challenges in Finland regarding the treatment capacity of wastes from the industrial and trade sectors containing organic material that are specifically suited to energy recovery or chemical recycling. The domestic reception and storage capacity of such wastes is now at its maximum, which in the short term means that the exports and energy recovery capacity must be increased. More active development and introduction of applications for recovery is also needed.</p> <p>At the moment the demand for recycled materials from waste in both energy production and recycled raw material market has been weak. In addition, China banned the imports of waste plastics from abroad in the beginning of 2018. Finland was among the countries that transported part of the plastic packaging waste from industry and trade to be recycled in China. The weak demand for recycled materials made from waste generated in the industrial and trade sectors is reflected as a growing need for storage capacity at treatment stations. Another reason for this is the growing volume of waste to be treated and, thus, volume of recycled materials produced resulting from the growth in our national economy and boom in building activities and renovation building.</p>			
<b>Publisher</b>	Ministry of the Environment		
<b>Distributed by/ publication sales</b>	Online version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Publication sales: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>		





# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto ja työn tavoite</b> .....	9
<b>2</b>	<b>Valikoitujen orgaanispiitoisten jätteen ja kierrätysmateriaalien nykykäsittely ja haasteet</b> .....	11
2.1	Erilliskerätyt ja syntypaikkalajitellut jätteet .....	14
2.1.1	Rakennus- ja purkujäte .....	14
2.1.2	Syntypaikkalajiteltu, tuotepäinen PVC- ja lujitemuovijäte .....	14
2.1.3	Erilliskerätty paalattu muovipakkajäte (mm. 20 03 01, 15 01 02, 20 01 39) .....	16
2.1.4	Välpejäte sekä sadevesi- ja hiekanerotuskajäte (mm. 19 08 01, 19 08 02).....	17
2.2	Jätteen mekaanisen käsittelyn rejektit .....	18
2.2.1	Rakennus- ja purkujätteen mekaanisen käsittelyn rejektit .....	18
2.2.2	Metallipitoisen jätteen käsittelyn kevytjakeet (SLF, shredder light fraction).....	20
2.3	Kiinteät jättepolttoaineet (Solid Recovered Fuel, SRF).....	21
<b>3</b>	<b>Jätteen käsittelyn ja kaatopaikka-sijoituksen viitekehys</b> .....	23
3.1	Jätteen kierrätys- ja käsittelylaitokset Suomessa .....	23
3.2	Jätteen käsittelystä valikoiduissa kohdemaissa.....	25
3.2.1	Ruotsi .....	25
3.2.2	Viro .....	26
3.3	Kaatopaikat ja kaatopaikkakelpoisuus.....	26
3.4	Orgaanisten jätteen ja rejektien kaatopaikalle sijoittaminen.....	28
<b>4</b>	<b>Energiahödyntämisen viitekehys</b> .....	30
4.1	Päästöihin liittyvä lainsäädäntö .....	30
4.2	Jätteen ja jäteperäisten polttoaineiden energiakäyttö.....	33
4.3	Polttolaitokset ja polttoainemarkkinat.....	34
4.4	Kiinteät polttoaineet monipolttoaine-laitoksilla .....	36
4.5	Jätteen ja jäteperäisten polttoaineiden käytön haasteet.....	37
<b>5</b>	<b>Yhteenveto ja johtopäätökset</b> .....	39
5.1	Orgaanisten jätemateriaalien käsittelymahdollisuudet .....	39
5.2	Suomen energiähödyntämiskapasiteetti ja kierrätysmateriaalien kysyntä .....	40
5.3	Jatkotoimenpide-ehdotuksia ja suosituksia.....	42
	<b>Lähteet</b> .....	44
	<b>Liitteet</b> .....	44
	Liite 1. Jätteen termisen käsittelyn ja energiähödyntämisen reunaehdot .....	46
	Liite 2. Suomen jätteenpolttolaitokset.....	48



# 1 Johdanto ja työn tavoite

Työn taustalla on jätehuollon nykytilanne, jossa jätteiden kierrätystavoitteet tiukentuvat edelleen. Tavoitteisiin pääseminen edellyttää erilliskeräysvaatimusten tarkentamista sekä uuden lajittelu- ja käsittelykapasiteetin luomista. Kierrätysmateriaalien kysyntään ja jätteenkäsittelykapasiteetin riittävyyteen liittyy tällä hetkellä tiettyjä haasteita, joita ovat mm.:

- Kierrätysmateriaalien kysyntä teollisuudessa ja energiantuotannossa on pysynyt vähäisenä.
- Tiettyjä jätteitä sekä kierrätysmateriaaleja kertyy toimijoiden varastoihin, jolloin viranomaiset mm. ELY-keskukset joutuvat harkitsemaan valvontatoimia.
- Kaikille kierrätyskelvottomille jättejakeille tai rejekteille ei löydy tällä hetkellä riittävästi energiahyödyntämis- tai jatkokäsittelykapasiteettia.
- Jätteenkäsittelyn kapasiteettipula vaikuttaa käsittelyn hinnoitteluun, jätteiden liikkuvuuteen sekä sitä kautta myös polttoaine- ja materiaali-markkinaan ja toimijoiden uuden kapasiteetin/teknologioiden investointihalukkuuteen ja heikentää siten toiminnan ennustettavuutta koko toiminta-/arvoketjussa.

Tässä työssä selvitettiin ympäristöministeriön toimeksiannosta eräiden keskeiseksi arvioitujen orgaanispitoisten jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen materiaalin markkinan tilannetta Suomessa. Tarkastelu kohdistui tässä lähinnä jätteiden ja materiaalien ominaisuuksiin sekä yleisellä tasolla käsittelytavan teknisiin reuna-ehtoihin sekä niiden vaikutuksiin käsittelymahdollisuuksien kannalta.

Työssä keskityttiin erityisesti jätteen mekaanisen käsittelyn rejektien sekä erilliskeräyksen tai kierrätyksen sekalaisten jätevirtojen, mm. kertaluonteisten PVC-jätteiden, käsittelykapasiteetin tilanteeseen. Lisäksi tarkasteltiin jäteperäisten materiaalien osalta mm. SRF:n (solid recovered fuel ts. jäteperäinen polttoaine) sekä tietyn osin erilliskerätyn muovijäteen markkinan tilannetta.

Työ pohjautui joiltain osin SYKE:ssä meneillään olleeseen Kaatopaikkakiellon vaikutukset -hankkeessa saatuihin tietoihin (Korhonen et al. 2018). Kyseisessä hankkeessa on selvitetty orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon piirissä olevia orgaanisia jätejakeita ja niiden määriä. Työssä käytettiin lisäksi saatavilla olevaa, julkista tietoa mm. ympäristölupiin liittyen sekä käytiin keskusteluja toimijoiden sekä jäte- ja energia-alan että polttoainemarkkinoiden asiantuntijoiden kanssa.

## 2 Valikoitujen orgaanispitoisten jätteiden ja kierrätysmateriaalien nykykäsittely ja haasteet

Ympäristöministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta tässä keskityttiin erityisesti alla oleviin orgaanispitoisiin jätteisiin ja kierrätysmateriaaleihin, joiden käsittelykapasiteetin riittävyyteen ja kysyntään katsottiin liittyvän tällä hetkellä kansallisestikin laajamittaisempia haasteita mm. määrään, ominaisuuksiin tai markkinan tilanteeseen liittyen. Jätteet ovat myös sellaisia, joiden kaatopaikkasijoitukselle on haettu työn tilaajalta saatujen tietojen mukaan runsaasti poikkeuslupia. Ympäristöministeriö on kesällä 2018 myös julkaissut orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon soveltamisesta muistion, jossa mm. täsmennetään kaatopaikkasijoituksen poikkeuslupien hakemisen ja myöntämisen perusteita (Ympäristöministeriö 2018).

Jäte tai jäteteräinen kierrätysmateriaali	Määrä Suomessa vuodessa	Muuta
<b>Rakennus- ja purkujäte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vuonna 2015 yhteensä 15,06 Mt (Tilastokeskus, 2017), josta:</li> <li>- vaarallista jätettä 0,19 Mt</li> <li>- tavanomaisia tai vaarallisia maa-aineksia 13,3 Mt</li> <li>- rakentamisessa ja purkamisessa syntyviä mineraalijätteitä 1,2 Mt</li> <li>- puujätteitä 0,28 Mt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rakennusjätteestä hyödynnettiin 1,7 Mt, mistä kaatopaikalle 0,25 Mt vuonna 2011 (Tilastokeskus, 2013)</li> <li>- 8 suurimman rakennusjätettä käsittelevän käsittelylaitoksen ympäristölupien mukainen kapasiteetti 0,68 Mt vuodessa</li> <li>- Rakennus- ja purkujätteen käsittelykapasiteetin on arvioitu olevan Suomessa riittävä. (Wahlström et al. 2015)</li> <li>- Pieni määrä sekalaista rakennus- ja purkujätettä kuljetetaan Viroon lajitteluun ja kierrätykseen. (Wahlström et al. 2015)</li> <li>- Suomeen tuodaan hyvin vähäisiä määriä PCB:tä sisältävää purkujätettä (Wahlström et al. 2015)</li> </ul>
<b>Syntypaikkalajiteltu, tuoteteräinen PVC- ja lujitemuovijäte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PVC-jätteen kokonaismäärä noin 30 000 t (Euroopan komissio 2000; Poropudas 2011)</li> <li>- Lujitemuovijätteen kokonaismäärä noin 10 000 t, josta tuotantojätettä 2 000 t, ja loput peräsin käytöstä poistuvista tuotteista (Blom &amp; Duvfa, 2016)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sijoitettu pääosin kaatopaikalle</li> <li>- Halogeenit, erityisesti kloori sekä usein erikoinen palakoko energiahyödyntämisen haasteena</li> </ul>
<b>Välpejäte sekä sadevesi- ja hiekanerotuskaivojäte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arvio välpejätteen kokonaismäärästä noin 4 000–5 000 t vuodessa HSY:n alueen määriin perustuen (HSY 2018)</li> <li>- Arvio hiekanerotusjätteen kokonaismäärästä 1 500–2 000 t vuodessa HSY:n alueen määriin perustuen (HSY 2018)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sadevesi- ja hiekanerotuskaivojäte sijoitettu ilmeisesti pääosin kaatopaikalle</li> <li>- Välpejätteessä orgaanisen aineksen pitoisuus ts. hiilipitoisuus on korkea, mutta energiahyödyntämisen kannalta siirtokuorma-, varastointi- ja syöttötekniikat tai käytänteet laitoksilla eivät sovellu hygieniariskin omaaville materiaaleille.</li> <li>- Hiekanerotuskaivojätteen orgaaninen aines pääosin maaperän humuksesta</li> </ul>
<b>Rakennus- ja purkujätteen mekaanisen käsittelyn rejektit</b>	<p>130 000 t–270 000 t (kun syntyvän määrän arvioitu olevan 20–40 % suurimpien rakennusjätettä käsittelevän käsittelylaitoksen ympäristölupien mukaisesta kapasiteetista 0,68 Mt)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luokan 19 12 jätteitä kaatopaikalle 25 600 t ja hyödyntämiseen noin 185 000 t (SYKE, 2018). Huom! jättemäärät saattavat sisältää muitakin jätteitä kuin rakennus- ja purkujätteen mekaanisen käsittelyn rejektejä.</li> <li>- Rejektejä ei ole tiettävästi viety ulkomaille hyödynnettäväksi eikä loppukäsiteltäväksi.</li> <li>- Orgaanista ainetta jätteeseen tulee mm. kuiduista ja puusta niiden hienontuessa riittävästi prosessissa.</li> <li>- Käsiteltävässä jätteessä myös kipsi- eli kalsiumsulfaattipohjaista jätettä mm. rikkoutuneita kipsilevyjä ja niiden palasia, mikä käsittelyssä edelleen hienontuu pölyksi ja kontaminoi laitteistoja ja rejektit.</li> <li>- Orgaanisen aineksen määrä vaihtelee, mutta yleensä kokonaisorgaaninen hiili (TOC) jäänee tekniikaltaan korkeamman tasoissa laitoksissa 5–10 %:n väliin (ts. hiilipitoisuus energiahyödyntämisen kannalta usein alhainen).</li> <li>- Rikin pitoisuus ja sitä kautta myös sulfaatin liukoisuus on usein merkittävä, mikä haasteellista sekä kaatopaikkasijoituksen että energiahyödyntämisen kannalta.</li> </ul>

SELVITYS ERÄIDEN JÄTTEIDEN JA REJEKTIEEN KÄSITTELYKAPASITEETIN SEKÄ  
MUUTAMAN JÄTEPERÄISEN MATERIAALIN MARKKINAN TILANTEESTA SUOMESSA

<p><b>Metallipitoisen jätteen mekaanisen käsittelyn kevytjäte (SLF, shredder light fraction)</b></p>	<p>SYKEN arvion mukaan kevytjätettä syntyy vuosittain noin 70 000 t (Ympäristöministeriö, 2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orgaanisen aineksen määrä 15–30 % tekniikasta ja raekoosta riippuen</li> <li>- Käsittelemätöntä SLF-jätettä (ent. fluffijäte) ei enää toimiteta kaatopaikalle.</li> <li>- Energiahyödyntämiseen valmistettu karkea SLF lienee menekkihaasteiden vuoksi lähinnä välivarastoituna.</li> <li>- SLF-hienoaines sijoitetaan pääosin kaatopaikalle.</li> </ul>
<p><b>Kierrätyspolttoaineet (Solid Recovered Fuel, SRF)</b></p>	<p>Suurimmat valmistajat: Kuusakoski Oy, Lassila &amp; Tikanoja Oyj, Remeo Oy, Stena Recycling Oy ja Delete Oy, Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy ja Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy. Arviota vuosittain valmistettavasta kierrätyspolttoaineen määrästä ei ollut mahdollista muodostaa tämän työn yhteydessä.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suomessa, Saksassa ja Ruotsissa on Euroopan suurin CHP- (combined heat and power) ja voimalaitoskapasiteetti SRF:n hyödyntämiseen (Nasrullah, 2015)</li> <li>- Lahti Energian jätteenpolttolaitoksessa (Kymijärvi II) SRF pääpolttoaineena</li> <li>- Suomessa 7 rinnakkaispolttolaitosta, jotka voisivat käyttää SRF:ää merkittäviä määriä, ja 19 laitosta, jotka voisivat käyttää 5–30 % murskattuna muiden polttoaineiden seospolttaineena. (Pöyry Management Consulting, 2015)</li> <li>- Menekki ollut viime vuosina vähäistä, minkä vuoksi väli-varastointia.</li> </ul>
<p><b>Erilliskerätty paalattu muovipakkajäte</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kotitalouksien erilliskerättyä muovipakkajätettä (2017) keräyspisteverkon ja kiinteistökeräyksen kautta n. 7 000 t (Hämeen Sanomat, 10.2.2018)</li> <li>- Erilliskerättyä kaupan ja teollisuuden muovipakkajätettä (2016) 12 500 t (Uusiouutiset, 2017).</li> <li>- PET-pulloja 12 600 t PALPA:n keräysjärjestelmän kautta (PALPA, 2017)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pääosa hyödynnetään energiana muun jätteen seassa niin, että vuonna 2015 muovipakkajätteen kierrätysaste oli 24 %, ja hyödyntämisaste 89 % (Pirkanmaan ELY, 2017)</li> <li>- Osa kaupan ja teollisuuden muovipakkajätteistä on aiemmin kuljetettu Kiinaan kierrätettäväksi.</li> <li>- Fortum on ainoa kuluttajapakkausten laajamittaista mekaanista kierrätystä harjoittava yritys Suomessa. Kapasiteetti 10 000 t/a (Hämeen Sanomat, 10.2.2018)</li> <li>- L&amp;T Muoviportti kierrättää kaupan ja teollisuuden muovipakkajätettä, erityisesti muoviteollisuuden tuotantorejektejä (Suomen Uusiomuovi Oy, 2018).</li> <li>- Puolet kierrätykseen tulevista PET-pulloista hyödynnetään kotimaassa Pramia Plastic:n toimesta, puolet kuljetetaan ulkomaille (Helsingin Sanomat, 5.5.2018).</li> <li>- Muovin mekaanista kierrätystä hankaloittavat mm. muovin heterogeenisyys ja kontaminaatiot sekä kierrätystuotteiden heikko markkina.</li> <li>- Muovipaalien energiahyödyntäminen ilman seospolttaineita haastavaa liian korkean lämpöarvon vuoksi.</li> </ul>

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan em. jättejakeiden ja jätteperäisten materiaalien nykytilannetta jakeittain yksityiskohtaisemmin.

## 2.1 Erilliskerätyt ja syntypaikkalajitellut jätteet

### 2.1.1 Rakennus- ja purkujäte

*(mm. 17 09 04, 19 12 04, 20 01 39, 17 06 01, 20 03 99, 19 12 12, 19 12 04, 20 03 01, 20 01 39, 02 03 04, 03 01 05, 17 01 07, 17 05 04, 17 05 08, 17 02 01, 17 06 04, 10 11 03, 19 05 03, 17 02 03, 17 09 44, 17 03 02, 17 08 02, 07 02 13, 16 01 19)*

Rakennus- ja purkujäte syntyy rakennuksen tai muun kiinteän rakennelman uudisrakentamisessa, korjausrakentamisessa ja purkamisessa, maa- ja vesirakentamisessa tai muussa vastaavassa rakentamisessa. Rakennus- ja purkujätteet koostuvat moninaisista jätteistä, joista Valtioneuvoston asetuksen jätteistä (179/2012) mukaan jätteen haltijan tulee järjestää erilliskeräys ainakin betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteille, kipsipohjaisille jätteille, kyllästämättömille puujätteille, metallijätteille, lasijätteille, muovijätteille, paperi- ja kartonkijätteille sekä maa- ja kiviainesjätteille.

Vuonna 2015 rakennusjätettä syntyi 15,1 Mt, josta vaarallista jätettä oli 190 000 t. Kokonaisjättemäärästä noin 88 % on tavanomaisia tai vaarallisia maa-aineksia, 8 % rakentamisessa ja purkamisessa syntyviä mineraalijätteitä ja 2 % puujätteitä. (Tilastokeskus 2017).

Rakennusjätteestä hyödynnettiin tai toimitettiin esikäsittelyyn hyödyntämistä varten vuonna 2011 yli 1,7 Mt, josta noin 250 000 t päätyi kaatopaikalle sellaisenaan ja sekajätteen mukana jonkin verran enemmän (Tilastokeskus, 2013). Väliaikaisvarastoidun jätteen määrästä ei ole tietoja. Kahdeksan suuren kotimaisen sekalaista rakennusjätettä käsittelevän laitoksen yhteenlaskettu vuosikapasiteetti on niiden ympäristölupien mukaan noin 680 000 t. Nämä laitokset käsittelevät myös muuta kuin rakennusjätettä. Jätteen syntypaikalla tapahtuvaa esikäsittelyä tehostamalla olisi toimijoiden mukaan mahdollista päästä vieläkin suurempaan käsittelykapasiteettiin.

