

# **POP-jätteen käsittelyopas**

Luonnos 15.3.2024  
Ympäristöministeriö

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Sisällys

Sisällys.....	1
Käytetyt lyhenteet .....	4
Lainsäädäntöviittaukset .....	6
Esipuhe.....	7
1 Johdanto .....	8
2 Mitä POP-yhdisteet ovat .....	9
3 Mitä POP-jäte on .....	10
3.1 POP-jätteen määritelmä ja sovellettavat pitoisuusrajat .....	10
3.2 Uusien POP-yhdisteiden lisääminen POP-asetukseen .....	12
4 POP-jätteen käsittelyä koskevat säännökset .....	14
5 POP-yhdisteet kierrätystuotteissa ja sivutuotteissa .....	16
5.1 Kierrätysmateriaalista valmistetut tuotteet.....	16
5.2 Sivutuotteet .....	18
6 POP-yhdisteitä sisältävien tuotteiden uudelleenkäyttö .....	19
7 Kansallisen lainsäädännön POP-jätteitä koskevat velvoitteet.....	21
7.1 Vastuu POP-jätteen tunnistamisesta.....	21
7.2 POP-jätteiden seuranta.....	22
7.2.1 Kirjanpitovelvoite POP-jätteistä.....	22
7.2.2 Siirtoasiakirjavelvollisuus .....	22
7.2.3 Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma.....	23
7.3 Purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys .....	24
8 Milloin POP-jäte on myös vaarallista jätettä? .....	26
8.1 POP-jätteen vaaralliseksi luokittelun periaatteet .....	26
8.2 Esimerkkejä POP-yhdisteitä sisältävien jätteiden luokittelusta.....	28
8.2.1 Palonsuoja-aineita sisältävien muovien luokittelu.....	28
8.2.2 POP-osia sisältävien romuajoneuvojen luokittelu .....	30
8.2.3 Sammutusvaahtojen luokittelu .....	30
8.2.4 POP-yhdisteitä sisältävien huonekalujen ja tekstiilien luokittelu .....	32
9 POP-yhdisteitä sisältävän jätteen vienti ja tuonti .....	34
9.1 POP-jätteiden siirtojen luvanvaraisuus.....	34
9.2 POP-jätteiden siirrot loppukäsiteltäväksi .....	35
9.3 POP-jätteiden vienti ja tuonti hyödynnettäväksi .....	36
9.4 POP-jätteiden siirrot esikäsiteltäväksi .....	38
10 POP-jätteen käsittelyyn soveltuvia menetelmiä .....	39
10.1 Polttoprosessit.....	39
10.1.1 Vaarallisen jätteen polttolaitokset .....	40
10.1.2 Sementtiuunit.....	41

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

10.1.3 Jätteenpolttolaitokset .....	42
10.1.4 Rinnakkaispolttolaitokset .....	42
10.1.5 Metallien tuotannon termiset prosessit .....	43
10.1.6 Muualla käytössä olevia harvinaisempia termisiä prosessiteknikoita .....	43
10.1.7 Pyrolyysin soveltuvuudesta POP-jätteiden käsittelyyn.....	43
10.2 Fysikaalis-kemiallinen käsittely.....	44
10.3 Metallien talteenotto ja kierrätys .....	45
10.4 POP-jätteen esikäsittely ja varastointi .....	46
10.4.1 POP-jätteiden esikäsittely .....	46
10.4.2 POP-jätteiden varastointi .....	46
10.5 POP-jätteen sijoitus poikkeustapauksessa vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan.....	47
10.5.1 Jätteen sijoittamista vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan koskevan poikkeusluvan myöntämisedellytykset.....	47
10.5.2 Mitä POP-jätteitä voidaan poikkeustapauksessa sijoittaa vaarallisten jätteiden kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan? .....	48
10.5.3 Vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan sijoittamista koskevan poikkeusluvan hakuprosessi.....	49
11 Eräiden POP-jätteiden käsittelyyn liittyviä kysymyksiä.....	51
11.1 Bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovijätteiden käsittely .....	51
11.1.1 Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovien erottelu .....	52
11.1.2 Romuajoneuvojen muovien erottelu .....	55
11.1.3 Rakennusten purkujättemuovien erottelu .....	57
11.2 POP-yhdisteillä pilaantuneen maa-aineksen käsittely.....	59
12 POP-yhdisteet eri jätevirroissa.....	62
12.1 Akut .....	62
12.2 Johdot ja kaapelit .....	63
12.3 Jätteenpolton tuhkat ja kaasunpuhdistusjätteet.....	63
12.4 Biopolton ja kotitalouksien puun polton tuhkat .....	64
12.5 Metallintuotannon termisten prosessien jätteet .....	65
12.6 Jäteöljyt .....	66
13 Yhteenveto.....	67
Liitteet .....	69
Liite 1: POP-yhdisteiden tahattoman jäämän pitoisuusrajat sekä tietoja POP-yhdisteiden sallituista käyttökohteista, käytön lopetuksesta ja tuotteista ja materiaaleista, jotka saattavat sisältää POP-yhdisteitä.....	69
Liite 2: POP-yhdisteet, niiden CAS-numerot ja pitoisuusrajat jätteissä .....	82
Liite 3: PCDD:n, PCDF:n ja dl-PCB:iden toksisuusekvivalenttikertoimet (TEF:t).....	84
Liite 4: Tukholman sopimukseen ehdotettuja uusia aineita .....	85
Liite 5: Kirjanpitovelvoitteet.....	86

