

VTT Technical Research Centre of Finland

CHEMPLAST

Teittinen, Tuuli; Wahlström, Margareta; Pohjakallio, Maija; Vaajasaari, Kati

Published: 01/01/2020

Document Version
Publisher's final version

[Link to publication](#)

Please cite the original version:

Teittinen, T., Wahlström, M., Pohjakallio, M., & Vaajasaari, K. (2020). *CHEMPLAST: Kansallisten EoW-asetusten mahdollisuudet muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämiseksi*. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Asiakasraportti, No. VTT-CR-01281-19



VTT
<http://www.vtt.fi>
P.O. box 1000FI-02044 VTT
Finland

By using VTT's Research Information Portal you are bound by the following Terms & Conditions.

I have read and I understand the following statement:

This document is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of this document is not permitted, except duplication for research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered for sale.



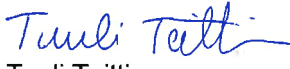


CHEMPLAST


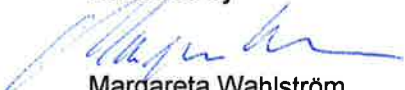

Kansallisten EoW-asetusten mahdollisuudet muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämiseksi

Kirjoittajat: Tuuli Teittinen, Margareta Wahlström ja Maija Pohjakallio, VTT

Kati Vaajasaari, REACHLaw Oy

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi CHEMPLAST - Kansallisten EoW-asetusten mahdollisuudet muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämässä	
Asiakkaan nimi, yhteystiedot Ympäristöministeriö	Asiakkaan viite
Projektin nimi CHEMPLAST - Kansallisten EoW-asetusten mahdollisuudet muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämässä	Projektin numero/lyhytnimi 122934 - CHEMPLAST
Raportin laatija(t) Tuuli Teittinen, Margareta Wahlström, Maija Pohjakallio, Kati Vaajasaari	Sivujen lukumäärä 44
Avainsanat Muovijäte, pyrolyysi, kemiallinen kierrätys, End-of-Waste	Raportin numero VTT-CR-01281-19
Tiivistelmä <p>Tämän selvityksen tavoitteena oli selvittää kansallisen End-of-Waste -asetuksen mahdollisuuksia muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämässä. Selvityksessä keskityttiin erityisesti muovijätteen pyrolyysiin liittyvän EoW-asetuksen tarpeisiin, mahdollisuuksiin ja toteutettavuuteen. Pyrolyysiä tai muuta muovijätteen kemiallista kierrätystä teollisessa mittakaavassa tekeviä kaupallisia toimijoita on toistaiseksi hyvin vähän, mutta alalla on paljon kehitystoimintaa. Muovijätteen kemialliseen kierrätykseen liittyviä lainsäädännöllisiä haasteita ovat muun muassa kierrätysasteen laskentaan liittyvät tulkinnot sekä kemiallisen kierrätyksen lopputuotteiden jäte/tuotestatus.</p> <p>Euroopassa ei toistaiseksi ole olemassa yhtään kansallista tai tapauskohtaista EoW-päätöstä koskien kemiallisesti kierrätettyä muovijätettä tai muovijättestä kemiallisen kierrätyksen kautta saatua pyrolyysiöljyä, jota voidaan jatkojalostaa kemikaaleiksi tai muoviraaka-aineiksi. Muovijättestä valmistetun pyrolyysiöljyn kansallinen EoW-asetus toteuttaisi jätepuitedirektiivin tavoitteita ja muovijätteen pyrolyysin edistäminen tukisi luonnonvarojen kestävää käyttöä, sillä pyrolyysiöljyä voidaan käyttää korvaamaan fossiilisia raaka-aineita. Kansallinen asetusta jätemuoveista valmistetun pyrolyysiöljyn jätteeksi luokittelun päättymisestä toisi selkeyttä pyrolyysiöljyn tuotestatukseseen ja voisi edistää muovijätteen kemiallista kierrätystä Suomessa. Tuotestatus helpottaisi pyrolyysiöljyn kuljettamista ja jatkokäyttöä ja voisi siten edistää pyrolyysiöljyn markkinoita. Toisaalta kansallisen EoW-asetuksen ongelmana on sen maakohtaisuus, joten kansallinen EoW ei välttämättä helpottaisi maiden välisiä kuljetuksia.</p> <p>Muovijätteen pyrolyysiprosessien kehitys on vielä kesken eikä muovijätteen pyrolyysiprosesseille tai pyrolyysituotteille ole toistaiseksi olemassa standardeja tai yleisiä laatuksiteerejä, mikä luo omat haasteensa mahdollisten kansallisten EoW-kriteerien laatimiselle. Toisaalta etupainotteinen lainsäädäntö voisi edesauttaa muovijätteen pyrolyysitoiminnan kehittymistä. Tuotestatus toisi pyrolyysiöljyille mukanaan REACH-rekisteröintivelvoitteen. Muutamia jätemuoveista valmistettuja pyrolyysiöljyjä on jo rekisteröity, ja nämä rekisteröinnit on tehty ns. välituotteena, mikä keventää REACH-prosessia.</p>	
Luottamuksellisuus	Julkinen
Espoo 20.12.2019	
Laatija  Tuuli Teittinen, Research Scientist	Tarkastaja  Margareta Wahlström Senior Scientist
	Hyväksyjä  Tommi Vuorinen Research Team Leader
VTT:n yhteystiedot Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, PL 1000, 02044 VTT	
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Tilaaaja ja VTT.	
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>	

Report's title	
CHEMPLAST - The potential of national End-of-Waste criteria to promote chemical recycling of plastics	
Customer, contact person, address	Order reference
Ministry of Environment of Finland	
Project name	Project number/Short name
CHEMPLAST- Kansallisten EoW-asetusten mahdollisuudet muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämässä	122934 - CHEMPLAST
Author(s)	Pages
Tuuli Teittinen, Margareta Wahlström, Maija Pohjakallio, Kati Vaajasaari	44
Keywords	Report identification code
Plastic waste, pyrolysis, chemical recycling, End-of-Waste	VTT-CR-01281-19
Summary	
<p>The aim of this report was to analyse the potential of national End-of-Waste criteria to promote chemical recycling of plastic waste. The study focused on pyrolysis of plastic waste and the needs, possibilities and feasibility of national EoW regulation on plastic pyrolysis oil. There are globally only few companies using plastic pyrolysis or other chemical recycling of plastics at commercial scale, but there is a lot of development in the industry. Legislative challenges related to the chemical recycling of plastic waste relates especially to the calculation of the recycling rate and the waste/product status of the outputs of chemical recycling.</p> <p>Currently there are no national or case-specific EoW criteria for chemically recycled plastics. EoW for plastic pyrolysis oil would fulfill the objectives of the Waste Framework Directive and the promotion of the pyrolysis of plastic waste would support the sustainable use of natural resources since pyrolysis oil can be used to replace fossil raw materials. National EoW criteria for plastic pyrolysis oil would clarify the product status of pyrolysis oil and could promote pyrolysis of plastic waste in Finland. Product status would ease transportation and use of pyrolysis oil and thus promote the market for pyrolysis oil. On the other hand, the national EoW would probably not facilitate cross-border shipment of pyrolysis oil.</p> <p>The development of plastic pyrolysis processes is still in progress and there are currently no harmonised standards or quality criteria for pyrolysis processes or the outputs of pyrolysis, which creates challenges for the development of the EoW criteria. On the other hand, anticipatory legislation could contribute to the development of plastic pyrolysis. End of waste classification would introduce an obligation to register pyrolysis oils under REACH. Only few plastic pyrolysis oils have already been registered, and these registrations have been made as intermediates. Registration process for intermediates is lighter than the normal REACH process.</p>	
Confidentiality	Public
Espoo 20.12.2019	
Written by	Reviewed by
 Tuuli Teittinen, Research Scientist	 Margareta Wahlström Senior Scientist
	Accepted by
	 Tommi Vuorinen Research Team Leader
VTT's contact address	
VTT Technical Research Centre of Finland, PL 1000, 02044 VTT	
Distribution (customer and VTT)	
Customer and VTT.	
<p><i>The use of the name of VTT Technical Research Centre of Finland Ltd in advertising or publishing of a part of this report is only permissible with written authorisation from VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.</i></p>	

Alkusanat

Tämän ympäristöministeriön tilaaman selvityksen tavoitteena oli selvittää kansallisen End-of-Waste -sääntelyn mahdollisuuksia muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämiseksi. Selvityksen laatimiseen ovat osallistuneet VTT:ltä Tuuli Teittinen, Margareta Wahlström ja Maija Pohjakallio. Selvityksen osana REACHLaw Oy selvitti EoW-prosessiin liittyvien kemikaali- ja tuotesääntelyn reunaehtoja. REACHLaw Oy:n osuuden toteutuksesta on vastannut Kati Vaajasaari. Lisäksi VTT:n Anja Oasmaa antoi arvokasta taustatietoa.

Selvityksen ohjausryhmään kuuluivat Kaija Järvinen, Merja Saarnilehto, Marja-Riitta Korhonen ja Anna-Maija Pajukallio ympäristöministeriöstä.

Kiitokset ohjausryhmälle ja haastatelluille.

Espoossa 20.12.2019

Tekijät

Määritelmät ja lyhenteet

Depolymerisointi (*Depolymerisation*)

Depolymerisointi on muovijätteen kemiallisen kierrätyksen menetelmä, jossa muovit voidaan depolymeroida palautuvien synteesisireaktioiden avulla alkuperäisiin monomeereihinsa. Depolymerointitapoja on useita, kuten metanolyysi, glykolyysi, hydrolyysi, aminolyysi ja hydraus

Kaasutus (*Gasification*)

Kemiallisen kierrätyksen menetelmä, joka perustuu muovien hajottamiseen lämmön avulla. Kaasutuksessa muodostuu kaasua sekä kiinteitä jäännöksiä.

Muovien regenerointi (*Plastic regeneration*)

Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen menetelmiä voidaan kutsua myös muovien regeneroinniksi. Näissä menetelmissä polymeerit hajotetaan pienemmiksi molekyyleiksi, kuten monomeereiksi, lyhytketjuisemmiksi hiilivedyiksi ja petrokemian raaka-aineiksi. (Rubel ym., 2019)

Muovin kemiallinen kierrätys (*Chemical recycling, feedstock recycling*)

Prosessi, joka muuttaa muovijätteen kemiallista rakennetta pilkkoen polymeerit lyhyemmiksi molekyyleiksi, jotka ovat valmiita käytettäväksi uusissa kemiallisissa reaktioissa (Plastics Europe, 2018). Pyrolyysi ja kaasutus ovat esimerkkejä muovijätteen kemiallisista kierrätysprosesseista.

Olefiinit (*Olefins*)

Olefiinit (alkeenit) ovat tyydyttymättömiä hiilivetyjä, joissa on vähintään yksi hiili-hiili -kaksoissidos. Olefiineja ovat esimerkiksi eteeni, propeeni, buteeni ja batadieeni. (Muoviteollisuus ry, n.d.)

Polyolefiinit (*Polyolefins*)

Polyolefiinit ovat polymeerejä, jotka on valmistetaan polymeroimalla olefiinejä (alkeeneja). Polyolefiinimuoveja ovat mm. eteenistä valmistettu polyeteeni (PE) ja propeenista valmistettu polypropeeni (PP).

Polymeeri (*Polymer*)

Molekyyli, jossa useat pienet molekyylit eli monomeerit ovat liittyneet toisiinsa kemiallisiin sidoksiin katalyyttien vaikutuksesta prosessissa, jota kutsutaan polymeraatioksi. Muovi on yhden tai useamman polymeerin seos, johon on lisätty tämän ominaisuuksia parantavia aineita. (Punkkinen ym., 2011)

Pyrolyysi (*Pyrolysis*)

Pyrolyysi on kemiallisen kierrätyksen menetelmä, jossa muovijäte hajotetaan kuumentamalla sitä hapettomissa olosuhteissa. Terminen hajotus synnyttää erilaisia lopputuotteita, joiden koostumukseen vaikuttaa muun muassa prosessin lämpötila ja prosessin syötteen laatu. Tyypillisesti pyrolyysiprosessissa muodostuu nestemäistä pyrolyysiöljyä tai vahamaista pyrolyysivahaa, kaasua ja hiiltä. Muovijätteen pyrolyysistä käytetään myös nimityksiä termolyysi sekä muovijätteen termokemiallinen nesteytys.

Pyrolyysiöljy / muoviöljy (*Plastic pyrolysis oil*)

Muovijätteen pyrolyysin nestemäinen lopputuote.

Pyrolyysivaha (*Pyrolysis wax*)

Pyrolyysiprosessin vahamainen lopputuote.

Pyrolyysikaasu (*Synthetic gas*)

Pyrolyysiprosessin kaasumainen lopputuote.

Solvolyysi (*Solvolysis*)

Solvolyysi eli liuotuskierrätys on kemiallisen kierrätyksen menetelmä, jossa käytetään liuottimia hajottamaan tietyt muovityypit monomeereiksi.

Termolyysi (*Thermolysis*)

Muovijätteen termisestä nesteytysprosessista käytetään myös nimitystä termolyysi. Termolyysi tarkoittaa käytännössä samaa kuin pyrolyysi.

Väliuote (*Intermediate*)

Väliuote on aine, jolla on kemikaalisääntelyssä (REACH) poikkeavia vaatimuksia muihin aineisiin verrattuna. REACH-asetuksessa väliuotteella tarkoitetaan ainetta, jota valmistetaan kemiallista prosessointia varten ja kulutetaan tai käytetään kemiallisessa prosessoinnissa sen muuntamiseksi toiseksi aineeksi (REACH-asetus 3 artikla 15 kohta). Täyttääkseen väliuotteen määritelmän REACH-asetuksen mukaisesti, rekisteröitävä aine pitää muuntaa toiseksi aineeksi ja sitä pitää valmistaa ja käyttää tarkasti valvotuissa oloissa kemikaalien valmistuslaitoksissa.

Sisällysluettelo

Alkusanat	3
Sisällysluettelo	6
1. Johdanto.....	7
1.1 Muovijätteen kierrätys.....	7
1.2 CHEMPLAST-selvityksen tavoite.....	8
2. Muovijätteen kemialliseen kierrätykseen liittyvä lainsäädäntö	9
2.1 Jätepuitedirektiivi	9
2.1.1 Jätehuollon etusijajärjestys	9
2.1.2 Jätteeksi luokittelun päätyminen (End-of-Waste).....	9
2.2 Kemikaalisäätely.....	13
2.3 POP-yhdisteitä sisältäviä muoveja koskeva lainsäädäntö	13
2.4 RED ja REDII.....	14
3. Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen tilannekuva	16
3.1 Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen keskeisimmät teknologiavaihtoehdot	16
3.2 Jätemuovin pyrolyysiä hyödyntävät tai tutkivat kaupalliset toimijat.....	17
3.3 Muovijätteen pyrolyysiin soveltuvat potentiaalisimmat syötteet	19
3.4 Pyrolyysiprosessin tuotteet ja niiden laatu	23
4. Haastattelututkimus: pyrolyysituotteiden markkinatilanne.....	24
4.1 Yhteenveto haastatteluista.....	25
4.1.1 Kemiallisen kierrätyksen nykytilanne.....	25
4.1.2 Lainsäädännön muodostamat haasteet ja kemiallista kierrätystä edistävä sääntely	26
5. Muovien kemialliseen kierrätykseen liittyvän kansallisen EoW-säätelyn potentiaaliset tarpeet, mahdollisuudet ja toteutettavuus.....	29
5.1 EoW-asetuksen tarve, hyödyt ja haitat.....	29
5.2 EoW-asetuksen reunaehdot	32
5.3 Mahdollisen EoW-asetuksen valmistelu ja sisältö	34
5.3.1 Taustatiedot.....	34
5.3.2 Vaikutusarviot	36
5.4 Muut vaihtoehdot: Green deal.....	37
5.4.1 Yleistä.....	37
5.4.2 International Green Deal North Sea Resources Roundabout	38
6. Yhteenveto	39
Lähdeviitteet.....	41
Liitteet	44

1. Johdanto

1.1 Muovijätteen kierrätys

Muovi on yleinen materiaali, joka on läsnä jokapäiväisessä elämässämme. Muoveilla on monia hyviä ominaisuuksia, joiden vuoksi ne ovat esimerkiksi tärkeitä pakkausmateriaaleja. Toisaalta muoveihin liittyy myös monia ongelmia, esimerkiksi muovien tuotanto ja poltto aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä ja meriin päätyvä vuosittain miljoonia tonneja muovijätettä.

Euroopassa syntyy muovijätettä vuosittain yli 27 miljoonaa tonnia, josta tällä hetkellä kierrätetään noin 30 % (Plastics Europe, 2018). Huomattava osa muovijätteistä viedään käsiteltäväksi EU:n ulkopuolelle (Plastics Europe 2018, Euroopan komissio 2018).

Muovijätteen kemiallisella kierrätyksellä tarkoitetaan menetelmiä, joissa polymeerien ketjut pilkkoutuvat pienempiin osiin kuten monomeereiksi, joita voidaan hyödyntää uusien polymeerien, kemikaalien tai öljytuotteiden valmistuksessa. Valtaosa muovijätteen kierrätyksestä Euroopassa on mekaanista kierrätystä, kemiallisen kierrätyksen osuus on toistaiseksi alle 2 % (Ympäristöministeriö, 2018). Mekaaninen kierrätys sopii parhaiten puhtaalle ja hyvälaatuiselle muovijätteelle, kun taas kemiallisella kierrätyksellä voidaan käsitellä myös huonolaatuisempaa muovijätettä.

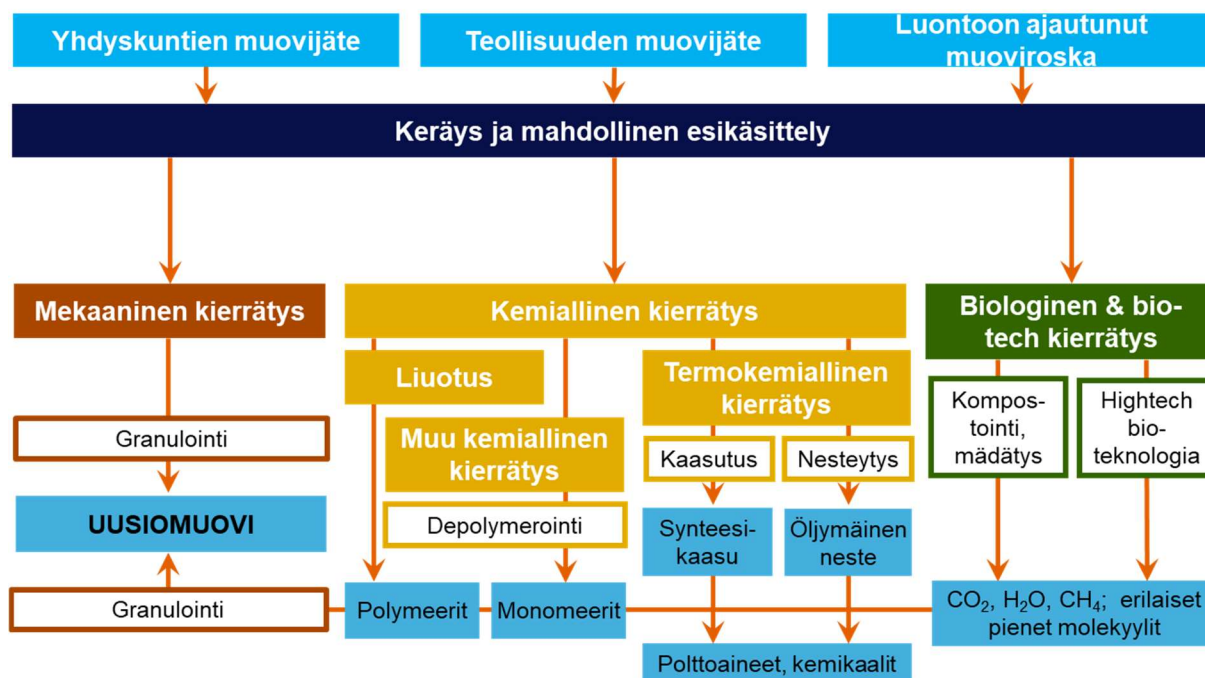
Muovijätteet on nostettu tärkeään asemaan useissa kansainvälisissä ja kansallisissa kiertotalouden strategioissa ja toimenpideohjelmissa. Euroopan komission joulukuussa 2015 hyväksymässä EU:n kiertotaloutta koskevassa toimintasuunnitelmassa muovit on asetettu yhdeksi painopistealueeksi (Euroopan komissio, 2015). Komissio on laatinut muoveille myös kiertotalousstrategian (Euroopan komissio, 2018). Strategiassa luodaan perusta uudelle muovitaloudelle, jossa muovien uudelleenkäyttö-, korjaus- ja kierrätystarpeet otetaan huomioon jo muovien ja muovituotteiden suunnittelussa ja tuotannossa sekä kehitetään ja edistetään kestävämpiä materiaaleja. EU:n muovistrategia asettaa tavoitteeksi, että vuoteen 2030 mennessä yli puolet Euroopassa syntyvästä muovijätteestä kierrätetään. Lisäksi strategiassa asetetaan tavoitteeksi muun muassa muovijätteen lajittelu- ja kierrätyskapasiteetin kasvattaminen vuoteen 2030 mennessä nelinkertaiseksi vuoteen 2015 verrattuna.

Suomi julkaisi syksyllä 2018 oman muovitiekartan, johon on koottu keskeisiä toimia muovien aiheuttamien haasteiden ratkaisemiseksi (Ympäristöministeriö, 2018). Yksi tiekartassa listatuista toimenpiteistä on ottaa käyttöön talteenotetun muovin monipuoliset kierrätysratkaisut. Tämän toimenpiteen toteuttamiseksi tiekartassa mainitaan tarkempia toimenpiteitä, joista yksi toimenpide on arvioida kemiallisen kierrätyksen soveltuvuutta ja vaikutuksia Suomessa sekä selvittää kemiallisen kierrätyksen potentiaalia ja siihen liittyviä reunaehtoja.

Vaikka muovijätteiden kierrätys (ks. kuva 1) on keskittynyt pääasiassa muovien mekaaniseen kierrätykseen, on muovijätteen kemiallinen kierrätys tärkeässä roolissa asetettujen kierrätystavoitteiden saavuttamisessa. Kemiallinen kierrätys on täydentävä ratkaisu, jolla voidaan ratkaista mekaaniseen kierrätykseen liittyviä haasteita ja nostaa muovien kokonaiskierrätysastetta (Chemical Recycling Europe, 2019). Kemiallinen kierrätys voi olla ratkaisu esimerkiksi heterogeenisen ja likaisen muovijätteen käsittelyyn silloin, kun erottelu ei ole teknisesti mahdollista tai taloudellisesti järkevää. Kemiallinen kierrätys voi säästää luonnonvaroja esimerkiksi vähentämällä raakaöljyn kulutusta ja tarvetta sijoittaa muovijätettä kaatopaikoille tai jätteenpolttoon, mikä osaltaan edistää muovien kiertotaloutta. Material Economicsin laatiman selvityksen (2018) mukaan jopa 40 % kierrätykseen kerätystä muovijätteestä jää todellisuudessa kierrättämättä. Kemiallisella kierrätyksellä voitaisiin keskittyä erityisesti näihin virtoihin, joita on hankala kierrättää mekaanisesti. Material

Economicsin tekemän skenaarion mukaan 11 % Euroopassa syntyvästä muovijätteestä tulisi käsitellä kemiallisen kierrätyksen keinoin vuoteen 2050 mennessä.

Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen teknologiat eivät ole kaikilta osin vielä täysin valmiita laajamittaiseen toimintaan, mutta teknologioiden kehitys käy kuumana. Muovijätteen kemialliseen kierrätykseen liittyvä lainsäädäntö on jäämässä jälkeen teknologiakehityksestä (Chemical Recycling Europe, 2019). Muovijätteiden keräämiseen ja kierrätykseen liittyvien yhdenmukaisten lähestymistapojen ja sääntelyn puute aiheuttaa ongelmia yrityksille, jotka yrittävät luoda uusia lisäarvotuotteita muovijätteestä. Esimerkiksi muovijätteiden siirrot maasta toiseen ja jätteiden omistusoikeuteen liittyvät asiat ovat keskeisiä huomioon otettavia kysymyksiä (Material Economics 2018).



Kuva 1. Muovijätteen kierrätysvaihtoehdot.

1.2 CHEMPLAST-selvityksen tavoite

Tämän ympäristöministeriön tilaaman selvityksen tavoitteena oli tuottaa ja koota tietoa, jonka perusteella pystytään arvioimaan, mikä merkitys kansallisilla End-of-Waste -asetuksilla voisi olla muovien kemiallisen kierrätyksen edistämisessä. Tiedonkeruumenetelminä olivat haastattelut, kirjallisuusselvitys ja olemassa olevien End-of-Waste -päätösten tarkasteleminen. Teknologioiden osalta raportissa keskitytään erityisesti muovijätteen pyrolyysiin. Pyrolyysi on kemiallisen kierrätyksen menetelmä, jossa muovijäte hajotetaan kuumentamalla sitä hapettomissa olosuhteissa. Korkeissa lämpötiloissa polymeerit pilkkoutuvat pienempiin molekyyleihin. Pyrolyysin tuotteena syntyy pyrolyysiöljyä sekä hiiltä ja kaasua. Pyrolyysiprosessia kuvataan tarkemmin luvussa 3.

2. Muovijätteen kemialliseen kierrätykseen liittyvä lainsäädäntö

2.1 Jätepuitedirektiivi

EU:n jätepuitedirektiivissä (98/2008/EY) asetetaan lainsäädännölliset puitteet jätteiden käsittelylle EU-maissa. Vuonna 2018 voimaan tulleessa jätepuitedirektiivin muutoksessa (2018/851) asetetaan uudet, entistä kunnianhimoisemmat tavoitteet yhdyskuntajätteen ja pakkausjätteen uudelleenkäytön valmistelulle ja kierrätykselle. Uusi tavoite on, että yhdyskuntajätteestä kierrätetään 55 % vuonna 2025, 60 % vuonna 2030 ja 65 % vuonna 2035. Pakkausjätteestä tulee kierrättää 65 % vuoteen 2025 ja 70 % vuoteen 2035 mennessä. Pakkausjätteille on asetettu myös materiaaliikohtaisia tavoitteita, joiden mukaan pakkausjätteiden muovista tulee vuoteen 2025 mennessä kierrättää 50 % ja vuoteen 2030 mennessä 55 %.

Kierrätystavoitteiden lisäksi jätehuollon etusijajärjestys ja jätteeksi luokittelun päättymisen kriteerit ovat muovijätteiden kemiallisen kierrätyksen kannalta oleellisia asioita, joista säädetään jätepuitedirektiivissä.

2.1.1 Jätehuollon etusijajärjestys

Muovijätteiden käsittelyä ohjaa jätehuollon periaatteena oleva niin sanottu etusijajärjestys, joka pohjautuu jätepuitedirektiivin 4 artiklan mukaiseen jätehierarkiaan. Etusijajärjestyksen mukaan (Jätelaki 646/2011):

- Ensisijaisesti on vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta.
- Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan on ensisijaisesti valmistettava jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä se.
- Jos kierrätys ei ole mahdollista, jätteen haltijan on hyödynnettävä jäte muulla tavoin, mukaan lukien hyödyntäminen energiana.
- Jos hyödyntäminen ei ole mahdollista, jäte on loppukäsiteltävä.

Jätelain mukaan etusijajärjestyksestä on noudatettava mahdollisuuksien mukaan siten, että saavutetaan kokonaisuutena arvioiden lain tarkoituksen kannalta paras tulos, kun huomioon otetaan tuotteen ja jätteen elinkaaren aikaiset vaikutukset, ympäristönsuojelun varovaisuus- ja huolellisuusperiaate sekä toiminnanharjoittajan tekniset ja taloudelliset edellytykset noudattaa etusijajärjestyksestä.

Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen luokittelu kierrätykseksi tai energiahyödyntämiseksi voi riippua siitä, mihin kemiallisessa kierrätyksessä syntyvät lopputuotteet käytetään (JRC, 2014).

2.1.2 Jätteeksi luokittelun päättyminen (End-of-Waste)

Jättestatuksen päättävässä sääntelyssä on olennaisesti kysymys pyrkimyksestä keventää jättemateriaaliin kohdistuvaa sääntelytaakkaa (Kauppila ym. 2018). Materiaalin jättestatus aiheuttaa toiminnanharjoittajalle tiettyjä vaatimuksia ja hallinnollista taakkaa, koskien esimerkiksi jätteen kuljettamista. Materiaalin jättestatuksella voi olla myös niin kutsuttu *stigmavaikutus*, mikä tarkoittaa sitä, että mahdolliset käyttäjät eivät halua hyödyntää jätteitä tai edellyttävät, että jätteestä valmistetut materiaalit ovat oleellisesti muita materiaaleja halvempia (Kauppila ym., 2018). Jättestatus voi aiheuttaa myös oikeudellista epävarmuutta, mikäli jättestatuksen alaista materiaalia käytetään tuotteen tavoin (JRC, 2014).