Vuonna 2015 rakennus- ja purkujätteen käsittelykapasiteetti Suomessa on arvioitu riittäväksi (Wahlström et al. 2015).

### 2.1.2 Syntypaikkalajiteltu, tuoteperäinen PVC- ja lujitemuovijäte

*(mm. 20 03 01, 20 01 39, 02 01 04, 07 02 13, 12 01 05, 15 01 02, 16 01 19, 17 02 03, 17 02 04\*, 19 12 04)*

PVC-muovia esiintyy erimuodoissaan teollisuus- ja kuluttajatuotteissa sekä näin ollen yhdyskuntien sekajätteessä. Lisäksi sitä muodostuu yksittäisinä kertajäte-erinä teollisuudessa ja rakentamisessa mm. epäkurantteina tuote-erinä ja ylijäämämaterialleina sekä purkutoiminnan jätteenä. PVC-muovia on kahden tyyppistä: ns. pehmeää ja kovaa PVC:tä. Pehmeä PVC sisältää kierrätyksen kannalta kriittisiä määriä ftalaatteja.



Lujitemuovijäte on pääosin lasikuidulla lujitettua kertamuovia, yleensä polyesterihartsia (Blom & Duvfa, 2016). Lujitemuovijäte on pääosin kertaluonteista ja tuoteperäistä. Sitä syntyy mm. käytöstä poistetuista veneistä, valokuitukaapeleista ja tuulimyllyistä. Jätteen palakoko on usein suuri tai olomuoto käsittelyn kannalta hankala, minkä vuoksi mekaaninen käsittely on haastavaa tai vaatii erikoislaitteistoja tai -osaamista. Palokoon pienentämisen yhteydessä syntyy myös runsaasti hienoainesta ja (lasi)kuitumaista materiaalia. Orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon myötä lujitemuovijätteen kaatopaikkasijoitus on nykyään kielletty (Blom & Duvfa, 2016).

PVC-jätteen määrää ei raportoida erikseen jätetilastoissa. Jätettä syntyy useilta toimialoilta sekä lisäksi myös yhdyskuntajätteessä. Tilastotietojen puuttuessa määrän arvioinnissa on käytetty saatavilla olevia, kuitenkin verrattain vanhoja kirjallisuustietoja. Esimerkiksi Euroopan komission (2000) arvion mukaan Suomessa syntyi vuosittuuhannen vaihteessa noin 30 000 tonnia PVC-jätettä vuosittain. Poropudas (2011) on puolestaan arvioinut tuotannossa ja asennusvaiheessa syntyvän, ns. pre-consumer -jätteen määräksi 1 000–3 000 tonnia vuodessa, ja käytöstä poistuneen, ns. post-consumer jätteen määräksi 25 000–30 000 tonnia.

Lujitemuovijätettä syntyy Suomessa noin 10 000 tonnia vuosittain. Määrästä noin 2 000 tonnia on lujitemuoviteollisuuden tuotantojätettä ja 8 000 tonnia on peräisin käytöstä poistuvista tuotteista. Käytöstä poistuvista tuotteista reilut 3 000 tonnia on teollisuuden laitteistoja, 3 500 tonnia kotitalouksien jätettä, ja 1 500 tonnia peräisin käytöstä poistuvia liikennevälineitä. Edellisten lisäksi lasikuituteollisuus tuottaa arviolta 2 000 tonnia lasikuitulujitejätettä vuosittain. (Blom & Duvfa, 2016)

Lujitemuovijätteen mekaaninen kierrätys on Suomessa hyvin harvinaista, sillä tiettävästi vain yksi yritys on käyttänyt lujitemuovijätettä tuotteidensa raaka-aineena. Pääasiassa lujitemuovijätteet on aiemmin sijoitettu kaatopaikalle, ja pienempi osa jätteestä on päätyntä energiahyötykäyttöön. Suurin osa lujitemuovijätteestä on kuitenkin peräisin teollisuudesta, ja olisi näin ollen ohjattavissa suoraan kierrätyspolttoaineen valmistukseen. Esimerkiksi lujitemuovijätteen käyttöä sementinvalmistuksen raaka-aineena on selvitetty. (Blom & Duvfa, 2016)

Myös PVC-jäte on tällä hetkellä pääosin sijoitettu kaatopaikalle. PVC-muovijätteen ja muun muoviperäisen kuin biohajoavan muovijätteen kaatopaikkasijoitusta ei sinällään pidetä normaaleissa kaatopaikkaolosuhteissa ympäristöriskien kannalta ongelmallisena (Anon., 2000; Austria, 2008). Myöskään biohajoavuus tai reaktiivisuus eivät yleensä ole este kaatopaikkasijoitukselle. Lähinnä haasteet voivat liittyä mahdollisiin yllättäviin tilanteisiin, kuten kaatopaikkapaloihin, joissa myrkyllisiä kaasuja, kuten kloorikaasuja PVC-jätteestä, voi vapautua (Costner, 2005). Tanskassa pehmeää PVC-jätettä sijoitetaan kaatopaikalle sellaisenaan ja ainoastaan kova PVC-jäte ohjataan mekaaniseen kierrätykseen (Miljøstyrelsen, 2001; Miljøstyrelsen, 2015).

Kaatopaikkasijoituksessa muovin energia- ja ainesisältö jää kuitenkin hyödyntämättä. Energiasisällön hyödyntäminen on kuitenkin suurempien muovierien osalta haasteellista, sillä vastaanottajaa termiselle hyödyntämiselle ei ole helppo löytää tai osoittaa. Jäteperäisten polttoaineiden, ml. muovi, energiahyödyntämisen haasteita on käsitelty luvussa 4.5.

### 2.1.3 Erilliskerätty paalattu muovipakkausjäte (mm. 20 03 01, 15 01 02, 20 01 39)

Muovipakkausjäte on tuottajavastuun alaista jätettä. Pakkausasetuksen (518/2014) mukaan kuluttajapakkauksille tulee olla vähintään 500 alueellista keräyspistettä ja yrityspakkausille vähintään 30 vastaanottotermiinaalia joihin käytettyjä pakkauksia saa palauttaa veloitusetta. Keräyspisteverkostosta huolehtii Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy. Tällä hetkellä yrityspakkauskerätään yli 60 vastaanottotermiinaalissa (Suomen Uusiomuovi Oy, 2018) ja kuluttajapakkausjätteille on noin 530 keräyspistettä. Alkuvaiheessa kuluttajapakkausjätteen keräysverkoston avulla on tavoitteena kerätä noin 6 000 tonnia muovipakkausjätettä vuosittain, mutta teoriassa verkoston kapasiteetti mahdollistaisi lähes 15 000 tonnin vuosittaisen keräyksen. Lisäksi muovipakkausjätteitä kerätään kiinteistökohtaisesti kuntien ja jätehuoltoyritysten toimesta esimerkiksi HSY:n ([www.hsy.fi](http://www.hsy.fi)) ja Jätekuoron toiminta-alueilla (Jätekuoro, 2017).

Muovipakkausjätteisiin kuuluu sekä fossiilisia että biopohjaisia materiaaleja ja ne voidaan jaotella alkuperänsä perusteella kotitalousjätteisiin sekä elinkeino toiminnan jätteisiin. Karkeasti jaoteltuna noin 30 % markkinoille saatetuista muovipakkausista menee teollisuuden, kaupan, alkutuotannon ja muiden institutionaalisten toimijoiden käyttöön. Samoin noin 30 % muovipakkausjätteestä tulee em. lähteistä, jolloin kuluttajapakkausten sekä pakkausjätteiden osuudeksi jää noin 70 %. Kuluttajapakkausihin kuuluvat kotitalouksissa käytettyjen pakkausten lisäksi muun muassa hotelli- ja ravintola-alan pakkaukset sekä PET-pullot. (Merta et al. 2012)

Muovipakkausjätteitä syntyy kaupan, teollisuuden ja kotitalouksien lisäksi myös maataloudessa. Muovipakkausten tuottajayhteisö Suomen Uusiomuovi Oy:n (2018) mukaan muovipakkausihin kuuluvat: ”kaikki tuotteen ympärillä olevat pikarit, vuoat, pussit, kääreet ja kelmut, pehmusteet (esim. styrox), kuljetuslaatikot, muovihihnat pakkausten ja lavojen kiinnittämiseen, tynnyrit jne. Myös uudelleen käytettävät laatikot, pullot, rullakot, kuormalavat yms. ovat pakkauksia.” Tärkeimmät muovipakkausissa käytetyt muovityypit ovat PE-LD, PE-HD, PP, PS, PET ja PVC (Plastics Europe, 2018).

Pirkanmaan ELY:n (2017) pakkausjätetilastojen mukaan vuonna 2015 Suomessa syntyi muovipakkausjätettä yhteensä 116 530 tonnia. Mikäli 70 % pakkausjätteestä oletetaan kuluttajapakkausiksi, syntyi kotitalouksissa sekä hotelli- ja ravintola-alalla pakkausjätettä noin 82 000 tonnia, ja 35 000 tonnia jätteestä oli peräisin kaupan ja teollisuuden alalta.

Vuonna 2016 erilliskerättiin 12 500 tonnia kaupan ja teollisuuden muovipakkausjätettä ja 2 600 tonnia kotitalouksilta peräisin olevaa jätettä (Uusiouutiset, 2017). Lisäksi PET-pulloja kerättiin 12 600 tonnia Suomen Palautuspakkaus PALPA:n keräysjärjestelmän kautta, mikä vastaa noin 92 %:a käytössä olleista PET-pulloista (PALPA, 2017). Vuonna 2017 kotitalouksien erilliskerättyä muovipakkausjätettä kerättiin keräyspisteverkon kautta vajaat 6 000 tonnia ja kiinteistökeräys mukaan lukien reilut 7 000 tonnia (Hämeen Sanomat, 10.2.2018).

Käytännössä suurin osa muovipakkausjätteestä päätyy kuitenkin vielä nykypäivänä sekajätteen joukossa energiahyödyntämiseen. Vuonna 2015 muovipakkausjätteen kierrätysaste oli 24 %, ja hyödyntämisaste 89 % (Pirkanmaan ELY, 2017). Näinkin korkea kierrätysaste on todennäköisesti saavutettu lähes pelkästään PET-pulloja ja kaupan ja teollisuuden muovipakkausjätteitä kierrättämällä, sillä nykyinen kuluttajapakkausten kierrätysjärjestelmä ei ollut toiminnassa vielä vuonna 2015.

Suomessa muoveja kierrätetään tällä hetkellä pitkälti mekaanisin menetelmin, jolloin niiden kemiallinen koostumus ei muutu. Mekaaninen kierrätys soveltuu yksittäisten muovilaatujen ja suhteellisen puhtaiden muovien käsittelyyn, joten menetelmä vaatii erilaisia esikäsittelyprosesseja, kuten eri muovilaatujen erotusta ja pesua. Koska kaupan ja teollisuuden jäte on yleisesti ottaen kuluttajilta kerättyä jätettä homogeenisempaa ja puhtaampaa, soveltuu se paremmin mekaanisesti kierrätettäväksi kuin kuluttajapakkausjäte, joka koostuu usein monista eri materiaaleista ja monikerroskalvosta, ja sisältää erilaisia kontaminaatioita, kuten esimerkiksi ruuan tähteitä, kosteutta, ja tarroista peräisin olevia liimoja. Muovipaalien suora energiahyödyntäminen on haastavaa korkean lämpöarvon vuoksi.

Jatkossa muovipakkausten teknologiakehityksen osalta keskeistä olisi panostaa pakkausten ekosuunnitteluun sekä kierrätykseen liittyvien teknologioiden, erityisesti heterogeenisille pakkauksille soveltuvien menetelmien kehittämiseen. Kierrätystä tehostaisi mekaanisen kierrätyksen rinnalla myös kemiallinen kierrätys, jossa muovi palautetaan kemiallisesti takaisin lähtöaineikseen eli monomeereiksi tai johonkin välimuotoon kuten vahaksi tai nestemäisiksi hiilivetytuotteiksi. Tällainen kierrätys on osa (petro)kemianteollisuutta, joka vaatii riittäviä määriä jätepakkauksia raaka-aineeksi, sekä erityisesti uusien markkinoiden syntymisen tukemista ja luomista. Kemiallinen kierrätys voidaan kuitenkin nykyinsäädännön mukaan katsoa kierrätykseksi vain, jos lopputuote käytetään hyödyksi raaka-aineena (ei polttoaineena).

#### **2.1.4 Välpejäte sekä sadevesi- ja hiekanerotuskaivojäte (mm. 19 08 01, 19 08 02)**

Yhdyskuntajätevesien käsittelyssä syntyvä välppäjäte (19 08 01) koostuu kotitalouksien orgaanisesta aineesta sekä hygieniatuotteista, kuten hiuksista, paperista, muovista, kangaskuiduista, terveysiteistä, kondomeista ja pumpulipuikoista. Välppäyksessä ja siivilöinnissä syntyvien jätteiden kokonaisorgaanisen hiilen (TOC) pitoisuus on 30–50 % (SYKE, 2018).

Välppäjätteen hygieniasyyt estävät siirtokuormausta ja varastointia. Välppäjäte tulisi ensisijaisesti toimittaa poltettavaksi, mineraaliset aineet kuitenkin alentavat sen polttoarvoa ja lisäävät tuhkan määrää. Kaikkien laitosten luvat eivät myöskään salli ao. tyyppisen jätteen vastaanottoa. Lajittelun tai muun käsittelyn jälkeen jäljelle jäävä mineraalinen tai polttoon soveltumaton jae on mahdollista sijoittaa kaatopaikalle.

Sadevesi- ja hiekanerotuskaivojäte (19 08 02) on kaivoista imuautoilla poistettavaa sekä jätevedenpuhdistamon hiekanerotuksessa syntyvää jätettä. Se sisältää pääosin hiekkaa sekä roskaantumisesta johtuen kuitua, metallia ja lasia sekä sadeveden mukana huuhtoutunutta orgaanista ainesta. Kokonaisorgaanisen hiilen (TOC) pitoisuus on alle 10 prosentin luokkaa (SYKE, 2018). Esikäsiteltynä hiekanerotushiekkaa voidaan sijoittaa kaatopaikalle, mikäli se täyttää kaatopaikkakelpoisuusvaatimukset.

Luokkien 19 08 01 ja 19 08 02 jätemäärätietoja ei ollut saatavilla valtakunnan tasolla. HSY:n alueella syntyvien määrien perusteella voidaan karkeasti arvioida koko Suomen välpejättemääräksi 4 000–5 000 tonnia vuodessa ja sadevesi- ja hiekanerotuskaivojätteen määräksi 1 500–2 000 tonnia vuodessa.

19 08 -luokan jätettä (jätevedenpuhdistamoissa syntyvät jätteet, joita ei ole mainittu muualla) ei juurikaan ole hyödynnetty. Kaatopaikalle sitä sijoitettiin vuonna 2017 noin 1 500 t.

## 2.2 Jätteen mekaanisen käsittelyn rejektit

Metalli- ja muovirikkaiden jakeiden, sekä jäteperäisen polttoaineen tuottamiseen tähtäävän mekaanisen jätteenkäsittelyn rejektit syntyvät mm. murskaukseen, seulontaan sekä magneetti- ja pyörrevirtaerotukseen perustuvista käsittelyistä. Rejektit sisältävät alkupe-  
räästä riippuen sekalaisesti kipsilevy- ja keraamimurua, eriste- ja tekstiilikuituja, pahvia, kiviä, lasin- ja muovinpaloja, purua, metallia, hiekkaa ja hienoainesta. Seula-alitetta syntyy erityisesti rakentamisen ja purkamisen jätteiden mekaaniseen käsittelyyn ja erityisesti murskaukseen perustuvan käsittelyprosessin eri vaiheissa.

### 2.2.1 Rakennus- ja purkujätteen mekaanisen käsittelyn rejektit

(19 12 12)

Orgaanista ainetta jätteeseen tulee mm. kuiduista ja puusta niiden hienontuessa riittävästi prosessissa. Orgaanista ainetta jätteeseen tulee myös kipsilevyjen taustapaperista. Kipsi-  
tuoteteollisuuden mukaan noin 10 % kipsijätteen painosta tulee kipsilevyn taustapaperi-  
kerroksesta. Näin ollen orgaaninen hiili (TOC) ja liukoinen orgaaninen hiili (DOC) saattavat

joissain tapauksissa olla kaatopaikkasijoituksen kannalta merkityksellisiä. Jätteen orgaanisen aineksen pitoisuus vaihtelee merkittävästikin käsiteltävän jätteen laadusta ja heterogeenisuudesta sekä käsittelyprosessin teknologiasta riippuen.

Rakentamisen ja purkamisen jätteissä on usein myös mukana kipsi- eli kalsiumsulfaatti-pohjaista jätettä, esimerkiksi rikkoutuneita kipsilevyjä ja niiden palasia, mikä käsittelyssä edelleen hienontuu pölyksi ja kontaminoi laitteistoja. Tästä johtuen rikin pitoisuus näissä rejekteissä ja sitä kautta myös sulfaatin liukoisuus niistä on usein merkittävä.

Käytetyn teknologian tasosta ja syötemateriaalin laadusta riippuen rejektejä syntyy arviolta 20–40 % prosessiin syötetyn jätteen määrästä. Kun kahdeksan suuren sekalaista rakennusjätettä käsittelevän laitoksen yhteenlaskettu vuosikapasiteetti on niiden ympäristölupien mukaan noin 680 000 t, rejektejä arvioidaan syntyvän noin 130 000 t–270 000 t vuosittain.

Rakennus- ja purkujätteen mekaanisessa käsittelyssä syntyvien rejektien jatkoreittien jakauma ei ole tiedossa. Luokan 19 12 jätteiden mekaanisessa käsittelyssä (kuten lajittelussa, murskaamisessa, paalauksessa ja pelletoinnissa) syntyvät jätteet, joita ei ole mainittu muualla) - jätteitä sijoitettiin Suomen Ympäristökeskukselta saadun tiedon mukaan vuonna 2017 kaatopaikalle 25 600 t ja hyödynnettiin noin 185 000 t. Luokan 19 12 jätemäärät saattavat sisältää muitakin jätteitä kuin rakennus- ja purkujätteen mekaanisen käsittelyn rejektejä, mutta määrät ovat linjassa yllä olevan kappaleen arvion kanssa. Rejektejä ei ole tietävästi viety ulkomaille hyödynnettäväksi eikä loppukäsiteltäväksi.