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Liite 6: Siirtoasiakirjavelvoitteet .....	91
Liite 7: Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmaa koskevat velvoitteet .....	94
Liite 8: EU:n POP-asetuksen yhdisteille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat	95
Liite 9: POP-jätteen tunnistusoppaan jätevirrat .....	99
Liite 10: Jätenimikkeet, joiden varastointiin pysyvästi vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan voidaan poikkeustapauksessa myöntää lupa .....	115
Liite 11: POP-yhdisteitä sisältävien muovien erotteluun soveltuvia menetelmiä .....	116
Liite 12: Polymeerejä, joissa on käytetty POP-yhdisteitä.....	120
Lähteet.....	122

## Käytetyt lyhenteet

ABS	Akryylnitriilibutadieenistyreeni (muovilaji)
AFFF	Kalvovaahtoneste (Aqueous Film Forming Foam); sammutusaine
BDE-yhdisteet	Bromidifenyylieetteriyhdisteet; näistä yhdisteistä viisi on luokiteltu POP-yhdisteiksi (ks. myös "PBDE" alla)
CAS-numero	Chemical Abstracts Servicen (CAS) antama kemikaalin kansainvälinen tunnistenumero
CENELEC	Sähkö- ja elektroniikkalaitteisiin liittyvää standardointia tekevä eurooppalainen standardointielin
DDT	Diklooridifenyylitrikloorietaani (POP-yhdiste)
Deka-BDE	Dekabromidifenyylieetteri (POP-yhdiste)
DL-PCB	Dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet (POP-yhdisteryhmä)
ECHA	Euroopan kemikaalivirasto
EFTA	Euroopan vapaakauppaliitto
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EPS	Paisutettu polystyreeni (muovilaji)
ETA	Euroopan talousalue
HBB	Heksabromibifenyylit (POP-yhdiste)
HBCDD	Heksabromisyklododekaani (POP-yhdiste)
HCB	Heksaklooribentseeni (POP-yhdiste)
HCBD	Heksaklooributadieeni (POP-yhdiste)
HCH	Heksakloorisykloheksaani (POP-yhdiste)
hepta-BDE	Heptabromidifenyylieetteri (POP-yhdiste)
heksa-BDE	Heksabromidifenyylieetteri (POP-yhdiste)
HIPS	Iskunkestävä polystyreeni (muovilaji)
ICT-laitteet	tieto- ja viestintätekniset laitteet
Kaupallinen deka-BDE	Kaupallinen seos, joka sisältää dekabromidifenyylieetteriä sekä pieniä määriä okta- ja nonabromidifenyylieettereitä
Kaupallinen okta-BDE	Kaupallinen seos, joka sisältää heksa-, hepta-, okta- ja nonabromidifenyylieettereitä
LCD	Nestekidenäyttö (Liquid-Crystal Display)
NFR	Muiden kuin rautametallien fraktio (Non-Ferrous Fraction)
OECD	Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö (Organisation for Economic Co-operation and Development)
PBDE	Polybromidifenyylieetterit; yhdisteryhmä, johon kuuluu 209 kongeneeria, eli rakenteeltaan samankaltaista yhdistettä, joissa on kuitenkin eri määrä bromia; näistä POP-yhdisteiksi on luokiteltu tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetterit
PC	Polykarbonaatti (muovilaji)
PCB	Polyklooratut bifenyylit (POP-yhdisteryhmä)
PCDD/F	Polyklooratut dibentsodiksiinit ja -furaanit (POP-yhdisteryhmä)
PCN	Polyklooratut naftaleenit (POP-yhdisteryhmä)
PCP	Pentakloorifenoli (POP-yhdiste)