Jätteeksi luokittelun päättymisen edellyttää, että jäte on kierrätetty tai muuten hyödynnetty ja seuraavat arviointiperusteet täytyvät (Jätepuitedirektiivi):

- 1) ainetta tai esinettä on määrä käyttää erityisiin tarkoituksiin;
- 2) aineelle tai esineelle on olemassa markkinat tai kysyntää;
- 3) aine tai esine täyttää tiettyjen tarkoitusten mukaiset tekniset vaatimukset ja on tuotteisiin sovellettavien olemassa olevien säännösten ja standardien mukainen; ja
- 4) aineen tai esineen käytöstä ei aiheudu haitallisia kokonaisvaikutuksia ympäristölle eikä ihmisten terveydelle.

Yksityiskohtaisista arviointiperusteista jätteeksi luokittelun päättymistä koskevien edellytysten soveltamiseksi tiettyihin jätelajeihin voidaan antaa kansallisia säädöksiä, jos EU-tasolla ei ole tällaisia vahvistettu. Lisäksi tapauskohtainen ratkaisu voidaan tehdä sellaisen jätteen osalta, jolle ei ole säädetty arviointiperusteita EU:ssa tai kansallisesti valtioneuvoston asetuksella.

EU:n jätepuitedirektiivin mukaan mukaan EoW-säädöksissä ja tarvittaessa tapauskohtaisissa ratkaisuisissa tulee asettaa vaatimuksia seuraavista asioista:

- a) jättemateriaalit, jotka on sallittua toimittaa hyödyntämistoimeen (syöttöpanos)
- b) sallitut käsittelyprosessit ja -tekniikat
- c) sovellettavien tuotestandardien mukaiset laatuvaatimukset EoW-lopputuotteelle, mukaan lukien epäpuhtauksia koskevat raja-arvot tarvittaessa
- d) laadunvalvontaa ja omavalvontaa sekä akkreditointia koskevat vaatimukset, jos tämä on tarkoituksenmukaista
- e) vaatimustenmukaisuusilmoitusta koskeva vaatimus.

Kansalliset EoW-säädökset ja tapauskohtaiset päätökset muovijätteistä

CHEMPLAST-hankkeessa kartoitettiin muovijätteeseen liittyviä kansallisia End-of-Waste -asetuksia ja tapauskohtaisia päätöksiä. Kansallisia EoW-säädöksiä etsittiin Euroopan komission TRIS-tietokannasta¹ ja tapauskohtaisia päätöksiä google-hauilla.

Toistaiseksi Euroopassa ei ole tehty yhtään kansallista End-of-Waste -säädöstä koskien kemiallisesti kierrätettyä muovijätettä. JRC laati vuonna 2014 ehdotuksen EU:n laajuisista End-of-Waste -kriteereistä muovijätteelle (*End-of-Waste criteria for waste plastic for conversion*), mutta ehdotus koski vain mekaanisesti kierrätettyä muovijätettä. JRC:n ehdotuksesta huolimatta EU:n laajuisia EoW-kriteereitä muovijätteelle ei ole vielä kukaan tehnyt. JRC:n ehdotuksessa kemiallisesti kierrätetty muovijäte jätettiin ehdotuksen ulkopuolelle seuraavista syistä (JRC, 2014):

- Ei ole näyttöä siitä, että kemiallisen kierrätyksen lopputuotteet (esim. synteetikaasu, etyleeni ym.) kohtaisivat esteitä, jotka estäisivät niiden tunnistamiseksi tuotteiksi.
- Kemiallista kierrätystä koskevat tekniset vaatimukset, lainsäädäntö ja standardit olisivat todella erilaisia kuin mekaanista kierrätystä koskevat.
- On vaikeaa erottaa selvästi kemiallisen kierrätyksen lopputuotteiden käyttöä energiana tai kemikaalien raaka-aineena. Tämä voi aiheuttaa ristiriitoja kierrätystä edistävän lainsäädännön kanssa.
- Kemiallisen kierrätyksen rooli on toistaiseksi marginaalinen EU:ssa.

Muovijätteiden kierrätykseen liittyvät EoW:t on koottu taulukkoon 1. Olemassaolevia jäsenvaltioiden kansallisia EoW-säädöksiä muoveista on tehty Portugalissa ja Iso-Britanniassa. Portugalissa on EoW-säädös mekaanisesta hyödyntämisestä talteenotetulle muovijätteelle. Iso-Britanniassa on tehty EoW-kriteereitä vastaava *quality protocol* muovijätteelle, joka ei ole pakkausmuovia, mutta on tarkoitettu käytettäväksi uusioraaka-aineena muovinvalmistusprosesseissa. Tapauskohtaisten EoW-päätösten kartoittaminen on

¹ <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/search/>

hankalaa, sillä tietoa tapauskohtaisista päätöksistä on huonosti saatavilla. Ainakin Irlannissa on tehty tapauskohtainen EoW-päätös Irish Packaging Recycling Ballymount -yrityksen valmistamille LDPE-pelleteille.

Ranskassa on tehty kansallinen EoW-säädös regeneroiduille kemikaaleille ja esineille. Regeneroinnilla tarkoitetaan kaikkia jätteiden kierrätystoimenpiteitä, joissa jäte saa sitä kemikaalia tai esinettä vastaavan suorituskyvyn, josta se on lähtöisin, ottaen huomioon aiotun käyttötarkoituksen. Kyproksella puolestaan valmistellaan EoW-kriteereitä rengasjätteiden pyrolyysiöljylle (EoW criteria regarding the use of tire pyrolysis oil in the framework of energy recovery). Neoklis Antoniou ja Antonis Zorpas ovat kirjoittaneet valmisteluprosessista artikkelin *Quality protocol and procedure development to define End-of-Waste criteria for tire pyrolysis oil in the framework of circular economy strategy* (2019), jossa he käyvät läpi rengasjätteen pyrolyysiöljyn EoW-kriteerien kehittämisprosessia.

Taulukko 1. Kansallisia EoW-säädöksiä ja päätöksiä muovijätteistä

	Materiaali	Syöttöpanos	Lopputuotteen laatu	Muuta
Kansalliset asetukset				
Portugali (2016/402/P): mekaanisesta hyödyntämisestä talteenotettu muovi	Talteenotettu muovi, erityisesti lastut, agglomeraatit ja rakeet. "Talteenotetulla muovilla" tarkoitetaan jätemuovin mekaanisesta hyödyntämis-käsittelystä peräisin olevaa muovimateriaalia, joka on tarkoitettu muovina sisältävien tuotteiden tuotantoteollisuuteen.	Raaka-aineena ei saa käyttää biojätteitä, uudelleenkäytettäviä pakkauksia, vaarallisia terveydenhuollon palveluista peräisin olevia jätteitä eikä käytettyjen henkilökohtaisten hygienia tuotteiden jätteitä, vaarallisia jätteitä ei saa käyttää (ellei osoiteta todisteita siitä, että käsittelyprosessin jälkeen näillä jätteillä ei ole enää vaarallisia ominaisuuksia) eikä lämmöllä kovettettua tai jäykistettyä jätemuovia.	Mekaanisesta hyödyntämisprosessista peräisin olevan talteenotetun muovin on täytettävä standardeissa esitetyt vaatimukset muovin tyyppin mukaisesti ja lisäksi erityisesti sen käyttökohdetta koskevat tekniset eritelmät tai teollisuusstandardit niin, että sitä voidaan käyttää suoraan muovituotteiden tuotantoteollisuudessa ilman lisäkäsittelyä.	Mekaanisesta hyödyntämiskäsittelystä peräisin olevaa materiaalia ei ole tarkoitettu seuraaviin tarkoituksiin: -- pyrolyysi, plasmolyysi, kaasutus ja vastaavat tekniikat
UK (2008/591/UK): Quality protocol - End of waste criteria for the manufacture of secondary raw materials from waste non-packaging plastics	Muu kuin pakkausmuovijäte, joka on tarkoitettu käytettäväksi uusioraaka-aineena määrittelyissä muovinvalmistusprosesseissa.			Ei varsinainen EoW
Ranska (2018/364/F): regeneroidut kemikaalit tai esineet	Regeneroidut kemikaalit tai esineet. Regeneroinnilla tarkoitetaan kaikkia jätteiden kierrätystoimenpiteitä, joissa jäte saa sitä kemikaalia tai esinettä vastaavan suorituskyvyn, josta se on lähtöisin, ottaen huomioon aiotun käyttötarkoituksen. Regenerointi käsittää epäpuhtauksien uuttamisen, hävittämisen tai muuntamisen.	Tuotantopanoksiksi ei hyväksytä asbestia sisältäviä jätteitä, PCB-tai POP-yhdisteitä sisältäviä jätteitä (jotka ylittävät POP-asetuksen liitteessä IV vahvistetut rajat) eikä terveydenhoidon jätteitä.	<ul style="list-style-type: none"> - Regeneroidut kemikaalit ja esineet ovat kunnossa, joka mahdollistaa käytön suoraan ilman muita jätteiden käsittelyyn liittyviä toimia, - Vastaavat ammattimaisen käyttäjähaaran, asiakkaan tai tehtailijan määrittämien tuote-eritelmien tyyppisiä ulkoisia tai kaupallisia teknisiä tietoja, joiden tarkoituksena on erityinen käyttö. - Pakattu ja varastoitu asianmukaisten käytäntöjen mukaisesti 	
Tapauskohtaiset päätökset				
Irlanti: EoW criteria for recycled Low Density Polyethylene (LDPE) pellets produced by Irish Packaging Recycling	Irish Packaging Recycling Ballymount -yrityksen valmistamat LDPE-pelletit	Syöttöpanoksena saa käyttää vain: <ul style="list-style-type: none"> - vaaraton LDPE-kalvojäätettä, jota käytetään tavaroiden pakkaamisessa kuljetuksissa - sekajätteestä talteenotettu vaaraton LDPE-jäte 	Materiaalin on täytettävä asiakkaan määrittely ja asiaankuuluvat teollisuuden standardit. Muun kuin muovin osuus materiaalista saa olla enintään 2 % kuivapainosta. Materiaalin on noudatettava CLP- ja REACH-asetuksia. Materiaalin on sovelluttava raaka-aineeksi muovituotteiden valmistukseen ilman jatkojalostusta. Materiaalia ei saa käyttää polttoon tai uudelleenkäsitellä materiaaliksi, joka käytetään polttoaineena.	

2.2 Kemikaalisääntely

Kun materiaali on lakannut olemasta jätettä, toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että materiaali on sitä koskevien tuotevaatimusten mukainen sekä täyttää siihen sovellettavan kemikaalilainsäädännön mukaiset rekisteröintiä, lupamenettelyä ja rajoituksia koskevat vaatimukset (REACH-asetus) sekä luokitusta, pakkaamista ja merkintöjä koskevat vaatimukset (CLP-asetus).

REACHLaw Oy:n tavoitteena oli tässä hankkeessa selventää EoW-prosessiin liittyvien kemikaali- ja tuotesääntelyn reunaehtoja (Liite 2: *CHEMPLAST- EoW-prosessi ja siihen liittyvä kemikaalisääntely*). Työ rajattiin REACH- ja CLP-asetusten vaatimuksiin, jotka liittyvät muovien kemiallisessa kierrätyksessä syntyviin öljytuotteisiin.

REACHLaw Oy:n työn keskeisimmät tehtävät olivat:

- kuvata yleisellä tasolla kemikaalilainsäädännön (REACH ja CLP) asettamat velvoitteet ja lainsäädäntöjen vaatimustenmukaisuuden tarkistamisessa huomioon otettavat asiat
- kuvata muovien pyrolyysituotteiden EoW-prosessiin liittyviä REACH-rekisteröintivaatimuksia tai rekisteröinnistä vapautusmahdollisuutta sekä näiden tuotteiden käyttöön liittyviä mahdollisia REACH-rajoitus- ja lupamenettelyvaatimuksia
- laatia yhteenveto muoveista tai muista jättemateriaaleista valmistetuista pyrolyysiöljyistä ECHAN sivuilla julkaistujen rekisteröintiasiakirjojen pohjalta

REACHLaw Oy:n osuus sisälsi myös koosteen kemikaalivirastolle tehdyistä jättemateriaaleista valmistettujen pyrolyysiöljyjen REACH-rekisteröinneistä, jotka on julkaistuista kemikaaliviraston sivuilla (Liite 3: Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja). Muoveista pyrolyysillä (termolyysi) valmistetulle öljylle löytyy päärekisteröinti kemikaaliviraston (ECHA) sivuilta. Liitteessä 3 on esitetty myös vastaavat tiedot jätekumista ja renkaista valmistetun pyrolyysiöljyn päärekisteröintiasiakirjasta.

Öljyjen rekisteröintiasiakirjoista on koottu seuraavia taustatietoja:

- 1) tiedot yrityksistä, jotka ovat öljytuotteita rekisteröineet,
- 2) tiedot öljyjen rekisteröidyistä käyttötarkoituksista,
- 3) tiedot öljyjen kemiallisista ja fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista sekä ympäristö- ja terveysominaisuuksista,
- 4) öljyjen CLP-asetuksen mukaisesta luokituksista.

Lisäksi ECHAN sivustoilta löytyy useita esirekisteröintejä vaihtelevista raaka-aineista valmistetuille pyrolyysiöljyille, joista on esimerkinomaisesti koottu tietoja tämän selvityksen loppuun. Koska näitä aineita ei ole esirekisteröinnin jälkeen rekisteröity, niistä ei ole tarkempia tietoja saatavilla.

2.3 POP-yhdisteitä sisältäviä muoveja koskeva lainsäädäntö

Pysyvät orgaaniset yhdisteet (Persistent Organic Pollutants, POP) ovat erittäin hitaasti hajoavia kemiallisia yhdisteitä, jotka ovat myrkyllisiä ja kertyvät eliöihin ravintoketjussa ja kulkeutuvat kauas päästölähteistään ilman, veden tai muuttavien eläinlajien välityksellä. Muovijätteet voivat sisältää esimerkiksi bromattuja palonsuoja-aineita, jotka luokitellaan POP-yhdisteiksi.

POP-yhdisteiden käyttöä on rajoitettu kansainvälisissä sopimuksissa, kuten YK:n alaisella Tukholman sopimuksella. EU:ssa Tukholman sopimus on pantu täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella (EU) 2019/1021 pysyvistä orgaanisista yhdisteistä (POP-asetus). POP-asetuksessa säädetään POP-yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelystä (artikla 7 ja liite V). POP-yhdisteitä yli asetuksessa säädetyn alemman pitoisuusrajan sisältävä jäte on loppukäsiteltävä tai hyödynnettävä siten, että jätteen sisältämät yhdisteet hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti sellaiseen muotoon, jolla ei ole pysyvien orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia. Sellaiset hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät, jotka voivat johtaa POP-yhdisteiden hyödyntämiseen, kierrätykseen, talteenottoon ja uudelleenkäyttöön, on kielletty. POP-asetuksen liitteen V mukaan sallitut hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät alemman POP-pitoisuusrajan ylittävälle jätteille ovat seuraavat:

- fysikaalis-kemiallinen käsittely (D9)
- poltto ilman energian talteenottoa (D10)
- poltto hyödyntäen jäte energiana (R1), pl. PCB-jäte
 - POP-jätettä polttavan polttolaitoksen on täytettävä EU:n teollisuuspäästödirektiivissä 2010/75/EU jätteenpoltolle asetetut vaatimukset, jotka on Suomessa pantu täytäntöön valtioneuvoston asetuksella jätteen polttamisesta (151/2013).
 - Mikäli jäte on luokiteltu vaaralliseksi jätteeksi ja halogenoitujen orgaanisten yhdisteiden pitoisuus jätteessä ylittää 1 % (kloorina ilmaistuna), on jätteen poltossa käytettävän uunin saavutettava jätteenpolttoasetuksen mukaan 1 100 °C lämpötila vähintään kahden sekunnin ajaksi.
- metallin talteenotto ja kierrätys (R4); sallittu vain tietyille metallipitoisille jätteille ja tietyillä menetelmillä

Ympäristöministeriön oppaan *Pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelyvaatimukset* (2016) mukaan POP-asetuksessa ei erikseen määritellä hävittämiseen tai palautumattomasti muuntamiseen liittyviä käsitteitä, mutta Baselin sopimuksen POP-jätteiden jätehuoltoa koskevassa ohjeessa esitetään ympäristönsuojelullisesti hyväksyttävän käsittelymenetelmän hajotustehokkuuden vertailuarvoksi 99,999 %. Hajotustehokkuudella tarkoitetaan sitä prosenttiosuutta POP-yhdisteistä, joka hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti toiseen muotoon kyseisen käsittelytekniikan avulla. Ympäristöministeriön oppaan mukaan toistaiseksi käytännössä ainoa käyttökelpoinen käsittelymenetelmä POP-yhdisteitä sisältävälle muovijätteelle on poltto. Ennen kuin poltolle vaihtoehtoisia käsittelytapoja bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien jätejakeiden käsittelyyn voitaisiin hyväksyä, tulee tutkia, saavutetaanko prosessissa POP-yhdisteiden ympäristönsuojelullisesti hyväksyttävä hajotustehokkuus. Lisäksi tulee saada varmuus siitä, ettei prosessissa synny uusia POP-yhdisteitä, kuten kloorattuja tai bromattuja dioksiini- ja furaaniyhdisteitä. Esimerkiksi sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoveista valmistetun pyrolyysiöljyn on havaittu sisältävän merkittäviä määriä bromattuja orgaanisia yhdisteitä pyrolyysilämpötilasta riippumatta. (Ympäristöministeriö, 2016)

2.4 RED ja REDII

Vuonna 2009 voimaan tullut uusiutuvan energian edistämistä koskeva direktiivi (ns. RED-direktiivi, 2009/28/EY) asetti tavoitteen, jonka mukaan uusiutuvien energialähteiden osuus EU:n energian loppukulutuksesta tulisi nousta keskimäärin 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Joulukuussa 2018 tuli voimaan uusi nk. RED II -direktiivi ((EU) 2018/2001) uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä. Direktiivissä asetetaan tavoite, että EU:n energiankäytöstä vähintään 32 % tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä vuoteen 2030 mennessä. Jäsenmaiden tulee saattaa voimaan direktiivin mukaiset kansalliset säädökset 30.6.2021 mennessä.

Uudessa RED II -direktiivissä mainitaan ”*kierrätetyt hiilipitoiset polttoaineet*”, joilla tarkoitetaan ”*nestemäisiä ja kaasumaisia polttoaineita, jotka tuotetaan uusiutumattomasta alkuperästä olevista*

nestemäisistä tai kiinteistä jätevirroista, jotka eivät sovellu direktiivin 2008/98/EY 4 artiklan mukaiseen materiaalien hyödyntämiseen, tai uusiutumaton alkuperää olevista, jätteiden käsittelystä peräisin olevasta kaasusta ja pakokaasusta, joita syntyy teollisuuslaitosten tuotantoprosessin väistämättömänä ja tahattomana seurauksena”.

Direktiivin mukaan liikennealalla uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta on oltava vähintään 14 prosenttia viimeistään vuonna 2030 (vähimmäisosuus). Vähimmäisosuutta laskettaessa jäsenvaltiot voivat ottaa huomioon kierrätetyt hiilipitoiset polttoaineet. Vuodesta 2021 alkaen kasvihuonekaasupäästöjen vähennysten on oltava vähintään 70 % käytettäessä muuta kuin biologista alkuperää olevia uusiutuvia nestemäisiä ja kaasumaisia liikenteen polttoaineita. Komissio hyväksyy viimeistään 1. tammikuuta 2021 säädöksen, jolla täydennetään tätä direktiiviä vahvistamalla kierrätetyillä hiilipitoisilla polttoaineilla saavutettujen kasvihuonekaasupäästöjen vähennysten asianmukaiset vähimmäiskynnykset elinkaarianalyysissä, jossa otetaan huomioon kunkin polttoaineen erityispiirteet.

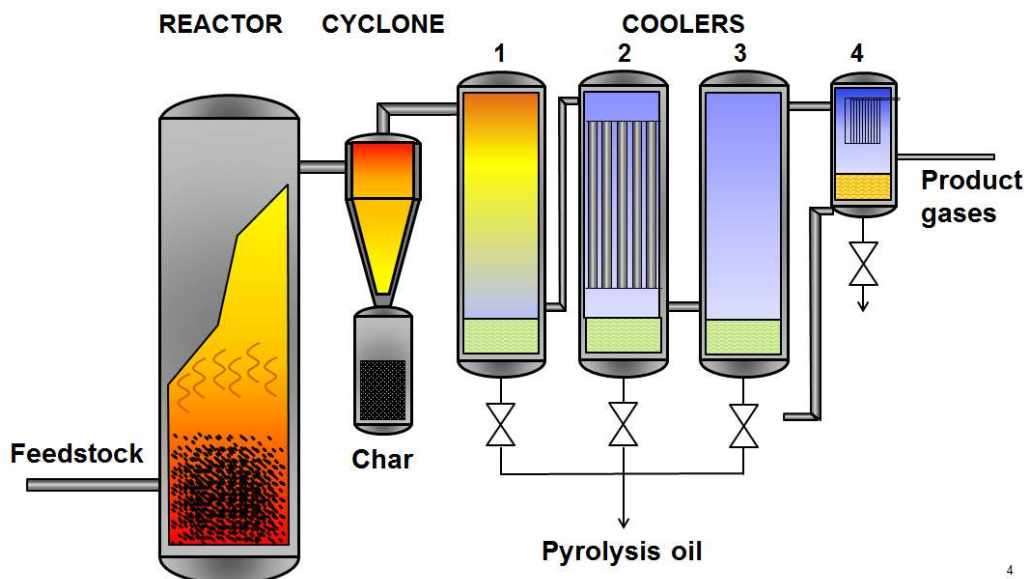
Tämä tarkoittaa, että uusiutumaton alkuperää olevista jätevirroista, kuten muovijätteistä, valmistettujen polttoaineiden käytön edistämällä voidaan edistää liikennealan energialähteiden monipuolistamisen ja hiilestä irtautumisen politiikkatavoitteita, vaikka kierrätettyjä hiilipitoisia polttoaineita ei voida ottaa huomioon laskettaessa uusiutuvista lähteistä peräisin olevaa energiaa koskevaa unionin kokonaistavoitetta (Bellona & Zero Waste Europe, 2019). Myös bensiinin ja dieselpolttoaineiden laadusta annetussa direktiivissä ((EU) 2015/652) annetaan vaatimuksia polttoaineiden laadulle ja kasvihuonekaasupäästöille (Oasmaa ym., 2019).

3. Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen tilannekuva

3.1 Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen keskeisimmät teknologiavaihtoehdot

Muovijätteen kemialliseksi kierrätykseksi kutsutaan prosesseja, jotka muuttavat muovijätteen kemiallista rakennetta pilkkoen polymeerit lyhyemmiksi molekyyleiksi, jotka ovat valmiita käytettäväksi uusissa kemiallisissa reaktioissa (Plastics Europe, 2019). Kemiallinen kierrätys kattaa useita erilaisia tekniikoita, joita ovat mm. pyrolyysi, kaasutus, depolymerointi ja solvolyyysi (Panda ym., 2010; Punkkinen ym., 2011).

Pyrolyysi on kemiallisen kierrätyksen menetelmä, jossa muovijäte hajotetaan kuumentamalla sitä hapettomissa olosuhteissa (kuva 1). Terminen hajotus synnyttää erilaisia lopputuotteita, joiden koostumukseen vaikuttaa muun muassa prosessin lämpötila, viiveaika ja prosessin syötteen laatu. Tyypillisesti teollisen sekamuovijätteen pyrolyysiprosessissa muodostuu nestemäistä pyrolyysiöljyä ja/tai vahamaista pyrolyysivahaa, kaasua ja hiiltä. Teollisten likaisten sekamuovijätteen pyrolyysituotteiden tyypillisin käyttökohde on polttonesteet esim. dieselvoimalaitokseen. Tietyistä muovilaaduista, kuten polystyreeni (PS), polymetyylimetakrylaatti (PMMA) ja polyamidi (PA) saadaan pyrolyysissä suurella saannolla näiden muovien monomeereja, jotka voidaan polymerisoida takaisin neitseelliseksi muoviksi. Muovijätteen pyrolyysistä käytetään myös nimityksiä **krakkaus**, **termolyyysi** sekä **muovijätteen termokemiallinen nesteytys**. Pyrolyysitekniologioita on useita erilaisia, kuten terminen krakkaus, katalyyttinen krakkaus ja hydrokrakkaus. (Panda ym., 2010)



Kuva 1. Pyrolyysiprosessi (Oasmaa, 2019).

Myös **kaasutus** perustuu muovien hajottamiseen lämmön avulla. Kaasutuksessa muodostuu kaasua sekä kiinteitä jäännöksiä (hiiltä ja tuhkaa). Kaasua voidaan käyttää energiantuotantoon tai kemikaalien valmistukseen (esim. polttoaineet, metanoli). Kaasutustekniikoita on useita erilaisia. Tuotetun kaasun koostumus riippuu prosessissa käytetystä kaasutusaineesta, esimerkiksi ilmakaasutuksessa tuotekaasun tyyppipitoisuus kasvaa. Muovijätteen kaasutuksessa haasteena on kaasutuotteen korkea tervapitoisuus, jonka vuoksi tarvitaan tehokas kaasunpuhdistusjärjestelmä, jotta kaasua voidaan soveltaa kemikaalien tuotannossa. Pyrolyysiin verrattuna kaasutuksen etuna on, että kaasutuksessa voidaan käsitellä

samanaikaisesti useita erilaisia muovityyppejä tai muoveja yhdessä biomassajätteiden kanssa. Kaasutus vaatii kemiallisen kierrätyksen menetelmistä vähiten muovijätteen esikäsitteilyä. Muovijätteen kaasutusta on tutkittu enemmän kuin pyrolyysiä. Lopezin ym. (2018) mukaan kaasutusteknologioiden kehitysaste on korkea ja lukuisissa tutkimuksissa muovijätteen kaasutusta on kokeiltu pilottimittakaavassa. (Lopez ym., 2018)

Depolymerisoinnissa muovit voidaan depolymeroida palautuvien synteesi-reaktioiden avulla alkuperäisiin monomeereihinsä. Depolymerointitapoja on useita, kuten metanolyysi, glykolyysi, hydrolyysi, aminolyysi ja hydraus. (Ragaert ym., 2017) Depolymerisointiprosesseista saatavat monomeerit ovat kaupallisesti arvokkaimpia kemiallisen kierrätyksen lopputuotteita (Punkkinen ym., 2011). Depolymerointi soveltuu kuitenkin ainoastaan tietyn tyyppisille muoveille, ns. kondensaatiopolymeereille, joita ovat esim. polyamidit, polyesterit, nylonit ja polyeteenitereflaattit (Panda ym., 2010). Hollannissa yrityksellä nimeltä Ioniqa on vuonna 2019 avattu PET-jätteen kierrätyslaitos, joka käyttää depolymerisointitekniikkaa. Prosessissa muodostuu monomeereja, joita voidaan käyttää uuden, korkealaatuisen PET-muovin valmistamiseen (Ioniqa, 2019).

Solvolyysissä eli liuotuskierrätyksessä käytetään liuottimia hajottamaan tietyt muovityypit monomeereiksi. Solvolyysiä on tutkittu erityisesti hiilikuitukomposiiteille (CFRP) soveltuvana kierrätysmenetelmänä. Esimerkki solvolyysiprosessista on saksalaisen Fraunhofer IVV - tutkimuslaitoksen kehittämä ja patentoima CreaSolv[®]-prosessi (Fraunhofer IVV, 2019).

3.2 Jätemuovin pyrolyysiä hyödyntävät tai tutkivat kaupalliset toimijat

Pyrolyysi eli termokemiallinen nesteytys on muovijätteen kemiallisen kierrätyksen teknologioista tällä hetkellä lähimpänä kaupallista, teollisen mittakaavan toimintaa. Euroopassa ja muualla maailmassa on useita yrityksiä, jotka hyödyntävät ja kehittävät jätemuovin pyrolysointiprosesseja (ks. taulukko 2). Suurimmalla osalla yrityksistä toiminta on kuitenkin toistaiseksi vasta pilotointivaiheessa, toiminnassa olevia kaupallisen mittakaavan laitoksia on toistaiseksi hyvin vähän. Myös Suomessa muovijätteen pyrolyysitoiminta ja nesteytetyn jätemuovin hyödyntäminen ovat vasta alkuvaiheessa (ks. taulukko 3), eikä tähän liittyvää kaupallisen mittakaavan toimintaa vielä ole.

Taulukko 2. Esimerkkejä ulkomaisista yrityksistä, joilla muovijätteen pyrolyysitoimintaa (plastics to oil).