Jos kipsipohjaisia materiaaleja ei eroteta jo syntypaikalla tai purkamisen yhteydessä, tai viimeistään ennen jätteen syöttämistä murskausvaiheeseen, on kipsin ja sitä kautta sulfaattirikin erottaminen prosessissa murskauksen jälkeen teknisesti haastavaa, jopa mahdollonta sen hienontuessa prosessissa. Lisäksi kipsipöly likaa laitteiston pitkäksi aikaa, jolloin kipsipölyä löytyy myös muista linjaston materiaaleista tai siinä käsitellyistä materiaaleista. Kipsipöly myös kuormittaa laitoksen ilmanpuhdistuslaitteistoja. Myös kipsiin kiinnittyneen taustapaperin erottaminen on haastavaa. Kipsipölyn määrää ja siten sulfaatin liukoisuutta voidaan prosessissa murskauksen jälkeen torjua jätteistä enää lähinnä pesuteknologioilla. Niissä haasteeksi tulee veden erotus, mikä on kipsipohjaisen jätteen kohdalla erityisen hankalaa. Lisäksi pesuprosessissa sulfaatti joutuu vesifaasiin, jolloin suolapitoisen pesuveden hallinta aiheuttaa lisähaasteen.

Termisen käsittelyn kannalta mekaanisen käsittelyn rejektien laatuvariaatio on suuri. Pieni energiatiheys ts. hiilipitoisuus kasvattaa polttoaineen varastointi- ja kuljetustilan tarvetta ja syöttölinjastojen kapasiteettia. Myös pieni palakoko, pölymäisyys ja hienoaines, ts. keveys, saattavat aiheuttaa palamisen siirtymiseen osittain tulipesän yläosissa, mikä nostaa hiilimonoksidin ja hiilivetyjen pitoisuuksia savukaasussa. Lisäksi rejektien usein sisältämä

rikki kuten myös kloori ja fluori kuormittavat savukaasunpuhdistusta kasvattaen HCl-, HF- ja SO<sub>2</sub>-päästöjä, mikä taas lisää poltossa tarvittavien lisäaineiden määrää. Lisäksi em. halogeenit rikastuvat termisen käsittelyn kiinteisiin jätteisiin ts. tuhkiin ja kuoniin lisäten näin niiden käsittelykustannuksia ja heikentäen niiden jatkokäyttömahdollisuuksia.

## 2.2.2 Metallipitoisen jätteen käsittelyn kevytjakeet (SLF, shredder light fraction)

(19 10 04, 19 12 10, 19 12 12, 19 10 03\*)

Esikäsitellyn metallipitoisen jätteen teollisen mittakaavan kierrätystoimintaan liittyvän murskausprosessin jälkeisessä ilmaerotuksessa syntyy metallirikas raskasjake sekä metalliköyhä, orgaanispitoinen kevytjake (ns. Shredder light fraction, SLF tai Shredder residue, SR). Metallirikas jake ohjataan edelleen erilaisten erotusprosessien kautta jatkojalostukseen metalliteollisuudessa ja SLF-kevytjakeet on loppusijoitettu kaatopaikalle tai mahdollisuuksien mukaan energiahyödyntämiseen. (Vermeulen et al., 2011; Inglezakis & Zorpas, 2009).

Suomessa toimii seitsemän suurta metallipitoisen jätteen mekaaniseen käsittelyyn ja kierrätykseen keskittynyttä murskauslaitosta: Kuusakoski Oy:llä on neljä laitosta sekä Stena Recycling Oy:llä, Kajaanin Romu Oy:llä ja Eurajoen Romu Oy:llä kullakin yksi. Lisäksi on muutama pienempi murskainlaitos, joissa myös syntyy SLF:n tyyppistä orgaanispitoista rejektiä. Syötteenä näissä murskaamoissa käytetään esikäsiteltyä metallipitoista jätettä, kuten teollisuuden sekapeltiä ja -terästä, isokokoista sähkö- ja elektroniikkaromua ja rakennus- ja purkujätteen metallipitoisia fraktiota sekä esikäsiteltyjä romuajoneuvoja. Suomen ympäristökeskuksen arvion mukaan orgaanispitoista lähinnä kuitu-, tekstiili-, puu- ja muovipurua sisältävää SLF:ää syntyy Suomessa vuosittain noin 70 000 tonnia (Ympäristöministeriö, 2015).

Suomessa SLF-jätettä on edelleen seulottu sen orgaanisen aineksen vähentämiseksi ja energiahyödyntämisen mahdollistamiseksi. Seulomalla SLF-jätteestä saadaan tuotettua karkeampi jake energiahyödyntämiseen sekä useimmiten kaatopaikalle toimitettava hienoaainesjake.

Seulomatonta SLF-jätettä ei Suomessa juurikaan enää toimiteta kaatopaikalle. Karkeaa SLF-jatetta on ollut haastavaa saada käyttöön polttolaitoksille. Haasteet markkinoilla ovat pitkälti samat kuin muillakin kierrätyspolttoaineilla (ks. SRF, luku 2.3.1). SLF-hienoaineen hiilipitoisuus ts. lämpöarvo taas on kovin alhainen (tehollinen lämpöarvo 4,47 MJ/kg ja TOC < 18 %), minkä vuoksi SLF-hienoaineen käsittelylle ei ole ollut näköpiirissä kaatopaikkasijoitusta korvaavaa, teknistaloudellisesti toimivaa ratkaisua (vrt. AVI Päätös Nro 342/2015/1 Dnro ESAVI/6744/2015: [https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/Lisatiedot.aspx?Asia\\_ID=1227397](https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/Lisatiedot.aspx?Asia_ID=1227397)).

## 2.3 Kiinteät jätepolttoaineet (Solid Recovered Fuel, SRF)

Kiinteät jätepolttoaineet (SRF) ovat erilaisia teollisuuden, yritysten ja yhdyskuntien synty- paikkalajiteltuja, kuivia ja polttokelpoisia materiaaleja sellaisenaan tai niistä valmistettuja polttoaineita. Niillä korvataan lämpö- ja voimalaitoksissa tai muissa termisissä prosesseissa käytettäviä kiinteitä polttoaineita. SRF koostuu yleensä useista eri jätefraktioista, mm. muovi, puu, paperi, pakkaukset, alumiinifolio. Energiakäyttöön parhaiten soveltuvat kaupan ja teollisuuden pakkaus-, paperi- ja muovijätteet sekä rakennusjätteet. Yhdyskuntajät- teistä voidaan metalli- ja lasijätteen erottelun jälkeen hyödyntää parhaiten kuivat jätteet. (Alakangas et al., 2016)

Kierrätyspolttoaineita valmistetaan mm. tuotannossa syntyvistä jätteistä, kotitalouksien energiajätteestä, kaupan- ja teollisuuden jätteestä, rakennus- ja purkujätteestä, puhdistam- olietteestä jne. (EN 15359; Nasrullah, 2015). Suurin osa SRF:stä on valmistettu kaupan ja teollisuuden, erityisesti rakentamisen ja purkamisen jätteestä. Talouden ja sitä kautta myös rakentamisen elpymisen vuoksi on vastaanottoaikoille viime aikoina tullut paljon jätettä käsiteltäväksi kierrätyspolttoaineeksi.

Keskeiset yksityisen sektorin kierrätyspolttainetuottajat vuonna 2012 olivat mm. Kuusa- koski Oy, Lassila & Tikanoja Oyj, SITA Finland Oy (nyk. Remeo Oy), Stena Recycling Oy ja Delete Oy (entinen Toivonen yhtiöt). Kunnalliset jätehuoltoyritykset, kuten Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy ja Loimi-Hämeen jätehuolto Oy tuottavat myös SRF:ää pääosin yhdyskun- tien energiajätteestä. (Heino, 2012).

SRF:n ominaisuudet vaihtelevat raaka-aineen alkuperän ja materiaali-koostumuksen mu- kaan (Alakangas et al., 2016):

Palakoko	63–300 mm
Kosteus	5–30 %
Tuhka	1–16 % kuiva-aineessa
Haihtuvat aineet	70–86 % kuiva-aineessa
Kalorimetrinen lämpöarvo	20–40 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo:	17–37 MJ/kg kuiva-aineessa
Muut parametrit	C (hiili): 48–75 p-% k.a H (vety): 5–9 p-% k.a N (typpi): 0,2–0,9 p-% k.a S (rikki): 0,05–0,20 p-% k.a Cl (kloori): 0,03–0,7 p-% k.a

Suomessa, Saksassa ja Ruotsissa on Euroopan suurin sähkön- ja lämmön yhteistuontanto- ja voimalaitoskapasiteetti SRF:n hyödyntämiseen (Nasrullah, 2015). Lahti Energian jätteenpolt- tolaitos (Kymijärvi II) käyttää kiinteää jätepolttainetta pääpolttainena. Lisäksi Suomessa

on seitsemän rinnakkaispolttolaitosta jotka käyttävät kiinteää jätepolttoainetta merkittäviä määriä (Alholmens Kraft/Pietarsaari, Adven/Kauttua, Finnsementti/Parainen, Metsä Board/Simpele, Pankaboard/Pankakoski, Stora Enso Publication Papers/Anjala, Porin Prosessivoima/Kaanaa), ja 19 laitosta jotka voivat käyttää 5–30 % kiinteää jätepolttoainetta murskattuna muiden polttoaineiden seospolttoaineena. (Pöyry Management Consulting, 2015)

SRF:n kysyntä markkinoilla on viime aikoina ollut erittäin heikkoa, sillä monipolttoainelaitokset ts. rinnakkaispolttolaitokset voivat melko vapaasti käyttää kulloinkin edullisimpia ja parhaiten energiantuotantoon soveltuvia polttoaineita. SRF:lle vaihtoehtoisten polttoaineiden, kuten purun ja puuhakkeen, hinta on tällä hetkellä kilpailukykyinen. Tähän vaikuttaa erityisesti uusiutuville, suoraan metsästä tuleville polttoaineille suunnatut ohjaukset mm. syöttötariffit ja verokohtelu (ks. luku 4).

SRF:n laatu ja ominaisuudet vaihtelevat verrattuna muihin polttoaineisiin, eivätkä laatuvaatimukset täyty aina pitkäkestoisesti. SRF:n käytöstä aiheutuu myös lisäkustannuksia polttolaitoksille, sillä sen käsittelyä varten tarvitaan erilliset polttoaineen vastaanotto-, säilytys- ja syöttölaitteet. Myös laitteistojen huollon tarve on suurempi verrattuna, esimerkiksi turpeen polttoon. Haasteena on lisäksi laitojen lähiympäristön mahdollinen negatiivinen suhtautuminen jätteen rinnakkaispolttoon.

Jätteenpolton lainsäädäntö voidaan myös kokea toiminnanharjoittajan taholta monimutkaiseksi ja haastavaksi. Jätteiden rinnakkaispolttolaitokset kuuluvat rinnakkaispolttoa koskevien suurten polttolaitosten BAT-päätelmien soveltamisalaan, jos niiden kapasiteetti on yli 3 t/h tavanomaisia jätteitä tai yli 10 t/d vaarallisia jätteitä, ja jos niiden polttoaineteho on vähintään 50 MW yhteinen piippu -sääntö huomioon ottaen. Näihin laitoksiin sovelletaan rinnakkaispolttoa koskevia päätelmiä (erityisesti BAT 60–71). Erityisesti huolta herättää mm. HCl-päästörajoihin liittyvä tulkinta luvituksessa. Kierrätyspolttoaineita käyttävien rinnakkaispolttolaitoksen lentotuhkat ja petihiekat eivät lisäksi kuulu Valtioneuvoston asetuksen ”eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (843/2017) piiriin, mikä vaikeuttaa niiden hyödyntämistä.



## 3 Jätteen käsittelyn ja kaatopaikka- sijoituksen viitekehys

### 3.1 Jätteen kierrätys- ja käsittelylaitokset Suomessa

Suomessa toimii sekä kuntien omistamia seudullisia/alueellisia jätteenkäsittelylaitoksia että yksityisten yritysten omistamia hyödyntämis- ja käsittelylaitoksia. Valtakunnallisen jätesuunnitelman taustaraportissa arvioidaan, että vuonna 2015 Suomessa oli 300 jätteperäistä polttoainetta (SRF) mekaanisesti valmistavaa laitosta, jotka vastaanottivat yhteensä 840 000 tonnia jätettä kiinteän jättepolttoaineen valmistukseen (Ympäristöministeriö, 2017a). Käsittävät jätteet näissä ovat peräisin pääosin teollisuudesta, rakentamisesta ja yhdyskunnista (rakennuspuuta, pakkauksia (muovi, pahvi ja puu), risuja, oksia ja kantoja sekä kalusteita).

Lisäksi Suomessa on ainakin kolme suuremman mittakaavan mekaanista erottelulaitosta, jotka käsittelevät yhdyskunnista peräisin olevaa sekajätettä. Varkauden Riikinvoiman leijukerroskattilan pääpolttoaine on yhdyskuntajäte, josta valmistetaan laitoksen yhteydessä olevalla käsittelylinjastolla polttoainetta. Käyttöönottovuonna (2016) laitoksella hyödynnettiin energiana noin 130 000 tonnia polttoaineeksi käsiteltyä yhdyskuntajätettä (liite 2). Fortum Waste Solutionsin mekaanis-biologisen erottelulaitoksen kapasiteetti on 100 000 tonnia sekajätettä (Rinki, 2018) ja Päijät-Hämeen Jätehuollon mekaanisen erottelulaitoksen kapasiteetti on 65 000 tonnia (PHJ, 2018).

Riihimäellä toimiva Fortumin muovijalostamo on ainoa Suomessa toimiva ison mittakaavan kuluttajamuovipakkausjätteiden kierrätyslaitos. Jalostamo kierrättää kuluttajilta sekä kaupalta ja teollisuudelta erilliskerättyä muovipakkausjätettä, maatalouden muovipakkausjätettä, että myös yhdyskuntajätteestä jalostamalla erotettua muovia. Kierrätetystä muovista valmistetaan uusiomuovigranulaatteja sekä muoviprofiilia (Uusiouutiset, 2017). Kierrätykseen kelpaamaton rejekti, eli noin 30 % kierrätykseen tulevasta pakkausmuovista hyödynnetään energiana (Helsingin Sanomat, 5.5.2018). Jalostamon kapasiteetti on 10 000 t/a (Hämeen Sanomat, 10.2.2018).

Myös L&T Muoviportti kierrättää kaupan ja teollisuuden muovipakkausjätettä, vaikka onkin pääasiassa keskittynyt muoviteollisuuden tuotantorejektin kierrätykseen (Suomen Uusiomuovi Oy, 2018). Lisäksi kierrätykseen tulevista PET-pulloista valmistetaan kotimaassa Pramia Plastic:n toimesta kierrätysmuovituotteita (<https://www.pramiaplastic.fi>). Ilmeisesti PET-pulloja on kuljetettu myös ulkomaille.

Suomessa kierrätys- ja käsittelykeskusten kierrätysmateriaalien tuotanto-, varastointi-, jakelu- /myyntimääristä eikä markkinatilanteesta ei ole saatavilla julkisia tietoja. Kiinteiden jätepolttoaineiden kysyntä energiantuotannossa on ollut heikkoa (ks. 2.3.1), vaikka Suomessa toimii noin parikymmentä jätteen rinnakkaispolttolaitosta ja lisäksi Lahdessa toimii merkittävä jätepolttoainetta hyödyntävä laitos. Teknistaloudellisten syiden lisäksi kierrätyspolttoaineiden heikkoon kysyntään vaikuttanee jätehuollon etusijajärjestys ja siten energiakäytön heikko asema jätteen kierrätys- ja käsittelyvaihtoehtona. Heikko kysyntätilanne heijastunee käsittelykeskuksissa varastointitarpeen kasvuna. Talouden elpyminen sekä vilkas rakentaminen ja korjausrakentaminen lienee myös kasvattanut käsiteltävän jätteen määrää ja näin tuotetun kierrätyspolttoaineen määrää.

Myös muiden käsittelykeskuksissa tuotettujen kierrätysraaka-aineiden, kuten paalattun muovijätteen suuren mittakaavan raaka-ainekysyntä on ollut heikkoa, esimerkiksi (petro)kemianteollisuudessa. Tässä erityisesti kemikaali-energia -rajoituksen epäselvyydet suhteessa etusijajärjestykseen sekä jätteenpolton määrittely voidaan kokea markkinoilla toimivien taholta monimutkaiseksi ja haastavaksi. Markkinan kehittymiselle ei myöskään ole onnistuttu vielä luomaan, ainakaan muovin kemiallisen kierrätyksen osalta, riittäviä edellytyksiä tai jätteenkäsittelyn kannalta hyväksyttäviä olosuhteita. Merkittävä osa kaupan ja teollisuuden muovipakkausjätteitä on myös aiemmin kuljetettu Kiinaan kierrätettäväksi. Vuodenvaihteessa 2018 Kiina kuitenkin kielsi jätemuovin tuonnin ulkomailta (Eduskunta, Maa- ja metsätalousvaliokunta 2018), ja on mahdollista, että muoveja on tämän jälkeen varastoitu paalattuina odottamaan vaihtoehtoista käsittelytapaa tai energiahyödyntämistä.

Biologisissa käsittelylaitoksissa käsitellään yhdyskuntien ja teollisuuden biojätteitä ja puhdistamolietteitä. Vuonna 2016 Suomessa oli 194 kompostointilaitosta, joista suurin osa oli aumakompostointilaitoksia (165 kpl) ja loput (29 kpl) perinteisiä kompostointilaitoksia; biokaasulaitoksia oli 63 kpl. Biokaasulaitokset voidaan jakaa yhteiskäsittelylaitoksiin, maatilalaitoksiin sekä jätevedenpuhdistamojen laitoksiin. Uudet suunnitteilla tai rakenteilla olevat biologiset käsittelylaitokset ovatkin suurimmaksi osaksi biokaasulaitoksia. Kompostointi on jäämässä mädätetyn jätteen jälkikäsittelyksi, aumakompostointi onkin jo pääosin jätevesilietteiden jälkikompostointia. Biojätteestä etanolia valmistavia laitoksia oli Suomessa viisi vuonna 2016. Näistä yksi laitos käyttää etanolin valmistukseen yhdyskuntien biojätettä, muut neljä pääasiassa elintarviketeollisuuden jätteitä. (Ympäristöministeriö, 2017a)

Biokaasulaitosten mädätettä muodostuu Suomessa vuosittain noin puoli miljoonaa tonnia ja puhdistamolietettä noin miljoona tonnia (Marttinen et al., 2017). Niiden materiaalihyödyntäminen on uudenlaisten haasteiden edessä markkinoiden edellyttäessä yhä puhtaampia ravinnetuotteita ja lannoitevalmisteita. Puhdistamolieteperäisten lannoitetuotteiden käyttöä on jo rajattu imagoriskien vuoksi ja tämä vaatii jatkossa uusia ratkaisuja monien lietteiden käsittelylle ja materiaalihyödyntämiselle. Sama koskee tiettyjen lietteiden biokaasutuksen mädätettä.