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

PE	Polyeteeni (muovilaji)
penta-BDE	Pentabromidifenyylieetteri (POP-yhdiste)
PFAS-yhdisteet	Per- ja polyfluoratut alkyyliryhmiä sisältävät; laaja, tuhansia eri aineita sisältävä ryhmä synteettisiä orgaanisia yhdisteitä; niistä PFOS ja sen johdannaiset, PFOA ja PFHxS ja niiden suolat, sekä PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet on luokiteltu POP-yhdisteiksi
PFHxS	Perfluoriheksaanisulfonihappo (POP-yhdiste)
PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet	
Aineet, jotka voivat hajota PFHxS:ksi (POP-yhdisteryhmä)	
PFOA	Perfluorioktaanihappo (POP-yhdiste)
PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet	
Aineet, jotka voivat hajota PFOA:ksi (POP-yhdisteryhmä)	
PFOS	Perfluorioktaanisulfonihappo (POP-yhdiste)
PTFE	Polytetrafluorieteeni (muovilaji)
POP-BDE	POP-yhdisteiksi luokitellut bromidifenyylieetterit
POP-yhdisteet	Pysyvät orgaaniset yhdisteet (Persistent Organic Pollutants)
PP	Polypropeeni (muovilaji)
PS	Polystyreeni (muovilaji)
PUR	Polyuretaani (muovilaji)
PVC	Polyvinyylikloridi (muovilaji)
SCCP	Lyhytketjuiset klooriparafiinit (POP-yhdisteryhmä)
SE-laitteet	Sähkö- ja elektroniikkalaitteet
SER	sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
SVHC	EU:n REACH-asetuksen erityistä huolta aiheuttava aine (Substance of Very High Concern)
Syke	Suomen ympäristökeskus
TEQ	Toksisuusekvivalentti (Toxic Equivalent); Dioksiinien, furaanien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden kokonaismyrkyllisyys ja pitoisuudet ilmoitetaan toksisuusekvivalenttina ryhmän myrkyllisimpään yhdisteeseen 2,3,7,8-tetraklooridibentsodioksiiniin (TeCDD) suhteutettuna, käyttämällä POP-asetuksen liitteessä V annettuja toksisuusekvivalenssikertoimia (TEF)
tetra-BDE	Tetrabromidifenyylieetteri (POP-yhdiste)
UTC	POP-yhdisteen tahaton jäämä aineissa, seoksissa tai esineissä (Unintentional Trace Contaminant)
XPS	sulakepuristettu polystyreeni (muovilaji)
XRF	Röntgenfluoresenssianalyysi
XRT	Röntgentransmissio