Toimija	Kuvaus	Syötteen	Toiminnan taso
Plastic Energy ² , UK	Käyttää patentoitua <i>Thermal Anaerobic Conversion (TAC)</i> -teknologiaa, joka muuttaa muovijätteen TACOIL-öljyksi, joka soveltuu myös elintarvikepakkausten raaka-aineeksi.	Muovijätteet	Kaksi kaupallisen mittakaavan tuotantolaitosta Espanjassa, Sevillassa ja Almeriassa. Suunnittelee uusien laitosten avaamista Britanniaan, Eurooppaan ja Aasiaan. ³
Sabic ⁴ , Saudi-Arabia	SABIC jatkokäyttää Plastic Energyn TACOIL-öljyä ja valmistaa siitä kierrätyspolymeerejä, joista Sabicin asiakasyritykset valmistavat pakkausmateriaaleja.	Muovijätteen pyrolyysiöljy (Plastic Energyn TACOIL)	Pilottilaitos Geleenissä Hollannissa. Täyden mittakaavan laitos on tarkoitus saada käyntiin vuonna 2021.

² <https://plasticenergy.com/>

³ <https://waste-management-world.com/a/plastic-energy-limited-expands-on-two-existing-commercial-scale-recycling-plants-in-spain>

⁴ <https://plasticenergy.com/sabic-and-customers-launch-certified-circular-polymers-from-mixed-plastic-waste/>; <https://resource-recycling.com/plastics/2019/06/26/pyrolysis-produces-circular-polymers-for-tupperware/>

Recycling technologies ⁵ , UK	Valmistaa Plaxx-tuotteita (vahaa, polttoainetta) pyrolyysiteknologialla muovijätteestä.	Muovijätteet	Kaupallinen tuotanto.
Renewlogy ⁶ , USA	Muovijätteen pyrolyysin demonstraatiolaitokset Salt Lake Cityssä ja Nova Scotiassa.	Muovijätteet	Demonstraatiolaitokset Salt Lake Cityssä ja Nova Scotiassa.
Licella ⁷ , Australia	CatHTR-teknologialla tuotetaan bioöljyä.	Biomassa, muovijäte	Pilottilaitos Australiassa, myös muoveja testattu syötteenä onnistuneesti.
Basf ⁸	ChemCycling-projektissa testataan termokemiallista kierrätysprosessia, jossa muovijäte muutetaan öljyksi.	Muovijätteet	Muovijätteen kemiallista kierrätystä testataan ensimmäisillä pilottituotteilla.
Veolia ⁹	Tekee yhteistyötä Nestlen kanssa ja tutkii teknologioita muovijätteen kierrättämiseksi, mm. pyrolyysiä.	Muovijätteet	Tutkimusvaiheessa
IGE solutions ¹⁰ , Australia	Patentoitu <i>waste plastics to road ready fuel</i> -teknologia. Rakentavat pyrolyysilaitosta Amsterdamiin.	Muovijätteet	Patentoitu teknologia, laitos rakenteilla.
RES Polyflow ¹¹ , USA	Suunnitteilla kaupallisen mittakaavan laitos, jonka syötteenä olisi 100 000 tonnia muovijätettä vuosittain.	Muovijätteet	Laitos suunnitteilla.
Agilyx, USA ¹²	Teknologiatoimittaja, jolla Agilyx Mixed Plastics-to-Crude (MPC) System ja Agilyx Polystyrene-to-Styrene Monomer system (PSM) -teknologiat.	Muovijätteet	Teknologia myyty kolmelle asiakkaalle USA:ssa, jotka hyödyntävät sitä kaupallisen mittakaavan toiminnassa.
Air Liquide, AkzoNobel Specialty Chemicals, Enerkem ja Rotterdamin satama ¹³	Konsortio rakentaa <i>waste-to-chemistry</i> -laitoksen Rotterdamiin. Laitos tulee muuttamaan 360 000 tonnia jätettä metanoliksi.	Muovijätteet	Laitos rakennetaan Rotterdamiin.
Quantafuel ¹⁴ , Norja	Yhtiöllä on useita muovista öljyksi -projekteja pitkälle edenneissä kehitysvaiheissa, ensimmäinen laitos avattu Tanskaan.	Muovijätteet	Laitos avattu Tanskaan, kaupallinen toiminta alkamassa 2019. Laitoksen kapasiteetti 18 000 t muovijätettä vuodessa.
Sepco Industries Co Thailand ¹⁵	Käyttää Chulalongkorn yliopistolla kehitettyä jatkuvatoimista teknologiaa, joka muuttaa muovijätteen pyrolyysiöljyksi.	Muovijätteet	Demonstraatiolaitos Bangkokin ulkopuolella. Maks. kapasiteetti 20 tn muovijätettä/pvä -> 17 m ³ öljyä

⁵ <https://recyclingtechnologies.co.uk/technology/plaxx/>

⁶ <https://renewlogy.com/>

⁷ <https://www.licella.com.au/cat-htr/>

⁸ <https://www.basf.com/global/en/who-we-are/sustainability/management-and-instruments/circular-economy/chemcycling.html>

⁹ <https://www.veolia.com/en/newsroom/news/recycling-waste-plastic-packaging-nestle-veolia>

¹⁰ <https://www.igesolutions.org/the-integrated-green-energy-solution/>

¹¹ <http://www.respolyflow.com/>

¹² <https://www.agilyx.com/about-us/faqs>

¹³ <https://www.akzonobel.com/en/for-media/media-releases-and-features/partners-agree-initial-funding-kick-waste-chemistry-project>

¹⁴ <https://quantafuel.com/>

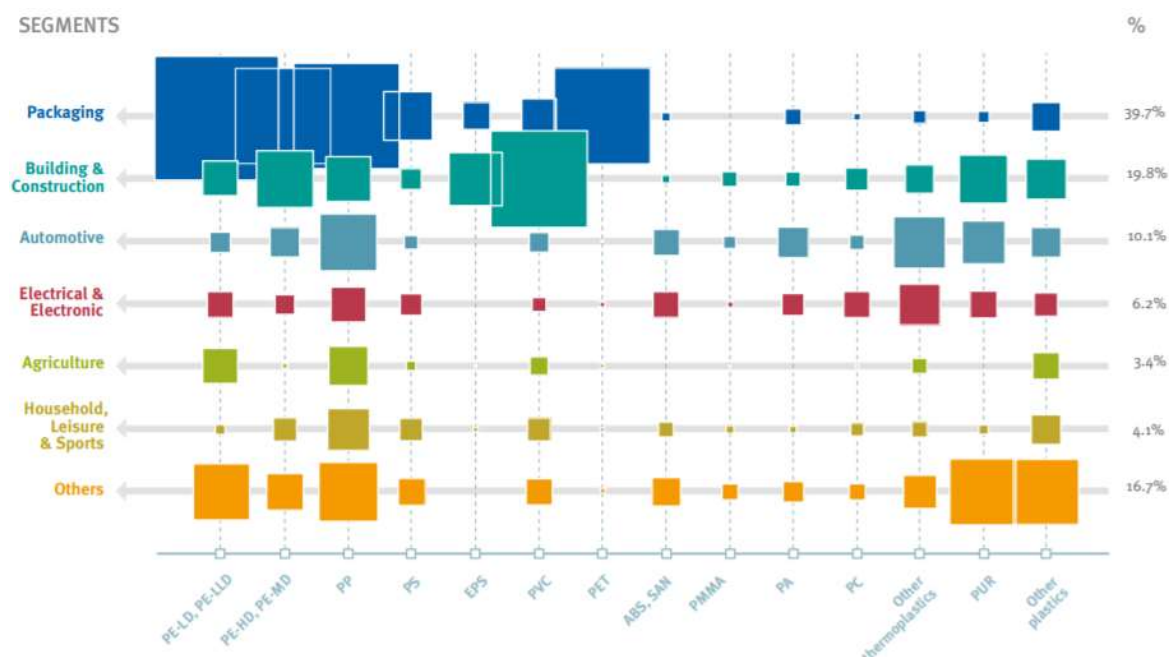
¹⁵ <https://www.sepcoindustries.com/>

Taulukko 3. Suomalaisia pyrolyysitoimijoita, joilla muovijätteen pyrolyysitoimintaa.

Toimija	Kuvaus	Syötteen	Toiminnan taso ja laajuus
Pohjanmaan hyötyjättekuljetus ¹⁶	Koetoiminta, valmistaa pyrolyysiöljyä ja tislaa pyrolyysiöljyn edelleen jatkojalosteiksi.	Muovijätteet	Koetoiminta
Kiertoketju ¹⁷	Pyrolyysilaitos valmistunut Nokialle, toiminnan aloittamisessa ollut teknisiä haasteita.	Käytetyt renkaat (ja muovijäte)	Laitos valmis, toiminnan aloittamisessa on ollut teknisiä haasteita. Tavoitteena on tuottaa kierrätysrenkaista pyrolyysillä 4 000 tonnia öljyjaetta, 2 000 tonnia hiiltä, 800 tonnia kaasua ja 700 tonnia metallia vuodessa.
Neste ¹⁸	Neste tutkii muovijätteen käyttöä polttoaineiden, kemikaalien ja uusien muovien raaka-aineena. Neste on käynnistänyt kehityshankkeen, jonka tavoitteena on käyttää nesteytettyä muovia fossiilisen jalostamon raaka-aineena.	Muovijätteet	Neste pyrkii vuoteen 2030 mennessä käsittelemään vuosittain yli miljoona tonnia muovijätettä.

3.3 Muovijätteen pyrolyysiin soveltuvat potentiaalisimmat syötteen

Yleisesti käytössä olevia muovityyppejä on yli 30 ja eri muovityypeillä on erilaisia ominaisuuksia sekä käyttökohteita (Material Economics, 2018). Yleisimmin käytettyjä muoveja ovat polyeteeni (PE), polypropeeni (PP), polystyreeni (PS), polyvinyylilokloridi (PVC) ja polyeteenitereflaatti (PET) (Plastic Europe, 2018; kuva 3).



Kuva 3. Muovityyppien käyttö toimialoittain (Plastics Europe, 2018).

¹⁶ https://www.hyotyjatekuljetus.fi/jatteenkasittely/jatkojalostus_LSSAVI/5973/2017 (Koetoimintalupa, voimassa 31.12.2018 asti)

¹⁷ <https://www.kiertoketju.fi/> https://www.rengaskierratys.com/files/398/renkaankierratyslehti_01_2018.pdf
¹⁸ <https://www.neste.com/companies/products/fossil-fuels/waste-plastics-replacing-crude-oil>

Pyrolyysiä pidetään sopivana käsittelymenetelmänä sellaisille jätevirroille, jotka sisältävät erilaisia muovilaatuja sekä muita orgaanisia ja epäorgaanisia komponentteja, jotka eivät siksi sovellu mekaaniseen kierrätykseen. Parhaiten pyrolyysikäsitteilyyn soveltuvat polyolefiinit kuten polyeteeni (PE) ja polypropeeni (PP). Sen sijaan polyeteenitereftalaatti (PET) ei ole toivottu syöte sen sisältämän hapen vuoksi eikä polyvinyylikloridi (PVC) sen sisältämän kloorin vuoksi. (Punkkinen ym. 2017) Joistakin muovityypeistä, kuten PS, PMMA ja PA-6, saadaan suurella saannolla niiden monomeerejä. (Pöhler 2020)

Taulukko 4. Tiettyjen muovityyppien soveltuminen pyrolyysiprosessin syötteiksi (Punkkinen ym. 2017).

Main products	Type of plastics	As a feedstock of liquid fuel
Liquid hydrocarbons	PE, PP, PS, PMMA	Allowed
Liquid hydrocarbons	ABS	Allowed, but not suitable. Nitrogen-containing fuel is obtained. Special attention required to cyanide in oil.
No hydrocarbons suitable for fuel	PVA POM	Not suitable. Formation of water and alcohol. Not suitable. Formation of formaldehyde.
Solid products	PET	Not suitable. Formation of terephthalic acid and benzoic acid.
Carbonous products	PUR, PF	Not suitable
HCl and carbonous products	PVC, PVDC	Not allowed

Pyrolyysiprosessin syötteelle voidaan määrittää seuraavat reunaehdot: riittävä hiilivetypitoisuus, määrä ja saatavuus, hinta ja sijainti. Pyrolyysi ei edellytä syötemateriaalilta täydellistä puhtautta. (Punkkinen ym., 2017)

Punkkinen ym. (2017) selvittivät Arvi-projektissa potentiaalisia syötteitä muovijätteen termokemialliseen käsittelyyn kuten pyrolyysiin tai kaasutukseen. Selvityksen mukaan seuraavat muovijätevirrat ovat termokemiallisen käsittelyn potentiaalisia syötteitä (ks. myös taulukko 5):

- Maatalouden muovijätteet
- Muoviset pakkausjätteet kaupallisista ja teollisista lähteistä
- Erilliskerätyt muovipakkausjätteet kuluttajilta
- Muovit sekalaisessa yhdyskuntajätteessä
- Muovien valmistuksessa ja käytössä syntyvät jätteet
- Muovi romuajoneuvoista ja veneistä
- Käytöstä poistetut renkaat
- Metallia sisältävien jätteiden murskauksessa syntyvät jätteet
- Rakentamisesta ja purkamisesta syntyvät kumijätteet
- Rakentamisesta ja purkamisesta syntyvät muovijätteet
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun (SER) sisältämä muovi
- Tekonurmet

Pyrolyysiprosessissa käytettävän syötteen laatu vaikuttaa merkittävästi prosessissa syntyviin lopputuotteisiin. Esimerkiksi haihtuvat yhdisteet (*volatile matter*) ja tuhkapitoisuus vaikuttavat pyrolyysiöljyn saantoon. Haihtuvien yhdisteiden korkean pitoisuuden on havaittu lisäävän nestemäisen pyrolyysiöljyn muodostumista, kun taas korkean tuhkapitoisuuden on havaittu vähentävän sitä (Anuar Sharuddin ym., 2016). Myös syötteen sisältämät epäpuhtaudet vaikuttavat olennaisesti lopputuotteen ominaisuuksiin (López ym., 2010).

VTT:n Wastebusters-hankkeessa (Oasmaa 2019) arvioitiin, että pyrolyysiin soveltuvaa muoviraaka-ainetta olisi Suomessa saatavilla noin 100 000 t/a. Hankkeessa laskettiin, että

Suomessa voisi toimia kannattavasti noin kymmenen pyrolyysilaitoksen verkosto, jos jätemuovin ja jätepuun pyrolyysi yhdistettäisiin. Pyrolyysilaitokset kannattaisi sijoittaa jätteenkierrätyslaitosten yhteyteen. Pyrolyysilaitokset ovat tavallisesti melko pieniä, kapasiteetti 10 kt/y - 30 kt/y. (Oasmaa ym., 2019)

POP-aineita sisältävät syötteen

POP-aineita sisältävien muovien käyttämiseen pyrolyysiprosessin syötteenä näyttäisi liittyvän ongelmia. Esimerkiksi pyrolysoitaessa sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoveja, on prosessissa syntyneen pyrolyysiöljyn havaittu sisältäneen bromattuja orgaanisia yhdisteitä merkittävässä määrin, riippumatta prosessin lämpötilasta. Pyrolyysiprosessin suhteellisen alhaisessa lämpötilassa ja hapettomissa olosuhteissa PBDE-yhdisteet eivät tuhoudu kokonaan, mistä voi seurata dioksiinien ja furaanien muodostumista. (Ympäristöministeriö, 2016). Pyrolyysiä ja kaasutusta ei voida tällä hetkellä pitää suositeltavana teknologiana PBDE-yhdisteitä sisältävien materiaalien käsittelyssä (BAT/BEP Group of Experts, 2017).

Haasteet syötevirran hallinnassa

VTT:n Wastebusters-hankeessa selvitettiin yrityshaastattelujen avulla pyrolyysiprosessien syötevirran hallinnan haasteita. Wastebusters-hankkeen mukaan yksi syöteen määrälliseen riittävyteen liittyvä asia on yhdyskuntajätteen sisältämien kemialliseen kierrätykseen soveltuvien syötteiden päätyminen jätteenpolttolaitoksiin. Joissain maissa, kuten Norjassa ja Hollannissa, erotellaan jo muovit polttolaitosten syötevirrasta. Yhdyskuntajättemuovin lisäksi tarvitaan muitakin syötevirtoja syöteen riittävyden varmistamiseksi. Mahdollisia syötteitä ovat esimerkiksi maatalouden ja turveteollisuuden muovit sekä laitosmaisesti erotellut muovit. (Oasmaa ym. 2019)

Taulukko 5. Potentiaaliset syötteen (Punkkinen ym., 2017, muokattu)

JÄTEVIRTA	Muovityypit	Arvio syntymäärästä (kt / a)	Kontaminaatio
Maatalouden muovijätteet	PE (esim. PE-LD, PE-LLD, PE-HD), myös PVC, PP, PA ym.	Suomi: 7-10 Eurooppa: 700-1316	Likaa, muita materiaaleja
Muoviset pakkausjätteet kaupallisista ja teollisista lähteistä	PE-LD -kalvot, PE-HD, PP, PS, PVC	Suomi: 36 Eurooppa: ~4700	Melko puhdas ja homogeeninen virta
Erilliskerätyt muovipakkausjätteet kuluttajilta	PE, PP, PS, PET	Suomi: 1.9 – 27 Eurooppa: ?	Ruoan jäänteet, muut materiaalit
Muovit sekalaisessa yhdyskuntajätteessä	Monia tyyppisiä, mm- PE-LD, PE-HD, PP, PS, PET	Suomi: 140 - 270 Eurooppa:	Ruoan jäänteet, muut materiaalit ym.
Muovien valmistuksessa ja käytössä syntyvät jätteet		Suomi: 5-15 Eurooppa:	Melko puhdas ja homogeeninen virta
Muovi romuajoneuvoista ja veneistä	Ajoneuvot: PUR, PP, PET, PA, PE-HD, PVC, ABS. Veneet: kuituvahvisteinen muovi ja ABS	Suomi: 12-15 Eurooppa: 775-969	Voi sisältää palonestoaineita
Käytöstä poistetut renkaat	Renkaat sisältävät 45-47 % kumia /elastomeerejä, 21.5-22 % nokea, 12- 25 % metalleja, 5.5-10 % tekstiilejä, 1-2 % rikkiä, 5-7.5 % lisäaineita. Hiilipohjaisia materiaaleja yhteensä 67-76 %.	Suomi: 55 Eurooppa: 2700	Metalleja, lisäaineita
Metallia sisältävien jätteiden murskauksessa syntyvät jätteet		Suomi: 70 Eurooppa: 2000-2500	Öljyjäämiä, palonestoaineita, PCB-yhdisteitä
Rakentamisesta ja purkamisesta syntyvät kumijätteet		Suomi: ? Eurooppa: 40	Likaa ja muita materiaaleja, lisäaineita, haitallisia aineita
Rakentamisesta ja purkamisesta syntyvät muovijätteet	PVC, PE-HD, PP, PS, PUR.	Suomi: 14 Eurooppa: 970	Likaa ja muita materiaaleja, lisäaineita, voi sisältää palonestoaineita
Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun (SER) sisältämä muovi	Esim. ABS, HIPS, PC, PP, PS, PVC	Suomi: 10-15 Eurooppa: 1100	Palonestoaineet
Tekonurmet	PE, PP, PUR, SBR	Suomessa on > 500 tekonurmea, joissa 1-2 kt PE ja 0.3 kt PP.	Pöly, hiekka, täyteaineet, PAH-yhdisteet

3.4 Pyrolyysiprosessin tuotteet ja niiden laatu

Muovijätteen terminen hajotus synnyttää erilaisia lopputuotteita, joiden koostumukseen vaikuttaa erityisesti syötteen laatu, mutta myös prosessin lämpötila ja viipymäaika. Tyypillisesti pyrolyysiprosessissa, riippuen reaktorityypistä, muodostuu nestemäistä pyrolyysiöljyä tai vahamaista pyrolyysivahaa, kaasua ja hiiltä. (mm. Panda ym., 2010) Syötteistä riippuen pyrolyysiprosessin lopputuotteista noin 70-80 % on öljyä, 10-15 % kaasua ja 10-15 % hiiltä (Rubel ym., 2019). Pyrolyysin lopputuotteiden ominaisuuksiin vaikuttavat olennaisesti myös käytetyn syötteen sisältämät epäpuhtaudet (Lopez ym., 2010).

Eniten kiinnostusta pyrolyysituotteiden käytöstä on nestemäistä **pyrolyysiöljyä** kohtaan. Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää joko suoraan (tietty tislefraktio) polttoaineena dieselmoottoreissa tai se voidaan syöttää raaka-aineena öljynjalostamoon, jolloin siitä voidaan valmistaa polttoaineita tai sitä voidaan käyttää muovien tai kemikaalien valmistuksessa. Öljynjalostamoissa valtaosa öljystä muutetaan polttoaineiksi. Petrokemikaalit ovat öljynjalostuksen välituotteita, joita käytetään kemianteollisuuden ja polymeerien raaka-aineena. Ne muodostavat vain noin 6 % jalostamon lopputuotteista (Plastic Europe, 2018). Pyrolyysiöljy on monimutkainen öljyseos, jonka koostumus vaihtelee käytyn syötteen sekä reaktoritekniikan että prosessiolosuhteiden mukaan. Muovijätteen pyrolyysiprosesseissa muodostuva öljy ei tavallisesti sovellu öljynjalostukseen sellaisenaan vaan vaatii usein esikäsittelyä. Pyrolyysiöljy sisältää epäpuhtauksia, kuten rikkiä, klooria, kiinteitä jäännöksiä ja happoja, jotka rajoittavat sen hyödyntämismahdollisuuksia. Pyrolyysiöljyn käsittelytarve riippuu sen jatkokäyttökohteesta. Ennen jatkokäyttöä pyrolyysiöljy joko puhdistetaan esim. tisaamalla tai sekoitetaan tavallisen dieselöljyn kanssa, jotta siitä saadaan käyttökelpoinen useisiin kaupallisiin sovelluksiin. Pyrolyysiöljyn ominaisuudet ovat verrattavissa dieselöljyn ominaisuuksiin (taulukko 6), joten sitä on mahdollista käyttää dieselöljylle vaihtoehtoisena energianlähteenä. (Miandad ym., 2017)

Taulukko 6. Miandadin ym. (2017) tutkimuksessa vertailtiin pyrolyysiöljyn ominaisuuksia tavanomaiseen dieselöljyyn.

Parameters	Units	This study results	Conventional diesel
Dynamic Viscosity	mPa.s	1.77–1.90	1–4.11
Kinematic Viscosity @ 40 °C	cSt	1.92–2.09	2.0–5.0
Density @15 °C	g/cm ³	0.91–0.92	0.815–0.870
Pour Point	°C	(-11)-(-60)	Max 18
Freezing Point	°C	(-15)-(-64)	–
Flash Point	°C	28.1–30.2	Min 55-60
HHV	MJ/kg	41.4–41.8	43.06

Pyrolyysiprosessissa voi syntyä öljyn sijaan tai sen ohella myös vahamainen lopputuote. Myös **pyrolyysivaha** voidaan syöttää jatkojalostusta varten öljynjalostamoon, mutta vahan raskas luonne vaikeuttaa sen käsittelyä. Vahan esikäsittely on tarpeen ennen jatkojalostusta, esimerkiksi metallit ja kiinteät aineet tulee poistaa. Pyrolyysivaha ei ole tällä hetkellä markkinoilla yhtä kiinnostava tuote kuin pyrolyysiöljy, mutta tilanne voi muuttua, jos sen kysyntä kasvaa ja löytyy kilpailukyinen teknologia vahan hyödyntämiseen. (Oasmaa ym., 2019)

Pyrolyysiprosessissa muodostuu myös **kaasua** sekä **hiiltä/hiiltojäännöstä** (engl. *char*). Muodostuva kaasu hyödynnetään tavallisesti energiana prosessin sisällä. Hiili on tällä hetkellä haastavin lopputuote, jolle ei ole tiedossa tehokkaita talteenottomenetelmiä ja hyödyntämiskohteita (Oasmaa ym., 2019). Hiili voidaan käyttää energianlähteenä tai siitä on ainakin teoriassa mahdollista valmistaa aktiivihiiltä, jota voidaan käyttää esimerkiksi jätevedenpuhdistuksessa (Miandad ym., 2017).

4. Haastattelututkimus: pyrolyysituotteiden markkinatilanne

Muovijätteiden kemiallisen kierrätyksen tilannekuvan tarkentamiseksi CHEMPLAST-hankkeessa haastateltiin alan toimijoita. Haastattelujen tarkoituksena oli kartoittaa muovijätteiden kemiallisen kierrätyksen nykytilannetta Suomessa ja Euroopassa sekä selvittää alan toimijoiden näkemyksiä siitä, millaisia lainsäädännöllisiä haasteita muovijätteiden kemialliseen kierrätykseen liittyy ja millainen lainsäädäntö edistäisi muovijätteiden kemiallista kierrätystä. Kotimaisten toimijoiden lisäksi haastateltiin myös ulkomaisia toimijoita.

Haastattelut suoritettiin 28.5.-08.10.2019 välisenä aikana puhelimitse tai kasvotusten. Haastatteluihin osallistuivat seuraavat kotimaiset ja ulkomaiset toimijat:

Taulukko 7. Selvityksessä haastatellut toimijat

Yritys / organisaatio	Organisaation rooli
Neste	Öljynjalostaja, pyrolyysiöljyn jatkokäyttäjä
Kiertoketju	Rengasjätteen pyrolyysilaitos
Suomen Uusiomuovi Oy	Muovipakkausalan tuottajayhteisö
Pohjanmaan hyötyjättekuljetus Oy	Muovijätteen pyrolyysi/depolymerointilaitos
Oxford Sustainable Fuels	Pyrolyysiöljyjen puhdistus
Plastic Energy	Muovijätteen pyrolyysilaitokset
Chemicals Recycling Europe	Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen etujärjestö

4.1 Yhteenveto haastatteluista

4.1.1 Kemiallisen kierrätyksen nykytilanne

Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen ympärillä käy parhaillaan kova kuhina, mutta muovijätteen kemiallista kierrätystä teollisessa mittakaavassa tekeviä kaupallisia toimijoita on toistaiseksi hyvin vähän. Pyrolyysi ja kaasutus eivät sinänsä ole uusia teknologioita, mutta niiden laajamittainen käyttö muovijätteen kierrätyksessä on vasta nyt tuloillaan. Euroopassa on käynnissä lukuisia kemiallisen kierrätyksen pilotointi- ja kehityshankkeita. Haastatelluista pyrolyysitoimijoista toistaiseksi vain Platin Energyllä on toiminnassa olevia teollisen mittakaavan laitoksia. Kaikilla muilla toiminta on vielä pilotointivaiheessa. Muovijätteen nesteytysteknologia ei ole vielä vakiintunutta. Prosesseissa on vielä ongelmia, esimerkiksi liittyen prosessiturvallisuuteen.

Pyrolyysin lisäksi depolymerisaatioteknologia mainittiin haastatteluissa potentiaalisena teknologiana tietyille polymeereille, kuten PET-muoville ja polyamideille. Depolymerisaation tapauksessa kyseessä on closed loop -teknologia (polymers to polymers).

Syötteen

Suurin osa haastatelluista toimijoista piti kemiallista kierrätystä muovijätteen mekaanista kierrätystä täydentävänä vaihtoehtona, joka auttaisi ratkaisemaan osan mekaanisen kierrätyksen ongelmakohdista. Kemiallisella kierrätyksellä voitaisiin käsitellä mekaanisen kierrätyksen rejektejä sekä joitain mekaaniseen kierrätykseen soveltumattomia materiaaleja, esimerkiksi monikerros- ja multimateriaaleja.

Pyrolyysiprosessiin parhaiten soveltuvat polyolefiinit, sen sijaan PET- ja PVC-muoveja ei haluta pyrolyysiprosessin syötteiksi. Haastattelujen perusteella toistaiseksi muovijätteen pyrolyysiprosesseissa halutuimpia syötteitä ovat kuluttajilta kerätty pakkausmuovijäte (post-consumer packaging waste) ja muu yhdyskuntajätemuovi sekä kaupan ja teollisuuden muovijätteet.

Osalla haastatelluista pyrolyysitoimijoista oli pidemmän aikavälin tavoitteena, että syötteenä voitaisiin käyttää myös huonolaatuisempaa muovijätettä, esimerkiksi rakennusjätemuovia, elektroniikkajätemuoveja tai romuajoneuvojen muoveja. Näiden muovijakeiden käsittelyä pyrolysoimalla kuitenkin vasta tutkitaan. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että elektroniikkajätemuovit ja autojen purkutoiminnasta syntyvä jätemuovi eivät sovellu pyrolyysiin palonestoaineiden ja kemiallisen koostumuksensa vuoksi, toisten mielestä näidenkin muovien käyttö syötteenä olisi ainakin teoriassa mahdollista. Bromin katalyyttinen poisto on laajalti tutkimuksen kohteena.