## 3.2 Jätteen käsittelystä valikoiduissa kohdemaissa

### 3.2.1 Ruotsi

Ruotsissa yhdyskuntajätettä vastaanottaa 35 jätteenpolttolaitosta (sis. rinnakkaispoltto), joiden yhteiskapasiteetti on 6,7–7 Mt, sekä 6 teollisuuden polttolaitosta joiden kokonaiskapasiteetti on 1,6 Mt. Ruotsi tuo jätettä poltettavaksi, ensisijaisesti Irlannista, Norjasta ja Iso-Britanniasta (UK). Vaikka jätteenpolttolaitosten kapasiteetti on korkeampi kuin maan oma tarve, niin lisää kapasiteettia on suunnitteilla tuonnin kasvattamiseksi, mutta myös vanhojen laitojen alasajon mahdollistamiseksi sekä tulevaisuuden kasvavien jätevirtojen käsittelykapasiteetin varmistamiseksi. Rakenteilla olevat polttolaitokset tulevat toiminaan täysin markkinaehtoisesti ja tavoitteena on tuoda halpaa jätettä/polttoainetta EU-alueelta. Ruotsiin tuodaan paljon jätettä, koska tämä on halvin saatavilla oleva polttoaine sähkön ja lämmön yhteistuotantoon ja kaukolämmön tuotantoon. Ruotsissa polttolaitosten ylikapasiteetin ja jätteen tuonnin on myös todettu edistävän jätteen kierrätystä, koska polttolaitosten porttimaksu on kohonnut tuontijätteen/polttoaineen halvemman hinnan ansiosta sekä materiaalikäsittelyn rejekteille on löytynyt energiahyödyntämiskapasiteettia. (SMED, 2017)

Vuonna 2016 Suomesta vietiin Ruotsiin 43 000 t jätettä poltettavaksi, josta suurin osa oli kierrätyspolttoainetta (SRF) ja yhdyskuntien sekajätettä (19 12 10, 20 03 01). Noin 15 000 t oli metallikierrätyksen kevytjätettä SLF:ää (SYKE 2018). Ruotsiin vietiin myös jätettä metallikierrätykseen (R4) vuonna 2016 vajaa 9 000 t, josta noin 1 000 t oli sähkö- ja elektroniikkaromua (SER) ja loput metallinkierrätyksen NF (Non-Ferrous) -jätettä (SYKE 2018). Ruotsiin tuodaan paljon metallipitoista jätettä muualtakin kuin Suomesta maan merkittävään rauta- ja terästuotantoon.

Ruotsissa on kuluttajamuovipakkausjätteen keräys- ja käsittelyjärjestelmä, jossa suurin osa kerätyistä pakkausjätteestä lähetetään Saksaan käsiteltäväksi. Esimerkiksi, rakennus- ja purkujätteen, SER:in ja romuautojen (ELV) muovifraktioille ei ole tarkkaan määriteltyä käsittelykanavaa, eikä eikä julkisia tietoja jakeiden käsittelystä löytynyt tämän selvityksen puitteissa.

### 3.2.2 Viro

Virossa on yksi yhdyskuntajätteen polttolaitos, joka polttaa jätettä noin 250 000 t vuodessa. Lisäksi Virossa on yksi SRF:ää hyödyntävä sementtiuuni, jonka kapasiteetti on 25 000 t (Viron ympäristöministeriö, 2017). Viroon tuodaan vuosittain jätettä poltettavaksi Suomesta, UK:sta ja Irlannista. UK:ssa ja Irlannissa ei ole tarpeeksi omaa yhdyskuntajätteen polttokapasiteettiä, joten jätettä viedään sellaisiin maihin, joissa on ylikapasiteettiä. Yhdyskuntajätteestä valmistettua SRF:ää viedään UK:sta ja Irlannista lähinnä Tanskaan, Viroon, Saksaan, Alankomaihin ja Ruotsiin.

Suomesta vietiin vuonna 2016 Viroon poltettavaksi 11 000 t sekalaista yhdyskuntajätettä (20 03 01) ja 85 000 t SRF:ää. Lisäksi Suomesta vietiin vuonna 2016 Viroon 65 000 t rakennus- ja purkujätettä (15 01 01, 15 01 02, 15 01 03, 15 01 06, 17 09 04, 19 12 10, 19 12 12) käsiteltäväksi. (SYKE 2018)

## 3.3 Kaatopaikat ja kaatopaikkakelpoisuus

Vuonna 2016 Suomessa oli 350 toiminnassa olevaa kaatopaikkaa, joista 164 oli maan-kaatopaikkoja, tavanomaisen jätteen kaatopaikkoja oli yhteensä 113 kpl, joista julkisia oli 47 kpl ja yksityisiä 66 kpl. Yli puolet kaatopaikoista on julkisen tahon ylläpitämiä. (Ympäristöministeriö, 2017a).

**Taulukko 1. Vuonna 2016 toiminnassa olleet kaatopaikat kaatopaikan ylläpitäjätahon mukaan (Ympäristöministeriö, 2017a).**

Kunta tai kuntayhtymä	129
Kunnallinen jätehuoltoyhtiö	42
Muu julkinen	7
Teollisuus	115
Muu yksityinen	57
<b>Yhteensä</b>	<b>350</b>

Valtioneuvoston asetuksessa (VNa 331/2013) esitetty kaatopaikkakelpoisuusmenettely ja siihen liittyvä perusmäärittely koskee kaikkia kaatopaikalle sijoitettavia jätteitä. Lisäksi perusmäärittelyssä on arvioitava jätteen käyttäytymistä ko. kaatopaikan olosuhteissa. Kelpoisuuden tutkimista kokeellisin menetelmin ei sovelleta yhdyskuntajätteisiin eikä laadultaan tai ominaisuuksiltaan sen kaltaisiin jätteisiin eikä eräisiin muihin jätteisiin kuten asbestijäte. Jätettä ei saa laimentaa tai sekoittaa muuhun jätteeseen tai aineeseen vain

kaatopaikalle hyväksyttävälle jätteelle asetettujen kelpoisuusvaatimusten täyttämiseksi. Asetuksen mukaisesti kaatopaikalle ei hyväksytä mm. (<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331#Pidp450598736>):

- nestemäistä jätettä;
- jätettä, joka voi olla kaatopaikkaolosuhteissa räjähtävää, syövyttävää, hapettavaa, syttyvää tai helposti syttyvää;
- jätettä, joka voi olla tartuntavaarallista;
- käytöstä poistettuja auton, työkoneen tai muun ajoneuvon renkaita tai niiden silppua pl. rengassilppun hyödyntämistä kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerroksen yläpuolella olevissa rakenteissa;
- jätettä, joka ei täytä ao. kaatopaikalle annettuja kelpoisuusvaatimuksia.

Tavanomaisen jätteen kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerroksen alla olevaan jätetäyttöön tai rakenteeseen hyväksytään vain sellaista tavanomaista jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC) tai hehkutushäviönä (LOI) on enintään 10 prosenttia. Tämä ei koske mm. seuraavia jätteitä:

- energiantuotannossa tai jätteen polttamisessa syntyvä lento- tai pohjatuhka, jos sen liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuus on alle 800 milligrammaa kilogrammassa määritettynä nesteen ja kiinteän aineen suhteessa 10 litraa kilogrammaa kuiva-ainetta kohden joko jätteen omassa pH:ssa tai pH:ssa 7,5–8;
- pilaantunut maa-ainesjäte, pilaantunut ruoppausjäte tai asbestijäte, jos se sijoitetaan erillään muista jätteistä;
- sivutuoteasetuksessa tarkoitetut eläimistä saatavat sivutuotteet, jos se on välttämätöntä eläintautien torjumiseksi;
- metsäteollisuudessa massan valmistuksessa syntyvä soodasakka tai keräyspaperin siistauksessa syntyvä liete;
- tavanomaisen jätteen kaatopaikalle yhdessä kipsipohjaisen jätteen kanssa hyväksyttäviä tavanomaisia jätteitä;
- tavanomaisen jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa hyväksyttäviä tavanomaisen jätteitä;
- tavanomaisen jätteen kaatopaikalle hyväksyttäviä eräitä asbestijätteitä.

Tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltuja kipsipohjaisia jätteitä hyväksytään vain tavanomaisen jätteen kaatopaikan sellaiseen osaan, johon ei sijoiteta biohajoavaa jätettä. Näille kipsipohjaisen jätteen kanssa samaan osaan sijoitettavaan tavanomaiseen jätteeseen sovelletaan asetuksen liitteen 3 taulukon 4 mukaisia raja-arvoja ts. orgaanisen hiilen kokonais-

määrä (TOC) saa olla enintään 5 % ja liuennut orgaaninen hiili (DOC) 800 milligrammaa kilogrammassa määritettynä nesteen ja kiinteän aineen suhteessa 10 litraa kilogrammaa kuiva-ainetta kohden joko jätteen omassa pH:ssa tai pH:ssa 7,5–8.

Kipsipohjaiselle jätteelle ei ole kaatopaikkakäsittelyn osalta esitetty selkeitä kriteereitä, mutta sulfaatin liukoisuus kipsistä ts. kalsiumsulfaatista on noin 1 500–2 000 mg/l eli L/S-suhteessa 10 sulfaatin liukoisuus on välillä 15 000–20 000 mg/kg. Jos sulfaatin liukoisuus on yli 20 000 mg/kg, kyseessä on tällöin muita liukoisempia sulfaatteja (mm. kalium, natrium, magnesium). Toisin sanoen kipsipohjaisen jätteiden kaatopaikkakäsittelyyn liittyvät, edellä kuvatut riskit voivat esiintyä jo, kun sulfaatin liukoisuus jää alle tavanomaisen epäorgaanisen kaatopaikalle esitetyn kriteerin (20 000 mg/kg L/S-suhteessa 10), jota on meillä yleisesti sovellettu rajana muillekin tavanomaisen jätteen kaatopaikoille.

Kaatopaikalla valitsemissa anaerobisissa olosuhteissa, jossa hiili- tai rautalähdettä on läsnä, rikkivetyä voi muodostua hyvinkin pienissä liukoisten rikin suolojen pitoisuuksissa (ts. sulfaattipitoisuuksissa) suotovesissä. Esimerkiksi kaivosjätteille on säädetty ”turvalliseksi” sulfidirikkipitoisuusrajaksi pysyväälle jätteelle 0,1 % (Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC. Official Journal L 102 15–33).

Teknisiä haasteita kaatopaikalla aiheutuu myös jätteiden mahdollisesta liettymisestä ja suolojen, kuten sulfaatin liukenemisesta johtuvasta materiaalin epästabiiliteetista mitkä vaikeuttavat kaatopaikan rakentamista ja ylläpitoa. Kaatopaikkasijoituksessa jäterakenteella tuleekin olla riittävä stabiiliteetti sekä läjitys- että käyttövaiheessa. Jos jäte tai materiaali on sekä biohajoavaa että liukenevaa, jätteen pitkäaikaiskäyttämistä ja -riskejä ei voida arvioida ja ennustaa. Kaatopaikkasijoituksen kannalta jätteen haasteena on sen ”reaktiivisuus” eli vaihteleva orgaanisen aineksen (ts. TOC) pitoisuus sekä usein prosessista ja syöttestä riippuen korkea kipsipitoisuus ts. sulfaatin liukoisuus. Kaatopaikalla em. ominaisuudet aiheuttavat vetysulfidin muodostumista, lämpövaihteluita, happamia olosuhteita ja siten metallien kasvavaa liukoisuutta sekä kaasua tuottavaa/sulfaattipitoista suotovettä, joka voi aiheuttaa ongelmia suotoveden käsittelyprosesseihin ja kaatopaikkarakenteisiin sekä korroosiota.

### 3.4 Orgaanisten jätteiden ja rejektien kaatopaikalle sijoittaminen

Tavanomaisen jätteen kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerroksen alla olevaan jätetätöön tai rakenteeseen hyväksytään lähtökohtaisesti, tietyin poikkeuksin (ks. luku 3.3) vain sellaista tavanomaista jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus

määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC) tai hehikutushäviönä (LOI) on enintään 10 prosenttia.

Tässä työssä käsiteltävien erilliskerättyjen jätteiden tai jätteiden käsittelyssä ja kierrätyksessä syntyvien rejektien osalta orgaanisen aineksen osuuden kriteeri saattaa tietyissä tapauksissa ajoittain ylittyä. Mikäli kriteeri ylittyy toistuvammin, voitaisiin näitä jätteitä viranomaisen luvalla mahdollisesti sijoittaa määräaikaista kaatopaikalle seuraavien ehtojen toteutuessa:

- Orgaanisen aineksen osuus on alle 18 %.
- Jätteen määrä ja ominaisuudet eivät mahdollista energiahyödyntämistä mm. liian alhaisen hiilipitoisuuden tai esimerkiksi korkean halogeenien (kloori, bromi tai fluori) pitoisuuden ja/tai liian korkean rikin pitoisuuden vuoksi.
- Näköpiirissä ei ole lyhyellä tähtäimellä kaatopaikkasijoituksen korvaavaa, teknistaloudellisesti toimivaa ratkaisua.

Tuotepäriset ja kertaluonteiset PVC- ja lujitemuovijätteet ei juurikaan aiheuta ongelmia normaaleissa kaatopaikkaolosuhteissa pl. tulipalotilanteissa. Tämän vuoksi käytöstä poistetut, esikäsitellyt puhtaat muovikertaerät voitaisiin hyväksyä kaatopaikalle peitettynä, sillä isompien PVC-jäte-erien tai suurten lujitemuovikappaleiden terminen käsittely on teknisesti monin tavoin haastavaa. Osa pienempikokoisista PVC- ja lujitemuovijätteistä päätyy myös edelleen sekajätteen mukana pieninä erinä termiseen käsittelyyn asianmukaisissa olosuhteissa. Pohjoismaisella ministerineuvostolla on meneillään selvitystyö PVC-jätteisiin liittyen, missä saatetaan antaa uusia suosituksia.

Rakennus- ja purkujätteen mekaanisessa käsittelyssä kipsipohjaiset materiaalit tulisi jatkossa erottaa entistä tehokkaammin muusta jätteestä jo syntypaikalla, purkamisen yhteydessä tai viimeistään ennen jätteen syöttämistä murskaimeen. Näin voidaan jätteen ja sen käsittelystä muodostuneiden rejektien rikki- ja sulfaattipitoisuutta vähentää tehokkaimmin. Kartonkia sisältävien kipsilevyjen poisto ennen murskausta vähentää automaattisesti myös orgaanisen aineksen määrää. Kipsipohjaisten materiaalien erottaminen prosessissa murskauksen jälkeen on teknisesti haastavaa, jopa mahdotonta niiden hienontuessa prosessissa. Lisäksi pöly likaa laitteistot ja kontaminoi muutkin materiaalit. Kipsijätteen tehokkaampi erottelu jo syntypaikalla edellyttää erityisesti toimintatapamuutoksia koko rakennus- ja purkujätteen käsittelyketjussa ja erityisesti syntypaikalla toimivien toimijoiden osalta.

## 4 Energiahyödyntämisen viitekehys

Jätteillä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita energiantuotannossa eli hyödyntää jätteen sisältämä energia lämpönä ja sähkönä. Pöyry Management Consulting (2015) arvioi, että vuonna 2020 fossiilisia polttoaineita korvataan jätteenpoltolla jo 4,2 TWh vuodessa, mikä tarkoittaisi, että 8 % kaukolämmöstä ja 1,5 % sähköstä tuotettaisiin jätteen termisellä käsittelyllä eli polttamalla tai kaasuttamalla. Arinatekniikka on yleisin käytössä oleva polttotekniikka yhdyskuntien jätettä polttavissa laitoksissa, kun taas rinnakkaispolttolaitoksista suurin osa käyttää kerrosleijutekniikkaa (BFB, bubbling fluidized bed) tai kierto-leijutekniikkaa (CFB, circulating fluidized bed). Näiden lisäksi yhdessä yhdyskuntajätteen polttolaitoksessa käytetään kaasutuspolttotekniikkaa.

### 4.1 Päästöihin liittyvä lainsäädäntö

Jätteenpoltto kuuluu EU:n teollisuuden päästöistä annetun direktiivin (IED = Industrial Emission Directive) piiriin. Direktiiviä toteutetaan kansallisesti jätteenpolton ja sen päästöjen osalta noudattamalla jätteen polttamisesta annettua valtioneuvoston asetusta (151/2013). Päästöjen ja haitallisten aineiden muodostumista poltossa hallitaan säätelemällä poltto-olosuhteet siten, että palaminen tapahtuu hallitusti ja puhtaasti. Esimerkiksi primaari- ja sekundaari-ilmajako on optimoitava siten, että palamisilmaa on siellä, missä palamista tapahtuu.

Jätteenpolttoasetuksessa annetaan sekä jätteenpolttolaitoksille että jätteen rinnakkaispolttolaitoksille raja-arvot ilmaan vapautuville päästöille. Rinnakkaispolttolaitosten päästöt määritetään ns. sekoitussäännön avulla. Jätteenpolttoasetus asettaa myös velvoitteita päästöjen jatkuvatoimiselle mittaukselle. Jätteenpolttolaitoksista ja jätteen rinnakkaispolttolaitoksista on mitattava jatkuvatoimisesti seuraavia komponentteja (muutamien poikkeuksin):

- hiukkaset
- CO
- SO<sub>2</sub>



- NO<sub>x</sub>
- HCl
- HF
- TOC
- prosessiparametrit: savukaasun happipitoisuus, paine, lämpötila ja vesihöyrysisältö.

Laitoksen on huolehdittava jatkuvatoimisten analysointilaitteiden laadunvarmistuksesta standardin SFS-EN 14181 avulla. Ko. standardi velvoittaa toiminnanharjoittajaa muun muassa järjestämään vuosittaiset vertailumittaukset laitoksella ulkopuolisen mittajaan kanssa sekä huolehtimaan mittalaitteiden käytönaikaisesta laadusta omien kalibrointien ja huoltojen avulla. Yllä mainittujen komponenttien lisäksi ko. laitoksilla on mitattava laitoksen ensimmäisen käyttöönottovuoden aikana neljä kertaa raskasmetalli- sekä PCDD/F-pitoisuudet. Seuraavina vuosina nämä mittaukset on tehtävä kaksi kertaa vuodessa.

BAT-vertailuasiakirjojen tarkoituksena on edistää ympäristönsuojelua ja yhtenäistää ympäristölupakäytäntöjä EU:ssa. Teollisuuden päästöjä koskevan direktiivin (IE-direktiivi 2010/75/EU) myötä BREFien merkitys teollisuuden ympäristölupaharkinnassa korostuu. Suurin osa BAT-vertailuasiakirjoista on ns. sektori-BREFejä, joita on ensimmäisellä kierroksella valmisteltu IPPC-direktiivin liitteessä 1 mainituille teollisuuden toimialoille. Lisäksi on valmisteltu ns. horisontaali-BREFejä, jotka ovat yhteisiä useille toimialoille. BAT-päätelmät (BAT Conclusions, BATC) ovat BREFien tärkein osa, jossa esitetään päätelmät parhaista käytettävissä olevista tekniikoista, niiden kuvaus, tiedot niiden sovellettavuuden arvioimiseksi, parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan liittyvät päästötasot, siihen liittyvä tarkkailu ja kulutustasot ja tarvittaessa asiaankuuluvat laitoksen kunnostustoimet. BAT-päätelmiä käytetään lähtökohtana IE-direktiivin II luvun soveltamisalaan kuuluvia laitoksia koskevia lupaehtoja määritettäessä.