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Lainsäädäntöviittaukset

Ajoneuvolaki	82/2021
Baselin sopimus	Vaarallisten jätteiden maan rajan ylittävien siirtojen ja käsittelyn valvontaa koskeva yleissopimus (Valtiosopimus SopS 45/1992)
Betonin EEJ-asetus	Valtioneuvoston asetuksessa betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista 466/2022
CLP-asetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008 aineiden ja seosten luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta sekä direktiivien 67/548/ETY ja 1999/45/EY muuttamisesta ja kumoamisesta ja asetuksen (EY) N:o 1907/2006 muuttamisesta
Elintarvikkeiden vierasaineasetus	Komission asetus (EU) 2023/915, annettu 25 päivänä huhtikuuta 2023, tiettyjen elintarvikkeissa olevien vierasaineiden enimmäismääristä ja asetuksen (EY) N:o 1881/2006 kumoamisesta
EU:n jäteluettelo	Komission päätös, annettu 18 päivänä joulukuuta 2014, jäteluettelosta annetun päätöksen 2000/532/EY muuttamisesta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/98/EY mukaisesti (2014/955/EU)
Jäteasetus	Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 (viimeisin huomioitu muutos 526/2022)
Jätedirektiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta
Jätedirektiivin liite III	Ominaisuudet, jotka tekevät jätteistä vaarallisia (ns. HP-luokat ja niiden määrittelyssä käytettävät kriteerit); annettu komission asetuksella 1357/2014 jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/98/EY liitteen III korvaamisesta sekä neuvoston asetuksella (EU) 2017/997 jätedirektiivin liitteen III muuttamisesta vaarallisuusominaisuuden HP 14 ”ympäristölle vaarallinen” osalta
Jätelaki	646/2011 (viimeisin huomioitu muutos 54/2024)
Jäteluettelo (kansallinen)	Jäteasetuksen (978/2021) liite 3
Jätteenpolttoasetus	Valtioneuvoston asetus jätteenpolttamisesta 151/2013
Jätteenpolton BAT-päätelmät	Komission täytäntöönpanopäätös (EU) 2019/2010, annettu 12 päivänä marraskuuta 2019, Euroopan parlamentin ja neuvoston antaman direktiivin 2010/75/EU mukaisten jätteenpolton parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (BAT) koskevien päätelmien laatimisesta
Jätteen siirtoasetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1013/2006 jätteiden siirrosta
Kaatopaikka-asetus	Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013
Kaatopaikkadirektiivi	Neuvoston direktiivi 1999/31/EY, annettu 26 päivänä huhtikuuta 1999, kaatopaikoista (1999/31/EY)
Kaatopaikkadirektiivin liite II	Neuvoston päätös direktiivin 1999/31/EY 16 artiklan ja liitteen II mukaisista perusteista ja menettelyistä jätteen hyväksymiseksi kaatopaikoille (2003/33/EY)
Kemikaalilaki	599/2013
Lannoitevalmisteasetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2019/1009, annettu 5 päivänä kesäkuuta 2019, EU-lannoitevalmisteiden asettamista saataville markkinoilla koskevien sääntöjen vahvistamisesta ja asetusten (EY) N:o 1069/2009 ja (EY) N:o 1107/2009 muuttamisesta sekä asetuksen (EY) N:o 2003/2003 kumoamisesta
Maankäyttö- ja rakennusasetus	895/1999
Maankäyttö- ja rakennuslaki	132/1999

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

PCB-direktiivi	Neuvoston direktiivi 96/59/EY, annettu 16 päivänä syyskuuta 1996, polykloorattujen bifenyyliden ja polykloorattujen terfenyyliden käsittelystä (PCB/ PCT)
PCB-jäteasetus	Valtioneuvoston asetus PCB-laitteistojen käytön rajoittamisesta ja PCB-jätteen käsittelystä 958/2016
POP-asetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2019/1021, annettu 20 päivänä kesäkuuta 2019, pysyvistä orgaanisista yhdisteistä (uudelleenlaadittu) (EUVL L 169, 25.6.2019, s. 45)
REACH-asetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006, annettu 18 päivänä joulukuuta 2006, kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista (REACH), Euroopan kemikaaliviraston perustamisesta, direktiivin 1999/45/EY muuttamisesta sekä neuvoston asetuksen (ETY) N:o 793/93, komission asetuksen (EY) N:o 1488/94, neuvoston direktiivin 76/769/ETY ja komission direktiivien 91/155/ETY, 93/67/ ETY, 93/105/EY ja 2000/21/EY kumoamisesta
Rakentamislaki	751/2023
Rehujen haitta-ainedirektiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/32/EY, annettu 7 päivänä toukokuuta 2002, haitallisista aineista eläinten rehuissa
RoHS-direktiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2011/65/EU, annettu 27 päivänä tammikuuta 2003, tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa
Romuajoneuvoasetus	Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015
Romuajoneuvodirektiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/53/EY romuajoneuvoista
SER-asetus	Valtioneuvoston asetus sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta 519/2014
SER-direktiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/19/EU, annettu 4 päivänä heinäkuuta 2012, sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta
Torjunta-ainejäämäasetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:O 396/2005, annettu 23 päivänä helmikuuta 2005, torjunta-ainejäämien enimmäismääristä kasvi- ja eläinperäisissä elintarvikkeissa ja rehuissa tai niiden pinnalla sekä neuvoston direktiivin 91/414/ETY muuttamisesta
Tukholman sopimus	Pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskeva YK:n yleissopimus (Valtiosopimus SopS 34/2004)
Teollisuuspäästädirektiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU, annettu 24 päivänä marraskuuta 2010, teollisuuden päästöistä
Ympäristönsuojelulaki	527/2014