Tuotteiden laatu ja jatkokäyttö

Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää joko suoraan polttoaineena tai se voidaan syöttää raaka-aineena öljynjalostusprosessiin, jolloin siitä voidaan valmistaa muovien raaka-aineita, kemikaaleja ja polttoaineita. Osa pyrolyysitoimijoista painotti, että materiaalikäyttö on heidän fokuksenaan.

Pyrolyysiöljyn jatkokäyttäjillä on laatuvaatimukset pyrolyysiöljylle, mm. vaatimuksia epäpuhtauksien pitoisuuksista ja pyrolyysiöljyn kemiallisesta koostumuksesta. Yksi haastateltava mainitsi, että pyrolyysiöljy on niin kirjava tuote, että yleisten laatukriteereiden laatuvaatimukset riippuvat siitä, mihin pyrolyysiöljyä käytetään, sekä siitä, esikäsittellekö jatkokäyttäjä itse pyrolyysiöljyä ennen omia prosessejaan. On olemassa myös toimijoita kuten haastateltu Oxford Sustainable Fuels, jonka on tarkoitus toimia välittäjänä

pyrolyysiöljyn valmistajien ja jatkokäyttäjien välillä ja puhdistaa pyrolyysiöljyä, jotta niitä voidaan käyttää suoraan olemassa olevissa kemianteollisuuden infrastruktuureissa. Pyrolyysitoimijoilla voi olla myös pyrolyysiprosessin yhteydessä puhdistusprosesseja pyrolyysiöljyn laadun parantamiseksi.

Pyrolyysiprosessissa muodostuva kaasu hyödynnetään tavallisesti energiana laitoksen omassa lämmöntuotannossa. Kaasua saattaa syntyä yli laitoksen oman tarpeen. Pyrolyysiprosessissa muodostuva hiili käytetään tavallisesti energiana. Hiiltä olisi mahdollista jalostaa aktiivihieheksi, mutta määrän tulisi olla iso, jotta tällainen toiminta olisi taloudellisesti kannattavaa. Rengasjätettä pyrolysoivalla toimijalla oli pidemmän aikavälin tavoitteena, että hiili soveltuisi renkaiden valmistuksen raaka-aineeksi korvaamaan nokea. Tuotannon alkuvaiheessa tämä ei kuitenkaan ole realistista.

Yksi haastateltava nosti esiin, että pyrolyysiöljyn käytölle ei ole toistaiseksi muuta ajavaa voimaa kuin fossiilisia polttoaineita halvempi hinta. Tästä syystä pyrolyysilaitoksen tulee olla riittävän iso, jotta pyrolyysiöljyä voidaan myydä riittävän halvalla. Yksi vaihtoehto on käyttää pyrolyysiöljyä laivojen polttoaineena. Tämä on siinä mielessä kaupallisesti houkutteleva vaihtoehto, että pyrolyysiöljy on rikitöntä ja hintakilpailu kevyen polttoöljyn kanssa on helpompaa kuin raskaan polttoöljyn kanssa, sillä kevyt polttoöljy on kalliimpaa kuin raskas polttoöljy.

4.1.2 Lainsäädännön muodostamat haasteet ja kemiallista kierrätystä edistävä sääntely

Haastatteluissa nousi esiin monia sääntelyn aiheuttamia haasteita muovijätteen kemialliselle kierrätykselle. Kaksi suurinta haastetta ovat kemiallisen kierrätyksen tunnistaminen kierrätykseksi sekä kierrätystuotteiden jätestatus. Muina haasteina mainittiin muun muassa syötteen riittävyyden turvaaminen ja luvitusprosessin hitaus.

Kierrätysasteen laskentaan liittyvät kysymykset

Toistaiseksi EU:ssa ei ole selkeää kantaa siitä, tulkitaanko kemiallinen kierrätys kierrätykseksi vai ei. Jätepuitedirektiivi ei tunnista kemiallista kierrätystä, ja sen vuoksi kemiallinen kierrätys rinnastetaan usein jätteenpoltoon.

Muovijätteen kemialliselle kierrätykselle tarvitaan yleinen määritelmä EU:ssa: mitä kemiallinen kierrätys on ja mitä kemiallisen kierrätyksen teknologioilta voidaan odottaa. Kemiallisen kierrätyksen etujärjestö Chemicals Recycling European yhtenä tavoitteena on edistää kemiallisen kierrätyksen määrittelemistä Euroopassa. Muovijätteen kemialliselle kierrätykselle on tarpeen kehittää EU-standardeja, joissa määriteltäisiin esimerkiksi prosessien syötteen ja tuotteet. Chemicals Recycling Europe aikoo olla mukana standardointityössä.

Kemiallisen kierrätyksen tulkitsemisessa kierrätykseksi on se haaste, että kemiallisen kierrätyksen lopputuotteilla voi olla erilaisia käyttötarkoituksia, esimerkiksi pyrolyysiöljyä voidaan käyttää raaka-aineena muovien ja kemikaalien valmistuksessa, siitä voidaan jalostaa polttoaineita tai se voidaan käyttää suoraan polttoon. Pyrolyysiöljyn lopullisen käyttötarkoituksen määrittää yleensä pyrolyysiöljyn jatkokäyttäjä. Esimerkiksi öljynjalostukseen syötettäessä pyrolyysiöljyä voidaan käyttää korvaamaan osa raakaöljystä. Tällöin kevyemmät öljyjakeet menevät kemikaalien ja muovien raaka-aineiksi ja raskaammista jalostetaan polttoaineita.

Kaikki haastateltavat olivat sitä mieltä, että ainakin materiaalikäyttöön (eli muovien tai kemikaalien raaka-aineeksi) päätyvä osuus muovijätteen kemiallisen kierrätyksen

lopputuotteista tulisi tulkita kierrätykseksi. Tällaisissa plastic-to-plastic -konsepteissa kierrätyksen määritelmä täyttyy. Myös polttoaineeksi jalostamisella on selkeä etu verrattuna muovijätteen suoraan energiahyödyntämiseen polttamalla, sillä jalostaminen polttoaineeksi on paitsi polttoa kestävämpää niin se myös mahdollistaa joustavuuden, esimerkiksi polttoaineiden kuljettamisen sekä säilytyksen. Lisäksi yritysten kiinnostus uusiin investointeihin lisääntyy, jos pyrolyysiöljyä voidaan materiaalikäytön lisäksi jalostaa myös polttoaineeksi, koska, kuten aiemmin on mainittu, vain tietyt muovilaadut voidaan pyrolysoida takaisin monomeereiksi ja uudelleen polymeereiksi. Tällöin voidaan hyödyntää koko muovijätevirta, joka ei sovellu mekaaniseen kierrätykseen.

Kemiallisen kierrätyksen tunnistaminen kierrätykseksi on tärkeää myös kierrätystavoitteiden saavuttamisen kannalta. Mikäli muovijätteen kemiallista kierrätystä ei lasketa kierrätykseksi, tulee ongelmia kierrätystavoitteiden saavuttamisen kanssa, sillä pelkkä mekaaninen kierrätys ei riitä kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi. Erityisesti ongelma on yhdyskuntajättemuovin osalta, koska yhdyskuntajätteen kierrätystavoitteet ovat hyvin tiukat ja nyt jo iso osa yhdyskuntajätteestä menee polttoon.

Yksi haastateltava vertasi pyrolyysiöljyn materiaalihyödyntämistä vihreän sähkön myyntiin ja pohti, voitaisiinko öljynjalostamolle syötettävä, fossiilista öljyä korvaava muovijätteistä valmistettu pyrolyysiöljy "korvamerkata" menevän muovien tai kemikaalien valmistukseen, jolloin se voitaisiin laskea kokonaan kierrätetyksi. Esimerkiksi jos öljynjalostamolle tulevasta öljystä 5 % on pyrolyysiöljyä ja vastaavasti 5 % öljynjalostamon tuotteista on muovien raaka-aineita tai kemikaaleja, voitaisiin ajatella, että pyrolyysiöljy menee kokonaisuudessaan materiaalikäyttöön. Jos pyrolyysiöljy on prosessoitu riittävän pitkälle, se voidaan syöttää suoraan muovinvalmistusprosessiin, jolloin öljy käytetään kokonaisuudessaan muovinvalmistukseen.

Haastatteluista kävi selvästi ilmi, että EU:ssa on tarve tunnistaa kemiallisen kierrätyksen paikka jätehierarkiassa jätteenpolton yläpuolella ja saada kemialliselle kierrätykselle kannustin, joka ohjaisi muovijätettä jätehierarkian mukaiseen hyödyntämiseen.

Jäte/tuote -statuskysymys

Muovijätteen pyrolyysiöljylle tai muulle kemiallisesti kierrätylle muovijätteelle ei ole toistaiseksi olemassa yhtään End-of-Waste -päätöstä eikä haastateltujen toimijoiden tiedossa ollut myöskään yhtään pyrolyysiöljylle myönnettyä tapauskohtaista EoW-päätöstä. Yhdellä haastatelluista ulkomaisista toimijoista oli meneillään tapauskohtainen EoW-prosessi pyrolyysiöljylle (tilanne syksy 2019). Plastic Energy on jo REACH-rekisteröinyt pyrolyysiöljynsä. Rekisteröinti on tehty välituotteena (ks. REACHLaw Oy:n selvitys, liitteet 2 ja 3).

Haastatteluista kävi ilmi, että muovijätteen kemiallisen kierrätyksen tuotteiden käytössä toimitaan usein harmalla alueella. Vastaavanlaista toimintaa on muillakin sektoreilla, esimerkiksi mekaanisesti kierrätetystä muovijätteestä valmistettuja muovigranulaatteja käytetään muovituotteiden valmistamiseen, ja nämä kierrätysmuovista valmistetut tuotteet mielletään yleisesti tuotteiksi, vaikkei muovigranulaatillakaan ole toistaiseksi varsinaista EoW-päätöstä.

Haastattelujen perusteella kemiallista kierrätystä tekevät toimijat yleensä haluavat pyrolyysiöljylleen tuotestatuksen. Tuotestatuksen katsottiin helpottavan tuotteen markkinointia. Toisaalta tuotestatus tuo omat haasteensa, kuten REACH-rekisteröintivelvoitteen, joka voi olla ongelmallinen pienille toimijoille. Erään haastateltavan mukaan koko alaa koskeva REACH voisi helpottaa EoW-statuksen saamista. Biomassan pyrolyysiöljylle ovat kaikki toimijat tehneet yhteisen REACH-rekisteröinnin ja siihen otetaan uusia yrityksiä mukaan, jolloin kustannukset jyvitetään.

Kansallisten EoW-säädösten ongelmana on niiden maakohtaisuus. Jos EoW ei ole maiden kesken harmonisoitu, voi aiheutua ongelmia, esimerkiksi jos yhdessä maassa EoW:n saavuttanut materiaali muuttuu takaisin jätteeksi sitä kuljetettaessa toiseen maahan. EoW-statuksen saaneen materiaalin pitäisi pysyä tuotteena. Moni haastateltava oli sitä mieltä, että koko EU:n laajuinen EoW voisi olla tarpeellinen. Toisaalta tärkeimpänä pidettiin sitä, että jäte-tuote -statusasiaan saataisiin selkeys. Yksi haastateltava korosti, että olisi tärkeää yksinkertaistaa ja nopeuttaa EoW-prosessia. Pyrolyysin lisäksi EoW tarvittaisiin myös muille kemiallisen kierrätyksen teknologioille, kuten depolymerisaatiolle ja kaasutukselle.

Yksi haastateltavista korosti, että jos muovijätteen pyrolyysiöljylle luotaisiin EoW-kriteerit, tulisi siinä pitää erillään pyrolyysiöljyn käyttö suoraan polttoaineena ja pyrolyysiöljyn syöttäminen petrokemianteollisuuden raaka-aineeksi.

Toisaalta haastatteluissa tuli esiin myös näkökulma, että joissain tapauksissa pyrolyysiöljyn jätestatus voi olla toimijoiden kannalta hyväkin asia. Jos toimija osaa jätteiden kanssa toimimisen käytännöt, jätestatuksesta voi olla jopa kilpailuetua muihin toimijoihin nähden. Jos pyrolyysiöljy pysyy jätteenä, vältetään REACH-rekisteröinniltä. Jätestatuksen alaista pyrolyysiöljyä tulee käsitellä jätteenä, mutta sitä voidaan syöttää esimerkiksi öljynjalostamolle, jolla on jätteenkäsittelylupa, tai käyttää polttoaineena esimerkiksi sementtitehtaissa, jotka polttavat kierrätyspolttoaineita ja joilla on luvat jätteenpolttoon. Jätteenpoltto on päästökaupan ulkopuolella, mikä voi lisätä kiinnostusta pyrolyysiöljyn polttoainekäyttöön. Toisaalta tämä tilanne ei ole kaikilla toimijoilla, jolloin liiketoimintaa ei synny ja kierrätysvelvollisuudet eivät toteudu.

Syötteen saatavuuden turvaaminen ja luvitusprosessin hitaus

Kemiallisen kierrätyksen tunnistaminen kierrätykseksi olisi tärkeää myös kemiallisen kierrätyksen raaka-aineiden saatavuuden turvaamiseksi. Haastatteluissa mainittiin myös muita haasteita syötteen saatavuudessa. Mainittiin esimerkiksi kuntien sopimukset jätehuoltoyrityksien ja jätteenpolttolaitosten kanssa, joita voi olla vaikea purkaa. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että jätehuollon vapauksien kasvattaminen edistäisi innovaatioita ja kierrätystavoitteisiin pääsemistä ja voisi edistää yritysten halukkuutta investoida kemialliseen kierrätykseen.

Muovijätteen keräykseen liittyy myös järjestelyllisiä haasteita, jotka liittyvät jätteenkäsittelyn hajanaisuuteen. Kemiallisen kierrätyksen toimijoiden on logistisesti ja hallinnollisesti haastavaa hankkia syötettä useista eri lokaatioista siten, että se olisi taloudellisesti kannattavaa. Yksi toimija ehdotti, että kemiallisen kierrätyksen näkökulmasta olisi hyvä, jos kaikki muovijäte kerättäisiin samaan astiaan, joka toimitettaisiin ensin mekaanisen kierrätyksen laitoksille, joissa siitä käsiteltäisiin ne muovit, jotka on mahdollista kierrättää mekaanisesti. Mekaaniseen kierrätykseen soveltumattomat muovit ja mekaanisen kierrätyksen rejektit toimitettaisiin kemiallisen kierrätyksen laitoksille. Tällainen systeemi helpottaisi raaka-aineen hankintaa ja tekisi kemiallisen kierrätyksen syötteestä puhtaampaa, kun muovijäte ei sekoittuisi muun yhdyskuntajätteen kanssa.

Monet haastatelluista nostivat esiin kemiallisen kierrätyksen aloittamisen hitauden lupaprosessin takia. Laitosten luvitus on hankalaa ja hidasta, joten toiminnan aloittamiseen menee pitkä aika, vähintään 18 kk - 2 v toimipaikan löytämisen jälkeen.

5. Muovien kemialliseen kierrätykseen liittyvän kansallisen EoW-sääntelyn potentiaaliset tarpeet, mahdollisuudet ja toteutettavuus

5.1 EoW-asetuksen tarve, hyödyt ja haitat

CHEMPLAST-selvityksessä tehtyjen haastattelujen perusteella muovijätteen kemiallisen kierrätyksen toimijat toivovat selkeyttä kemiallisen kierrätyksen lopputuotteiden jätteeksi luokittelun päättymiseen. Muovijätteen kemiallinen kierrätys on tärkeässä roolissa kierrätystavoitteiden saavuttamisessa mekaanista kierrätystä täydentävänä ratkaisuna. Erityisesti muovijätteen pyrolyysi (termokemiallinen nesteytys) on muovijätteen kemiallisen kierrätyksen teknologia, joka herättää kiinnostusta niin Suomessa kuin muualla Euroopassa ja jonka kehitys käy parhaillaan kuumana.

VTT:n Wastebusters-hankkeessa arvioitiin, että pyrolyysiin soveltuvaa muoviraaka-ainetta olisi Suomessa saatavilla noin 100 000 t/a. Hankkeessa laskettiin, että Suomessa voisi toimia kannattavasti noin kymmenen pyrolyysilaitoksen verkosto, jos jätemuovin ja jätetuun pyrolyysi yhdistettäisiin. Pyrolyysilaitokset kannattaisi sijoittaa jätteenkierrätyslaitosten yhteyteen. Pyrolyysilaitokset ovat tavallisesti melko pieniä, kapasiteetti 10 kt/y - 30 kt/y. EoW-asetus voisi helpottaa pyrolyysiprosessissa syntyvän pyrolyysiöljyn markkinoita. (Oasmaa ym., 2019)

Jos muovijätteen kemialliselle kierrätykselle tehtäisiin kansallinen End-of-Waste -asetus, ensiksi tulisi määritellä, mitä kaikkia kemiallisen kierrätyksen teknologioita asetus koskisi. Pyrolyysi on muovijätteen kemiallisen kierrätyksen menetelmistä tällä hetkellä pisimmälle kehittynein ja muovijätteen pyrolyysitoimintaa on kehitteillä Suomessa. Muut muovijätteen kemiallisen kierrätyksen menetelmät soveltuvat erilaisille muovijätteille ja niiden lopputuotteet ovat erilaiset kuin pyrolyysissä. Sen vuoksi laajemman, useita erilaisia kemiallisen kierrätyksen teknologioita koskevan EoW-asetuksen laatiminen voisi olla hankalaa. Seuraavissa kappaleissa keskitytään tarkastelemaan mahdollisen muovijätteen pyrolyysiöljyä koskevan kansallisen EoW-asetuksen mahdollisuuksia.

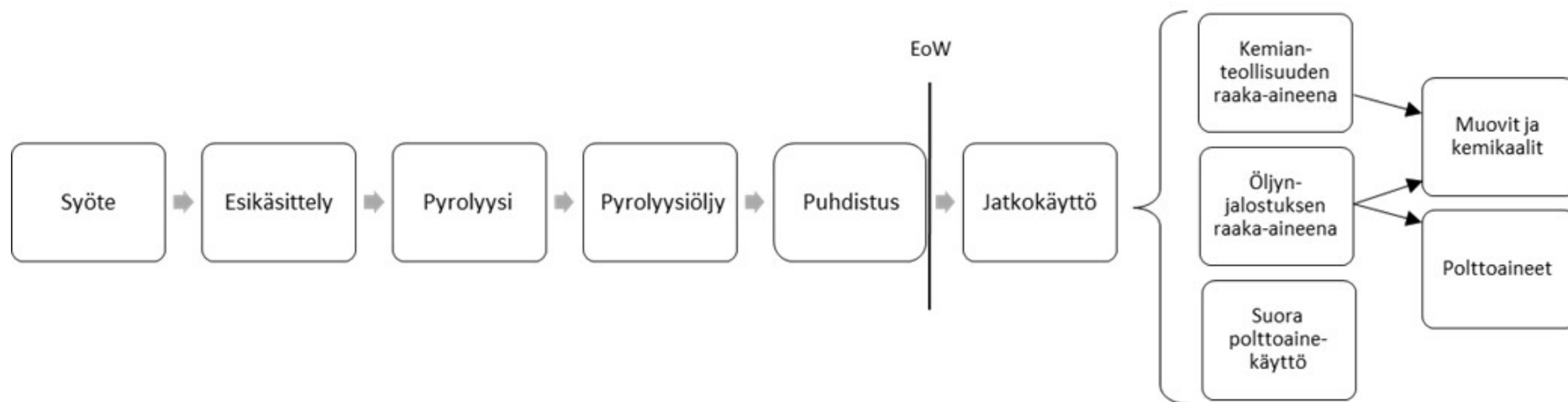
Mikäli muovijätteen pyrolyysiöljylle tehtäisiin kansallinen EoW-asetus, EoW-status olisi mahdollista antaa muovijätteen pyrolyysiprosessissa muodostuneelle pyrolyysiöljylle, jos se saavuttaisi EoW-asetuksessa annetut laatuvaatimukset ja jos sen suunniteltu jatkokäyttö olisi EoW-asetuksen mukainen. EoW-statusin sijoittuminen pyrolyysiprosessin vaiheisiin on esitetty kuvassa 4.

Pyrolyysiöljyn jatkokäytön vaatimukset kemikaalisääntelyn näkökulmasta

(Ks. liite 1)

Kemikaalilainsäädännön vaatimustenmukaisuus riippuu siitä, ovatko pyrolyysituotteet ns. **välituotteita** vai markkinoidaanko niitä käytettäväksi **suoraan aineena** erilaisiin käyttötarkoituksiin. REACH-asetusta koskevat vaatimukset ja velvoitteet eroavat toisistaan sen mukaan, katsotaanko pyrolyysituotteet normaaliksi aineeksi vai välituotteeksi ja siten tällä asialla on vaikutusta tuotteiden jatkokäyttömahdollisuuksiin.

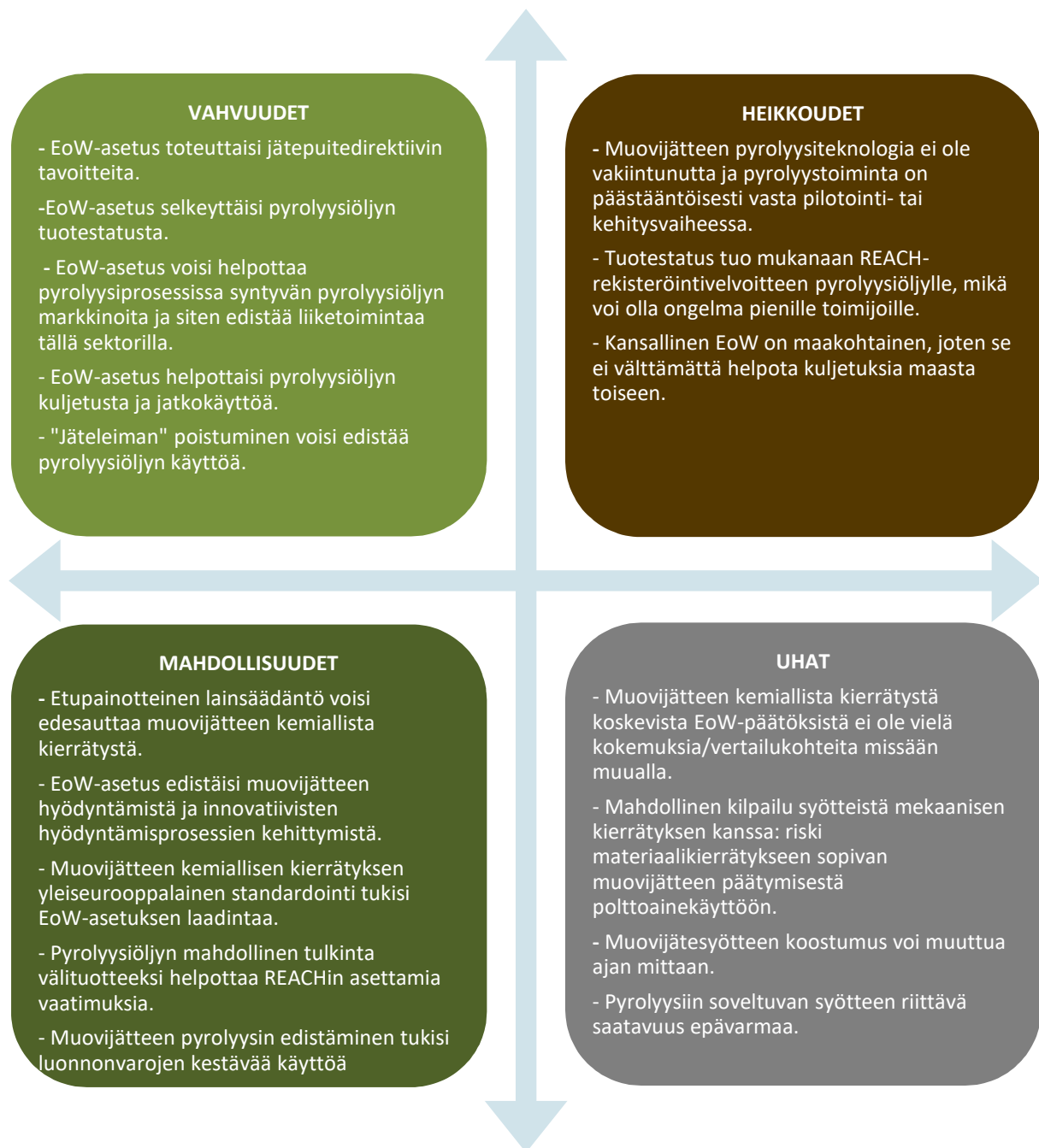
Välituotteella tarkoitetaan valmistusta tai käyttöä, jossa aine muuntuu toiseksi aineeksi käytettäväksi samalla tuotantoalueella tai kuljetettuna seuraavalle tuotantopaikalle. Pyrolyysiöljyä voidaan välituotteena silloin, kun ne lisätään esimerkiksi öljynjalostusprosessiin lähtöaineeksi tai esimerkiksi lähtöaineeksi muoviteollisuuden monomeerien valmistukseen. Mikäli pyrolyysituotteet on tarkoitus käyttää suoraan sellaisenaan erilaisiin käyttötarkoituksiin ”normaalina” aineena, markkinoille saattaminen ja sallitut käyttötarkoitukset määräytyvät REACH-rekisteröinnin mukaisesti. Käyttötarkoituksia voi tässä tapauksessa olla esimerkiksi polttoainekäyttö tai käyttö teollisuuden raaka-aineena.



Kuva 4. Pyrolyysiprosessin vaiheet ja EoW.

Pyrolyysiprosessissa muodostuu pyrolyysiöljyn lisäksi myös muita lopputuotteita, kuten kaasua ja hiiltä. Myös näillä lopputuotteilla on mahdollisia jatkokäyttökohteita (ks. luku 3.4). Pyrolyysiöljy on kuitenkin pyrolyysiprosessin lopputuotteista merkittävin ja sillä on eniten jatkokäyttömahdollisuuksia.

Muovijätteen pyrolysointi kaupallisessa mittakaavassa on varsin uusi asia, eikä muovijätteen pyrolyysiprosesseille tai prosessissa muodostuvalle pyrolyysiöljylle tai muille lopputuotteille ole toistaiseksi olemassa yleisiä standardeja tai laatukriteerejä. Prosessien vakiintumattomuus ja laatukriteerien puuttuminen aiheuttavat omat haasteensa mahdollisten kansallisten EoW-kriteerien laatimiselle, mutta toisaalta etupainotteinen lainsäädäntö voisi edesauttaa muovijätteen pyrolyysitoiminnan kehittymistä. Muovijätteen pyrolyysiöljyä koskevan kansallisen EoW-asetuksen vahvuuksia, heikkouksia, uhkia ja mahdollisuuksia on tarkasteltu SWOT-taulukossa kuvassa 5.



Kuva 5. SWOT-analyysi muovijätteen valmistettua pyrolyysiöljyä koskevasta kansallisesta EoW-asetuksesta.

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan muovijätteen pyrolyysiä tai muuta kemiallista kierrätystä koskevien kansallisten EoW-kriteerien laadintaan liittyviä reunaehtoja sekä EoW-kriteerien mahdollisia sisällöllisiä vaatimuksia ja kriteerien laadintaan liittyviä haasteita. Lopuksi tarkastellaan myös Green dealia yhtenä vaihtoehtona muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämiseksi.

5.2 EoW-asetuksen reunaehdot

Raportissa *Jätteen luokittelun päättymisen hyödyt ja haitat* (Kauppila ym., 2018) on listattu reunaehtoja, jotka materiaalin on täytettävä, ennen kuin asetustasoihin EoW-sääntelytoimiin voidaan tai kannattaa ryhtyä. Reunaehdot myös määrittävät, millaisiin asioihin sääntelyssä tulee kiinnittää huomiota, jos sääntelytoimiin ryhdytään. Raportissa on lueteltu seuraavat reunaehdot:

1. Materiaalin jätteen luokittelun päättymisestä ei ole säännelty EU-tason säädöksessä.
2. Materiaali täyttää jätelain 5 §:n 2 ja 4 momenteissa säädetyt sivuotteen tai jäteominaisuuden päättymisen kriteerit.
3. Asetus toteuttaa jätelain 8 §:n mukaista etusijajärjestystä eli jätehierarkiaa.
4. Asetus keventää oleellisesti materiaalin "sääntelytaakkaa".
5. Asetuksen laatimisesta ja toimeenpanosta aiheutuvat (sääntely)kustannukset ovat järkevässä suhteessa sääntelytaakan vähentymiseen ja jätehierarkian toteuttamiseen sekä mahdollisiin muihin hyötyihin.
6. Sääntely ei aiheuta merkittäviä haitallisia sivuvaikutuksia.