Euroopan komissio julkaisi suurten polttolaitosten parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT) koskevat päätelmät 17.8.2017, ns. LCP-BAT-päätelmät (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/75/EU mukaisten parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT) koskevien päätelmien vahvistamista suurien polttolaitoksia varten koskeva komission täytäntöönpanopäätös, (EU) 2017/1442). Tällä tavoitellaan laadukkaan polttotekniikan käyttöönoton lisäksi mm. sitä, että savukaasuille on määritelty päästörajat, ne puhdistetaan perusteellisesti ja monivaiheisesti ja tuhka käsitellään niin, että siitä ei ole haittaa ympäristölle.

Velvoittavat päästövaatimukset annetaan laitoksen ympäristöluvassa. BAT-päästötasot on annettu useimmiten vaihteluväleinä. Vaihteluvälin yläraja on lähtökohtaisesti riittävä, mutta viranomaisen voi asettaa tapauskohtaisesti myös tiukempia raja-arvoja (Novox, 2017). Ympäristöministeriö julkaisi 9.10.2017 kansallisen ohjeistuksen päätelmien soveltamiseksi suurten polttolaitosten ympäristöluvituksessa (ympäristöministeriö 2017b

ja <http://www.ym.fi/download/noname/%7B3F512A40-87B2-4BD4-8B96-13F08E9B-9B77%7D/131238>). Ohjeistuksen liitteessä 3 on esitetty kansallinen tekninen ohjeistus päätelmien soveltamisesta ja täytöntöönpanosta Suomessa. Ohjeistukset täydentävät toisiaan ja ne on tarkoitettu tukemaan BAT-päätelmien soveltamista.

Suurten polttolaitosten BAT-päätelmien soveltamisalaan kuuluvat polttolaitokset, joiden polttoaineteho on yhteinen piippu -sääntö huomioon ottaen vähintään 50 MW. BAT-päätelmiä ei kuitenkaan sovelleta alle 15 MW:n energiantuotantoyksiköihin riippumatta siitä, ovatko ne samalla laitosalueella ja johdetaanko niiden savukaasut yhteiseen piippuun muiden yksiköiden kanssa. Jätteiden rinnakkaispolttolaitokset kuuluvat rinnakkaispoltto koskevien suurten polttolaitosten BAT-päätelmien soveltamisalaan, jos niiden kapasiteetti on yli 3 t/h tavanomaisia jätteitä tai yli 10 t/d vaarallisia jätteitä, ja jos niiden polttoaineteho on vähintään 50 MW yhteinen piippu -sääntö huomioon ottaen. Näihin laitoksiin sovelletaan rinnakkaispoltto koskevia päätelmiä (erityisesti BAT 60–71). Jos vähintään 50 MW:n polttolaitoksessa poltetaan jätteitä vähemmän kuin edellä mainitut määrät, polttolaitos kuuluu LCP BAT-päätelmien soveltamisalaan, mutta laitokseen sovelletaan ainoastaan sen pääpolttoaineen mukaisia päätelmiä. Polttoaineteholtaan alle 50 MW:n rinnakkaispolttolaitokset eivät puolestaan kuulu suurten polttolaitosten päätelmien soveltamisalaan, vaikka ne olisivat direktiivilaitoksia jätteenpolton määrän takia. (Novox, 2017)

Suurten polttolaitosten BAT-päätelmien soveltamisalan ulkopuolelle jäävät varsinaiset jätteenpolttolaitokset. On kuitenkin muistettava, että sekä jätteenpolttolaitoksia että jätteen rinnakkaispolttolaitoksia koskevat jätteenpolttoasetuksen vaatimukset eli asetusta on aina noudatettava, se on minimivaatimus, johon BAT-päätelmät voivat tuoda tiukennuksia. Samoin soveltamisalan ulkopuolelle on jätetty eräät muutkin toiminnat, joita on tarkoitus käsitellä myöhemmin jätteenpolton BAT-päätelmissä. Näitä ovat rinnakkaispolttolaitokset, joissa yli 40 % lämmöstä on peräisin vaarallisesta jätteestä tai joissa poltetaan koko ajan pelkästään jätteitä. (Novox, 2017). Jätteenpolton BREF-dokumentin (WI-BREF) valmistelutyö on parhaillaan käynnissä ja tällä hetkellä arvioidaan, että ko. dokumentti valmistuisi vuoden 2019 lopulla.

Jätteiden rinnakkaispolto on asetettu suurten polttolaitosten BAT-päätelmissä BAT-päästötasot raskasmetalleille sekä orgaanisille yhdisteille (BAT-päätelmät 68,69 ja 71). Rinnakkaispolton muiden päästöjen BAT-päästötasot lasketaan jätteenpolttoasetuksessa (liite 3) esitetyn ns. sekoitussäännön avulla. Laskennassa käytetään tavanomaisesta polttoaineesta muodostuvalle savukaasulle polttoainekohtaisia BAT-päästötasoja. Jätteestä muodostuvalle savukaasulle ei ole toistaiseksi käytettävissä vastaavia BAT-päätelmiä, tämän vuoksi jätteestä muodostuvaa savukaasuosuutta tarkastellaan YSL 53 §:n mukaisten yleisten arviointiperusteiden mukaisesti. Laskennassa voidaan käyttää jätteenpolttoasetuksen mukaisia tasoja. Kun jätteenpolton BAT-päätelmät julkaistaan, siirrytään käyttämään siinä esitettäviä päästötasoja. (Novox, 2017)

## 4.2 Jätteiden ja jäteperäisten polttoaineiden energiakäyttö

Jäteperäisiä polttoaineita poltetaan jätteenpolttolaitoksissa ja rinnakkaispolttolaitoksissa. Jätteenpolttolaitos on tarkoitettu jätteiden termiseen käsittelyyn, josta syntyvää lämpöä voidaan hyödyntää pääasiassa kaukolämmöksi ja sähköksi. Jätteenpolttolaitosten ympäristöluvut myönnetään ensisijaisesti yhdyskuntajätteenpolttoa varten, mutta laitokset voivat myös polttaa ympäristöluvassa määritellyn määrän muita jättemateriaaleja. Jätteenpolttolaitokset perivät polttoon tuotavasta jätteestä porttimaksun, josta tulee suurin osa jätevoimalan tuloista. Nykytilanteessa Suomesta viedään yhdyskuntajätteitä mm. Ranskaan, Ruotsiin, Saksaan ja Viroon (Ympäristöhallinto, 2018), joten yhdyskuntajätettä on ainakin paikallisesti tarjolla yli olemassa olevan jätteenpolttokapasiteetin. Lisäksi osa jätteenpolttolaitoksista (mm. Kotkan Energia, Oulun Energia, Westenergy ja Vantaan Energia) raportoivat polttaneensa jätettä yli ympäristöluvassa määritellyn kapasiteetin. Jätteenpolttolaitokset ovat pääosin kunnan tai paikallisen/paikallisten jätehuoltoyhtiöiden omistuksessa ja kunnilla on jätelain (646/2011) mukainen velvollisuus järjestää jätehuolto alueellaan.

Rinnakkaispolttolaitoksen pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa energiaa. Rinnakkaispolttolaitoksessa käytetään polton kannalta hyvälaatuisia kiinteitä jätteenpolttolaitoksia, yleensä yhdessä muiden polttoaineiden kanssa. Rinnakkaispolttolaitos ostaa polttoaineensa, myös jätteenpolttolaitoksen. Usein osa rinnakkaispolttolaitoksen jättemateriaalista tulee myös prosessista, joka hyödyntää polttolaitoksesta saatavaa energiaa.

Sekalaista ja esikäsittelemätöntä jätettä, kuten yhdyskuntajätettä, voi polttaa sellaisenaan vain arinakattiloilla. Arinapolttolaitoksissa jätteet puretaan bunkkeriin, jossa jätettä sekoitetaan kahmareilla jättemassan homogenisoimiseksi. Kahmareilla voidaan myös poistaa jätteestä suuria partikkeleja. Kahmari siirtää jättemassaa tasaisin väliajoin syöttöjärjestelmään, jonka kautta jäte siirtyy polttoon. Syöttöjärjestelmän tarkoitus on jakaa jättemassa tasaisesti arinarautoille. Jätteen arinapolttossa käytetään yleensä mekaanista arinaa, jonka päällä jättemassa liikkuu edestakaisin, sekoittuu ja palaa tasaisesti. Primääri-ilma syötetään arinarautojen läpi ja säännöstellään arinan eri lohkoille riippuen palamisen vaiheesta. Sekundääri-ilma syötetään arinan päälle ja sen tarkoitus on polttaa vapautuvia kaasuja tulipesässä. Pohjatuhka tippuu arinarautojen läpi ja se jatkokäsitellään mm. erottamalla siitä metallit magneettisesti.

Esikäsiteltyä jätteenpolttolaitosta voidaan polttaa kiertoleiju- tai kerrosleijukattilassa tai kaasutuslaitoksessa. Polttoaine on kuitenkin esikäsiteltävä siten, että partikkelikoko saadaan halutulle tasolle ja samalla voidaan ottaa talteen metalleja, lasia ja muuta epäorgaanista ainesta. Esikäsitely sisältää siis yleensä murskausta ja seulontaa. Polttoaineena voidaan käyttää hyvin erilaisia jättejakeita murskatusta purkupuusta muovisilppuun.

Jätteiden kaasutuksessa käytetään ensisijaisesti leijukerroskaasutusta, jossa esikäsitelty polttoaine syötetään kerrosleiju- tai kiertoleijukaasuttimeen. Kaasuttimeen syötetään leijutusilmana vain 20–35 % täydelliseen palamiseen vaadittavasta happimäärästä, eli kaasutin toimii ns. pelkistävässä kaasukehässä. Kaasuttimen tavoitteena oleva reaktiolämpötila (850–890 °C) säädetään leijutusilman ja polttoainesyötön suhteella. Tuotteena kaasutuksesta saadaan polttokelpoista kaasua, joka voidaan puhdistaa suodattamalla (350–450 °C) ja käyttämällä tarvittaessa erilaisia sorptiomateriaaleja esim. kloorin poistamiseksi. Puhdistus voidaan tehdä myös ns. märkäpesureilla, mutta tällöin prosessin energiatehokkuus on huomattavasti huonompi verrattuna ns. kuumapuhdistukseen. Lopputuloksena saadaan puhdistettua kaasua, joka ei sisällä lainkaan kiintoainesta (tuhkakomponentteja) ja vain hyvin pieniä määriä kaasumaisia epäpuhtauksia. Puhdistettu kaasua voidaan polttaa kaasukattilassa ainoana polttoaineena (Lahti KYVO2 ja Varkaus Corenso) tai se voidaan käyttää rinnakkaispolttoaineena esimerkiksi korvaamaan osa kivihiiivoimalaitoksen fossiilisesta polttoaineesta.

Rinnakkaispolttolaitoksissa käytetään yleisimmin leijukerrostekniikkaa. Leijukerroskattilassa kattilan pohjan (arinan) läpi syötettävä primääri-ilma leijuttaa petimateriaalia, joka on yleensä hiekkaa. Sopivan kokoiseksi murskattu polttoaine (50–100 mm) syötetään leijupetiin ja se palaa petimateriaalin ja lisäaineiden seassa. Kerrosleijukattilassa petimateriaali pysyy kuplivana leijukerrosena, kun taas kiertoleijukattilassa kiintoaine kiertää leijutusilman mukana leijutusilasta ja se palautetaan syklonin kautta uudelleen kiertoan. Sekundääri-ilma syötetään muutama metri arinan yläpuolelle. Leijukerrospoltoissa tuhkaa poistetaan arinarautojen läpi ja savukaasuista.

### 4.3 Polttolaitokset ja polttoainemarkkinat

Suomen jätteenpolttolaitokset jätteenpolttokapasiteetteineen ja polttoainevalikoimineen on koostettu liitteeseen 2. Suomessa toimii yhdeksän yhdyskuntajätteen polttolaitosta, jotka ovat rakennettu erityisesti hyödyntämään energiana sekalainen yhdyskuntajäte (KIVO, 2018). Näiden polttolaitosten ympäristölupien mukainen jätteenpolttokapasiteetti on yhteensä 1,665 M tonnia (KIVO, 2017) ja tämä luvituksen mukainen kapasiteetti on täydessä käytössä. Lisäksi lisäkapasiteetin luvitus on muutamassa laitoksessa käynnissä. Suunnitteilla on lisäksi kaksi uutta vain jätettä käyttävää polttolaitosta, joiden arvioitu kokonaiskapasiteetti olisi 240 000–280 000 t.

Lisäksi Suomessa toimii kaksi jäteperäistä raaka- ja polttoainetta käyttävää sementtiuunia, joissa syntyvä tuhka hyödynnetään prosessin raaka-aineena. Näiden laitosten ympäristölupien mukainen kiinteiden jätteenpolttokapasiteetti on kokonaan käytössä ja lupahakemukset ovat vireillä käyttökapasiteetin nostamiseksi ja polttoainevalikoiman laajentamiseksi.

Suomessa on parinkymmentä jätteen rinnakkaispolttolaitosta, joiden ympäristölupien mukainen polttokapasiteetti vuosittain on ainakin 800 000 tonnia kun em. sementtiunitkin lasketaan mukaan. Käytössä vaikuttaisi olevan vain 0–70 % luvan mukaisesta kierrätyspolttoaineiden enimmäismäärästä. Myös vuosittainen arvio SRF-kulutuksesta on vain noin 300 000–400 000 tonnia (KIVO 2017). Rinnakkaispolttolaitokset tuottavat kuitenkin ensisijaisesti energiaa, joten näissä laitoksissa kierrätyspolttoaineet kilpailevat muiden polttoaineiden kanssa sekä hinnassa että poltettavuudessa.

VTT (Koreneff et al., 2016) listaa skenaariot yleisimpien polttoaineiden verottomaksi hinnaksi laitoksille vuonna 2020 (taulukko 2). Kiinteille jättepolttoaineille ei löydy tilastoista hintatietoja. Laitokset, jotka käyttävät polttoaineenaan myös kiinteitä jättepolttoaineita, neuvottelevat hinnasta jätteenomistajien kanssa. Hinta riippuu jätteen laadusta ja vaihtoehtoisten polttoaineiden hinnasta.

**Taulukko 2.** Polttoaineiden verottomat hinnat joulukuussa 2017 (Tilastokeskus, 2018) ja skenaario hinnaksi vuonna 2020 (Koreneff et al., 2016).

€/MWh	12/2017	2020
Kivihiili	12,13	10
Maakaasu	27,87	27,2
Raakaöljy	-	37,0
Turve	14,80	14
Metsähake	20,58	22,5
Puupelletti	-	35

Lisäksi polttoaineiden kokonaishintaan vaikuttaa verotus. Jätteen energiakäyttöä ei veroteta. Fossiilisten lämmityspolttoaineiden verotus perustuu polttoaineen energiasisältöön ja poltosta syntyvään ominaishiilidioksidipäästöön. Vuonna 2018 lämmityspolttoaineiden verotuksen hiilidioksidikomponenttia korotettiin nostamalla hiilidioksiditonni hinta 58 eurosta 62 euroon. Turpeen veronalennus pidettiin voimassa. Kivihiilen verotusta korotettiin 1,8 €/MWh, nestekaasun 1,4 €/MWh ja raskaan polttoöljyn 1,6 €/MWh. (HE 138/2017 vp, 2018)

Metsähakkeen käyttöä sähköntuotannossa tuetaan syöttötariffijärjestelmällä, jossa suoraan metsästä tulevan metsähakkeen tuki muuttuu päästöoikeuden hinnan muuttuessa ja turpeen veron muuttuessa. Syöttötariffijärjestelmässä sähkön tuottajalle, jonka tuuli-voimala, biokaasuvoimala, metsähakevoimala tai puupolttoainevoimala on hyväksytty järjestelmään, maksetaan määräajan sähkön markkinahinnan tai päästöoikeuden hinnan perusteella muuttuvaa tukea (syöttötariffi) tukeen oikeuttavasta tuotannosta. Tuotantotuen tarkoituksena on lisätä uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantokapa-

siteettia ja parantaa metsähakkeen kilpailukykyä vaihtoehtoisin polttoaineisiin, erityisesti turpeeseen verrattuna. Syöttötariffijärjestelmään voidaan hyväksyä vain uusia voimalaitoksia, jotka eivät ole saaneet muita valtiontukia. Nämä rajoitukset eivät kuitenkaan koske metsähakevoimalaitoksia. Pienemmät uudet puupolttoainevoimalat voivat saada erillistä puupolttoainevoimaloiden syöttötariffia. Sähköntuotannon polttoaineet eivät ole veronalaisia. Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa veroja maksetaan vain polttoainemäärästä, joka saadaan kertomalla hyötylämpö kertoimella 0,9. (Koreneff et al., 2016) Tätä sähkön ja lämmön yhteistuotannon verohelpotusta päätettiin jatkaa vuonna 2018.

Päästökauppadirektiivin mukaan hiilidioksidipäästöjä tuottavan laitoksen on ostettava päästöjään vastaava määrä päästöoikeuksia. EU:n päästökauppainsäädännössä on erityissäädos koskien jätteenpolttolaitoksia. Jätteenpoltto ei kuulu päästökaupan piiriin päästökaupakaudella 2013–2020. Mikäli tilanne muuttuisi, tällä olisi vaikutus jätteen porttimaksuun ja kustannukset liittyen vaadittuun päästöjen tarkkailuun ja raportointiin laitoksilla lisääntyisivät. Jätettä polttavat rinnakkaispolttolaitokset, joiden päätarkoituksena on energiantuotanto, lasketaan kuuluvaksi päästökauppaan. Päästöoikeuksilla käydään kauppaa sekä pörssissä että sen ulkopuolella, mikä määrää päästöoikeuden hinnan. Päästöoikeuksien hinnan ennustetaan kasvavan seuraavan kymmenen vuoden aikana, mikä nostaisi turve- ja hiilituotannon kustannuksia ja vaikuttaa siten positiivisesti SRF:n rinnakkaispoltton talouteen. Polttoaineiden ja päästöoikeuksien hintakehitykseen liittyy kuitenkin aina paljon epävarmuutta. Energian (Energia, 2018) keskiennuste päästöoikeuden hinnaksi vuosille 2022–2023 on noin 18 €/t, kun se oli n. 13 €/tn tasolla keväällä 2018.

Päästöoikeuden hinta on ollut pitkään alle 10 € hiilidioksiditonnilta, mutta viime aikoina hinta on noussut selvästi jopa yli 20 euroon. Lisäksi hallituksen budjettiriihessä on elokuussa 2018 päätetty, että turpeen verotusta tullaan kiristämään. Nämä molemmat tekijät vaikuttavat metsähakkeella tuotetun sähkön tuotantotukeen tukea alentavasti ja voivat muuttaa markkinatilannetta jäteperäisten polttoaineiden osalta.