## Esipuhe

- täydennetään oppaan viimeistelyvaiheessa



## 1 Johdanto

Pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP) ovat myrkyllisiä, hitaasti hajoavia kemiallisia yhdisteitä, jotka kertyvät eliöihin ravintoketjussa ja kulkeutuvat kauas päästölähteistä. Ne voivat aiheuttaa merkittäviä ympäristö- ja terveyshaittoja. POP-yhdisteitä ja niitä sisältävien jätteiden jätehuoltoa säädellään Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella (EU) 2019/1021 pysyvistä orgaanisista yhdisteistä (ns. EU:n POP-asetus). Se korvasi aiemman, vuonna 2004 voimaan tulleen POP-asetuksen (EY N:o 850/2004).

Ympäristöministeriö julkaisi vuonna 2016 ympäristöhallinnon ohjeen 4/2016 ”Pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelyvaatimukset – EU:n POP-asetuksen jätteitä koskevat määräykset ja niiden soveltaminen sähkölaiteromuun ja romuajoneuvoihin”. Ohjeen julkaisun jälkeen POP-säännöksiin on tehty lukuisia muutoksia. POP-asetukseen on mm. lisätty useita uusia yhdisteitä ja yhdisteryhmiä, joihin POP-jätteitä koskevia säännöksiä sovelletaan. Lisäksi YK:n alaisten Tukholman ja Baselin sopimusten POP-jätteitä koskevia ohjeita on päivitetty.

Tässä oppaassa päivitetään vuonna 2016 annetut ohjeet vastaamaan muuttuneita säännöksiä ja uusittuja kansainvälisiä ohjeita. Opas täydentää kansallista ohjeistusta POP-jätteistä. Ympäristöministeriö on jo aiemmin julkaissut oppaan POP-jätteen tunnistamisesta (Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1).

Tässä oppaassa käydään läpi keskeiset POP-jätteitä koskevat EU:n ja kansalliset säännökset, sekä mitä vaatimuksia POP-asetuksessa ja kansainvälisissä ohjeissa asetetaan POP-jätteiden käsittelylle. Lisäksi oppaassa tarkastellaan mm. POP-jätteiden luokittelua vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi, sekä POP-jätteiden vientiä Suomesta toiseen maahan koskevia säännöksiä.

Opas on tarkoitettu kuntien ja valtionhallinnon ympäristölupa- ja valvontaviranomaisille, yrityksille, joiden toiminnassa voi syntyä POP-jätteitä, jätehuoltoalan yrityksille, sekä jätteen käsittelyn suunnittelua tekeville konsulteille. Opas on valmisteltu Suomen ympäristökeskuksessa ympäristöministeriön rahoituksella.

## 2 Mitä POP-yhdisteet ovat

Pysyvät orgaaniset yhdisteet (Persistent Organic Pollutants, POP) ovat myrkyllisiä, hitaasti hajoavia kemiallisia yhdisteitä, jotka kertyvät eliöihin ravintoketjussa ja kulkeutuvat kauas päästöpaikastaan ilman, veden tai muuttavien eläinlajien välityksellä. Ne ovat halogenoituja orgaanisia yhdisteitä, eli hiilivetyjä, joissa osa tai kaikki vetyatomeista ovat korvautuneet fluorilla, kloorilla tai bromilla. Useimmat POP-yhdisteet ovat rasvaliukoisia ja ne rikastuvat siten erityisesti ravintoverkkojen yläpäässä oleviin kuluttajiin. Jotkin aineista ovat yhteydessä eläimissä havaittuihin kehitys- ja lisääntymishäiriöihin ja voivat vaikuttaa samaan tapaan myös ihmiseen (taulukko 1). Aineiden pitkäaikais- tai yhteisvaikutuksia ei vielä tunneta.