Reunaehtojen toteutumista muovijätteen kemiallisen kierrätyksen osalta on tarkasteltu taulukossa 8.

Taulukko 8. Reunaehtojen toteutuminen muovijätteen kemiallisen kierrätyksen osalta

Reunaehto	✓ / X / ? ¹⁹	Perustelu
Materiaalin jätteeksi luokittelun päättymisestä ei ole säännelty EU-tason säädöksessä.	✓	EU-tason EoW-säädöstä ei ole.
Materiaali täyttää jätelain 5 §:n 4 momentissa säädetyt jäteominaisuuden päättymisen kriteerit.	✓	1) materiaali on läpikäynyt hyödyntämistoimen; ✓ 2) materiaalilla on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti; ✓ 3) materiaalilla on markkinat tai kysyntää; ✓ 4) materiaali täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja on vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten mukainen ✓ 5) materiaalin käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. ✓
Asetus toteuttaa jätelain 8 §:n mukaista etusijajärjestystä eli jätehierarkiaa.	?	Kemiallisen kierrätyksen asemaa jätehierarkiassa on toistaiseksi epäselvä. Jos kemiallisen kierrätyksen lopputuotteet käytetään raaka-aineina uusien muovien tai kemikaalien valmistuksessa, tämä noudattaa jätehierarkian periaatteita. Myös materiaalikierrätykseen kelpaamattomien muovijätteen jalostaminen polttoaineiksi on korkea-arvoisempaa hyödyntämistä kuin suora poltto. EoW-asetus tulisi muotoilla siten, että jätehierarkia toteutuu, eikä esimerkiksi materiaalikierrätykseen sopiva muovijäte päädy polttoainekäyttöön.
Asetus keventää oleellisesti materiaalin "sääntelytaakkaa" ²⁰ .	?	Tuotestatus helpottaisi kemiallisen kierrätyksen lopputuotteiden käyttöä ja keventäisi tuotteiden käyttöön ja kuljetukseen liittyvää sääntelytaakkaa. Jätetatuksen päättymisen aiheuttaa sen, että kemiallisen kierrätyksen lopputuotteet joutuvat REACH-rekisteröintivelvoitteen piiriin. REACH voi olla taakaksi varsinkin pienemmille toimijoille. Toisaalta REACHLaw Oy:n selvityksen (liitteet 2 ja 3) perusteella näyttäisi siltä, että pyrolyysiöljyjä on rekisteröity välituotteena, mikä keventää REACH-prosessia ja madaltaa sen kustannuksia.
Asetuksen laatimisesta ja toimeenpanosta aiheutuvat (sääntely)kustannukset ovat järkevissä suhteissa sääntelytaakan vähentymiseen ja jätehierarkian toteuttamiseen sekä mahdollisiin muihin hyötyihin. ²¹	?	Muovijätteen kemiallinen kierrätys kattaa joukon erilaisia teknologioita, joilla voi olla vaihtelevia syötteitä, tuotteita sekä tuotteiden jatkokäyttökohteita. Myös pyrolyysiprosessien sisällä on vaihtelua. Muovijätteen kemiallisen kierrätyksen prosesseille tai prosessien lopputuotteiden laadulle ei ole toistaiseksi olemassa standardeja. Nämä seikat saattavat hankaloittaa EoW-asetuksen laatimista.
Sääntely ei aiheuta merkittäviä haitallisia sivuvaikutuksia. ²²	✓	Ei ole todennäköistä, että EoW-asetus aiheuttaisi merkittäviä haitallisia sivuvaikutuksia.

¹⁹ Merkintöjen selitykset: ✓ = ehto toteutuu, X = ehto ei toteudu, ? = ehdon toteutuminen epävarmaa.

²⁰ "Jos jätteeksi luokittelusta ei aiheudu merkittävää sääntelytaakkaa tai jos tilalle tulee vastaava tai suurempi sääntelytaakka kemikaali- tai tuotesääntelystä, sääntelytoimiin ei yleensä kannata ryhtyä." (Kauppila ym. 2018)

²¹ "Pienemmät tai heterogeenisemmat materiaali-erät soveltuvat siten paremmin tapauskohtaiseen päätöksentekoon. Esimerkiksi lukuisille eri muovityypeille tapauskohtainen päätöksenteko näyttäisi tarkoituksenmukaisemmalta sääntelytavalta. -- Muovijätteen osalta silkkä materiaalin ja sen käyttösovellutusten moninaisuus muodostanee esteen toimivan säädöksen laatimiselle ja toimeenpanolle." (Kauppila ym. 2018)

²² "Selvityksen kohteena olleissa vertailumaissa kansallisella EoW- ja sivutuotesääntelyllä ei ole tunnistettu olevan merkittäviä haitallisia sivuvaikutuksia. Ennenminkään on viitteitä positiivisista sivuvaikutuksista. Tärkein mahdollinen haitallinen sivuvaikutus on (jäte)materiaalin laittoman ja haitallisen käytön lisääntyminen." (Kauppila ym. 2018)

5.3 Mahdollisen EoW-asetuksen valmistelu ja sisältö

5.3.1 Taustatiedot

JRC on julkaissut ohjeet EoW-kriteerien kehittämisestä (JRC, 2008). JRC:n ohjeen mukaan EoW-kriteerien kehitysprosessi alkaa tiedonkeruulla, jossa tunnistetaan kaikki otsikon alle sopivat relevantit jätevirrat (ml. materiaalin määrä, maantieteellinen jakautuminen, mahdolliset ympäristö- ja terveysriskit), käsittelyprosessit ja prosessoidun materiaalin potentiaaliset käyttökohteet (ml. lainsäädännön rajoitteet, standardit). Tämän jälkeen tarkastelun kohdetta rajataan tarvittaessa. Tässä CHEMPLAST-raportissa on kerätty perustietoja muovijätteen pyrolyysin potentiaalisista jätevirroista, käsittelyprosesseista sekä lopputuotteiden mahdollisista käyttökohteista.

Koska muovijätteen kemiallinen kierrätys kattaa useita erilaisia teknologiavaihtoehtoja ja potentiaalisia syötteitä sekä lopputuotteiden käyttökohteita, tulisi ennen EoW-kriteerien laatimista tehdä päätös siitä, miten laaja EoW-kriteerien sovellusalue olisi, koskisiko se esimerkiksi vain tietyistä muovijätteistä valmistettua pyrolyysiöljyä vai kattaisiko se muitakin kemiallisen kierrätyksen menetelmiä.

Jos jätepuitedirektiivin kriteerit jätteeksi luokittelun ehdoista täyttyvät ja EoW-kriteerien laatimiselle on perusteet, voidaan kerättyjen taustatietojen pohjalta laatia luonnos EoW-kriteereistä. Esimerkkejä olemassa olevien EoW-päätösten sisällöllisistä vaatimuksista on koottu liitteenä olevaan Excel-taulukkoon (Liite 1). Muovijätteen pyrolyysiä koskevan kansallisen EoW-asetuksen mahdollisia sisältövaatimuksia ja niihin liittyviä haasteita on esitetty alla.

Syötteet

MUOVIJÄTTEEN PYROLYYSIN POTENTIAALISET SYÖTTEET

- Maatalouden muovijätteet
- Muoviset pakkausjätteet kaupallisista ja teollisista lähteistä
- Erilliskerätyt muovipakkausjätteet kuluttajilta
- Muovit sekalaisessa yhdyskuntajätteessä
- Muovien valmistuksessa ja käytössä syntyvät jätteet
- Muovit romuajoneuvoista ja veneistä
- Käytöstä poistetut renkaat
- Metallia sisältävien jätteiden murskauksessa syntyvät jätteet
- Rakentamisesta ja purkamisesta syntyvät kumijätteet
- Rakentamisesta ja purkamisesta syntyvät muovijätteet
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun (SER) sisältämä muovi
- Tekonurmet

MÄÄRITTELYN HAASTEITA:

- Sopivat syötteet riippuvat prosessista sekä pyrolyysiöljyn käyttökohteista (laatuvaatimuksista)
- Ei tarkkaa tietoa syötteen sallituista haitta-ainepitoisuuksista
- Muovijätteen pyrolyysiprosessit vasta kehitysvaiheessa

Käsittelyprosessit ja -tekniikat

PYROLYYSITEKNOLOGIOITA

- terminen krakkaus
- katalyyttinen krakkaus
- hydrokrakkaus

MÄÄRITTELYN HAASTEITA:

- Muovijätteen pyrolyysimenetelmiä ei ole toistaiseksi standardoitu
- Muovijätteen pyrolyysitekniikat eivät ole kaikilta osin vielä täysin valmiita laajamittaiseen toimintaan
- Terminologia ei ole yksiselitteistä

Materiaalin käyttökohteet

PYROLYYSIÖLJYN MAHDOLLISIA KÄYTTÖKOHEITA

- Suora energiahyödyntäminen
- Käyttö öljynjalostuksen raaka-aineena -> jatkojalostus polttoaineiksi ja petrokeman tuotteiksi
- Käyttö muovinvalmistuksen raaka-aineena

MÄÄRITTELYN HAASTEITA:

- Mahdolliset käyttökohteet riippuvat materiaalin laadusta
- Pyrolyysiöljy on luonteeltaan välituote
- Pyrolyysiprosessissa syntyy muitakin lopputuotteita, kuten vahaa, kaasua ja hiiltä.

Laatuvaatimukset

LAATUVAATIMUKSET

- Jatkokäyttäjät asettaa vaatimukset pyrolyysiöljyn laadulle

MÄÄRITTELYN HAASTEITA:

- Laatuvaatimukset riippuvat pyrolyysiöljyn käyttökohteesta
- Yleisiä laatustandardeja pyrolyysiöljylle ei toistaiseksi ole
- Pyrolyysiöljyt ovat tyypillisesti ns. UVCB-aineita, eli niiden koostumus määräytyy valmistuksessa käytetyn raaka-aineen sekä jalostusprosessin mukaan

5.3.2 Vaikutusarviot

EoW-kriteerien kehittämisprosessissa tulee JRC:n ohjeiden (2008) mukaan tehdä myös vaikutusarviointi mahdollisen EoW-kriteerin vaikutuksista mukaan lukien ympäristö- ja terveysvaikutukset, taloudelliset vaikutukset sekä sosio-ekonomiset vaikutukset. Vaikutusarvioinnin tulee sisältää mm:

- Perusteellinen selvitys ympäristö- ja terveysvaikutuksista
 - Miten jäte- tai tuotelainsäädäntö kontrolloi materiaalin prosessointiin, kuljetukseen ja käyttöön liittyviä riskejä
 - Ympäristö- ja terveysvaikutukset huomioiden materiaalin koko elinkaari
- Perusteellinen selvitys EoW-asetuksen taloudellisista vaikutuksista ja EoW-materiaalin markkinoista

REACHLaw Oy:n tekemän selvityksen (Liitteet 2 ja 3) mukaan muutamia jätemuoveista valmistettuja pyrolyysiöljyjä on jo REACH-rekisteröity, ja nämä rekisteröinnit on tehty ns. välituotteena. Välituotteena rekisteröinti tarkoittaa, että näitä jätemuovista valmistettuja pyrolyysiöljyjä käytetään suoraan toisessa valmistusprosessissa eli ne lisätään välituotteena, joko samalla tuotantoalueella tai kuljetetaan seuraavalle tuotantopaikalle, esimerkiksi öljynjalostusprosessiin yhtenä lähtöaineena jatkojalostusta varten. Välituotteena rekisteröinti edellyttää, että ainetta käytetään tiukasti valvotuissa olosuhteissa, joten välituotteella ei ole haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia. Jos ainetta ei voida tulkita välituotteeksi, EoW-statuksen saanut pyrolyysiöljy tulee REACH-rekisteröidä normaalin rekisteröintiprosessin mukaisesti.

5.4 Muut vaihtoehdot: Green deal

5.4.1 Yleistä

Green deal -käsitettä on lyhyesti kuvattu alla olevassa tietoruudussa.

Green deal lyhyesti:

”Green deal on vapaaehtoinen sopimus valtion ja elinkeinoelämän välillä. Tavoitteena on yhdessä edistää kestävästä kehityksestä tavoitteita etsimällä ratkaisuja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja kiertotalouden edistämiseksi.

Sopimusten avulla voidaan tehostaa nykyänsäädännön toimeenpanoa tai täydentää sitä. Sopimuksissa voidaan myös asettaa lainsäädäntöä ankarampia tavoitteita sekä saavuttaa tietyt tavoitteet ilman lisäsääntelyä.

Sopimusosapuolet sitoutuvat kunnianhimoisiin ja seurattaviin tavoitteisiin, joilla tähdätään ympäristön ja yhteiskunnan kannalta merkittäviin vaikutuksiin. Green deal -sopimuksilla haetaan verrattain nopeasti saavutettavissa olevia tuloksia, joiden seurannasta sovitaan sopimuksessa. Sopimuksilla pyritään tuomaan lisäarvoa verrattuna nykytilaan etsimällä yhdessä sopimusosapuolten kesken uusia ratkaisu- ja toimintamalleja valittujen haasteiden ratkaisemiseksi. Sopimuksissa sovitaan sopimusosapuolten ja sopimukseen sitoumuksella sitoutuvien yritysten toimenpiteistä sovittujen tavoitteiden saavuttamiseksi.”

Viite: https://www.ym.fi/fi-FI/Lainsaadanto/Green_deal_sopimukset

Suomessa tehtyjä green deal -sopimuksia ovat Kaupan liiton kanssa tehty muovikassisopimus (2016), autoalan ja valtion välinen green deal -ilmastosopimus (2018), sopimus valtakunnallisen öljyjätehuollon kehittämiseksi (2019) ja työkonealan green deal -sopimus (2019).

Hollannissa on tehty runsaasti green deal-sopimuksia ja niitä on käytetty helpottamaan jätteenperäisten materiaalien innovatiivista hyötykäyttöä tapauksissa, joissa kierrätyksestä tullut hyöty katsotaan merkittäväksi tukien kiertotalouden periaatteita ja joissa jättemateriaalin käyttöön liittyvät riskit on hallittu tapauskohtaisilla toimenpiteillä. Tällä hetkellä green deal -sopimuksia on Hollannissa tehty yli 200. Hollannin hallitus myös tukee tällaisia green deal -ratkaisuja. Yleiset periaatteet green deal -sopimusten käyttöön on julkaistu heidän kotisivuillaan²³.

Hollannissa määritellyt green dealin yleiset ehdot ovat seuraavat:

- aloitteentekijä on itse aktiivinen ratkaisujen löytämisessä
- sopimus koskee seuraavaa: raaka-aineiden kestävä käyttö, biodiversiteetti, vesi, liikkuvuus, energia, ilmasto, ruoka, rakentaminen, biotalous
- ratkaisu taloudellisesti kannattava (tai potentiaali tulla kannattavaksi).
- hanke tuottaa nopeasti tuloksia.
- hanke tulisi johtaa uuteen taloudelliseen toimintaan tai tuoda kustannussäästöjä

²³ <https://business.gov.nl/subsidy/green-deal/>

5.4.2 International Green Deal North Sea Resources Roundabout

Esimerkki eräästä green deal -sopimuksesta on ns. International Green Deal North Sea Resources Roundabout (NSRR)²⁴. NSRR on Hollannin, Ranskan, Iso-Britannian ja Belgian Flanderin vuonna 2016 allekirjoittama sopimus, jonka tavoitteena on edistää vihreää kasvua Pohjanmeren alueella helpottamalla jäteperäisten raaka-aineiden kauppaa ja kuljetusta maasta toiseen. Sopimus allekirjoitettiin viideksi vuodeksi ja sen on tarkoitus käsitellä yhteensä 10 sekundaarista resurssivirtaa. NSRR:n puitteissa sopimuksen allekirjoittaneiden maiden yritykset, hallitukset ja kansalaisjärjestöt työskentelevät yhdessä torjuakseen kansainvälisen kaupan ja sekundaaristen raaka-aineden kuljetuksen esteitä. (Regional forum, 2018)

NSRR-sopimuksessa on toistaiseksi käynnissä viisi tapausta, jotka koskevat seuraavia jättemateriaaleja: PVC-jäte, komposti, jätteenpolton pohjatuhkan metalliromu, struviitti ja elektroniikkajäte. Kullekin materiaalivirralla on muodostettu asiantuntijaryhmä analysoimaan ongelmia ja ehdottamaan käytännön ratkaisuja. Useimpiin ratkaisuihin liittyy todennäköisesti EU-lainsäädännön kansallisen tulkinnan ja täytäntöönpanon yhdenmukaistamista, eivätkä ratkaisut vaadi uusia sääntöjä tai määräyksiä. (GreenDeals NL, n.d.)

North Sea Resources Roundabout -sopimuksen kaltainen, maiden välinen green deal voisi olla yksi lähestymistapa muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämiseen esimerkiksi tapauksessa, jossa muovijätettä prosessoidaan eri maassa kuin missä pyrolyysiöljyä jalostetaan tuotteiksi.

²⁴ <http://www.circularity.eu/project/north-sea-resources-roundabout/>

6. Yhteenveto

Tämän selvityksen tavoitteena oli tuottaa ja koota tietoa, jonka perusteella pystytään arvioimaan, mikä merkitys kansallisilla End-of-Waste -asetuksilla voisi olla muovien kemiallisen kierrätyksen edistämisessä. Selvityksessä keskityttiin erityisesti muovijätteen pyrolyysiin liittyvän EoW-asetuksen tarpeisiin, mahdollisuuksiin ja toteutettavuuteen. Pyrolyysi on kemiallisen kierrätyksen menetelmä, jossa muovijäte hajotetaan kuumentamalla sitä hapettomissa olosuhteissa. Korkeissa lämpötiloissa polymeerit pilkkoutuvat pienempiin molekyyleihin. Pyrolyysin päätuotteena syntyy pyrolyysiöljyä, jota voidaan käyttää kemikaalien ja muovinvalmistuksen raaka-aineena tai jalostaa polttonesteiksi.

Pyrolyysiä tai muuta muovijätteen kemiallista kierrätystä teollisessa mittakaavassa tekeviä kaupallisia toimijoita on toistaiseksi hyvin vähän, mutta muovijätteen kemiallisen kierrätyksen kehitys- ja pilotointitoiminta käy vilkkaana. Selvityksessä haastateltujen pyrolyysitoimijoiden mukaan suurimmat muovijätteen kemialliseen kierrätykseen liittyvät lainsäädännölliset haasteet ovat kierrätysasteen laskentaan liittyvät kysymykset sekä kemiallisen kierrätyksen lopputuotteiden jäte/tuotestatus. Haastatteluista kävi selvästi ilmi, että EU:ssa on tarve tunnistaa kemiallisen kierrätyksen paikka jätehierarkiassa jätteenpolton yläpuolella ja saada kemialliselle kierrätykselle kannustin, joka ohjaisi muovijätettä jätehierarkian mukaiseen hyödyntämiseen.

Euroopassa ei toistaiseksi ole olemassa yhtään kansallista tai tapauskohtaista EoW-päätöstä koskien kemiallisesti kierrätettyä muovijätettä. Muovijätteen pyrolyysitoimijat toivovat selkeyttä kemiallisesti kierrätetyn muovijätteen jäte/tuotestatukseseen. Kansallinen asetus jätemuoveista valmistetun pyrolyysiöljyn jätteeksi luokittelun päättymisestä toisi selkeyttä pyrolyysiöljyn tuotestatukseseen ja voisi edistää muovijätteen pyrolyysitoimintaa Suomessa. Tuotestatus helpottaisi pyrolyysiöljyn kuljettamista ja jatkokäyttöä ja voisi siten edistää pyrolyysiöljyn markkinoita. Toisaalta kansallisen EoW-asetuksen ongelmana on sen maakohtaisuus, joten kansallinen EoW ei välttämättä helpottaisi maiden välisiä kuljetuksia. Muovijätteestä valmistetun pyrolyysiöljyn kansallinen EoW-asetus toteuttaisi jättepuitedirektiivin tavoitteita ja muovijätteen pyrolyysin edistäminen tukisi luonnonvarojen kestäväää käyttöä, sillä pyrolyysiöljyä voidaan käyttää korvaamaan fossiilisia raaka-aineita.

Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää joko jalostettuna (tislefraktio) polttoaineena dieselmootoreissa tai se voidaan syöttää raaka-aineena öljynjalostukseen, jolloin siitä voidaan valmistaa polttoaineita tai sitä voidaan käyttää raaka-aineena muovien tai kemikaalien valmistuksessa. Öljynjalostamoissa valtaosa öljystä muutetaan polttoaineiksi. Pyrolyysiöljyä on mahdollista käyttää myös suoraan muovinvalmistuksen raaka-aineena, mikäli vastaanottajan laatuvaatimukset täyttyvät. Se, voidaanko muovijätteen pyrolyysi tulkita kierrätykseksi, riippuu pyrolyysiöljyn käyttökohteesta. Suora polttoainekäyttö ei ole kierrätystä vaan energiayödyntämistä. Toisaalta pyrolyysiöljyn välituote jalostetaan aina, esimerkiksi tisaamalla polttonesteeksi. Pyrolyysiöljyn käyttö polttonesteena on selvästi kestävämpää kuin suora muovijätteen energiakäyttö. Öljynjalostukseen syötetty pyrolyysiöljy puolestaan voi päätyä sekä energia- että materiaalikäyttöön. Kun pyrolyysiöljyä käytetään muovinvalmistuksen raaka-aineena, kierrätyksen määritelmä täyttyy.

Kansallisissa EoW-asetuksissa määritellään tyypillisesti EoW-materiaalin sallitut käyttökohteet. Jos pyrolyysiöljylle laadittaisiin kansallinen EoW-asetus, pyrolyysin sallittuja jatkokäyttökohteita tulisi olla ainakin pyrolyysiöljyn hyödyntäminen muovinvalmistuksen raaka-aineena. Koska pyrolyysiöljyä voi päätyä materiaalikäyttöön myös öljynjalostusprosessin kautta, sekin reitti olisi hyvä sisällyttää EoW-asetukseen. Koska pyrolyysin tulkinta kierrätykseksi tai energiahyödyntämiseksi riippuu pyrolyysiöljyn käyttökohteesta, EoW-asetusta laatiessa on tarpeen pohtia, tukeeko se jätehierarkian toteutumista.

Muovijätteen pyrolyysiprosessien kehitys on vielä kesken eikä muovijätteen pyrolyysiprosesseille tai pyrolyysituotteille ole toistaiseksi olemassa standardeja tai yleisiä

laatukriteerejä. Prosessien vakiintumattomuus ja laatukriteerien puuttuminen aiheuttavat omat haasteensa mahdollisten kansallisten EoW-kriteerien laatimiselle, mutta toisaalta etupainotteinen lainsäädäntö voisi edesauttaa muovijätteen pyrolyysitoiminnan kehittymistä.

Tuotestatus tuo mukanaan REACH-rekisteröintivelvoitteen. REACHLaw Oy:n tekemän selvityksen mukaan muutamia jätemuoveista valmistettuja pyrolyysiöljyjä on jo rekisteröity, ja nämä rekisteröinnit on tehty ns. välituotteena. Jätemuoveista valmistettujen pyrolyysiöljyjen välituotteena rekisteröinti tarkoittaa, että näitä jätemuovista valmistettuja pyrolyysiöljyjä käytetään suoraan toisessa valmistusprosessissa eli ne lisätään välituotteena, joko samalla tuotantoalueella tai kuljetetaan seuraavalle tuotantopaikalle, esimerkiksi öljynjalostusprosessiin yhtenä lähtöaineena jatkojalostusta varten. Niitä ei sellaisenaan (välituotteena) siten voida markkinoida muuhun käyttöön. Mikäli pyrolyysituotteita käytetään suoraan polttoaineena, niitä ei voida rekisteröidä välituotteena, vaan tällöin ne vaativat normaalimittaisen rekisteröinnin. Välituotteena rekisteröinti keventää REACH-prosessia, sillä aineen ominaisuustietoja koskevat tietovaatimukset supistuvat ja rekisteröintiprosessi itsessään on huomattavasti helpompi ja halvempi kuin normaali rekisteröinti.

REACHLaw Oy:n selvityksen mukaan pyrolyysituotteet (öljyt ja vahat) ovat luonteeltaan mitä todennäköisimmin UVCB-aineita. UVCB-aineiden erityispiirteenä on, että niiden koostumus määräytyy valmistuksessa käytetyn raaka-aineen sekä jalostusprosessin mukaan. Tästä syystä tällaisten aineiden tunnistamisessa kemiallista koostumusta hyödyllisempiä tietoja ovat jalostusprosessi, hiiliketjun pituuden vaihteluväli, kiehumispiste, viskositeetti, raja-arvot ja muut fysikaaliset ominaisuudet, jotta öljytuote voitaisiin yksilöidä niin tarkasti kuin mahdollista.

Mikäli Suomessa ryhdytään valmistelemaan kansallista EoW-asetusta muovijätteestä valmistetulle pyrolyysiöljylle, tarvitaan lisäselvitystä siitä, millaisin kriteerein pyrolyysiöljyn tuotteeksi luokittelu voitaisiin päättää. Lisäksi tarvitaan todennäköisesti tarkka määritelmä prosessin syötteelle (alkuperä, salitut epäpuhtaudet jne.) sekä koostumuksen analyysointiin soveltuvia standardeja pyrolyysiöljyn laadun toteamiseksi. EoW-kriteerien kehittämisprosessissa tulee JRC:n ohjeiden mukaan tehdä myös vaikutusarviointi mahdollisen EoW-kriteerin vaikutuksista mukaan lukien ympäristö- ja terveystaikutukset, taloudelliset vaikutukset sekä sosio-ekonomiset vaikutukset.

Lähdeviitteet

- Anuar Sharuddin, S.D., Abnisa, F., Wan Daud, W.M.A., Aroua, M.K., 2016. A review on pyrolysis of plastic wastes. *Energy Convers. Manag.* 115, 308–326. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.02.037>
- BAT/BEP Group of Experts, 2017. BAT/BEP Guidance for the recycling and disposal of wastes containing PBDEs listed under the Stockholm Convention on POPs. Annex 3 emerging technologies.
- Bellona & Zero Waste Europe, 2019. Joint briefing: Recycled Carbon Fuels in the Renewable Energy Directive. <https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2019/04/NGO-joint-briefing-RCF.pdf>
- Butler, E., Devlin, G., McDonnell, K., 2011. Waste polyolefins to liquid fuels via pyrolysis: Review of commercial state-of-the-art and recent laboratory research. *Waste and Biomass Valorization* 2, 227–255. <https://doi.org/10.1007/s12649-011-9067-5>
- Chemical Recycling Europe, 2019. Chemical Recycling: a complementary recycling solution to boost plastics circularity and reduce the carbon footprint. <https://www.chemicalrecyclingeurope.eu/news/position-paper-on-chemical-recycling>
- ECHA, 2017. Välituotteita koskevat toimintaohjeet. https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/intermediates_fi.pdf/05c670c4-9940-4f7c-a7dd-1276cc8e7d17
- Euroopan komissio, 2015. Kierto kuntoon - Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma. COM(2015) 614 Final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
- Euroopan komissio, 2018. Komission tiedonanto euroopan parlamentille, neuvostolle, euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. EU:n strategia muoveista kiertotaloudessa. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1516265440535&uri=COM:2018:28:FIN>
- Fraunhofer IVV, 2019. Recycling plastics - The CreaSolv® Process. <https://www.ivv.fraunhofer.de/en/recycling-environment/recycling-plastics.html>. [Luettu 19.12.2019]
- GreenDeals NL, n.d. International Green Deal North Sea Resources Roundabout to work on new case. <https://www.greendeals.nl/nieuws/international-green-deal-north-sea-resources-roundabout-work-new-case>. [Luettu 05.12.2019]
- Ioniqa, 2019. Ioniqa's circular solution. <https://ioniqa.com/applications/>. [Luettu 11.10.2019]
- JRC, 2008. End of Waste Criteria. Final report. <https://susproc.jrc.ec.europa.eu/documents/Endofwastecriteriafinal.pdf>
- JRC, 2014. End-of-Waste criteria for waste plastic for conversion. JCR Technical reports. <https://doi.org/10.2791/13033>
- Kauppila, J., Turunen, T., Salminen, J., Lazarevic, D., 2018. Jätteen luokittelun päättymisen hyödyt ja haitat. Ympäristöministeriön raportteja 9/2018.