#### 4.4 Kiinteät polttoaineet monipolttoaine-laitoksilla

Kun käytetään haasteellisia polttoaineita, voi niiden käytöstä aiheutua ongelmia, jotka saattavat nostaa energian tuotantokustannuksia. Kiinteitä polttoaineita käyttävän höyrykattilan muuttuvat kustannukset riippuvat käytettävien polttoaineiden hankintakustannuksien lisäksi kattilan polttoaineensyötön ja palamisprosessin toimivuudesta eli kokonaisuudessaan kattilan käytettävyydestä. Halvinta (€/MWh) polttoainetta tai polttoaineseoitusta ei välttämättä kannata käyttää, jos sen vaikutukset kattilan käytettävyyteen ovat merkittäviä. Huono käytettävyyys on yleensä seurausta polttoaineen käsittelyn ja syötön ongelmista, epästabiilista palamisesta ja/tai tuhkan haitallisesta käyttäytymisestä.

Monia polttoaineita käyttävässä laitoksessa polttoaineiden osuus vaihtelee lämmityskauden eri aikoina ja myös eri vuosien välillä, riippuen etenkin teollisuuden suhdanteista ja polttoaineiden saatavuudesta, hinnasta sekä lämmön ja sähkön tuotantotarpeesta. Käytännössä myös laitoksen käytettävyyden ja ympäristöpäästöjen hallinta rajaavat seossuhteita ja polttoaineiden laatua yhä enemmän. Eri laitostyyppien mahdollisuudet vaihtaa ja käyttää eri polttoaineita vaihtelevat merkittävästi. Näin ollen myös muutokset polttoaineiden hinnoissa tai veroissa vaikuttavat eri tavalla eri laitoksiin. Myös laitoksen ajotapa (sähkön ja lämmön yhteistuotanto, lauhdesähkö, reduktiolämpö) vaikuttaa polttoainekäyttöön. CHP-tuotannossa polttoaineiden kilpailukykyyn vaikuttaa se, tuotetaanko kaukolämpöä vai käytetäänkö lämpö energiantensiivisen teollisuuden veroleikkurin piiriin kuuluvassa toiminnassa.

Monipolttoainelaitokset voivat teoriassa melko vapaasti käyttää kulloinkin edullisimpia ja energiantuotantoon parhaiten soveltuvia polttoaineita. Edes näissä kattiloissa seossuhteita ei kuitenkaan usein voi valita täysin vapaasti, vaan puu- (ja erityisesti jäte-) polttoaineiden seassa on poltettava tietyllä osuudella joko turvetta tai kivihiiltä, jotta vältytään suurimmilta ongelmilta kattilan käytettävyydessä ja komponenttien vaurioilta. Kattiloita tai syöttölaitteistoja ei myöskään välttämättä ole mitoitettu toimimaan suurilla SRF:n osuuksilla. Lisäksi kotimaisten polttoaineiden saatavuus voi rajoittaa nopeita suuria muutoksia polttoaineseoksessa.

## 4.5 Jätteiden ja jäteperäisten polttoaineiden käytön haasteet

Jätteiden ja jäteperäisten polttoaineiden vastaanoton kiinnostavuuteen polttolaitoksilla liittyy moninaisia haasteita, jotka ovat usein teknistaloudellisia, mutta myös terveys-, haju- ja hygieniariskeihin liittyviä. Näitä riskejä saattavat nostaa esiin henkilöstön lisäksi naapurusto sekä muut sidosryhmät. Laitokset ovat yleensä myös luvitettu jätelajeittain ja/tai niillä on jo voimassa olevat, pitkät sopimukset jättepolttoaineiden toimittajien kanssa. Lisäksi tekniikka ja polttoprosessi sekä savukaasujen puhdistus on optimoitu tietyille polttoaineille. Näin ollen yhtäkkäinen siirtyminen polttoaineesta toiseen ei ole yksinkertaista.

Jäteperäisten polttoaineiden, kuten SRF:n, käytöstä aiheutuu lisäkustannuksia polttolaitoksille. Jäteperäisten polttoaineiden käsittelyä varten tarvitaan erilliset polttoaineen vastaanotto-, säilytys- ja syöttölaitteet. Myös laitteistojen huollon tarve on suurempi verrattuna esimerkiksi turpeen polttoon. Lisäksi kustannuksia aiheuttavat rejektit eli arinapoltossa kuona, kattilatuhka ja savukaasunpuhdistustuote ja leijupoltossa lisäksi esikäsittelystä aiheutuvat rejektit. Kierrätyspolttoaineita käyttävien rinnakkaispolttolaitoksen lentotuhkien ja petihiekkojen hyödyntäminen on haasteellista, sillä ne eivät kuulu eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa annetun valtioneuvoston asetuksen (843/2017) piiriin.

Heterogeenisen polttoaineen aiheuttaman kattilan lämpöpintojen kuonaantumisen, korroosion ja leijupedissä myös agglomeroitumisen vuoksi on poltossa käytettävä enemmän kattilaa suojaavia yhdistäviä. Lisäksi heterogeenisen jättepolttoaineen käytöstä johtuen kattilaa on nuohottava tiheämmin häiriöttömän energiantuotannon takaamiseksi. Lämmönsiirtolaitteiston pintamateriaalien täytyy olla laadukkaampia ja näin ollen kalliimpia, että ne kestävät, kun jätettä käytetään polttoaineena. Leijukerros-poltossa suurten partikkelien poistoa varten tarvitaan jätettä poltettaessa kehittyneempää tekniikkaa ja petimateriaalia kuluu enemmän. Mikäli tekniikka pettää, häiriöt sähkön ja lämmönjakelussa vältetään käyttämällä varapolttoainetta, kuten polttoöljyä, tai sitten suunnittelemaan tauko lämmön- ja sähkön myynnissä pienentää laitoksesta saatavia tuloja.

Muutamia yleisiä jätteiden ja jäteperäisten polttoaineiden kannalta keskeisiä ominaisuuksia ovat mm:

- Lämpöarvo – kertoo polttoaineesta palamisessa syntyvän lämpöenergian määrän, eli kertoo polttoaineen kaupallisen arvon.
- Palakokojakauma ja energiatiheys – vaikuttavat laitoksen kuljetus-, käsittely- ja syöttölaitteistojen toimintaan.
  - Polttoaineen ollessa kevyttä (paperi, kalvomainen muovi, pölymäinen polttoaine) palaminen tapahtuu osittain tulipesän yläosissa, jolloin häkä- ja hiilivety-pitoisuudet savukaasussa nousevat.
  - Kalvomainen muovi ja paperi reagoivat tulipesässä nopeasti, jolloin palaminen siirtyy tulipesän yläosaan, leijupoltossa jopa tulistinalueelle, ja tulipesä ja tulistimet kuonaantuvat helposti.
- Jättepolttoaineiden raskasmetalli-, halogeeni- (kloori, bromi, fluori) ja rikkipitoisuus – vaikuttavat korroosiomekanismeihin, poltossa tarvittavien lisäaineiden määrään, ilmapäästöihin (HCl, HF, SO<sub>2</sub>) sekä kiinteiden jätteiden, kuten tuhkien ja kuonien tuhkan jatkokäsittelyyn ja hyödyntämiseen.
- Natrium-, kalium- ja alumiinipitoisuus - nämä metallit aiheuttavat sulaessaan kattilan lämpöpintojen kerrostumaongelmia, liikaantumista ja kuonaantumista, jotka johtavat ääritapauksessa koko kattilan tukkeutumiseen tai tuhkan sulamiseen arinalle ja tulipesän seinille.
- Tuhkapitoisuus - korkea tuhkapitoisuus laskee polttoaineen lämpöarvoa ja tuhkan käsittelylaitteistolta vaaditaan lisäkapasiteettia.

Em. lisäksi arina- ja leijutekniikalla on erilaisesta tekniikasta johtuen vielä ominaisia reunaehtoja liittyen polttoaineisiin, polttotapaan, tuhkaan ja korroosioon. Näitä on yksityiskohdaisemmin esitetty liitteessä Liite 1: Jätteen termisen käsittelyn ja energiahyödyntämisen reunaehdot.



## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä työssä selvitettiin ympäristöministeriön toimeksiannosta eräiden keskeiseksi arvioitujen orgaanispitoisten jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen kierrätysmateriaalin markkinan tilannetta Suomessa. Tarkastelu kohdistui tässä lähinnä jätteiden ja materiaalien ominaisuuksiin sekä yleisellä tasolla käsittelytavan teknis-taloudellisiin reunaehtoihin sekä niiden vaikutuksiin käsittelymahdollisuuksien kannalta.

### 5.1 Orgaanisten jättemateriaalien käsittelymahdollisuudet

Selvityksen perusteella runsaasti orgaanista ainesta sisältävien, erityisesti energiahyödyntämiseen tai kemialliseen kierrätykseen soveltuvien teollisuuden ja kaupan jätteiden käsittelykapasiteettiin liittyy tällä hetkellä Suomessa merkittäviä haasteita. Haasteet liittyvät erityisesti kiinteiden jätepolttoaineiden heikkoon markkinatilanteeseen Suomessa. Näiden jätteiden kotimainen vastaanotto- ja varastointikapasiteetti on maksimissaan, mikä edellyttää lyhyellä tähtämellä viennin lisäämistä ja energiahyödyntämiskapasiteetin kasvattamista. Myös uusia kierrätyssovelluksia ja kierrätysmateriaalien kysynnän kasvattamista tulisi alkaa aktiivisemmin kehittää.

Nykyisin kierrätysmarkkinoilla olevien jäteperäisten kierrätysmateriaalien kysyntä on sekä energiantuotannossa että kierrätysraaka-ainemarkkinoilla erittäin heikkoa. Vuoden vaihteessa 2018 Kiina lisäksi kielsi jätemuovin tuonnin ulkomailta, jonne merkittävä osa kaupan ja teollisuuden muovipakkausjätteitä on Suomesta kuljetettu kierrätettäväksi. Heikko teollisuuden ja kaupan jätteistä valmistettujen kierrätysmateriaalien kysyntätilanne heijastuu käsittelykeskuksissa varastointitarpeen kasvuna, mitä on edelleen lisännyt talouden elpymisestä sekä vilkkaasta rakentamisesta ja korjausrakentamisesta johtuva kasvava käsittelyyn tulevan jätteen määrä ja näin myös tuotetun kierrätysmateriaalien määrää (ts. käsittelylaitoksissa tuotetaan kierrätysmateriaaleja lähinnä varastoon).

Seuraavaan taulukkoon 3 on koottu selvityksen pohjalta VTT:n näkemys työssä läpikäytyjen orgaanispitoisten jätteiden käsittelytilanteesta ja – mahdollisuuksista.

**Taulukko 3. VTT:n tämänhetkinen arvio käsittelytavasta selvityksessä läpikäytyjen orgaanisipitoisten jätteiden osalta.**

Jäte tai jäteteräinen kierrätysmateriaali	VTT:n arvio käsittelytilanteesta ja -mahdollisuuksista
Rakennus- ja purkujäte	Kotimainen vastaanotto- ja varastointikapasiteetti kokonaan käytössä. Kertyneiden varastojen purkaminen ja syntyvän jätteen käsitteleminen edellyttää viennin lisäämistä, energiahyödyntämiskapasiteetin kasvattamista sekä uusien kierrätyssovellusten ja kierrätysmateriaalien kysynnän kehittämistä.
Syntyipaikkalajiteltu, tuoteperäinen PVC- ja lujitumuovijäte	Määräaikainen kaatopaikkasijoitus mahdollinen viranomaisen luvalla, sillä peitettynä eivät juurikaan aiheuta ongelmia normaaleissa kaatopaikkaolosuhteissa pl. tulipalotilanteet.
Välpejäte sekä sadevesi- ja hiekanerotuskaivojäte	Välpejätteen nykytilanne ei ole täysin selvillä. Ko. jäte tulisi ohjata polttoon hygienianäkökulmat huomioiden. Sadevesi- ja hiekanerotuskaivojäte esikäsiteltynä kaatopaikkasijoitus
Rakennus- ja purkujätteen mekaanisen käsittelyn rejektit ml. seulojen ylitteet ja alitteet ns. ”muju” Metallipitoisen jätteen mekaanisen käsittelyn kevytjakeet (SLF, shredder light fraction)	Tällä hetkellä teknistaloudellisesti saavutettavissa olisi vähintään TOC-pitoisuus 18 %. Näin ollen, jos TOC alle 18 %, eivätkä määrä ja ominaisuudet mahdollista energiahyödyntämistä mm. liian alhaisen energiatiheyden ts. hiilipitoisuuden vuoksi sekä erimerkiksi korkean halogeenien (Cl, Br, F) pitoisuuden ja/tai liian korkean rikin pitoisuuden vuoksi, eikä näköpiirissä ole lyhyellä tähtäimellä kaatopaikkasijoitusta korvaavaa, teknistaloudellisesti toimivaa ratkaisua, voidaan viranomaisen luvalla, määräaikaisesti sijoittaa kaatopaikalle. Syntyipaikkalajittelun tehostamisella mm. kipsilevyjen erottelussa voidaan parantaa rejektin ominaisuuksia.
Kierrätyspolttoaineet (Solid Recovered Fuel, SRF) Metallipitoisen jätteen mekaanisen käsittelyn kevytjakeet (SLF, shredder light fraction)	Kotimainen vastaanotto- ja varastointikapasiteetti maksimissaan, mikä edellyttää viennin lisäämistä, energiahyödyntämiskapasiteetin kasvattamista sekä uusien kierrätyssovellusten kehittämistä.
Erilliskerätty paalattu muovipakkajajäte	Kotimainen vastaanotto- ja varastointikapasiteetti maksimissaan, mikä edellyttää viennin lisäämistä, energiahyödyntämiskapasiteetin kasvattamista sekä uusien kierrätyssovellusten, esimerkiksi kemiallinen kierrätys, kehittämistä.

## 5.2 Suomen energiahyödyntämiskapasiteetti ja kierrätysmateriaalien kysyntä

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että Suomessa on tällä hetkellä yhdeksän (9) vain jätettä polttavaa polttolaitosta. Näiden laitosten pääasiallinen käyttötarkoitus on sekalaisen yhdyskuntajätteen energiahyödyntäminen, ja niiden ympäristölupien mukainen polttokapasiteetti on 1,665 Mt (KIVO, 2017). Tällä hetkellä näiden yhdeksän laitoksen luvituksen mukainen kapasiteetti on täydessä käytössä ja lisäkapasiteetin luvitus on muutamassa laitoksessa käynnissä. Suunnitteilla on myös kaksi uutta vain jätettä käyttävää polttolaitosta, joiden arvioitu kokonaiskapasiteetti olisi 240 000–280 000 tonnia vuodessa.

Lisäksi Suomessa toimii kaksi jäteteräistä raaka- ja polttoainetta käyttävää sementtiuunia, joissa syntyvä tuhka hyödynnetään prosessin raaka-aineena. Näissä laitoksissa lupien mu-

kainen käyttökapasiteetti on kokonaan käytössä ja lupahakemukset ovat sisällä käyttökapasiteetin nostamiseksi ja jätepolttoainevalikoiman laajentamiseksi.

Suomessa toimii myös parikymmentä energiantuotantoon tarkoitettua jätteen rinnakkaispolttolaitosta ja niissä kiinteät jätepolttoaineet kilpailevat muiden polttoaineiden kanssa sekä hinnassa että poltettavuudessa. Näiden parikymmenen laitoksen ympäristölupien mukainen vuosittainen kokonaispolttokapasiteetti on noin 800 000 tonnia, kun em. sementtiunit lasketaan mukaan. Arvio kierrätyspolttoaineen vuosikulutuksesta on kuitenkin vain noin 300 000–400 000 tonnia (KIVO 2017). Selvityksen pohjalta näyttäisikin, että kierrätyspolttoaineiden käyttö on vain 0–70 % lupien mukaisesta enimmäismäärästä.

Kiinteiden jätepolttoaineiden kysyntä energiantuotannossa on heikkoa, vaikka Suomessa toimii noin parikymmentä jätteen rinnakkaispolttolaitosta ja lisäksi Lahdessa toimii merkittävä jätepolttoainetta hyödyntävä laitos. Kiinteiden jätepolttoaineiden heikko kysyntätilanne heijastuu käsittelykeskuksissa varastointitarpeen kasvuna, mitä on edelleen lisännyt talouden elpymisestä sekä vilkkaasta rakentamisesta ja korjausrakentamisesta johtuva kasvava käsittelyyn tulevan jätteen määrä ja näin myös tuotetun kierrätyspolttoaineen määrä.

Kiinteiden jätepolttoaineiden heikkoon kysyntään löytyi selvityksessä useita syitä ja monet näistä ovat sovellettavissa myös monin osin kierrätysmuoveille mm. (petro)kemianteollisuudessa. Monipolttolaitokset ts. rinnakkaispolttolaitokset voivat melko vapaasti käyttää kulloinkin kustannustehokkaimpia polttoaineita. Alhaisen sähkön hinnan lisäksi kiinteille jätepolttoaineille vaihtoehtoisten polttoaineiden hinta on tällä hetkellä erittäin kilpailukykyinen, mihin vaikuttavat uusiutuville, suoraan metsästä tuleville polttoaineille, kuten metsätähteelle suunnatut ohjauskeinot mm. syöttötariffit ja verokohtelu. Tämä taas on laskenut muiden hyvälaatuisempien mm. sahoilta tulevan purun ja puuhakkeen hintaa markkinoilla.

Kiinteiden jätepolttoaineiden käytöstä aiheutuu myös lisäkustannuksia polttolaitoksille, sillä sen käsittelyä varten tarvitaan erilliset polttoaineen vastaanotto-, säilytys- ja syöttölaitteet. Kierrätyspolttoaineiden laatu ja ominaisuudet ovat usein kovin vaihtelevia, minkä vuoksi laitteistojen huollon tarve on rinnakkaispoltossa suurempi verrattuna, esimerkiksi turpeen polttoon.

Yleisesti rinnakkaispolton lentotuhkien käsittelyn kustannukset ovat viime vuosina kohonneet merkittävästi niiden jäteverottomuuden poistamisen vuoksi. Kierrätyspolttoainetta käyttävien rinnakkaispolttolaitoksen lentotuhkat ja petihiekat eivät kuulu Valtioneuvoston asetuksen ”eräiden jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa (843/2017) piiriin, mikä edelleen vaikeuttaa niiden hyödyntämistä. Käsitelty jätteenpolton pohjakuona kuuluu kuitenkin asetuksen piiriin.

Jätteisiin liittyvä luvitus, lainsäädäntö, kuten jätteenpolttoasetus, koetaan toiminnanharjoittajien taholta monimutkaiseksi ja haastavaksi. Lisäksi laitoksen lähiympäristö saattaa suhtautua negatiivisesti jätteen rinnakkaispolttoon. Jätteiden rinnakkaispolttolaitokset kuuluvat viime vuonna annettujen rinnakkaispolttoa koskevien suurten polttolaitosten BAT-päätelmien soveltamisalaan, jos niiden kapasiteetti on yli 3 t/h tavanomaisia jätteitä tai yli 10 t/d vaarallisia jätteitä, ja jos niiden polttoaineteho on vähintään 50 MW yhteinen piippu -sääntö huomioon ottaen. Näihin laitoksiin sovelletaan rinnakkaispolttoa koskevia päätelmiä (erityisesti BAT 60–71). Erityisesti huolta tässä on herättänyt HCl-päästörajoihin liittyvä tulkinta laitosten luvituksessa.