Taulukko 1. Eräiden POP-yhdisteiden tärkeimmät vaikutukset ihmisen terveyteen (Lähde: Mannio ym., 2016)

POP-yhdiste	Terveysvaikutukset
PFOA, PFOS	Epidemiologisissa tutkimuksissa haittavaikutuksia oppimiseen, käyttäytymiseen, maksaan, immuunivasteeseen, kehitykseen, lisääntymiseen, kolesteroliin
Deka-BDE	Eläinkokeissa maksavauriot sekä erilaiset kehitys- ja käyttäytymishäiriöt; Epidemiologisissa tutkimuksissa lapsen heikentynyt henkinen kehitys
Tetra-, penta-, heksa- ja hepta-BDE:t	Eläinkokeissa kriittinen vaikutus hermoston kehitykseen; Epidemiologisissa tutkimuksissa yhteyksiä kilpirauhasentoimintaan ja neuropsykologisiin muutoksiin
HBCDD	Eläinkokeissa vaikutuksia kilpirauhasen toimintaan, lisääntymiseen ja hermoston kehitykseen; Epidemiologisissa tutkimuksissa miessukupuolihormonien muutoksia, mutta näyttö vielä epävarmaa
SCCP	Mahdollisesti syöpävaarallinen; Eläinkokeissa kohde-elimet maksa, munuaiset ja kilpirauhanen, sikiövaurioita aiheuttava.
PCDD/F-yhdisteet	Kehitys- ja lisääntymishäiriöt, hormonitoiminnan häiriöt, immunotoksisuus, aineenvaihdunnan häiriöt; TCDD: Syöpä (työperäinen altistus); muut PCDD/F-yhdisteet: Syöpävaarallisuus ei luokiteltavissa
PCB-yhdisteet	Kehitys- ja lisääntymishäiriöt, hormonitoiminnan häiriöt, immunotoksisuus, aineenvaihdunnan häiriöt; Dioksiininkaltaiset PCB-yhdisteet: syöpä

Koska POP-yhdisteiden on arvioitu voivan aiheuttaa merkittäviä ympäristö- ja terveyshaittoja kaukana päästölähteestä, on niiden käyttöä rajoitettu kansainvälisillä sopimuksilla, kuten YK:n alaisella Tukholman yleissopimuksella. Euroopan yhteisössä Tukholman sopimuksen rajoitteet on pantu täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella (EU) 2019/1021 (ns. EU:n POP-asetus). Asetukseen on sisällytetty noin 30 yhdistettä tai yhdisteryhmää<sup>1</sup>.

POP-yhdisteitä on käytetty eri aikakausina hyvin monenlaisissa tuotteissa, esimerkiksi ajoneuvoissa, sähkö- ja elektroniikkalaitteissa, tekstiileissä, rakennustuotteissa, hydraulikkaneesteissä, maaleissa, teollisuuskemikaaleissa ja torjunta-aineina. Joitakin POP-yhdisteitä esiintyy kemikaaleissa epäpuhtauksina tai syntyy tahattomasti esimerkiksi polttoprosesseissa. Liitteessä 1 on esitetty POP-yhdisteittäin jaoteltuna tietoja näiden yhdisteiden käyttökohteista sekä tuotteista ja materiaaleista, jotka saattavat sisältää POP-yhdisteitä.

<sup>1</sup> Tilanne vuoden 2023 lopussa.

## 3 Mitä POP-jäte on

### 3.1 POP-jätteen määritelmä ja sovellettavat pitoisuusrajat

Jätelain (646/2011) 6 §:n 1 momentin 8-kohdan mukaan **POP-jätteellä tarkoitetaan jätettä, joka sisältää POP-asetuksen liitteessä IV lueteltuja yhdisteitä vähintään kyseisessä liitteessä säädetyn pitoisuusrajan mukaisina pitoisuuksina.**

Mikäli jäte sisältää pysyviä orgaanisia yhdisteitä, niiden pitoisuus ratkaisee, onko kyse POP-jätteestä, ja miten jätettä pitää tai saa käsitellä jätehuollossa. Jätteille on asetettu POP-asetuksessa kaksi pitoisuusrajaa, liitteessä IV säädetty alempi pitoisuusraja ja liitteessä V säädetty ylempi pitoisuusraja. POP-jäte (eli jäte, joka ylittää liitteen IV alemman pitoisuusrajan) on käsiteltävä asetuksessa säädettyillä menetelmillä. Ylemmän pitoisuusrajan ylittyminen tuo mukanaan lisärajoituksia (kuva 1). Käsittelyyn liittyvät velvoitteet ja rajoitukset kuvataan tarkemmin luvussa 4.