- López, A., de Marco, I., Caballero, B. M., Laresgoiti, M. F. & Adrados, A., 2010. Pyrolysis of municipal plastic wastes: Influence of raw material composition. *Waste Management* 30. S. 620–627. doi:10.1016/j.wasman.2009.10.014
- Lopez, G., Artetxe, M., Amutio, M., Alvarez, J., Bilbao, J., Olazar, M., 2018. Recent advances in the gasification of waste plastics. A critical overview. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 82, 576–596. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.032>
- Material Economics, 2018. The circular economy – a powerful force for climate mitigation. <https://media.sitra.fi/2018/05/04145239/material-economics-circular-economy.pdf>
- Miandad, R., Barakat, M.A., Aburiazaza, A.S., Rehan, M., Ismail, I.M.I., Nizami, A.S., 2017. Effect of plastic waste types on pyrolysis liquid oil. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 119, 239–252. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.09.017>
- Muoviteollisuus ry, n.d. Muovisanastoa. <https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/sanasto/>. [Luettu 15.8.2019].
- Oasmaa, A., Qureshi, M., Pihkola, H., Ruohomäki, I., Raitila, J., Lindfors, C., 2019. Fast pyrolysis of industrial waste residues to liquid intermediates - experimental and conceptual study.
- Oasmaa, A. 2019. Huonolaatuinenkin muovijäte saadaan takaisin kiertoon termokemiallisella käsittelyllä. VTT Medialle tietoa meistä. <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/huonolaatuinenkin-muovij%C3%A4te-saadaan-takaisin-kiertoon-termokemiallisella-k%C3%A4sittelyll%C3%A4>
- Plastic Europe, 2018. Plastic - the facts 2017. https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf
- Plastics Europe, 2019. Recycling and energy recovery. <https://www.plasticseurope.org/en/focus-areas/circular-economy/zero-plastics-landfill/recycling-and-energy-recovery> [Luettu 23.4.2019]
- Punkkinen, H., Teerioja, N., Merta, E., Moliis, K., 2011. Pyrolyysin potentiaali jätemuovin käsittelymenetelmänä Ympäristökuormitukset ja kustannusvaikutukset. VTT working papers 176.
- Punkkinen, H., Oasmaa, A., Laatikainen-Luntama, J., Nieminen, M., Laine-Ylijoke, J., 2017. Thermal conversion of plastic-containing waste: A review.
- Pöhler, H., Tenhunen, A. (editors). 2020. VTT's Plastics Strategy; Unpublished. The expected publishing date during Q2-2020.
- Ragaert, K., Delva, L., Van Geem, K., 2017. Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Manag.* 69, 24–58. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044>
- Regional forum on sustainable development for the UNECE region, 2018. Case Study // Round Table SDG 12: Towards a circular economy: innovation for sustainable value chains. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/RCM_Website/Case_Study_SDG12_2_Netherlands.pdf

Rubel, H., Jung, U., Follette, C., Meyer Zum Felde, A., Appathurai, S., Díaz, M.B., 2019. A Circular Solution to Plastic Waste. Boston Consulting Group.

Ympäristöministeriö, 2016. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelyvaatimukset. Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2016. Helsinki 2016.

Ympäristöministeriö, 2018. Vähennä, vältä, kierrätä ja korvaa – muovitiekartta Suomelle.
<https://www.ym.fi/download/noname/%7BB270324C-70A1-4830-AD7E-80AF12399C81%7D/140742>

Ympäristöministeriö, 2019. Jätteen luokittelun päättymistä koskeva tapauskohtainen päätöksenteko. Muistio 30.8.2019.

Liitteet

Liite 1. Kooste olemassa olevista EoW-päätöksistä ja esimerkkejä niiden sisällöllisistä vaatimuksista (Excel-taulukko).

Liite 2. REACHLaw Oy:n raportti CHEMPLAST - EoW-prosessi ja siihen liittyvä kemikaalisäätely.

Liite 3. REACHLaw Oy: Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

LIITE 1:

Kooste EoW päätöksistä

Taulukko. Kooste EoW päätöksistä.

	EoW-päätös	Koodi	Materiaali	Materiaalin määrittely
EU-taso				
	KOMISSION ASETUS (EU) N:o 1179/2012		Lasimurska	'Lasimurskalla' tarkoitetaan lasijätteen hyödyntämisestä saatavaa lasimurskaa
	KOMISSION ASETUS (EU) N:o 715/2013		Kupariromu	'kupariromulla' pääasiassa kuparista ja kupariseoksista koostuvaa romumetallia;
	NEUVOSTON ASETUS (EU) N:o 333/2011		Rauta-, teräs- ja alumiiniromu	'rauta- ja teräsromulla' pääasiassa raudasta ja teräksestä koostuvaa romumetallia; 'alumiiniromulla' pääasiassa alumiinista ja alumiiniseoksista koostuvaa romumetallia;
	JRC technical proposals			
	JRC 2014: End-of-Waste Criteria for waste plastic for conversion	https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/euro-scientific-and-technical-research-reports/end-waste-criteria-waste-plastic-conversion-technical-proposals http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC64346.pdf	plastic for conversion, i.e. waste plastic that is reprocessed into a ready input for re-melting in the production of plastic articles and products.	
	JRC 2014: End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate)	http://publication.s.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC87124/ewc20biodegradable20waste20final20report.pdf	biodegradable waste subject to biological treatment	
Maa	Kansalliset päätökset			
Ranska	Luonnos määräykseksi regeneroitujen kemikaalien tai esineiden jätteeksi luokittelun päättymisen perusteista		Regeneroitu kemikaali tai esine	Regenerointi: kaikki jätteiden kierrätystoimenpiteet, joissa jäte saa sitä kemikaalia tai esinettä vastaavan suorituskyvyn, josta se on lähtöisin, ottaen huomioon aiotun käyttötarkoituksen. Regenerointi käsittää epäpuhtauksien uuttamisen, hävittämisen tai muuntamisen.
Portugali	Esitys talteenotettuun muoviin sovellettavista, jätteeksi luokittelun päättymistä koskevista	2016/402/P (draft)	Talteenotettu muovi, erityisesti lastut, agglomeraatit ja rakeet	"Talteenotetulla muovilla" tarkoitetaan jätemuovin mekaanisesta hyödyntämiskäsittelystä peräisin olevaa muovimateriaalia, joka on tarkoitettu muovisia sisältävien tuotteiden tuotantoteollisuuteen.

	EoW-päätös	Koodi	Materiaali	Materiaalin määrittely
	kansallisista perusteista			
UK	Laatupöytäkirja muusta muovijätteestä kuin pakkausmuovijätteestä valmistettavan uusioraaka-aineen valmistamista varten	2008/591/UK	Muu kuin pakkausmuovi	Kaikki muovi, johon ei sovelleta tähän asiakirjaan sisältyvää pakkauksen määritelmää. Pakkaus: Kaikki mistä tahansa aineesta valmistetut tuotteet, jotka on tarkoitettu hyödykkeiden hallintaan, suojaamiseen, käsittelyyn, jakeluun ja esillepanoon, raaka-aineista aina jalostettuihin hyödykkeisiin, valmistajalta käyttäjälle tai kuluttajalle. Yksityiskohtaisempi pakkauksen määritelmä esitetään pakkausjätedirektiivin 3 artiklan 1 kohdassa.
Viro	Öljyä sisältävien jätteiden jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteiden määrittäminen (luonnos)	2018/662/EE (Eesti)	Öljyä sisältävät jätteet	<p>Öljyä sisältävät jätteet: Jätenimike/Jätteen nimi</p> <p>05 01 03* Säiliöiden pohjalietteet</p> <p>05 01 05* Vuotanut öljy</p> <p>13 01 05* Klooraamattomat emulsiot</p> <p>13 01 10* Mineraalipohjaiset klooraamattomat hydraulioöljyt</p> <p>13 01 11* Synteettiset hydraulioöljyt</p> <p>13 01 13* Muut hydraulioöljyt</p> <p>13 02 05* Mineraalipohjaiset klooraamattomat moottori-, vaihteisto- ja voiteluöljyt</p> <p>13 02 06* Synteettiset moottori-, vaihteisto- ja voiteluöljyt</p> <p>13 02 08* Muut moottori-, vaihteisto- ja voiteluöljyt</p> <p>13 03 07* Mineraalipohjaiset klooraamattomat eristys- ja lämmönsiirtoöljyt</p> <p>13 03 08* Synteettiset eristys- ja lämmönsiirtoöljyt</p> <p>13 03 10* Muut eristys- ja lämmönsiirtoöljyt</p> <p>13 04 01* Sisävesiliikenteessä syntyvät pilssivedet</p> <p>13 04 02* Satamien vastaanottolaitteistoihin kerätyt pilssivedet</p> <p>13 04 03* Muut vesiliikenteessä syntyvät pilssivedet</p> <p>13 05 02* Öljynerottimien lietteet</p> <p>13 05 03* Keräilyaltaan lietteet</p> <p>13 05 06* Öljynerottimien öljy</p> <p>13 05 07* Öljynerottimien öljyinen vesi</p> <p>13 07 01* Polttoöljy ja dieselöljy</p> <p>13 07 02* Bensiini</p> <p>13 07 03* Muut polttoaineet (seokset mukaan luettuina)</p> <p>13 08 02* Muut emulsiot</p> <p>16 07 08* Öljyä sisältävät jätteet</p> <p>19 02 07* Öljynerotuksessa syntyvät öljyt</p>

	EoW-päätös	Koodi	Materiaali	Materiaalin määrittely
				ja konsentraatit 19 02 08* Palavat nestemäiset jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita** ** Saatu tässä taulukossa esitettyjen jätteiden käsittelyn tuloksena.
Irlanti	Decision establishing End-of-Waste Criteria under Article 28 of the European Communities (Waste Directive) Regulations 2011 for recycled Low Density Polyethylene (LDPE) pellets produced by Irish Packaging Recycling Ballymount Road Lower Dublin 12			
Viro	Vaatimukset liuskeöljyn tuotantoprosessin lisätylle rengassilpulle	2018/297/EE	Liuskeöljyn tuotantoon lisätty rengassilppu. Määräyksessä annetaan vaatimukset liuskeöljyn tuotantoprosessin lisätylle rengassilpulle sekä rengassilpun käytölle niin, että sen jätteen luokittelu päättyy. (2) Rengassilppu voidaan saattaa markkinoille tuotteena ja sitä voidaan lisätä liuskeöljyn tuotantoprosessin soveltamatta teollisuuspäästöistä annetun lain 4 lukua edellyttäen, että rengassilppu ja sen tuotantoprosessi vastaavat tämän määräyksen vaatimuksia.	rengassilppu on kiinteää materiaalia, jota saadaan romurenkaita silppuamalla ja joka täyttää tämän määräyksen vaatimukset. Rengassilppua käytetään mekaanisena lisäaineena yhdessä öljyluskeen kanssa pyrolyysissä kiinteän lämmönsiirtoaineen kanssa liuskeöljyn tuottamiseksi.

	EoW-päätös	Koodi	Materiaali	Materiaalin määrittely
Ranska	Luonnos määräykseksi regeneroitujen kemikaalien tai esineiden jätteeksi luokittelun päättymisen perusteista		Regeneroitu kemikaali tai esine	Regenerointi: kaikki jätteiden kierrätystoimenpiteet, joissa jäte saa sitä kemikaalia tai esinettä vastaavan suorituskyvyn, josta se on lähtöisin, ottaen huomioon aiotun käyttötarkoituksen. Regenerointi käsittää epäpuhtauksien uuttamisen, hävittämisen tai muuntamisen.
Portugali	Esitys talteenotettuun muoviin sovellettavista, jätteeksi luokittelun päättymistä koskevista kansallisista perusteista	2016/402/P (draft)	Talteenotettu muovi, erityisesti lastut, agglomeraatit ja rakeet	”Talteenotetulla muovilla” tarkoitetaan jätemuovin mekaanisesta hyödyntämiskäsittelystä peräisin olevaa muovimateriaalia, joka on tarkoitettu muovia sisältävien tuotteiden tuotantoteollisuuteen.
UK	Laatupöytäkirja muusta muovijätteestä kuin pakkausmuovijätteestä valmistettavan uusioraaka-aineen valmistamista varten	2008/591/UK	Muu kuin pakkausmuovi	Kaikki muovi, johon ei sovelleta tähän asiakirjaan sisältyvää pakkauksen määritelmää. Pakkaus: Kaikki mistä tahansa aineesta valmistetut tuotteet, jotka on tarkoitettu hyödykkeiden hallintaan, suojaamiseen, käsittelyyn, jakeluun ja esillepanoon, raaka-aineista aina jalostettuihin hyödykkeisiin, valmistajalta käyttäjälle tai kuluttajalle. Yksityiskohtaisempi pakkauksen määritelmä esitetään pakkausjätedirektiivin 3 artiklan 1 kohdassa.
Viro	Öljyä sisältävien jätteiden jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteiden määrittäminen (luonnos)	2018/662/EE (Eesti)	Öljyä sisältävät jätteet	Öljyä sisältävät jätteet: Jätenimike/Jätteen nimi 05 01 03* Säiliöiden pohjalietteet 05 01 05* Vuotanut öljy 13 01 05* Klooraamattomat emulsiot 13 01 10* Mineraalipohjaiset klooraamattomat hydraulioöljyt 13 01 11* Synteettiset hydraulioöljyt 13 01 13* Muut hydraulioöljyt 13 02 05* Mineraalipohjaiset klooraamattomat moottori-, vaihteisto- ja voiteluöljyt 13 02 06* Synteettiset moottori-, vaihteisto- ja voiteluöljyt 13 02 08* Muut moottori-, vaihteisto- ja voiteluöljyt 13 03 07* Mineraalipohjaiset klooraamattomat eristys- ja lämmönsiirtoöljyt 13 03 08* Synteettiset eristys- ja lämmönsiirtoöljyt 13 03 10* Muut eristys- ja lämmönsiirtoöljyt 13 04 01* Sisävesiliikenteessä syntyvät

	EoW-päätös	Koodi	Materiaali	Materiaalin määrittely
				<p> pilssivedet 13 04 02* Satamien vastaanottolaitteistoihin kerätyt pilssivedet 13 04 03* Muut vesiliikenteessä syntyvät pilssivedet 13 05 02* Öljynerottimien lietteet 13 05 03* Keräilyaltaan lietteet 13 05 06* Öljynerottimien öljy 13 05 07* Öljynerottimien öljyinen vesi 13 07 01* Polttoöljy ja dieselöljy 13 07 02* Bensiini 13 07 03* Muut polttoaineet (seokset mukaan luettuina) 13 08 02* Muut emulsiot 16 07 08* Öljyä sisältävät jätteet 19 02 07* Öljynerotuksessa syntyvät öljyt ja konsentraatit 19 02 08* Palavat nestemäiset jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita** ** Saatu tässä taulukossa esitettyjen jätteiden käsittelyn tuloksena. </p>
Irlanti	<p> Decision establishing End- of-Waste Criteria under Article 28 of the European Communities (Waste Directive) Regulations 2011 for recycled Low Density Polyethylene (LDPE) pellets produced by Irish Packaging Recycling Ballymount Road Lower Dublin 12 </p>		<p> Low Density Polyethylene (LDPE) pellets produced by Irish Packaging Recycling Ballymount </p>	

LIITE 2:

REACHLaw Oy:n raportti CHEMPLAST - EoW-
prosessi ja siihen liittyvä kemikaalisääntely

CHEMPLAST – EOW-PROSESSI JA SIIHEN LIITTYVÄ KEMIKAALISÄÄNTELY

3.12.2019

Sisällysluettelo

1	TYÖN TARKOITUS	2
2	EOW-PROSESSIIN LIITTYVÄT KEMIKAALILAINSÄÄDÄNNÖN VAATIMUKSET	2
2.1	YLEISTÄ REACH- REKISTERÖINTIVELVOITTEESTA	2
2.2	EOW-MATERIAALIN VAPAUTUS REKISTERÖINNISTÄ	4
2.3	REACH- LUPAMENETTELY	5
2.4	REACH- RAJOITUKSET	6
2.5	CLP -VAARALUOKITUKSEN TARKISTAMINEN JA ILMOITTAMINEN KEMIKAALIVIRASTOLLE (NOTIFIOINTI)	7
2.6	REKISTERÖINNIN VAIHEET	8
3	TAUSTATIEDOT PYROLYYSIÖLJYJEN REKISTERÖINNEISTÄ	9
3.1	JÄTEMUOVEISTA JA JÄTEKUMISTA VALMISTETTUIJEN PYROLYYSIÖLJYJEN REKISTERÖINNIT	9
3.1.1	<i>Pyrolyysiöljyt on rekisteröity välituotteina</i>	9
3.1.2	<i>Pyrolyysiöljyt on rekisteröity UVCB-aineina</i>	10
4	YHTEENVETO JO REKISTERÖITYJEN PYROLYYSITUOTTEIDEN NÄKÖKULMASTA	11

Liite 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

1 TYÖN TARKOITUS

REACHLaw Oy:n (RL) tavoitteena oli CHEMPLAST-hankkeessa selventää EoW-prosessiin liittyvien kemikaali- ja tuotesäätelyn reunaehtoja. Työ rajattiin REACH- ja CLP-asetusten vaatimuksiin, jotka liittyvät muovien kemiallisessa kierrätyksessä syntyviin öljytuotteisiin. Työn toteutuksesta on vastannut Kati Vaajasaari.

Työn keskeisimmät tehtävät olivat:

- kuvata yleisellä tasolla kemikaalilainsäädännön (REACH ja CLP) asettamat velvoitteet ja lainsäädäntöjen vaatimustenmukaisuuden tarkistamisessa huomioon otettavat asiat
- kuvata muovien pyrolyysituotteiden EoW-prosessiin liittyviä REACH- rekisteröintivaatimuksia tai rekisteröinnistä vapautusmahdollisuutta sekä näiden tuotteiden käyttöön liittyviä mahdollisia REACH-rajoitus- ja lupamenettelyvaatimuksia
- Laatia yhteenveto muoveista tai muista jättemateriaaleista valmistetuista pyrolyysiöljyistä ECHAN sivuilla julkaistujen rekisteröintiasiakirjojen pohjalta (erillinen liite)

2 EOW-PROSESSIIN LIITTYVÄT KEMIKAALILAINSÄÄDÄNNÖN VAATIMUKSET

2.1 Yleistä REACH- rekisteröintivelvoitteesta

Kun materiaali on lakannut olemasta jätettä, toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että materiaali on sitä koskevien tuotevaatimusten mukainen sekä täyttää siihen sovellettavan kemikaalilainsäädännön mukaiset rekisteröintiä, lupamenettelyä ja rajoituksia koskevat vaatimukset (REACH-asetus) sekä luokitusta, pakkaamista ja merkintöjä koskevat vaatimukset (CLP-asetus). Toiminnanharjoittajan on myös huolehdittava, että jätteestä valmistettua materiaalia voidaan käyttää siten, että sen käytöstä ei aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. EoW-materiaalin markkinoille saattaminen EU-alueella vaatii REACH-asetuksen velvoitteiden täyttämistä. REACH-asetusta sovelletaan aineiden valmistukseen, maahantuontiin, markkinoille saattamiseen sekä käyttöön.

Materiaalin koostumuksesta ja fysikaalisesta olomuodosta sekä syntyperästä riippuen jäteperäinen tuote voi olla REACH-asetuksessa tarkoitettu aine, seos tai esine. Seuraavassa on esimerkein kuvattu, mitä aineella, seoksella tai esineellä tarkoitetaan:

- **Jäteperäisiä hyödyntämisen läpikäyneitä aineita** ovat esimerkiksi jätemuovista valmistetut pyrolyysiöljyt ja erilaiset tuhka- ja kuonamateriaalit, joihin ei ole sekoittamalla lisätty muita aineita. Edellä mainitut esimerkinmukaiset aineet ovat yleensä ns. **UVCB-aineita**¹. Tämä tarkoittaa ainetta, joka on koostumukseltaan

¹ UVCB = Unknown or Variable composition, Complex reaction products or of Biological materials

vaihtelevaa ja määrittelemätön tai biologista alkuperää. Näille aineille koostumus voidaan kuvata yleisellä tasolla pitoisuuksien vaihteluvälejä käyttämällä. Jäteperäiset kemikaalijätteet voivat olla myös **yhdestä ainesosasta koostuvia aineita tai useammasta osasta koostuvia aineita** (nk. reaktiomassa).

- Jäteperäinen hyödyntämisen läpikäynyt materiaali on **seos**, jos se on valmistettu **sekoittamalla eri aineita** toisiinsa, eikä se ole muodostunut kemiallisen reaktion kautta. Seoksia ovat esimerkiksi erilaiset kumi- ja muovituotteet. Tällöin toiminnanharjoittajan pitää tunnistaa mitä aineita seos sisältää ja kuinka paljon. REACH -velvoitteet koskevat seoksen ainesosia.
- Jos jäteperäinen hyödyntämisen läpikäynyt materiaali on **esine**, sen sisältämät aineet pitää tunnistaa. Esineellä tarkoitetaan materiaalia, jolla on **tietty muoto ja muoto on materiaalin toiminnan kannalta tärkeämpi kuin sen kemiallinen koostumus**. Tyypillisiä esineitä ovat esimerkiksi vaatteet, huonekalut ja sähkölaitteet, joissa olevia aineita REACH-velvoitteet koskevat. REACH-asetuksen mukainen jäteperäinen hyödyntämisen läpikäynyt esine voi olla myös esim. rakennusjätteestä valmistettu tuote, jolla on tietty muoto, partikkelikokojakauma ja pintarakenne, jos se täyttää ko. materiaalille asetettujen standardien (esim. EN 13043) mukaiset fysikaaliset ja tekniset vaatimukset. Tällöin materiaalin fysikaalinen olomuoto on käytön kannalta tärkeämpi, kuin sen kemiallinen koostumus. Esinettä REACH-rekisteröintivelvoite ei koske.

Rekisteröinti on ehto aineen valmistamiselle ja sen markkinoille saattamiseksi EU:ssa sellaisenaan, seoksissa tai esineissä. Tästä syystä edellä esitettyjen käsitteiden selventäminen on tärkeä lähtökohta EoW-materiaalin valmistajalle, jotta hän voi varmistaa materiaaliaan koskevat rekisteröintivelvoitteet. REACH-asetuksen rekisteröintivelvollisuus **koskee aineita sellaisenaan, seoksessa tai esineessä**, mutta **itse esinettä tai seosta REACH-rekisteröinti ei koske**. Yleinen rekisteröintivelvollisuus koskee aineen valmistajaa ja EU-alueelle maahantuojaa, kun valmistus- tai maahantuontimäärä on yli yksi tonni vuodessa. Aineelle, jota yritys valmistaa EU:ssa tai maahantuo EU-alueelle vähintään 10 tonnia vuodessa, vaaditaan rekisteröinnin yhteydessä kemikaaliturvallisuusarviointi, joka sisältää vaarojen arvioinnin sekä pysyvyys-, kertyvyys ja vaaraominaisuuksien arvioinnin.

Jos aine tulee luokitelluksi vaaralliseksi² CLP-asetuksen mukaisesti tai arvioidaan pysyväksi, kertyväksi ja myrkylliseksi tai erittäin kertyväksi ja erittäin pysyväksi PBT- tai vPvB-aineeksi, vaaditaan lisäksi altistumisen arviointi kaikissa käyttökohteissa. Aineen tonnimäärä määrittelee myös sen, minkälaisia tietovaatimuksia kyseessä olevasta aineesta rekisteröinnin yhteydessä kemikaaliturvallisuusarviointiin vaaditaan. Tässä yhteydessä on hyvä ottaa huomioon, että rekisteröitävänä oleva EoW-materiaali voi olla myös ns. välituote, jolloin rekisteröinnin tietovaatimukset ovat normaalityyppistä tonnimääriin sidottuja rekisteröintivaatimuksia lievemmat ja kemikaaliturvallisuusarviointia ei tarvita.

² Tässä siis viitataan aineiden luokitteluun CLP-asetuksen mukaisesti, joka on eri asia kuin jätteiden luokittelu vaaralliseksi. Lisäksi aineen luokitus voi jätteenä olla erilainen kuin sen vaaraluokitus aineena, koska luokitusäännöt eroavat hieman toisistaan

Välituotteella tarkoitetaan valmistusta ja käyttöä missä aine muuntuu toiseksi aineeksi ja sitä valmistetaan ja käytetään tuotantolaitoksissa **tarkasti valvotuissa oloissa. Välituotteen määritelmä ei riipu sen kemiallisesta luonteesta vaan siitä, miten sitä käytetään sen valmistamisen jälkeen.** Rekisteröinti välituotteena ei ole mahdollinen, ellei rekisteröijä vahvista käyttöolosuhteita rekisteröinnissä. Aine voidaan välituotteena rekisteröidä joko käytettäväksi suoraan samalla prosessialueella kuljettamatta sitä tehdasalueen ulkopuolelle (erotettu välituote, *on-site isolated-intermediate*) tai erotettuna välituotteena, joka vaatii kuljetuksen toiselle tehdasalueelle tai toisen käyttäjän prosessialueelle (*transported isolated-intermediate*). Jos tiukasti valvotut olosuhteet eivät toteudu, rekisteröinti pitää päivittää vastaamaan normaalityyppisen rekisteröinnin tietovaatimuksia. Lisätietoja välituotteista ja niiden tietovaatimuksista on esitetty ECHAN käytännön oppaassa³ sekä myös tarkemmin tämän raportin kohdassa 3.1.1.

Jokaisella rekisteröitävällä aineella (myös välituoterekisteröinnissä) on yleensä **yksi päärekisteröijä**, joka vastaa aineen kemikaaliturvallisuusarvioinnista ja rekisteröintiasiakirjan laatimisesta Euroopan kemikaalivirastolle. Muut **saman aineen valmistajat liittyvät jäsenrekisteröijinä päärekisteröijän rekisteröintiin** ja toimittavat oman rekisteröintinsä yhteydessä jäsenrekisteröijiltä vaaditut tiedot. Saman aineen rekisteröijät sopivat kustannusten jakamisesta.

Aineen **rekisteröintivelvollisuuden** selvittäminen käynnistyy tekemällä **aineesta tiedustelu** (engl. "inquiry") kemikaalivirastoon. Aineiden mahdollisten rekisteröijien on tiedusteltava kemikaalivirastosta, **onko samasta aineesta toimitettu rekisteröinti jo aiemmin.** Tiedusteluasiakirjan pitää sisältää aineen analyysi- ja rakennetiedot, jotta aineen samuutta (engl. "sameness") voidaan verrata aiemmin rekisteröityihin aineisiin. Tiedusteluasiakirjan perusteella ECHA arvioi tietojen riittävyyden.

Jos ainetta ei ole rekisteröity aiemmin ja sitä valmistetaan yli 1 t/v, joutuu aineen valmistaja tai maahantuoja tekemään rekisteröinnin päärekisteröijänä. Tämä velvoite koskee myös jätteestä tuotetta valmistavaa toiminnanharjoittajaa, jos hänen jäteluokituksen päättävä materiaalisensa on REACH-asetuksen mukainen aine. Jos aine taas on rekisteröity aiemmin, toiminnanharjoittaja voi liittyä jäsenenä aiempaan rekisteröintiin. **EoW-materiaalia valmistava yritys voi hyötyä myös rekisteröinnistä vapautuksesta.** Tästä tarkemmin kohdassa 2.2.

2.2 EoW-materiaalin vapautus rekisteröinnistä

Jäteperäistä ainetta, jonka jätteeksi luokittelu on päätynyt, ei tarvitse rekisteröidä, jos aine on sama kuin aikaisemmin rekisteröity ja toimintaa harjoittavalla yrityksellä on käytettävissään aikaisemmin rekisteröidyn aineen käyttöturvallisuustiedote tai käyttöturvallisuustiedotetta vastaavat tiedot (**REACH-asetus 2(7) artikla**). Sama rekisteröinnistä vapautus koskee myös EoW-materiaalin ainesosia, jos materiaali on seos tai esine. Tässä on hyvä huomioida, että jos EoW-materiaali on itsessään tulkittavissa esineeksi, tällöin rekisteröintivelvollisuus ei koske tällaista materiaalia (vrt. kohta 2.2). Jäteperäisen materiaalin valmistajaa voi koskea myös vapautus rekisteröintivelvollisuudesta, jos materiaali kuuluu REACH-asetuksen liitteessä IV tai liitteessä V lueteltuihin aineisiin.

³ ECHA 2017.Välituotteita koskevat toimintaohjeet

Jos jäteperäisen materiaalin valmistaja haluaa hyötyä rekisteröinnistä vapautuksesta, hänellä on oltava EoW-materiaalistaan käytettävissään kaikki käyttöturvallisuustiedotteessa (KTT) edellytetyt tiedot aiemmin rekisteröidystä aineesta tai seoksen ollessa kyseessä seoksen sisältämistä aineista. Tämä vaatimus koskee myös rekisteröityä ainetta koskevia altistuskenaarioita, jos sellaisia on. Toiminnanharjoittaja voi käyttää mistä tahansa luotettavasta lähteestä saatavilla olevia turvallisuustietoja, esimerkiksi Euroopan kemikaaliviraston (ECHA) verkkosivuilla julkaistua tietoa. Toiminnanharjoittajan on kuitenkin varmistettava, ettei tekijänoikeuksia loukata. Omaa käyttöturvallisuustiedotetta laatiessaan toiminnanharjoittajan on tietysti varmistettava, että käyttöturvallisuustiedote on vaatimusten mukainen ja kattaa asianmukaisesti ja riittävästi ko. EoW-materiaalin vaaraprofiilin ja asianmukaiset tiedot turvallisesta käytöstä. Ympäristöministeriön muistion liitteessä 3 on esitetty toiminnanharjoittajalle muistilistaus kemikaalilainsäädännön vaatimuksenmukaisuuden tarkistamisessa huomioon otettavista asioista.⁴

2.3 REACH- lupamenettely

REACH-vaatimustenmukaisuuden tarkastamiseen kuuluu rekisteröintivaatimusten lisäksi myös varmistua, sisältävätkö materiaalit mahdollisesti erityistä huolta aiheuttavia aineita (SVHC), koska tässä tapauksessa toiminnanharjoittajaa koskee näihin aineisiin liittyvä lupamenettely ja näitä aineita koskevat tiedonjakamisveloitteet toimitusketjussa. Tämä koskee myös EoW -tuotteita.