### 5.3 Jatkoimenpide-ehdotuksia ja suosituksia

Selvityksen pohjalta voidaan todeta, että jätteiden energiahyödyntämisen aseman parantamista ja selkeyttämistä osana jätteen käsittelyä ja kierrätystä, erityisesti teollisuuden, rakentamisen ja purkutoiminnan sekä kaupan jätevirtojen osalta tulisi harkita. Ruotsin mallin mukaisesti heikompilaatuista jättepolttoainetta vastaanottavien laitosten kapasiteetti voisi olla ajoittain korkeampi kuin sen hetkinen kansallinen tarve, mikä mahdollistaisi vanhojen laitosten alasajon ja materiaalihyödyntämiseen kelpaamattoman orgaanispitoisen jätteen laajemman energiahyödyntämisen sekä varmistaisi tulevaisuudessa lisääntyvän kierrätyksen kautta kasvavien heikkolaatuisten jäte- ja rejektivirtojen käsittelyn.

Jäteperäisiä polttoaineita hyödyntävien ja jäteperäisiä raaka-aineita käyttävien laitosten luvitusta tulisi sujuvoittaa. Erityisesti BAT-päätelmien tulkinta luvituksessa tulisi näiltä osin selventää ja varmistaa, että lupapäätökset ovat yhdenmukaisia. Lisäksi mahdollisuuksia jäteperäisten kierrätyspolttoaineiden kilpailukyvyyn parantamiseen suhteessa muihin polttoaineisiin, esimerkiksi tuun, tulisi selvittää tarkemmin.

Kierrätysmarkkinoiden kehittymisen mahdollistamiseksi kemian ja petrokemian teollisuudessa olevan kierrätysmarkkina- ja -raaka-ainepotentiaalin sekä siihen linkittyvän jätteiden käsittelyteknologian ja osaamisen kehitystä, uusia innovaatioita sekä investointeja tulisi tukea ja mahdollista, esimerkiksi tutkimus- ja kehitysohjelmin.

Jatkossa olisi edelleen suositeltavaa noudattaa nykyiseen tapaan tavanomaisen jätteen kaatopaikalle annettua biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuutta koskevaa TOC-kriteeriä (10 %). Tämä mahdollistaa jätteiden käsittelyyn liittyvän kierrätysliiketoiminnan sekä vähentää kaatopaikkojen ympäristövaikutuksia ja parantaa niiden hallittavuutta.

Niitä tiettyjä jätteiden käsittelyssä ja kierrätyksessä syntyviä rejektejä, joille tavanomaisen jätteen kaatopaikalle annettu TOC-kriteeri (10 %) ajoittain ylittyy, mutta jotka allittavat

kuitenkin esimerkiksi 18 %:n rajan ja joilla jätteen määrä ja muut ominaisuudet mm. liian alhaisen energiatiheys ts. hiilipitoisuus ei mahdollista energiahyödyntämistä ja joille ei myöskään näköpiirissä ole lyhyellä tähtämellä kaatopaikkasijoitusta korvaavaa, teknistaloudellisesti toimivaa ratkaisua, voitaisiin ajatella viranomaisen luvalla, määräaikaaisesti, sijoitettavan kaatopaikalle. Rakennus- ja purkujätteen mekaanisessa käsittelyssä kipsipohjaiset materiaalit tulisi jatkossa erottaa entistä tehokkaammin muusta jätteestä jo syntypaikalla, purkamisen yhteydessä tai viimeistään ennen jätteen syöttämistä murskaimeen. Näin voidaan jätteen ja sen käsittelystä muodostuneiden rejektien rikki- ja sulfaattipitoisuutta vähentää tehokkaimmin. Tässä tarvittaneen toimintatapamuutosten lisäksi erotteluvaihteen tueksi myös lainsäädännöllisiä ohjauskeinoja.

Tuoteperäiset ja kertaluonteiset PVC- ja lujitemuovijätteet ei juurikaan aiheuta ongelmia normaaleissa kaatopaikkaolosuhteissa pl. tulipalotilanteissa. Tämän vuoksi käytöstä poistetut, esikäsitellyt puhtaat muovikertaerät voitaisiin hyväksyä kaatopaikalle peitettynä, sillä isompien PVC-jäte-erien tai suurten lujitemuovikappaleiden terminen käsittely on teknisesti monin tavoin haastavaa. Osa pienempikokoisista PVC- ja lujitemuovijätteistä päätyy myös edelleen sekajätteen mukana pieninä erinä termiseen käsittelyyn asianmukaisissa olosuhteissa. Pohjoismaisella ministerineuvostolla on meneillään selvitystyö PVC-jätteisiin liittyen, missä saatetaan antaa uusia suosituksia.

## LÄHTEET

- Anon. 2000. The behaviour of PVC in landfills. Final report. European Commission DGXI.E.3.
- Austria 2008. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008) BGBl. II Nr. 39/2008, geändert durch BGBl. II Nr. 185/2009.
- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J., Korhonen, J., 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia.
- Blom, D. & Dufva, K. 2016. Lujitemuovijätteen materiaalin ja energian kierrätys sementtiunissa. Mikkelin ammattikorkeakoulu, Mikkeli 2016. Vapaamuotoisia julkaisuja 71. Cossu, R. & Lai, T. 2015. Automotive shredder residue (ASR) management: An overview. Waste Management 45, 143–151.
- Costner P. 2005. "Estimating Releases and Prioritizing Sources in the Context of the Stockholm Convention"; International POPs Elimination Network, Mexico; US EPA. 2007 The Inventory of Sources and Environmental Releases of Dioxin-Like Compounds in the United States: The Year 2002 Update, May 2007.
- Eduskunta, Maa- ja metsätalousvaliokunta 2018. Valiokunnan lausunto MmVL 4/2018 vp – E 5/2018 vp
- Energia, 2018. Katsaus päästöoikeusmarkkinoihin [WWW Document]. URL [http://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Viljaranta\\_UE+ajankohtaispäivä\\_230118/973fd05d-5a38-4a9a-8530-ccd7487d45cc](http://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Viljaranta_UE+ajankohtaispäivä_230118/973fd05d-5a38-4a9a-8530-ccd7487d45cc) (Vierailtu 16.4.2018)
- Euroopan komissio, 2000. Mechanical Recycling of PVC Wastes – Final report. Basel/Milan/Lyngby, January 2000, 591–5263. 142 p. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pvc/mech\\_recycle.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pvc/mech_recycle.pdf).
- HE 138/2017 vp, 2018. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta sekä sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta annettujen lakien liitteiden muuttamisesta.
- Heino, A. 2012. Kierrätyspolttoainemarkkinat Euroopassa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Teknillinen tiedekunta, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77194/AnniHeino\\_Diplomity%C3%B6\\_7.5.2012.PDF?sequence=1](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77194/AnniHeino_Diplomity%C3%B6_7.5.2012.PDF?sequence=1)
- Helsingin Sanomat, 5.5.2018. Ikuinen ongelma.
- HSY 2018. Jätevedenpuhdistus pääkaupunkiseudulla 2017. Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamot Hämeen Sanomat 10.2.2018. Muovipakkausten keräys pääsi tavoitteeseen hitaan alun jälkeen – Kiinteistöjen omat keräyspisteet vauhdittivat kierrätystä. <https://www.hameensanomat.fi/uutiset/kan-ta-hame/345048-muovipakkausten-kerays-paasi-tavoitteeseen-hitaan-alun-jalkeen> (Vierailtu: 3.5.2018)
- Inglezakis, V.J. & Zorpas, A.A. 2009. Automotive shredder residue (ASR): a rapidly increasing waste stream waiting for a sustainable response. WIT Trans. Ecol. Environ. Sustain. Dev. Plan. IV, vol. 120, no. 2, pp. 1743–3541.
- Jättekukko 2017. Muovipakkausten keräys kiinteistön jätetilassa – Helppoa! <http://www.jatekukko.fi/taloyhtiot/muovipakkausten-kerays.html> (Vierailtu 3.5.2018)
- KIVO. 2017. Jätevoimalat ppt esitys.
- Komission täytäntöönpanopäätös (EU) 2017/1442, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/75/EU mukaisten parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT) koskevien päätelmien vahvistamisesta suuria polttolaitoksia varten 31.7.2017, 82 s.
- Korhonen, M-L., Pitkänen, K., Niemistö, J. 2018. Selvitys orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon vaikutuksista. Suomen Ympäristö 3/2018,
- Koreneff, G., Lehtilä, A., Hurskainen, M., Pursiheimo, E., Tsupari, E., Koljonen, T., Kärki, J., 2016. Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset. Espoo, Finland. <https://doi.org/VTT-R-01173-16>
- Maa- ja metsätalousministeriö, 2011. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista (24/11) 1–27.
- Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiahho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A., zu Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa. Nykytila ja suositukset ohjaukeinojen kehittämiseksi Suomessa, LUKE Luonnonvara- ja biotaloudentutkimus 45/2017.
- Merta, E., Mroueh, U-M., Meinander, M., Punkkinen, H., Vähä-Nissi, M. & Kortet, S. 2012. Muovipakkausten kierrätyksen edistäminen Suomessa. VTT; Ympäristöministeriö; Työ- ja elinkeinoministeriö. 119 pp. Research report: VTT-R-01728-12.
- Miljøstyrelsen (2001). "Håndbog til hjælp ved sortering af PVC-affald".
- Miljøstyrelsen (2015). Recycling of rigid PVC in Denmark (Genanvendelse af hård PVC i Danmark), Environmental Project no. 1717, Danish EPA, 2015 (authors O. Kaysen et. Al. Econet).
- Nasrullah, M. 2015. Material and energy balance of solid recovered fuel production. Aalto University publication series, Doctoral Dissertations 210/2015. VTT SCIENCE 115.
- Novox 2017. Suurten polttolaitosten BAT. 2017. Päätelmien soveltaminen. Tekninen ohjeistus.
- PALPA, 2017. Pantillisten pakkausten palautusasteet 2016. 15.06.2017 <https://www.palpa.fi/ajankohtaista/?Nav=ajankohtaista&type=tiedotearkisto> (Vierailtu: 3.5.2018).
- PHJ. 2018. LATE-lajittelulaitos. [https://www.phj.fi/images/Esite\\_LATE\\_lajittelulaitos\\_LOPULLINEN\\_pieni.pdf](https://www.phj.fi/images/Esite_LATE_lajittelulaitos_LOPULLINEN_pieni.pdf)

- Pirkanmaan ELY 2017. Pakkausjättilastot. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Jatetilastot/Tuotta-javastuun\\_tilastot/Pakkausjatetilastot](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Jatetilastot/Tuotta-javastuun_tilastot/Pakkausjatetilastot) (Vierailtu 3.5.2018)
- Plastics Europe, 2018. Plastics – the Facts 2017 An analysis of European plastics production, demand and waste data. [https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics\\_the\\_facts\\_2017\\_FINAL\\_for\\_website\\_one\\_page.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf) (Vierailtu 3.5.2018)
- Poropudas, M. 2011. Poropudas 2011. Polyvinyylidikloridin (PVC) kierrätys ja uusiokäyttö. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.
- Pöyry Management Consulting, 2015. Jätteiden energiahyödyntäminen Suomessa.
- Raiko, R., Saastamoinen, J., Hupa, M., Kurki-Suonio, I., 2002. Poltto ja palaminen. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, Finland.
- Rinki. 2018. Ekokem perusti kiertotalouskylän. <https://info.rinki.fi/ekokem-perusti-kiertotalouskylan/>
- SMED 2017. Framtida avfallsmängder och avfallsbehandlingskapacitet. [\[http://www.smed.se/avfall/rapporter/rapportserie-smed/4060\]](http://www.smed.se/avfall/rapporter/rapportserie-smed/4060)
- Suomen Uusiomuovi Oy 2018. <http://www.uusiomuovi.fi/fin> (Vierailtu 3.5.2018)
- Suomen Ympäristökeskus SYKE (2018). Selvityksen käyttöön luovutettuja tietoaineistoja.
- Tilastokeskus, 2013. Jätteiden käsittelyssä tapahtunut muutos. Julkaistu: 17.5.2013. [http://www.tilastokeskus.fi/til/jate/2011/jate\\_2011\\_2013-05-17\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/jate/2011/jate_2011_2013-05-17_tie_001_fi.html) (Vierailtu: 7.5.2018)
- Tilastokeskus, 2017. Jättilasto 2015. <https://www.stat.fi/til/jate/2015/index.html> (Vierailtu: 7.5.2018)
- Tilastokeskus, 2018. Energian hinnat [verkkajulkaisu] [WWW Document]. ISSN=1799-7984. <http://www.stat.fi/til/ehi/tie.html> (Vierailtu 13.4.2018).
- Uusiouutiset 2017. Muovipakkausjätteen laatu yllätti. 31.3.2017. <http://www.uusiouutiset.fi/muovipakkausjätteen-laatu-yllatti/> (Vierailtu 3.5.2018)
- Wahlström, M., Bachér, J., Laine-Ylijoki, J. & Merta, E. 2015. Construction and Demolition Waste (CDW) Management in Finland. Factsheet. Bio by Deloitte. Contract study for EC: [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/deliverables/CDW\\_Finland\\_Factsheet\\_Final.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/deliverables/CDW_Finland_Factsheet_Final.pdf)
- Vermeulen, I., Van Caneghem, J., Block, C., Baeyens, J. & Vandecasteele C. 2011. Automotive shredder residue (ASR): Reviewing its production from end-of-life vehicles (ELVs) and its recycling, energy or chemicals' valorisation. J. Hazard. Mater. 190, 8–27.
- Vesanto, P., Hiltunen, M., Moilanen, A., Kaartinen, T., Laine-Ylijoki, J., Sipilä, K., Wilén, C., 2007. Kierrätyspolttoaineiden ominaisuudet ja käyttö. Selvitys kierrätyspolttoaineiden laatuominaisuuksista ja soveltavuudesta leijupolttoon, VTT Tiedotteita – Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus.
- Viron ympäristöministeriö. 2017. Information received from the Estonian Ministry of the Environment representative Peeter Eek during the EEA consultation for the Early warning project.
- Ympäristöministeriö 2018. Orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon soveltaminen. Muistio. VN3347/2018, 25.6.2018
- Ympäristöministeriö, 2015. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa. Muistio 27.1.2015.
- Ympäristöministeriö 2017a. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023, taustaselvitys. Suomen Ympäristö 3/2017. ISSN 1796-1637.
- Ympäristöministeriö, 2017b. Ohje suurten polttolaitosten (LCP) parhaita käyttökelpoisia tekniikoita (BAT) koskevien päätelmien soveltamisesta.
- Ympäristöhallinto, 2018. Jätteiden vienti- ja tuontimäärät [WWW Document]. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Jatetilastot/Jatteen\\_vienti\\_ja\\_tuontimaarat](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Jatetilastot/Jatteen_vienti_ja_tuontimaarat) (Vierailtu 16.4.2018).

## Liite 1. Jätteen termisen käsittelyn ja energiahyödyntämisen reunaehdoja

Haaste	Syy tai lisätieto	Muuta huomattavaa
Terveys-, haju- ja hygieniariski	Heterogeeninen koostumus ja laatuvaihtelut (mm. kosteus)	
Palakokojakauma	Rajoittaa käsittelemättömän jätteen energiakäyttöä. Vaikuttaa kuljetus- ja käsittelylaitteistojen toimintaan.	Käsittelemätön yhdyskuntajäte soveltuu sellaisenaan vain arinakattiloihin. Syntypaikkalajittelemattomasta jätteestä voidaan valmistaa leijupetikattiloihin soveltuvaa kierrätyspolttoainetta. Leijukerrospoltoissa polttoaineen maksimidimensioksi on yleensä määritelty 50–100 mm.
Palamattomat vieraskappaleet (esimerkiksi lasi, keramiikka ja metallit)	Rajoittaa käsittelemättömän jätteen energiakäyttöä.	Leijukerrospoltoissa on varmistettava, että ylisuurten kappaleiden poisto pedistä on tehokasta, koska arinalle kerrostuva romu huonontaa leijutusta.
Energiatiheys	Vaikuttaa polttoaineen varastointi- ja kuljetustilan tarpeeseen.	Laitoksella polttoaineen syöttölinjastojen kapasiteetti voi rajoittaa alhaisen energiatiheyden polttoaineiden käyttöä.
Raskasmetallit	Vaikuttavat - ilmaan joutuviin päästöihin - tuhkan hyötykäyttöön - korroosiomekanismeihin	Kyllästetyssä puussa arseeni-, kromi- ja kuparipitoisuudet ovat korkeat.
Kloori-, fluori- ja rikkiyhdisteet	HCl-, HF- ja SO <sub>2</sub> -päästöt Vaikuttavat poltossa tarvittavien lisäaineiden määrään.	PVC-muovi kasvattaa polttoaineseoksen Cl-pitoisuutta.
Korkea tuhkapitoisuus	Alentaa polttoaineen lämpöarvoa. Vaikuttaa tuhkan käsittelylaitteistolta vaadittavaan kapasiteettiin.	Laatuvaatimukset ylittävälle tuhkan käsittelylle on haettava ympäristölupaa kaatopaikkasijoitukseen tai se on vaihtoehtoisesti pestävä tai sulatettava.
Hiilidioksidi (CO <sub>2</sub> ), metaani (CH <sub>4</sub> )	Hiilidioksidi ja metaani ovat kasviuonekaasuja, joita esiintyy poltosta vapautuvissa savukaasuissa.	Yhdyskuntajätteiden poltossa syntyy hiilidioksidipäästöjä yli puolet vähemmän verrattuna kivihiilen polttoon ja vain noin 38 % verrattuna turpeen poltossa syntyviin päästöihin (Pöyry Management Consulting, 2015).
Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F), typpiyhdisteet (NO <sub>x</sub> ), hiilivedyt (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> ) ja häkä (CO)	Myrkyllisiä yhdisteitä, joille on asetettu päästöraajat	Epätäydellinen palaminen lisää näiden yhdisteiden määrää savukaasussa. Kierrätyspolttoaineet ovat yleensä reaktiivisia ja palavat helposti. Jäte sisältää erityisesti dioksiineja ja furaaneja. Kierrätyspolttoaineet ovat yleensä reaktiivisia ja palavat helposti. Jäte sisältää erityisesti dioksiineja ja furaaneja. Purkupuu sisältää usein myrkyllisiä aineita esimerkiksi maaleista, lakoista ja kyllästeistä. Polttoaineen ollessa kevyttä (paperi, kalvomainen muovi, pölymäinen polttoaine) palaminen saattaa tapahtua osittain tulipesän yläosissa, jolloin häkä ja hiilivety-pitoisuudet savukaasussa saattavat nousta.