POP-asetuksen jätteitä koskevia pitoisuusrajoja sovelletaan vain jätteisiin. Kierrätysmateriaaleista valmistettuja tuotteita, kuten EEJ-materiaaleja, koskevat POP-asetuksen liitteessä I säädetty pitoisuusrajat POP-yhdisteiden tahattomille jäämille markkinoille saatettavissa tuotteissa (ks. luku 5).

POP-asetuksen jätteitä koskevia pitoisuusrajoja liitteissä IV ja V on viimeksi muutettu asetuksella (EU) 2022/2400<sup>2</sup>. Siinä muutettiin useiden POP-yhdisteiden aiempia pitoisuusrajoja sekä lisättiin pitoisuusrajat kolmelle uudelle POP-yhdisteelle tai yhdisteryhmälle. Lisäksi muutettiin dioksiinien ja furaanien pitoisuuden laskentaa siten, että siihen lasketaan jatkossa mukaan myös dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet<sup>3</sup>. Uudistetut pitoisuusrajat on esitetty taulukoissa 2 ja 3. Uudistettuja pitoisuusrajoja on sovellettu 10.6.2023 alkaen. Kaikkien EU:n POP-asetuksen yhdisteiden jätteitä koskevat pitoisuusrajat on esitetty liitteessä 2.

POP-jätteiden analysointia on käsitelty ympäristöministeriön julkaiseman POP-jätteen tunnistusoppaan (Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1)<sup>4</sup> luvussa 4.

#### Tietolaatikko 1: Jätteen määritelmä on POP-asetuksessa laajempi kuin jätelaissa

Vaikka POP-asetuksen jätteen määritelmässä viitataan suoraan EU:n jätedirektiivin (2008/98/EY)<sup>5</sup> jätteen määritelmään, on POP-asetuksen soveltamisala jätedirektiivin ja jätelain (646/2011) soveltamisalaa laajempi. Jätedirektiivissä osa jätteistä rajataan direktiivin soveltamisalan ulkopuolelle, mutta POP-asetuksesta vastaava ulosrajaus puuttuu. Siksi POP-asetusta sovelletaan myös mm. vanhentuneisiin tai myyntikiellossa oleviin ilotulitteisiin, jotka sisältävät POP-yhdisteitä kuten heksaklooribentseeniä, vaikka räjähteet on rajattu EU:n jätedirektiivin ja jätelain soveltamisalan ulkopuolelle.