Erytystä huolta aiheuttavilla aineilla tarkoitetaan aineita, jotka on tunnistettu syöpävaarallisiksi, sukusolujen perimää vaurioittaviksi, lisääntymiselle vaarallisiksi, hitaasti hajoaviksi, biokertyviksi ja myrkyllisiksi (PBT-aineet), erittäin hitaasti hajoaviksi ja erittäin voimakkaasti biokertyviksi (vPvB-aineet) tai vastaavan tasoista huolta aiheuttaviksi ja esimerkiksi hormonitoimintaa häiritseviksi tai hengitysteitse herkistäviksi aineiksi. **Kun aine on tunnistettu SVHC-aineeksi**, se lisätään kandidaattilistalle, josta aineita priorisoidaan ja lisätään luvanvaraisten aineiden luetteloon (**REACH-asetuksen liite XIV**⁵). Kemikaaliviraston sivuilla on työkalu, jonka avulla EoW-materiaalin valmistaja tai käyttäjä voi tarvittaessa **tarkistaa, sisältääkö ko. materiaali mahdollisesti SVHC-aineita** (kandidaattilista⁶) tai lupaa vaativia aineita (luvanvaraisten aineiden lista).

REACH-asetuksen nojalla yritykset voivat **hakea lupaa** luvanvaraisten aineiden luetteloon (REACH-asetuksen liite XIV) kuuluvien aineiden käytön ja markkinoille saattamisen jatkamiseen tai aloittamiseen. Lupamenettelyn tarkoituksena on varmistaa, että erityistä huolta aiheuttavat aineet korvataan asteittain vähemmän vaarallisilla aineilla tai tekniikoilla, jos teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia soveltuvia vaihtoehtoja on saatavilla. Lupa erityistä huolta aiheuttavien aineiden käyttöön voidaan myöntää, jos aineiden käytöstä aiheutuvat riskit ovat riittävän hyvin hallinnassa tai jos sosioekonomiset hyödyt ylittävät aineen käytöstä aiheutuvan riskin, eikä soveltuvia vaihtoehtoja ole. Kaikkiin lupiin sovelletaan määräaikaista uudelleentarkastelujaksoa.

⁴ YM muistio 30.8.2019. "jätteen luokittelun päättymistä koskeva tapauskohtainen päätöksenteko"

⁵ <https://echa.europa.eu/fi/authorisation-list>

⁶ <https://echa.europa.eu/fi/candidate-list-table>

Tässä yhteydessä on hyvä ottaa huomioon, että aineen käyttö tuotantopaikalla tai kuljetettavana erotettuna välituotteena ei ole luvanvaraista, eikä siten vaadi lupamenettelyä eli autorisointia. Tämä koskee myös välituotteina käytettäviä monomeereja polymeerien synteessissä.

Erytystä huolta aiheuttavia aineita (SVHC) koskee myös **tiedonjakamisveloitteet** toimitusketjussa. Kandidaattilistalla olevista aineista vaaditaan käyttöturvallisuustiedote. Lisäksi kandidaattilistan aine on mainittava seoksen käyttöturvallisuustiedotteessa, kun aineen pitoisuus on yli 0,1 painoprosenttia. Esineen toimittajan pitää tiedottaa asiakkaalle esineen sisältämästä kandidaattilistan aineesta, mikäli sitä on esineessä yli 0,1 painoprosenttia. Vastaavat tiedot on pyynnöstä toimitettava kuluttajalle 45 päivän kuluessa pyynnön vastaanottamisesta. Esineen valmistajan tai EU-alueelle maahantuoja on ilmoitettava kandidaattilistan aineesta tiedot kemikaalivirastoon, jos tällaista ainetta on esineessä yli 0,1 painoprosenttia ja esineet sisältävät ainetta tonnin tai enemmän valmistajaa/maahantuoja kohden.

Tähän mennessä kemikaalivirastolle on tehty ainakin yksi lupahakemus, joka koskee luvanvaraista ainetta sisältävän jätteen käsittelyä. Lupa koskee kolmea PVC-jätteen käsittelylaitosta sekä heidän valmistamaansa uusioraaka-aineen käyttöä markkinoille saatettavien esineiden valmistamisessa. Lupaa nämä jätteenkäsittelylaitokset joutuivat hakemaan, koska PVC-muovi sisältää bis(2-etyyliheksyyli)ftalaattia (DEHP), joka on luokituksestaan CMR -aine ja siten luvanvarainen. EU-komissio on myöntänyt luvan näille yrityksille 2016 lähtien neljäksi vuodeksi PVC-jätteen prosessointiin sekä prosessissa valmistetun uusioraaka-aineen käyttämiseksi sellaisten esineiden valmistamiseen, jotka eivät kuulu EU:ssa annetun rajoituksen piiriin. Uusioraaka-ainetta ei siten saa käyttää leluissa ja lastenhoitotarvikkeissa, koska DEHP:n ja muutaman muun ftalaatin enimmäispitoisuus on niissä rajoitettu 0,1 painoprosenttiin. Luvan mukaan uusioraaka-ainetta saa käyttää muiden kuin edellä mainittujen esineiden valmistamiseen, jos niissä DEHP-pitoisuus jää alle 20 painoprosentin^{7,8}.

Lupamenettelyjen ja rajoitusten yhteydessä on hyvä huomioida, että ECHA ja eri teollisuuden tahot selvittävät parhaillaan öljynjalostustuotteiden ja kivihiilenjalostustuotteiden (PetCo) työryhmässä, voitaisiinko REACH-asetuksen lupamenettely- ja rajoitusvaatimuksia tällaisten koostumukseltaan vaikeasti kvantifioitavien öljypohjaisten aineiden osalta lieventää. Lisätietoa tästä hankkeesta on saatavilla ECHAN sivuilta⁹.

2.4 REACH- rajoitukset

Aineita, seoksia ja esineitä koskevista rajoituksista säädetään REACH-asetuksen liitteessä XVII. Kemikaaliasioista vastaavat virkamiehet voivat aloittaa rajoitusmenettelyn, jos he katsovat, että **tietty aine aiheuttaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle riskin, jota ei voida hyväksyä**. Kemikaalivirasto voi myös ehdottaa rajoitusta luvanvaraisten aineiden luetteloon (liite XIV) kuuluvia

⁷ <https://echa.europa.eu/applications-for-authorisation-previous-consultations/-/substance-rev/1621/term>

⁸ <https://echa.europa.eu/applications-for-authorisation-previous-consultations/-/substance-rev/1622/term>

⁹ <https://echa.europa.eu/fi/petco-working-group>

aineita sisältäville esineille. Kun rajoitus on hyväksytty, **teollisuuden on noudatettava sitä**. Rajoitukset **koskevat valmistajia, maahantuojia, jakelijoita, jatkokäyttäjiä ja vähittäismyymiä**.

Kemikaaliviraston sivuilla on työkalu, jonka avulla EoW-materiaalia valmistava tai käytävä toiminnanharjoittaja voi tarkistaa, sisältääkö EoW-materiaali rajoitusten piirissä olevia aineita¹⁰. EoW-materiaalin valmistajan ja käyttäjän olisi syytä tässä yhteydessä varmistaa, ettei materiaalia esimerkiksi aiota käyttää sellaisessa tarkoituksessa, joka ei rajoituksen takia ole sallittu (vrt. PVC-jäte kohta 2.3).

Rajoitusten tavoitteena on vähentää aineen valmistusta, markkinoille saattamista ja käyttöä tai kieltää ne. Joissakin tapauksissa rajoitukseen voi sisältyä erityisiä ehtoja, kuten teknisiä toimenpiteitä tai merkintävaatimuksia. **Rajoitusta voidaan soveltaa mihin tahansa aineeseen sellaisenaan, seoksessa tai esineessä**. Aine saattaa olla myös sellainen, jota ei tarvitse REACH-asetuksen mukaan rekisteröidä.

Tässä yhteydessä on syytä taas huomioida, että vaikka EoW-materiaali olisi ns. välituote, REACH-rajoitukset saattavat koskea tällaista materiaalia ja toiminnanharjoittajan olisi tarkistettava, kuuluuko välituotteeksi luokiteltava EoW-materiaali REACH-asetuksen liitteen XVII rajoitusten piiriin (67 artikla).

Tuotantopaikalla käytettävät erotetut välituotteet (huom. kuljetettaviin välituotteisiin rajoituksia sovelletaan), tieteellisessä tutkimuksessa ja kehittämisessä käytettävät aineet sekä aineet, jotka aiheuttavat riskin ihmisten terveydelle vain kosmetiikassa käytettynä, eivät kuulu aineisiin, joihin REACH-asetuksen rajoitusta sovelletaan.

2.5 CLP -vaaraluokituksen tarkistaminen ja ilmoittaminen kemikaalivirastolle (notifiointi)

CLP-luokituksen mukainen vaaraluokitus tehdään aineille aina päärekisteröinnin yhteydessä. Jos EoW-materiaalin valmistaja voi hyödyntää REACH-rekisteröinnistä vapautusta, jää toiminnanharjoittajalle silti tiettyjä materiaalin vaaraluokituksen liittyviä velvollisuuksia. Toiminnanharjoittajan on REACH-asetusten mukaisten velvoitteiden noudattamisen lisäksi varmistettava, **onko materiaali aineena tai seoksena luokiteltu ja merkitty CLP-asetuksen mukaisesti ja sisältääkö materiaali epäpuhtauksia tai ominaisuuksia**, joiden perusteella sen **vaaraluokitus eroaa vastaavista kaupallisista tuotteista**. Jos jäteperäisen aineen luokitus on erilainen kuin sitä vastaavan aineen rekisteröinnin mukainen luokitus, toiminnanharjoittajan on otettava luokitus huomioon laatiessaan sitä koskevaa käyttöturvallisuustiedotetta. Vastaavasti, **jos materiaali on seos**, myös seoksen ainesosien luokitusten perusteella toiminnanharjoittajan tulee varmistua materiaalin **luokittelemisesta CLP-asetuksen seoksia koskevien vaatimusten mukaisesti**. Lisäksi aineiden vaarallisuuteen ja turvallisen käytön varmistamiseen kuuluu, että materiaali täyttää erityistä huolta aiheuttavia aineita (SVHC) koskevat vaatimukset ja tiettyjä aineiden käytön rajoituksia koskevat vaatimukset.

¹⁰ <https://echa.europa.eu/fi/substances-restricted-under-reach>

Jos rekisteröinnistä vapautuksen perusteet täyttyvät EoW-materiaalin osalta, se ei kuitenkaan vapauta toiminnanharjoittajaa CLP-asetuksen mukaisten luokitusten ilmoitusvelvollisuudesta. Jos jätteestä tuotteistettu aine **saa luokituksen vaaralliseksi aineeksi** ja sitä markkinoidaan aineena tai seoksena, **pitää luokitus ilmoittaa** (C&L notification) Euroopan kemikaalivirastolle. Tietoa aineiden luokituksista löytyy Euroopan kemikaaliviraston ylläpitämästä luokitusten ja merkintöjen C&L-luettelon tietokannasta¹¹. Tähän kyseiseen tietokantaan kootaan myös yritysten ilmoittamat (notifioitut) luokitukset.

2.6 Rekisteröinnin vaiheet

Tässä kappaleessa käydään läpi rekisteröintiprosessiin tai siitä vapautusmahdollisuuteen liittyviä pääkohtia, jotka on tarkasteltu lähtökohtaisesti jäteperäisen materiaalin näkökulmasta.

REACH-rekisteröintivelvollisuudesta vapautuksen sekä rekisteröintitarpeen arviointi lähtee liikkeelle materiaalin luonteen määrittämisestä (aine, seos vai esine). Ensimmäinen tärkeä vaihe on materiaalin riittävä kemiallinen koostumustieto ts. aineen rakennekemia, epäpuhtausprofiili ja muut tarvittavat tunnistetiedot tai materiaalin ainesosien kemiallinen tunnistus. Lisäksi jos ko. materiaali määritetään UVCB-aineeksi, koostumus on myös tässä tapauksessa määritettävä mahdollisimman hyvin. Seuraava vaihe on rekisteröintitarpeen tarkistaminen. Jos materiaali on seos tai esine, materiaalilla itsessään ei ole rekisteröintivelvoitetta, mutta rekisteröintivelvoite koskee vain ainesosia. Jos materiaali on aine, on sen kemiallisen tiedon perusteella tunnistettava, onko vastaavaa ainetta rekisteröity. Tämän voi tehdä hakemalla tietoja rekisteröidyistä aineista aineen kemiallisen tunnistetiedon perusteella kemikaaliviraston nettisivulta. Jos vastaavan aineen (tai seoksen kohdalla ainesosien) rekisteröinti on jo tehty, EoW-materiaalin vapautus rekisteröintivelvollisuudesta on mahdollinen. Jos materiaali kuitenkin joka tapauksessa halutaan rekisteröidä, pitää rekisteröintiprosessi aloittaa ensin tiedusteluasiakirjan lähettämiseksi kemikaalivirastoon. Tämän jälkeen jäsenenä rekisteröinti voidaan aloittaa ottamalla yhteyttä aineen päärekisteröijään (tiedot saa tiedusteluasiakirjan hyväksymisen yhteydessä kemikaalivirastolta).

Jos EoW-materiaali on tunnistettu UVCB-aineeksi, yleensä näille aineille harvoin löytyy samuudeltaan vastaa jo rekisteröityä ainetta. Tässä tapauksessa joudutaan usein tekemään oma rekisteröinti EoW-materiaalille päärekisteröintinä. Tässä tapauksessa rekisteröinti on monivaiheinen, hidas ja myös kustannuksiltaan usein kallis. Jos taas EoW-materiaalia valmistetaan ns. välituotteena ja käytetään suoraan toisen aineen valmistukseen välituotteena ja välituotteen määritelmä täyttyy, päärekisteröinti on huomattavasti normaalia rekisteröintiä helpompi tietovaatimukseltaan ja toteutukseltaan sekä kustannuksiltaan huomattavasti huokeampi. Tässä ei käydä nyt päärekisteröinnin tai jäsenrekisteröinnin vaiheita tarkemmin läpi, koska niistä tietoa löytyy tarvittaessa kemikaaliviraston sivuilta¹².

¹¹ <https://echa.europa.eu/fi/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

¹² <https://echa.europa.eu/fi/regulations/reach/registration>

3 TAUSTATIEDOT PYROLYYSIÖLJYJEN REKISTERÖINNEISTÄ

3.1 Jätemuoveista ja jättekumista valmistettujen pyrolyysiöljyjen rekisteröinnit

Jätemateriaaleista valmistetuista pyrolyysiöljyistä tehtiin erillinen yhteenveto kemikaaliviraston sivuilla julkaistujen rekisteröintiäsiakirjojen pohjalta (liite 1). Tähän mennessä ECHA:n sivuilta löytyy vain kaksi pyrolyysiöljyjen rekisteröintiä, joista toisessa öljyn raaka-aineena on käytetty jätemuovia ja toisen pyrolyysiöljyn valmistuksessa jättekumia ja renkaita. Molemmat näistä öljyistä on rekisteröity välituotteena (*intermediate*)¹³. Vastaavasti molemmat öljytuotteet on rekisteröity ns. UVCB-aineena¹⁴. Tällaisia UVCB-aineita ovat aineet, joiden koostumus on hyvin monimutkainen ja vaihteleva tai osittain määrittämätön.

3.1.1 Pyrolyysiöljyt on rekisteröity välituotteina

Kemikaaliviraston ohjeistuksen pohjalta seuraavassa esitellään pääkohdat mitä välituotteena rekisteröinti tarkoittaa. REACH-asetuksessa välituotteella tarkoitetaan ainetta, jota valmistetaan kemiallista prosessointia varten ja kulutetaan tai käytetään kemiallisessa prosessoinnissa sen muuntamiseksi toiseksi aineeksi (REACH-asetus 3 artikla 15 kohta). Täyttääkseen välituotteen määritelmän rekisteröitävä aine pitää muuntaa toiseksi aineeksi ja sitä **pitää valmistaa ja käyttää tarkasti valvotuissa oloissa kemikaalien valmistuslaitoksissa**. REACH-asetuksessa erilaiset välituotteiden tyypit määritellään seuraavasti:

- ✓ Erottamattomat välituotteet
- ✓ Erotetut välituotteet
 - Tuotantopaikalla käytettävät (ei-kuljetettavat) erotetut välituotteet
 - Kuljetettavat erotetut välituotteet

REACH-velvoitteet koskevat vain erotettua välituotetta joko kuljetettavana tai samalla tuotantopaikalla käytettävänä. Erotetun välituotteen elinkaari alkaa sen valmistuksesta eli käytännössä sen poistamisesta valmistusprosessista. Elinkaari päättyy, kun ainetta käytetään synteesiprosessissa toisen aineen valmistamiseksi. Erotetun välituotteen jäämät, jotka eivät muunnu toiseksi aineeksi valmistusprosessissa, tavallisesti poistetaan käytöstä tai hävitetään jätteenä ja toimitetaan jätteenkäsittelyyn, jos niitä ei kierrätetä erottamattomana tai erotettuna välituotteena. Jätteenä tai erottamattomana ne eivät enää kuulu REACH-asetuksen piiriin.

Jos aineen valmistaja vahvistaa rekisteröintiaineistossaan, että tuotantopaikalla käytettävä erotettu välituote valmistetaan ja sitä käytetään tiukasti valvotuissa olosuhteissa, aineen ominaisuustietoja (fysikaalis-kemiallisia, ihmisten terveyteen ja ympäristöön vaikuttavia ominaisuuksia) koskevat tietovaatimukset supistuvat jo käytettävissä oleviin tietoihin (esim. tietoihin, jotka valmistajalla on hallussaan tai jotka hän voi hankkia muista lähteistä) ja ainoastaan tutkimustiivistelmät on toimitettava, vaikka käytettävissä olisi täydellinen tutkimusraportti (REACH 17 artikla). Jos tiukasti

¹³ ECHA 2017. Välituotteita koskevat toimintaohjeet

¹⁴ https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/substance_id_fi.pdf/f68c35a2-9d94-49e2-b346-1153f67757b

valvotut olosuhteet eivät toteudu, vaaditaan täydellinen (vakiotyyppinen) tietopaketti tonnimäärän mukaan (10 ja 12 artikla) sekä yli 10 tonnia vuodessa koskeva kemikaaliturvallisuusarviointi. Tällöin rekisteröinti asiakirja-aineisto pitää päivittää.

Väli tuotteita koskevilla tiukasti valvotuilla olosuhteilla (engl. strictly controlled conditions) tarkoitetaan seuraavassa kappaleessa listattuja ehtoja, joiden tulisi toteutua (18 artikla kohta 4). EoW-materiaalin valmistajan ja käyttäjän on siis arvioitava, tapahtuuko materiaalin valmistus ja käyttö tiukasti valvotuissa olosuhteissa sen **koko elinkaaren ajan**.

Jos sitten EoW-materiaali rekisteröidään, alla olevat ehdot tulisi täyttyä ja ne tulisi vahvistaa rekisteröintiaineistossa, jotta rekisteröidä väli tuotteenä voidaan tehdä:

- a. *”aine on tiukasti eristettävä teknisin keinoin koko sen elinkaaren aikana, mukaan luettuna valmistus, puhdistus, laitteiden puhtaanapito ja kunnossapito, näytteenotto, analyysit, laitteiden tai astioiden täyttö ja tyhjennys, jätteiden käsittely tai puhdistus sekä varastointi*
- b. *käytetään menettelytapa- ja valvontatekniikoita päästöjen ja mahdollisen niistä seuraavan altistumisen minimoimiseksi;*
- c. *ainoastaan asianmukaisesti koulutettu ja luvan saanut henkilökunta voi käsitellä ainetta;*
- d. *puhtaanapidon ja kunnossapidon yhteydessä on sovellettava erityismenettelyjä, kuten huuhtelua ja pesua, ennen kuin järjestelmä avataan ja siihen mennään sisälle;*
- e. *onnettomuustapauksissa ja kun syntyy jätettä, on käytettävä menettelyjä ja/tai valvontatekniikoita päästöjen ja niistä aiheutuvan altistumisen minimoimiseen puhdistuksen tai puhtaanapidon ja kunnossapidon aikana;*
- f. *aineen käsittelyyn liittyvät menettelytavat on dokumentoitava tarkasti ja tuotantopaikan toiminnasta vastaavan on valvottava niitä tiukasti.”*

3.1.2 Pyrolyysiöljyt on rekisteröity UVCB-aineina

Tyypillinen UVCB-aineiden ryhmä on öljystä (öljytuotteet) tai öljyn kaltaisista lähteistä peräisin olevat aineet. Erityispiirteensä tällaisilla aineilla on, että niiden koostumus määräytyy valmistuksessa käytetyn raaka-aineen sekä jalostusprosessin mukaan. Tästä syystä tällaisten aineiden tunnistamisessa kemiallista koostumusta hyödyllisempiä tietoja ovat jalostusprosessi, hiiliketjun pituuden vaihteluväli, kiehumispiste, viskositeetti, raja-arvot ja muut fysikaaliset ominaisuudet, jotta öljytuote voitaisiin yksilöidä niin tarkasti kuin mahdollista.

TUKESin REACH- ja CLP neuvontapalvelun tiedotteen mukaan UVCB-aine määritellään seuraavasti¹⁵: *”Koostumukseltaan tuntemattomat tai vaihtelevat aineet, kompleksit reaktiotuotteet tai biologiset materiaalit. Toisin kuin tarkasti määriteltyjä aineita näitä aineita ei voida yksilöidä riittävästi pelkästään niiden koostumuksen perusteella vaan aine on yleensä ottaen yksilöitävä sen nimen, alkuperän tai lähteen sekä prosessoinnin tärkeimpien vaiheiden perusteella. Koostumus voidaan kuvata yleisellä tasolla esimerkiksi eri aineosien pitoisuuksien vaihteluvälejä käyttämällä. Lisäksi on huomioitava, että yhtenä aineena rekisteröitävällä UVCB-aineella pitäisi olla suunnilleen sama vaaraprofiili ja sama luokittelu”*.

Yleisenä huomiona voidaan todeta, että EoW-materiaalin rekisteröinnistä vapautusmahdollisuutta tämä UVCB-luonne vaikeuttaa, koska yleensä samuudeltaan toisiaan vastaavaa UVCB-ainetta ei useinkaan ole tai samuuden osoittaminen on vaikeaa.

¹⁵ http://www.kemikaalineuvonta.fi/Documents/reach/esitteet/Aineen_identiteetti.pdf

4 YHTEENVETO JO REKISTERÖITYJEN PYROLYYSITUOTTEIDEN NÄKÖKULMASTA

- Pyrolyysituotteet (öljyt ja vahat) ovat luonteeltaan mitä todennäköisimmin UVCB-aineita. EoW-materiaalina niiden rekisteröinnistä vapautukseen (artikla 2(7)) vetoaminen voi olla vaikeata, koska UVCB-luonteen takia samuutta jo rekisteröityihin vastaaviin aineisiin on vaikea osoittaa. Lisäksi pyrolyysiöljyjen samankaltaisuutta jo kemikaalivirastolle rekisteröityihin öljyihin on vaikea osoittaa, koska jo rekisteröidyn pyrolyysiöljyn rekisteröintiasiakirjan kemiallinen analyysitieto on huonolaatuista, eikä rekisteröityä ainetta ollut nimetty oikein (vrt. liite 1)
- pyrolyysituotteiden (=UVCB-aineiden) edellä kuvatun samankaltaisuuden tarkastelussa on kemiallisen koostumuksen sijaan **oleellisempaa tarkastella pyrolyysiprosessin lähtöaineita ja olosuhteita**, ovatko ne samankaltaisia jo rekisteröityjen vastaavien tuotteiden kanssa
- Jos samankaltaista jo rekisteröityä pyrolyysituotetta ei löydy, tämä vaikuttaa näiden tuotteiden rekisteröintitarpeeseen (rekisteröinti vaaditaan, kun valmistusmäärä on > 1t/vuosi). Tällöin jätemuovista pyrolyysituotetta tuottava toiminnanharjoittaja joutuu tekemään oman päärekisteröintinsä. Kuitenkin koska valmistus ja käyttö välituotteena on hyvin todennäköistä tämänkaltaisilla muoveista valmistetuilla raakaöljyillä (ja miksei vahoillakin), tietovaatimukset ja rekisteröintiprosessi itsessään on huomattavasti helpompi ja halvempi kuin normaali rekisteröinti.
- Jotta nämä pyrolyysituotteet voidaan tulkita välituotteiksi, välituoterekisteröinti vaatii tiukasti valvotut prosessiolosuhteet ja niiden vahvistamisen rekisteröintiasiakirjan yhteydessä. Jos nämä olosuhteet eivät toteudu, pyrolyysituotteen valmistajalta vaaditaan täydellinen (vakiotyyppinen) rekisteröinti ja tietopaketti tonnimäärän mukaan sekä yli 10 tonnia vuodessa koskeva kemikaaliturvallisuusarviointi. Tällöin REACH-rekisteröintivelvoitteiden täyttäminen voi olla taloudellisesti haaste pienemmille toimijoille.
- Jätemuoveista valmistettujen pyrolyysiöljyjen välituotteena rekisteröinti tarkoittaa, että näitä jätemuovista valmistettuja pyrolyysiöljyjä **käytetään suoraan toisessa valmistusprosessissa** eli ne lisätään välituotteena, joko samalla tuotantoalueella tai kuljetetaan seuraavalle tuotantopaikalle, esimerkiksi öljynjalostusprosessiin yhtenä lähtöaineena jatkojalostusta varten. Niitä **ei sellaisenaan (välituotteena) siten voida markkinoida muuhun käyttöön**
- Edelliseen viitaten, että tällaisia pyrolyysituotteita (ainakin tällä hetkellä) pystytään harvoin suoraan sellaisenaan käyttämään ilman jatkojalostusvaiheita eri teollisuuden raaka-aineeksi edelleen jalostuneempien tuotteiden valmistukseen. Tämän takia muovien kemiallisen kierrätyksen tuotteiden osalta EoW-kriteereihin liittyvä REACH- ja CLP-asetusten vaatimustenmukaisuus tulisi rajautua näihin ”raakatuotteisiin”, sillä niistä jatkojalostettavien tuotteiden vaatimustenmukaisuus on jo puhtaasti tuote- ja kemikaalilainsäädännön alaista, eikä siten enää liity jätelainsäädännön rajapintaan.
- Mikäli pyrolyysituotteita käytetään suoraan polttoaineena, niitä ei voida rekisteröidä välituotteena, vaan tällöin ne vaativat normaalimittaisen rekisteröinnin joko päärekisteröijänä tai jäsenenä tai vapautuksen rekisteröinnistä, jos vapautus on mahdollista.