SELVITYS ERÄIDEN JÄTTEIDEN JA REJEKTIEEN KÄSITTELYKAPASITEETIN SEKÄ  
MUUTAMAN JÄTEPERÄISEN MATERIAALIN MARKKINAN TILANTEESTA SUOMESSA

Lämpöpintojen kerrostumaongelmat, likaantuminen, kuonaantuminen	Polttoaineesta vapautuva natrium, kalium ja alumiini muodostavat sulaaessaan ohuen oksidikalvon peittämiä pisaroita, jotka tarttuvat tehokkaasti ensimmäiseen kylmempään lämpöpintaan kattilassa, joka tavallisesti on hila tai tulistin. Johtavat ääritapauksessa koko kattilan tukkeutumiseen.	CFB poltossa kerrostumaongelmat keskittyvät usein syklonista lähtevään palautusputkeen. Arinakattiloiden kuonaantumisoingelmat liittyvät tuhkan sulamiseen arinalle ja tulipesän seinille. Kalvomainen muovi ja paperi reagoivat tulipesässä nopeasti, jolloin on vaarana, että palaminen siirtyy tulipesän yläosaan ja leijupoltossa jopa tulistinalueelle, jolloin tulipesä ja tulistimet kuonaantuvat helposti. Bio- ja kierrätyspolttoaineet ja niiden tuhkat ovat kalsium- ja alkalipitoisia ja likaavat kattilaa selvästi enemmän kuin fossiiliset polttoaineet.
Agglomeraatit	Leijutusmateriaali ja tuhka tai sula faasi tuhkasta muodostavat agglomeraatteja leijukerros-poltossa. Alkaliyhdisteet saattavat reagoida kvartsihiekkan kanssa muodostaen matalalla sulavia alkalisilikaatteja. Voivat pahimmassa tapauksessa aiheuttaa leijuvan materiaalin sintraantumisen ja leijukattilan alasajon.	Liimoista peräisin olevan natriumin on havaittu aiheuttavan leijupetikattiloissa pedin agglomeraatiota, kun poltetaan purkupuuta, lastulevyä ja vaneritähdeettä. Tiiviit polttoaineet (kuten pelletit) saattavat aiheuttaa leijupetiin kuumia kohtia, mikä voi johtaa pedin sintraantumiseen.
Lentotuhka	Poltossa muodostuvat lentotuhka ja savukaasujen puhdistuksen reaktiotuotteet ovat tyypillisesti ominaisuuksiensa puolesta vaarallisia jätteitä. Lentotuhkan jälleen käsittely on haastavaa ja loppusijoitus tehdään usein vaarallisen jätteen kaatopaikalle stabiloinnin jälkeen. Sisältää korkeita kloridi- ja raskasmetallipitoisuuksia.	
Pohjatuhka	Pohjatuhkan hävityskustannus on merkittävässä roolissa polttolaitosten kannattavuudessa – mitä enemmän tuhkaa joudutaan käsittelemään, sitä kalliimpia jätteenpoltosta syntyvät tuhkat ovat laitoksille. Laatuvaatimukset ylittävälle tuhkan käsittelylle on haettava ympäristölupaa kaatopaikkasijoitukseen erityiskaatopaikalle tai se on vaihtoehtoisesti pestävä tai sulatettava.	Tällä hetkellä yhdyskuntajätteen polttolaitoksella syntyvää käsiteltyä kuonaa voidaan käyttää väylä- ja kenttärakenteissa sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteissa sekä valtioneuvoston asetuksen nojalla (Finlex 843/2017), mutta sen on täytettävä tarkat laatuvaatimukset mm. haitallisten aineiden liukoisuuksien, öljyhiilivetyjen, polykloorattujen bifenyyliden, polyaromaattisten hiilivetyjen, bentseenin, toluenin, ksyleenin ja fenolisten yhdisteiden osalta. Jätteenpoltossa syntyvää tuhkaa ei voi käyttää tuhkalannoitteena, mikäli poltetaan muutakin kuin kivihiiltä, turvetta tai puuta (Maa- ja metsätalousministeriö, 2011). Tässä yhteydessä puujätteeksi kelpaa esimerkiksi paperin tuotannon yhteydessä syntyvä kuituainetta sisältävä kasviperäinen jäte.
Kastepistekorrosio	Rikkihapon aiheuttama kastepistekorrosio on suuri ongelma kanavistoissa ja laitteissa, kuten sähkösuotimissa.	Rikkipitoiset polttoaineet lisäävät riskiä kastepistekorrosiolle.
Kuumakorrosio	Tulistinputkien kuumakorrosiota esiintyy, kun savukaasu sisältää CO <sub>2</sub> :a, metallisuolapartikkeleja (alkalikloridit) ja sulfaatteja ja putkien pintalämpötila nousee tasolle 400–500 °C. Zn- ja Pb-yhdisteet aiheuttavat korrosiota myös tätä alemmissa lämpötiloissa (250–400 °C). CO heikentää putkia normaalisti suojaavaa metallioksidikerrosta.	Jätteenpoltossa on havaittu myös bromia, jolla on vastaava korrosiota aiheuttava ominaisuus kuin kloorilla, mutta pitoisuudet ovat yleensä huomattavasti pienempiä. PVC-muovi kasvattaa polttoaineseoksen Cl-pitoisuutta.

Lähteet: Alakangas et al., 2016; Finlex 843/2017, 2017; Maa- ja metsätalousministeriö, 2011; Pöyry Management Consulting, 2015; Raiko et al., 2002; Vesanto et al., 2007.

## Liite 2. Suomen jätteenpolttolaitokset

Suomessa jätettä polttavien voimalaitosten taulukointi. Ensimmäisessä taulukossa on vain jätettä hyödyntävät voimalaitokset ja seuraavassa rinnakkaispolttolaitokset, joiden ympäristölupa sallii kierrätyspolttoaineen (SRF) hyödyntämisen yli 1 000 t vuodessa.

### Lähteet

Energiateollisuus ry. LOPPURAPORTTI: Jätteiden energiahyödyntäminen Suomessa. Pöry 2015  
ELY-keskuksiin tehtävät jätteenpoltoasetuksen mukaiset selvitykset jätteenpolto- ja rinnakkaispolto-  
laitosten toiminnasta ([http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Luvat\\_ilmoitukset\\_ja\\_rekisterointi/Ymparistolupa/Valvonta](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Valvonta))

Omistajayritysten nettisivut

KIVOn kalvosarja 29.9.2017 (Timo Hämäläinen)

TEM. Selvitys jätteen energiakäytöstä ja päästökaupasta. Pöry 2012

**Taulukko 1. Vain jätettä polttavat voimalaitokset.**

Laitos	Omistaja(t)	Ympäristö- luvan mukainen kapasi- teetti, t/v	Tekniikka	Poltettu määrä, t/a	Vuosi	Jätteen toimittajat	Hyödynnettävien jätteiden (EWC-) nimikkeet ja määrät	Muita huo- mioita
Ekokem Polttolinja 1	Fortum		Rumpu- uuni	53 108	2016		Vaarallinen jäte	Ei yleensä lasketa jät- teenpolton kokonaiska- pasiiteettiin
Ekokem Voimala 1	Fortum	165 000	Arina	155 148	2016	Kiertokapula	Syntypaikka- lajiteltu kotitalousjäte, teol- lisuuden ja kaupan jätteet	
Ekokem Voimala 2	Fortum	160 000	Arina	112 328	2016	Kapasiteetti markkinoilla	Vaarallisia jätteitä sekä elinkeinoelämän jätteitä	
Kotkan Energia	Kotkan kaupunki	100 000	Arina	106 906	2016	Hankintarengas: Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy, Kymenlaakson Jäte Oy, Itä- Uudenmaan Jätehuolto Oy ja Metsäsairila Oy	Yhdyskuntajäte 98 156 t, teollisuuden jäte (Sonoco-Alcore Ltd:n prosessijäte) 8 750 t	
Laanilan Ekovoima- laitos, Oulu	Oulun Energia Oy	140 000	Arina	142 687	2015	Oulun Jäte- huolto, muu Pohjois-Suomi, Norja (v. 2015)	20 01 99 138 715 t, 19 12 12 2 756 t, 19 12 10 1 216 t	

SELVITYS ERÄIDEN JÄTTEIDEN JA REJEKTIEEN KÄSITTELYKAPASITEETIN SEKÄ  
MUUTAMAN JÄTEPERÄISEN MATERIAALIN MARKKINAN TILANTEESTA SUOMESSA

Westenergy Oy:n jätteenpolttolaitos	Oy Botniarosk Ab, Lakeuden Etappi Oy, Millespakka Oy, Oy Stormossen Ab, Vestia Oy	150 000	Arina	201 000	2017	Oy Botniarosk Ab, Lakeuden Etappi Oy, Millespakka Oy, Oy Stormossen Ab, Vestia Oy	20 03 01 sekalaiset yhdyskuntajätteet	
Vantaan Energia Oy	Vantaa Energia Oy:n omistavat Helsingin ja Vantaan kaupungit	340 000	Arina	356 391	2016	Helsingin seudun ympäristöpalvelut, Rosk'n Roll Oy, Uudenmaan Voima Oy (alkuvuosien ylimääräinen kapasiteetti)	Biojätteen rejekti 4 100 t, Energiajäte 1 200 t, Kansainvälisen liikenteen ruokajäte 237 t, Poltettava jäte 26 000 t, Rakennus- ja purkujäte 482 t, Sairaalan erityisjäte 890 t, Sairaalasekajäte 2 800 t, Sekajäte 230 000 t, markkinaehtoinen sekajäte 90 000 t, Välpäjäte 1 100 t, Muovipakkaukset 1 900 t	
Tammervoima	Pirkanmaan jätehuolto, Tampereen sähkölaitos	180 000	Arina	168 300	2017	Pirkanmaan Jätehuolto, Mustankorkea Oy, ei markkinaehtoista kapasiteettia	Yhdyskuntajäte 93 % (86 % kotitalouksien sekajäte), Pirkanmaan elinkeinoelämä 6 %, sairaalajäte 1 %	
Lahti Energia Oy		250 000	Leijukerros, kaasutin	243 000	2016	Kapasiteetti täysin markkinoilla	Kierrätyspolttoaine 85 000 t, kierrätyspuu 158 000 t	
Riikinvoima Oy	Jätekkuko Oy (15,8 %), Kainuun jätehuollon kuntayhtymä Ekokymppi (3,16 %), Keski-Savon Jätehuolto (7,52 %), Metsäsairila Oy (4,36 %), Puhas Oy (11,08), Sammakkokangas Oy (2,36 %), Savonlinnan Seudun Jätehuolto Oy (3,16 %), Ylä-Savon Jätehuolto Oy (5,16 %), Varkauden Aluelämpö Oy 47,4 %.	170 000	Leijukerros	131 324	2016	Jätekkuko Oy, Kainuun jätehuollon kuntayhtymä Ekokymppi, Keski-Savon Jätehuolto, Metsäsairila Oy, Puhas Oy, Sammakkokangas Oy, Savonlinnan Seudun Jätehuolto Oy, Ylä-Savon Jätehuolto Oy	EWC 20 03 01: 118 429 t, EWC 19 12 10 palava jäte (jäteperäiset polttoaineet)*: 15 212 t. Vajaa vuosi, aloitus noin huhtikuu 2016	* Pääluokka 19 12 jätteen mekaanisessa käsittelyssä (kuten lajittelussa, murskaamisessa, paa-lauksessa ja pelletoinnissa) syntyvät jätteet, joita ei ole mainittu muualla

Taulukko 2. Rinnakkaispolttolaitokset, joissa lupa sallii SRF-hyödyntämisen >1 000 t vuodessa. Taulukkoa täydennetään vielä soveltuvin osin.

Laitos	Kapasiteetti, t/a	SRF-lupa, t/a	Tekniikka	SRF hyödynnetty, t/a	Vuosi	Jätteen toimittajat	Hyödynnettävien jätteiden (EWC-) nimikkeet ja määrät	Muita huomioita
Oy Alholmens Kraft Ab		125 000	Kiertoleijukattila	24 432	2015		AK1 REF 1 ja II	
Adven Oy, Kauttua		68 000	Pyroflow-kiertoleijukattila	24 689	2015		Lisäksi purkupuuh 44 270	
Finnsementti Oy, Parainen		43 500	Sementtiuuni	23 200			Lisäksi autonrenkaat 10 180, muovijäte 286	Hakee lupaa kierrätyspolttoaineen käyttöön 74 700t/a asti
Metsä Board, Simpele		36 000	Kuplapetikattila				Kattilassa poltetaan jäteveden puhdistamon lietteet, sekä tehtaalla syntyvä polttokelpoinen materiaali, kuten kuorimon tähteet.	
Pankaboard Oy, Pankakosken kartonkikitehdas		32 900	Leijupolttokattila	4 926	2017		Lisäksi PE- ja PET-pitoisia kuitujätteitä 2 061 t.	Lupa on: REF 1 ja 2 -luokan kierrätyspolttoaineille, joiden seosuudet ovat 25 ja 45 % kokonaispolttainemäärästä, kasvipärisiä polttoaineita, ruokohelpiä ja toiminnaa syntyvää PE- ja PET-jätettä sekä jätepastaa.
Stora Enso Anjalankoski		135 000	Leijukeroskattila					noin 50 % kattilan polttoaineista kierrätyspolttoaineita (2012)
Porin Prosessivoima Oy, Kaanaan biovoimalaitos		50 000	Kiertoleijupeti	38 244	2015		REF 1 ja REF 2	REF 1:n ja REF 2:n osuus on 12 % koko polttoaineesta
Finnsementti Oy Lappeenranta		50 000	Sementtiuuni	15 000	2012		Lihaluujauho (02 02 99), kierrätyspolttoaine (13 07 03), REF-poltoaine (19 12 10)	Uudempi tieto: noin puolet polttoaineesta on kierrätyspolttoainetta. Täydellä kapasiteetilla ajettaessa tarkoittaa n. 48 000 t vuodessa. Haettu lupaa laajentaa kierrätyspolttoainevalikoimaa.

SELVITYS ERÄIDEN JÄTTEIDEN JA REJEKTIEEN KÄSITTELYKAPASITEETIN SEKÄ  
MUUTAMAN JÄTEPERÄISEN MATERIAALIN MARKKINAN TILANTEESTA SUOMESSA

Kainuun Voima Oy Kajaani	Eitie- dossa	Pyroflow- kiertopetikattila	56 508			REF 2 (SFS 5875) tai muu vastaava syntypaikkalajiteltu jäte, joka täyttää REF 2:n laatuluokituksen vähintään kuiva-aineen kiioripitoisuuden (<0,50 %) osalta ja Tihisenniemen teollisuusalueella syntyneet jätteölly ja kävöstä poistettu hydraulikkakaölly. Poltettava REF 2 laatuluokan jäte on lähinnä teollisuuden ja rakennustoiminnan polttokelpoista jätettä sekä yhdyskuntajätteen syntypaikkalajiteltua polttokelpoista jätettä. Käsitelty puu on lähinnä kreosoottikyllästäisiä ratapölkkyjä.	2016 kokeiltu kuivikelannan käyttöä polttoaineena
Kotkan Energia Oy Hovinsaari	60 000	Leijupetikattila	3 655	2017	REF 1		
Rauman Voima Oy	90 000	Kiertoleijukattila ja kerrosleijukattila	63 164	2015	Kierrätyspolttoaineet, puunjalostusteollisuuden jätevesipuhdistamolietteen, eläinperäiset polttoaineet, kasvisperäiset polttoaineet, kierrätys- ja voiteluöljy		
Saint-Gobain Weber Oy Ab, Kuusankoski, kevytsorauni	2 800	Kevytsorauni				Lisäksi kierrätyspuu 3 800	
Tornion Voima Oy	36 500	Kiertopetikattila	0	2016	REF (10% polttoaineesta, muovia, pahvia, paperia)	Jätteeksi luokiteltavaa polttoainetta ei tällä hetkellä käytössä	
UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari	20 000	Kupliva leijupetikattila			Lassila & Tikanoja Oyj	REF 1	
Pori Energia Oy, Aittaluodon voimalaitos	71 800	Leijukattila	0		Kierrätyspolttoaineita ei ole hyödynnetty lähi-	vuosina	
Adven Oy Jepua	15 000	Kuplivalleijupeti	8 342	2015			

Laitos	Kapasiteetti, t/a	SRF-lupa, t/a	Tekniikka	SRF-hyödynnetty, t/a	Vuosi	Jätteen toimittajat	Hyödynnettävien jätteiden (EWC-) nimikkeet ja määrät	Muuta huomioita
Äänevoima Oy, Äänekoski		18 500	Kupliva leijupetikattila	2 814	2017	Lassila & Tikanoja, Jätehuolto Savolainen Oy, oma tuotanto	Kuori ja liete 242 000 t, metsä- ja puusivutuotteet 73 500, jyräinturve 45 500 t, kuitusavi 18 500 t	
Vaskiluodon voima Oy, Seinäjoen voimalaitos		55 000	Kiertoleiju	Ei tiedossa			Jätteen luokiteltavia polttoaineita käytetyistä polttoaineista ovat kuori (03 01 01), sahanpuru (03 01 05), kutteri (03 01 05), lautahake (03 01 05), viljan kuori (02 03 01) ja kierrätyspuu (17 02 01)	
Laanilan Voima Oy, Kemiran tehtaiden voimalaitos, Oulu		7 000	Kiertoleijukattila ja kuplivapetinen kattila	0	2015			
Vapo Oy, Haapaveden voimalaitos		Ei tiedossa	Leijukeroskattila	0			Kuivattu jätevesiliete 1100t/a	Lupa: 0–10 % kattilan hetkellisestä (31 MW) polttoainetehosta ja 3 % vuotuisesta kokonaisenergiasta
Stora Enso Varkaus		Ei tiedossa	Kiertoleijukattila (K6) ja kuplapetikattila (K7)	16 889	2016			Jätteen rinnakkaispolttoa enintään 50 % polttoaineesta



Tämä on selvitys eräiden keskeiseksi arvioitujen orgaanispitoisten jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen kierrätysmateriaalin markkinan tilanteesta Suomessa. Tarkastelu kohdistui tässä lähinnä jätteiden ja materiaalien ominaisuuksiin sekä yleisellä tasolla käsittelytapojen teknistaloudellisiin reunaehtoihin sekä niiden vaikutuksiin käsittelymahdollisuuksien kannalta. Työn taustalla on jätehuollon nykytilanne, jossa jätteiden kierrätystavoitteet tiukentuvat edelleen. Kierrätysmateriaalien kysyntään ja jätteenkäsittelykapasiteetin riittävyteen liittyy kuitenkin tällä hetkellä tiettyjä haasteita, joita tässä selvityksessä on tarkasteltu ja sekä etsitty niihin jatko-toimenpide-ehdotuksia ja suosituksia.



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

ISBN 978-952-11-4812-5 (PDF)  
ISSN 1796-170X (PDF)