- Nyt kemikaaliviraston sivuilla julkaistut olemassa olevat välituoterekisteröinnit eivät juurikaan hyödytä pyrolyysiöljyjen hyödyntäjiä ja valmistajia aineiden terveys- ja ympäristöominaisuuksien arvioinnin osalta, koska tietovaatimukset ovat välituoterekisteröinnissä suppeat. Tämä tarkoittaa, ettei julkaistuissa rekisteröintiasiakirjoissa ole juurikaan mitään tietoa saatavilla (vrt. liite 1). Ainoastaan jo tehdyistä rekisteröinneistä voi nähdä, mikä on aineiden (pyrolyysiöljyjen) rekisteröinnissä esitetty CLP-asetuksen mukainen vaaraluokitus. Tämä tarkoittaa, että esim. SDS-tietovaatimuksia ei ECHAN sivustojen kautta ole toiminnanharjoittajille saavutettavissa. Tiedot pitää koota muista lähteistä.
- Pyrolyysituotteiden luonteesta johtuen ne voidaan luultavimmin käyttömahdollisuuksien näkökulmasta tulkita välituotteiksi, joten siltä osin ne REACH-asetuksen näkökulmasta ovat aineita, jotka pitää valmistaa ja käyttää tiukasti valvotuissa prosessiolosuhteissa. Tämä tarkoittaa, että niiden valmistus ja käyttö vaatii erityisiä riskinhallintatoimenpiteitä, jotta niistä aiheutuvat päästöt minimoidaan ja työtekijöihin sekä ympäristöön kohdistuvat riskit ovat hallittavissa (vrt. kohta 3.1.1). Nämä olosuhdevaatimukset taas tukevat yhtenä arvioitavana olevan EoW-kriteerin ”käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle” täyttymistä näiden pyrolyysituotteiden osalta.
- Vaaraluokitukselta tällaiset öljytuotteet, kuten myös neitseelliset fossiiliset öljytuotteetkin, ovat useimmat luokiteltu CMR-aineiksi mm. perimää vaurioittaviksi ja syöpää aiheuttaviksi eli SVHC -aineiksi.
- Näiden pyrolyysituotteiden osalta SVHC-aineiden identifiointi voi olla vaikeaa, koska tuotteet ovat UVCB-aineita, joiden koostumusta ei voida tarkasti määrittää yksittäisten aineiden kvantifiointina. Tämä on jo todettu REACH-rekisteröintien yhteydessä muiden vastaavien neitseellisten öljytuotteiden osalta. Tästä syystä ECHA ja eri teollisuuden tahot selvittävät parhaillaan öljynjalostustuotteiden ja kivihiilenjalostustuotteiden (PetCo) työryhmässä, voitaisiinko REACH-asetuksen lupamenettely- ja rajoitusvaatimuksia tällaisten öljypohjaisten aineiden osalta lieventää. Lisätietoa tästä hankkeesta on saatavilla ECHAN sivuilta¹⁶. Tässä yhteydessä on hyvä huomioida, että polttoainekäyttöä lupamenettely ja rajoitukset eivät nykyisellään koske.
- Lisäksi on hyvä huomioida, että REACH-asetukseen kuuluva lupamenettely ei koske välituotteita, eivätkä siten muovien kemiallisen kierrätyksen yhteydessä muodostuvia pyrolyysiöljyjä välituotteena, vaikka ne ovat aiempien rekisteröintien perusteella luokiteltu CMR-aineiksi.

¹⁶ <https://echa.europa.eu/fi/petco-working-group>

LIITE 3:

REACHLaw Oy: Pyrolyysiöljyjen
rekisteröintiasiakirjojen tietoja

CHEMPLAST
LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

1 TYÖN TARKOITUS

Tässä selvityksessä on esitetty REACHLaw Oy:n VTT:n CHEMPLAST -hankkeeseen tekemä kooste kemikaalivirastolle tehdyistä jättemateriaaleista valmistettujen pyrolyysiöljyjen REACH-rekisteröinnistä, jotka on julkaistuista kemikaaliviraston sivuilla¹.

Öljyjen rekisteröintiasiakirjoista on tässä selvityksessä koottu seuraavia taustatietoja: 1) tiedot yrityksistä, jotka ovat öljytuotteita rekisteröineet, 2) tiedot öljyjen rekisteröidyistä käyttötarkoituksista, 3) tiedot öljyjen kemiallisista ja fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista sekä ympäristö- ja terveysominaisuuksista sekä 4) öljyjen CLP-asetuksen mukaisesta luokituksesta.

Muoveista pyrolyysillä (termolyysi) valmistetulle öljylle löytyy päärekisteröinti kemikaaliviraston (ECHA) sivuilta². Raportin kohdassa 3 on esitetty vastaavat tiedot jättekumista ja renkaista valmistetun pyrolyysiöljyn päärekisteröintiasiakirjasta³. Lisäksi ECHAN sivustoilla löytyy useita esirekisteröintejä vaihtelevista raaka-aineista valmistetuille pyrolyysiöljyille, joista on esimerkinomaisesti koottu tietoja tämän selvityksen loppuun. Koska näitä aineita ei ole esirekisteröinnin jälkeen rekisteröity, niistä ei ole tarkempia tietoja ECHA:n sivuilla saatavilla.

2 JÄTEMUOVISTA VALMISTETUN PYROLYYSIÖLJYN REKISTERÖINTIASIAKIRJAN TIETOJA

2.1 Aineen tunnistetiedot

Kemiallinen nimi: Pyrolysis light oil from waste plastics
Tunnistenumero: EINECS 940-514-0
Aineen tyyppi: UVCB⁴
Aineelle on rekisteröinnissä ilmoitettu kaupp nimi: CynLite

2.2 Aineen rekisteröineet yritykset

Jättemuovista valmistettu pyrolyysiöljy (EINECS 940-514-0) on rekisteröity välituotteena (intermediaatti). Rekisteröinnin ovat tälle aineelle tehneet seuraavat yritykset, joista yksi on aineen päärekisteröijä ja loput kaksi muuta ovat aineen päärekisteröinnin tehneen yrityksen tytäryhtiöitä. Todennäköisimmin päärekisteröinnistä vastaa alleviivattu yritys.

- ✓ Cynar plc Office 601, Capital Tower 91 Waterloo Road SE1 8RT London United Kingdom
- ✓ **PLASTIC ENERGY ANDALUCIA UNO S.L.** Paraje La Molina, 90 04716 El Ejido Almería Spain

¹ <https://echa.europa.eu/fi/home>.

² <https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/160333>

³ <https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/27259>

⁴ Substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials, koostumukseltaan tuntemattomat tai vaihtelevat aineet, monimutkaiset reaktiotuotteet tai biologiset materiaalit

CHEMPLAST

LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

- ✓ **PLASTICENERGY SEVILLA S.L.** PASEO ESPALDILLAS 19, nº 5. ALCALÁ DE GUADAÍRA 41500 SEVILLA Spain

Aineen markkinoille saattamisen yhteydessä kunkin yrityksen aineelle laatimasta käyttöturvallisuustiedotteesta tulisi löytyä aineen rekisteröintinumero: 01-2120078058-51-0000 (päärekisteröijä), : 01-2120078058-51-0001, : 01-2120078058-51-0002.

2.3 Aineen ominaisuustiedot

2.3.1 Kemialliset ominaisuudet ja koostumus

Jätemuovista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 940-514-0) rekisteröintiasiakirjan mukainen koostumustieto ei ole kovin hyvin kuvattu, eikä välttämättä täysin riittävän hyvin, mitä yleensä rekisteröinnin yhteydessä aineen koostumustiedoista vaaditaan selvitetävän. Kaikkia rekisteröintiasiakirjoja ei aina kemikaaliviraston puolesta tarkisteta.

Aine on ns. UVCB-aine⁵, mikä tarkoittaa, että aineen epäpuhtausprofiilia ei voi määrittää, puhtaus on aina tämääntyyppisille aineille 100 % . Aineen koostumus on kuitenkin määritettävä ja sen sisältämät ainesosat tulisi tunnistaa niin hyvin kuin se analyttisin keinoin on mahdollista. Aineelle ei voida myöskään sen UVCB-luonteen vuoksi määrittää molekyyliainetta eikä muita kemiallisen rakenteen tunnistamiseen liittyviä tietoja. Aineen tunnistamiseen UVCB-luonteen mukaisesti liittyy oleellisesti se, minkälaisesta prosessista ja mistä lähtöaineista aine valmistetaan. REACH-asetuksen mukaisesti aineen nimeäminen myös perustuu edellä mainittuihin tietoihin. Tämän aineen päärekisteröinnissä aine on nimetty seuraavilla alla olevilla nimillä, joista kolmatta lihavoitua vaihtoehtoa on käytetty aineen kemiallisena nimenä rekisteröinnissä.

- ✓ Naphta (Plastic, waste), pyrolyzed, distn. light ends.
- ✓ Plastic, waste, pyrolyzed, distn. light ends
- ✓ **Pyrolysis light oil from waste plastics**

Jätemuovista valmistettua pyrolyysiöljyä (EINECS 940-514-0) ei ole rekisteröinnin yhteydessä laadittu nimeämisestä annettujen ohjeiden mukaisesti (kts.ECHA ohje ⁴). Aineen rekisteröintiasiakirjasta ei löydy aineen nimeen kuuluvaa kuvausta (*description*). Tämä tarkoittaa, että kuvauksessa pitäisi olla tieto aineen valmistusprosessista, lähtöaineista ja lopputuotteen kemiallisista ominaisuuksista.

Taulukossa 1 on esitetty aineelle ilmoitetut koostumukset kaikilta kolmelta rekisteröijältä. Jokaisen yhteiseen rekisteröintiin kuuluvan yrityksen tulee toimittaa rekisteröinnin yhteydessä oman aineensa koostumustieto. Tästä syystä kemikaaliviraston sivuilla on tiedot aineen kolmesta koostumuksesta. ECHAN sivuistoilta ei saa tietää ainesosien pitoisuuksien vaihteluväliä; ainoastaan ainesosat, joista pyrolyysiöljy koostuu. Koostumus pyritään avaamaan UVCB-aineille 100 %:sti.

⁵ https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/substance_id_fi.pdf/f68c35a2-9d94-49e2-b346-1153f67757b

CHEMPLAST
LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

Taulukko 1. Jätemuovista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 940-514-0) rekisteröinnin yhteydessä määritetty koostumus.

Koostumus 1	Koostumus 2	Koostumus 3
Aromatic hydrocarbons	Aromatic hydrocarbons	Aromatic hydrocarbons
Unknown naphthenic hydrocarbons	n-alkane	Naphthenic hydrocarbons
Unknown olefinic hydrocarbons	n-alkene	Olefinic Hydrocarbons
Unknown paraffinic hydrocarbons	Branched Alkene	Paraffinic hydrocarbons
Unknown components	Branched Alkane	Unknown components
	Cyclic Alkane	
	Cyclic Alkene	
	N-hexane	
	Cyclic Alkene	
	N-hexane	
	Toluene	
	Benzene	
	Unknown components	

Seuraavissa kappaleissa on ote ECHAN ohjeistuksesta, miten UVCB-aineina tunnetut öljytuotteet nimetään⁶.

”Öljystä (öljytuotteet) tai öljyn kaltaisista lähteistä peräisin olevat aineet (esimerkiksi hiili) ovat aineita, joiden koostumus on hyvin monimutkainen ja vaihteleva tai osittain määrittämätön.

Öljynjalostusteollisuudessa käytettävä lähtömateriaali voi olla raakaöljyä tai jotakin muuta yhdestä tai useammasta prosessista saatavaa jalostusvirtaa. Lopullisten tuotteiden koostumus määräytyy valmistuksessa käytetyn raakaöljyn (koska raakaöljyn koostumus vaihtelee sen alkuperän mukaan) sekä jalostusprosessien mukaan. Näin ollen öljytuotteiden koostumus vaihtelee luonnostaan, jalostusprosessista riippumatta.

Öljytuotteiden yksilöimisessä on suositeltavaa nimetä tuotteet vakiintuneen nimikkeistöjärjestelmän perusteella. Nimi koostuu yleensä jalostusprosessista, virtauksen lähteestä ja yleisestä koostumuksesta tai yleisistä ominaisuuksista. Jos aine sisältää vähemmän kuin viisi painoprosenttia 4–6-sidoksia kondensoituneita rengasrakenteisia aromaattisia hiilivetyjä, tämä tieto on ilmoitettava kuvauksessa. Jos öljytuotteella on EINECS-numero, on käytettävä EY-luettelossa käytettyä nimeä.

Öljytuotteiden yksilöintiä koskeviin käsitteisiin ja määritelmiin kuuluvat yleensä virtauksen lähde, jalostusprosessi, yleinen koostumus, hiililuku, kiehumisalue tai muut tarkoituksenmukaiset fysikaaliset ominaisuudet sekä vallitsevan hiilivedyn tyyppi. REACH-asetuksen liitteessä VI olevan 2 jakson mukaiset yksilöintiparametrit on ilmoitettava.

Öljytuotteiden valmistuksessa käytetään enemmän toimintaeritelmiä kuin koostumusta koskevia eritelmiä. Näin ollen ominaisuudet kuten nimi, hiiliketjun pituuden vaihteluväli, kiehumispiste, viskositeetti, raja-arvot ja muut fysikaaliset ominaisuudet ovat yleensä hyödyllisempiä kuin koostumusta koskevat tiedot, jotta öljytuote voitaisiin yksilöidä niin tarkasti kuin mahdollista.

Vaikka kemiallinen koostumus ei ole UVCB-aineiden ensisijainen tunnistetieto, tunnetut pääainesosat (≥ 10 prosenttia) on kuitenkin ilmoitettava, ja koostumus on kuvattava yleisesti (esimerkiksi molekyyllipainon vaihteluväli, alifaattisuus/aromaattisuus, hydratoitumisen aste sekä muut olennaiset tiedot). Lisäksi kaikki muut vaaraluokitukseen vaikuttavat ainesosat on yksilöitävä nimen ja tyyppillisen pitoisuuden perusteella, vaikka niiden pitoisuus olisi vähäinen.”

⁶ https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/substance_id_fi.pdf/f68c35a2-9d94-49e2-b346-1153f67757b

CHEMPLAST
LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja**2.3.2 Aineen vaaraluokitus**

Jätemuovista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 940-514-0) vaaraluokitus perustuu todennäköisimmin yleisesti tunnettujen vastaavien fossiilisten öljyjen kemikaaliluokitukseen ja sen sisältämien tunnistettujen ainesosien luokitukseen (esim. tolueeni, bentseeni jne.). Aineesta ei ole rekisteröinnin yhteydessä toimitettu toksikologisia tietoja tai ympäristöominaisuustietoja, joiden perusteella aineen luokitusta voitaisiin selvittää tarkemmin.

Koska aine on välituotteena (*intermediate*) rekisteröity, edellä mainittuja tietoja ei aineesta rekisteröinnissä tarvitse toimittaa. Varsinaisia ominaisuustietovaatimuksia ei ole, mutta kaikki saatavilla olevat testaus/ominaisuustieto tulisi rekisteröinnin yhteydessä toimittaa.

Jätemuovista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 940-514-0) vaaraluokitus:

- ✓ Flam. Liquid 1 H224
- ✓ Skin Irrit. 2 H315
- ✓ Asp. Tox. 1 H304
- ✓ Repr. 2 H361
- ✓ Carc. 1A H350
- ✓ STOT Single Exp. 3 H336
- ✓ STOT Rep. Exp. 2 H373
- ✓ Aquatic Chronic 3 H412

2.3.3 Aineen kuljetusluokitusta koskevat tiedot

Rekisteröintiasiakirjassa on jätemuovista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 940-514-0) kuljetusluokitusta varten annettu seuraavat tiedot:

- ✓ UN number: UN1268
- ✓ Proper shipping name and description: PETROLEUM PRODUCTS N.O.S or PETROLEUM DISTILLATES N.O.S
- ✓ Chemical name: Pyrolysis light oil from waste plastics
- ✓ Class: 3 - Flammable Liquid
- ✓ Classification code: F1
- ✓ Packaging group: I (one)
- ✓ Labels: Class 3 flammable liquid

2.3.4 Käyttötarkoitus

Jätemuovista valmistettu pyrolyysiöljy (EINECS 940-514-0) on rekisteröity välituotteena ja rekisteröinti sisältää ainoastaan välituotekäytön. Muita käyttötarkoituksia aineella ei ole. Tässä yhteydessä välituotteena käyttäminen tarkoittaa, että aine käytetään suoraan toisessa valmistusprosessissa eli lisätään välituotteena esimerkiksi öljynjalostusprosessiin yhtenä lähtöaineena. Ainetta ei siten voida markkinoida muuhun käyttöön, koska rekisteröinti välituotteena ei salli aineen markkinointia muuhun käyttötarkoitukseen.

Tämä jätemuovista valmistettu pyrolyysiöljy on todennäköisimmin rekisteröity kuljetettuna erotettuna välituotteena, koska rekisteröijä aineelle oli kolme, jotka ovat kaikki tytäryhtiöitä keskenään.

Aine voidaan välituotteena rekisteröidä joko käytettäväksi suoraan samalla prosessialueella suoraan kuljettamatta sitä tehdasalueen ulkopuolelle (erotettu välituote, *on-site isolated-intermediate*) ja erotettuna välituotteena, joka vaatii kuljetuksen toiselle tehdasalueelle tai toisen käyttäjän prosessialueelle (*transported isolated-intermediate*). Tärkeintä välituoterekisteröinnissä on, että valmistus ja käyttö tapahtuu tiukasti

CHEMPLAST

LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

valvotuissa olosuhteissa (*strictly controlled conditions*). Rekisteröinti välituotteena ei ole mahdollinen, ellei rekisteröijä vahvista näitä olosuhteita rekisteröinnissä. Lisätietoja välituotteista ja niiden tietovaatimuksista on ECHAN käytännön oppaassa⁷. Seuraavien kahden ehdon pitää täytyä:

- ✓ Aineen käyttö on REACH-asetuksen 3 artiklan 15 kohdan mukaista.
- ✓ Ainetta valmistetaan ja/tai käytetään tiukasti valvotuissa olosuhteissa.

2.3.5 Välituotteita koskevat tietovaatimukset rekisteröinnissä

Jos valmistaja vahvistaa, että tuotantopaikalla käytettävä erotettu välituote valmistetaan ja sitä käytetään tiukasti valvotuissa olosuhteissa, aineen sisäisiä ominaisuuksia (fysikaalis-kemiallisia, ihmisten terveyteen ja ympäristöön vaikuttavia ominaisuuksia) koskevat tietovaatimukset supistuvat jo käytävissä oleviin tietoihin (esim. tietoihin, jotka valmistajalla on hallussaan tai jotka hän voi hankkia muista lähteistä) ja ainoastaan tutkimustiivistelmät on toimitettava, vaikka käytävissä olisi täydellinen tutkimusraportti (REACH 17 artikla).

2.3.6 Fysikaalis-kemialliset ominaisuustiedot

Jätemuovista valmistetusta pyrolyysiöljystä (EINECS 940-514-0) ei ole julkaistua tietoa sen terveys- ja ympäristöominaisuuksista. Oleellista tämänkaltaisen öljytuotteen kemiallisen koostumuksen kuvaamisessa voi olla myös tietyt fysikaalis-kemialliset ominaisuudet. Jätemuovista valmistetusta pyrolyysiöljystä (EINECS 940-514-0) on rekisteröinnin yhteydessä annettu seuraavia tietoja:

- ✓ Kiehumispistealue: 28,8C - 317,2 °C (EN ISO 3405)
- ✓ Tiheys: 712,7 g/L at 15°C (EN ISO 12185)
- ✓ Leimahduspiste: <-15°C (IP 523)
- ✓ Viskositeetti: 0,9299cS (IP 71)

Yksi merkityksellinen ja tärkein tieto, mitä välituotteen rekisteröinnissä koostumuksen ja CLP-asetuksen mukaisen vaaraluokituksen lisäksi pitää antaa, on erillinen raportti ja tiedot siitä, että välituotetta käytetään tiukasti valvotuissa olosuhteissa. Tällä tarkoitetaan käytännössä, ettei aineen valmistuksesta tai käytöstä aiheudu päästöjä ympäristöön eikä siitä aiheudu työntekijöiden altistumista missään vaiheessa. Tästä jätemuovista valmistetusta pyrolyysiöljystä ei tällaista dokumenttia kuitenkaan ole kemikaaliviraston julkaistussa rekisteröintiasiakirjassa julkisesti saatavilla.

3 JÄTEKUMISTA VALMISTETUN PYROLYYSIÖLJYN REKISTERÖINTIASIAKIRJAN TIETOJA

3.1 Aineen tunnistetiedot

Kemiallinen nimi: Pyrolysis oil from waste rubbers and tires
Tunnistenumero: EINECS 948-949-8
Aineen tyyppi: UVCB
Aine on rekisteröity välituotteena (intermediaatti)

⁷ ECHA 2017. Välituotteita koskevat toimintaohjeet

CHEMPLAST
LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

3.2 Aineen rekisteröineet yritykset

Jätekumista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 948-949-8) rekisteröinnin on tehnyt päärekisteröijänä yritys nimeltä Pyrum Innovations International SA , 1D Waistroos 5445 Schengen Luxembourg, jonka rekisteröintinumero on 01-2120793111-61-0000. Tällä aineella ei ole kanssarekisteröijää.

3.3 Aineen ominaisuustiedot

3.3.1 Kemialliset ominaisuudet ja koostumus

Jätekumista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 948-949-8) rekisteröintiasiakirjan mukainen koostumustieto on esitetty taulukossa 2. Myös tämä aine on rekisteröity UVCB-aineena (kts. kohta 2.3).

Taulukko 2. Jätekumista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 948-949-8) rekisteröintiasiakirjassa ilmoitettu koostumus⁸.

Koostumus 1
Mono-aromatic hydrocarbons
Di-aromatic hydrocarbons
Tri-aromatic hydrocarbons and higher
Cycloalkenes
Mono-Naphthenics
Di-Naphthenics
Normal paraffins
unknown constituents

3.3.2 Aineen vaaraluokitus

Jätekumista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 948-949-8) vaaraluokitus perustuu todennäköisimmin yleisesti tunnettujen vastaavien fossiilisten öljyjen kemikaaliluokitukseen vastaavasti kuin jätemuovista valmistetulla pyrolyysiöljyllä. Toksikologista tietoa tai ympäristöominaisuustietoja ei ole saatavilla, jotta aineen luokitusta voitaisiin selvittää tarkemmin (vrt. 2.3.5). Jätekumista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 948-949-8) vaaraluokitus:

- ✓ Flam. Liquid 1 H225
- ✓ Acute Tox. 4 H332
- ✓ Skin Irrit. 2 H315
- ✓ Eye Irrit. 2 H319
- ✓ Asp. Tox. 1 H304
- ✓ Repr. 2 H361
- ✓ Muta. 1B H340
- ✓ Carc. 1A H350
- ✓ STOT Rep. Exp. 1 H372
- ✓ STOT Rep. Exp. 2 H373
- ✓ Aquatic Chronic 2 H411

⁸ <https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/27259>

CHEMPLAST
LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

3.3.3 Aineen kuljetusluokitusta koskevat tiedot

Jätekumista valmistetun pyrolyysiöljyn (EINECS 948-949-8) rekisteröintiasiakirjassa on kuljetusluokitusta varten annettu seuraavat tiedot:

- ✓ UN number: UN1993
- ✓ Proper shipping name and description: 1993 FLAMMABLE LIQUID, N.O.S. (BENZENE, TOLUENE), ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS
- ✓ Chemical name: benzene, toluene, ethylbenzene, styrene, naphthalene, xylene
- ✓ Language: English
- ✓ Class: 3 Flammable liquids.
- ✓ Classification code: F1
- ✓ Packaging group: II
- ✓ Labels: 3

3.3.4 Käyttötarkoitus

Jätekumista valmistettu pyrolyysiöljy (EINECS 948-949-8) on myös rekisteröity välituotteena ja rekisteröinti sisältää ainoastaan käyttönä aineen valmistuksen sekä välituotekäytön (kts. 2.3.4). Muita käyttötarkoituksia aineella ei ole. Koska tämän jätekumin rekisteröijinä oli vain yksi yritys, on melko todennäköistä, että tässä tapauksessa pyrolyysiöljy on rekisteröity ei-kuljetettavana erotettuna välituotteena, jos rekisteröinnin tehnyt yritys käyttää sitä omalla tehdasalueellaan. Toki kuljetettuna välituotteena se on voitu myös rekisteröityä, jos rekisteröijällä on tehty sopimus aineen toimituksesta yhteistyöyrityksen prosessiin, jossa käyttö myös täyttää välituotekäytön vaatimukset.

3.3.5 Fysikaalis-kemialliset ominaisuustiedot

Aineesta ei ole julkaistua tietoa sen terveys- ja ympäristöominaisuuksista, koska näitä tietoja ei välituotteen rekisteröinnissä vaadita (kts. 2.3.5). Seuraavat fysikaalis-kemialliset ominaisuustiedot aineesta on rekisteröinnin yhteydessä toimitettu kemikaalivirastolle:

- ✓ Kiehumispistealue: 40-550 °C (ASTM D2887)
- ✓ Tiheys: 909 kg/m³ 20 °C (EN ISO12185)
- ✓ Leimahduspiste: <-20 °C 101,3 kPa (ISO 3679)
- ✓ Kinemaattinen viskositeetti: 1,922 mm²/s (static) 40 °C (ISO 3104)

4 ESIMERKKEJÄ JÄTEMUOVEISTA VALMISTETUISTA ESIREKISTERÖIDYISTÄ AINEISTA

Esirekisteröinti on ennen rekisteröintiä tapahtuva toimenpide. Määräaika esirekisteröinneille yrityksille, jotka halusivat rekisteröidä aineensa varsinaisina rekisteröidä ajankohtina 2010-2018, oli 1.6.2008–1.12.2008. Jätteistä valmistetuista pyrolyysituotteista on kemikaaliviraston sivuilla useita esirekisteröintejä. Aineista löytyvä esirekisteröinti ei sinällään tarkoitus, että aineita olisi valmistuksessa tai niitä olisi rekisteröidä. Lähinnä ECHA:n sivuilla julkaistuista esirekisteröintitiedoista on hyötyä kartoittamaan minkälaisista raaka-aineista tai jättemateriaaleista pyrolyysiöljyä mahdollisesti tullaan valmistamaan tai on valmistettu. Esirekisteröinti on useimpien yritysten toimesta voitu tehdä varmuuden vuoksi. Seuraavaan taulukkoon 3 on poimittu ECHA:n nettisivuilta esimerkinomaisesti esirekisteröityjä jätemuoveista valmistettuja pyrolyysiöljyjä, joiden nimeämisessä on noudatettu UVCB-aineiden nimeämiskäytäntöä. Taulukon 3 mukaisista aineista ei kemikaaliviraston mukaan ole tehty rekisteröintiä.

CHEMPLAST
LIITE 1 Pyrolyysiöljyjen rekisteröintiasiakirjojen tietoja

Taulukko 3. Kemikaaliviraston sivuilla julkaistuja esirekisteröityjä aineita, joiden valmistuksessa aineen nimeämisen perusteella käytetään raaka-aineena jätemuovia.⁹

Esirekisteröidyn aineen kemiallinen nimi ja EY-kuvaus	EC/EY numero	CAS-numero
Plastics, wastes, pyrolyzed, distn. lights A fraction from the distillation of plastic waste pyrolysis oil. It consists predominantly of a complex combination of organic compounds boiling in the range of approximately 50°C to 190°C (122°F to 374°F).	309-751-1	100801-68-1
Plastics, wastes, pyrolyzed, heavy oil fraction A fraction from the distillation of plastic waste pyrolysis oil. It consists predominantly of aromatic hydrocarbons having carbon numbers predominantly in the range of C10 through C16, benzene and styrene homologs and other organic compounds boiling in the range of approximately 150°C to 400°C (302°F to 752°F).	309-750-6	100801-67-0
Plastics, wastes, pyrolyzed, naphthalene oil fraction A fraction from the distillation of plastic waste pyrolysis oil. It consists predominantly of naphthalene and indene/indan homologs boiling at a range of approximately 215°C to 220°C (419°F to 428°F).	309-752-7	100801-69-2
Plastics, wastes, pyrolyzed, pitch residue fraction The residue obtained from the distillation of plastic waste pyrolysis oil. It consists predominantly of aromatic hydrocarbons having carbon numbers predominantly in the range of C16 through C28 having a softening point of 25°C to 45°C (77°F to 113°F) according to DIN 52025.	309-753-2	100801-70-5
Plastics, wastes, pyrolyzed, pyrolysis coke fraction The residue obtained from the pyrolysis of polymer wastes at 600°C to 800°C (1112°F to 1472°F). It consists predominantly of aromatic hydrocarbons having carbon numbers predominantly in the range of C20 through C28, sulfur- and nitrogen-containing heteroaromatics and inorganic components of the wastes.	309-754-8	100801-71-6
Plastics, wastes, pyrolyzed, pyrolysis oil The oil obtained from the pyrolysis of polymer wastes at 600°C to 800°C (1112°F to 1472°F). It consists predominantly of aromatic hydrocarbons having carbon numbers predominantly in the range of C6 through C28, heteroaromatics and other organic compounds boiling in the range of approximately 50°C to 500°C (122°F to 932°F).	309-755-3	100801-72-7
Plastics, wastes, pyrolyzed, styrene-indene fraction A fraction from the distillation of plastic waste pyrolysis oil. It consists predominantly of styrene and indene and their homologs as well as benzene homologs.	309-756-9	100801-73-8
Plastics, wastes, pyrolyzed, xylene-styrene fraction A fraction from the distillation of plastic waste pyrolysis oil. It consists predominantly of benzene, benzene homologs and styrene boiling in the range of approximately 90°C to 160°C (194°F to 320°F).	309-757-4	100801-74-9

⁹ https://echa.europa.eu/fi/search-for-chemicals?p_p_id=disssimplesearch_WAR_dissearchportlet&p_p_lifecycle=0&disssimplesearch_WAR_dissearchportlet_searchOccurred=true&disssimplesearch_WAR_dissearchportlet_sessionCriteriaId=disSimpleSearchSessionParam101401568628956041