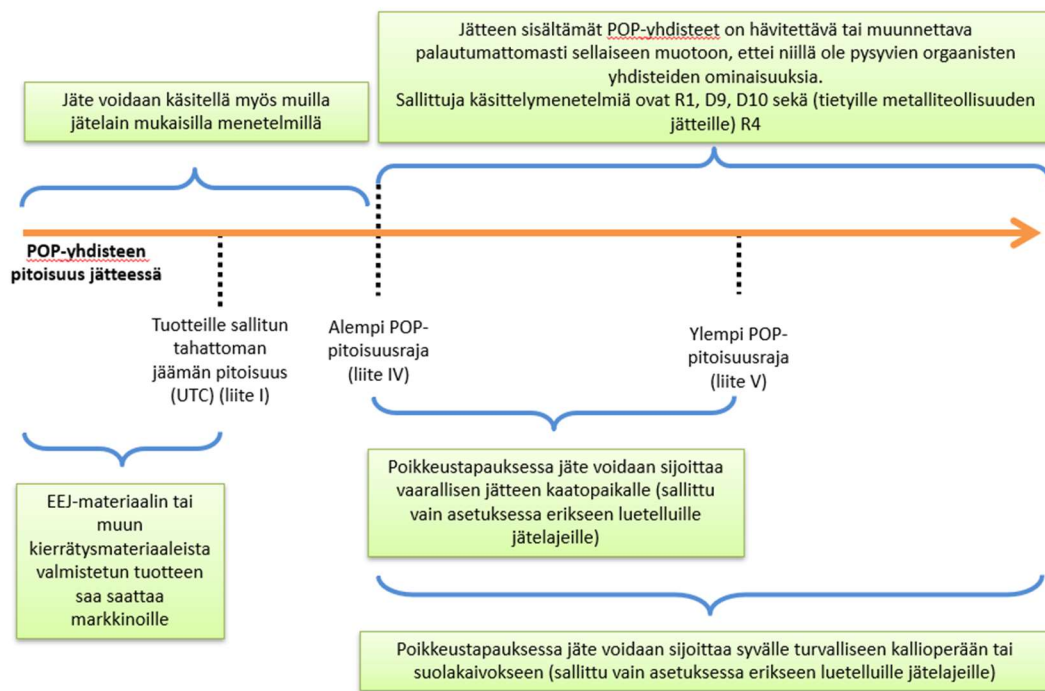
<sup>2</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EU) 2022/2400, annettu 23 päivänä marraskuuta 2022, pysyvistä orgaanisista yhdisteistä annetun asetuksen (EU) 2019/1021 liitteiden IV ja V muuttamisesta (EUVL L 317, 9.12.2022, s. 24)

<sup>3</sup> Dioksiinien, furaanien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden laskennassa käytettävät toksisuusekvivalenttikertoimet (TEF) on lueteltu tämän oppaan liitteessä 3.

<sup>4</sup> <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164548>

<sup>5</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024



Käsittelymenetelmät (VNa jätteistä 978/2021, liitteet 1 ja 2):  
 R1 = Käyttö pääasiassa polttoaineena tai muutoin energian tuottamiseksi  
 R4 =Metallien ja metalliyhdisteiden kierrätys tai talteenotto  
 D9= Fysikaalis-kemiallinen käsittely, jossa syntyy yhdisteitä tai seoksia, jotka loppukäsitellään jollakin toimista D 1–D 12, kuten haihduttamalla, kuivaamalla tai pasuttamalla  
 D10 = Polttaminen maalla

Kuva 1: POP-asetuksen pitoisuusrajojen merkitys kierrätykselle ja jätteen käsittelylle.

Taulukko 2: EU:n POP-asetuksen muutoksella (EU) 2022/2400 tehdyt muutokset olemassa oleviin jätteitä koskeviin POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajoihin.

Pysyvä orgaaninen yhdiste	Alempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite IV)
Heksabromisyklododekaani (HBCDD)	500 mg/kg
Lyhytketjuiset klooratut parafiinit (SCCP) (alkaanit C10-C13)	1 500 mg/kg
Polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit ja dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet (PCDD/PCDF + DL-PCB)	5 µg-TEQ/kg <sup>*)</sup>
Tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetteri (BDE), pitoisuuksien summa	500 mg/kg 29.12.2025 alkaen 350 mg/kg <sup>**)</sup> 30.12.2027 alkaen 200 mg/kg <sup>**)</sup>

<sup>\*)</sup> Kotitalouksien polton tuhkille ja nuohousjätteille sovelletaan kuitenkin pitoisuusrajaa 15 µg-TEQ/kg 31.12.2024 saakka.

<sup>\*\*)</sup> Mikäli POP-asetuksen liitteessä I säädetty pitoisuusraja tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetterien pitoisuuksien summalle tuotteissa on kyseisenä ajankohtana korkeampi kuin POP-jätteelle säädetty uusi pitoisuusraja, sovelletaan myös jätteille liitteessä I annettua korkeampaa pitoisuusrajaa.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukko 3. EU:n POP-asetuksen muutoksella (EU) 2022/2400 POP-asetuksen liitteisiin IV ja V lisätyt uudet aineet ja niille säädetyt pitoisuusrajat jätteille.

Pysyvä orgaaninen yhdiste	Alempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite IV)	Ylempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite V)
Dikofoli	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Pentakloorifenoli (PCP), ja sen suolat ja esterit	100 mg/kg	1 000 mg/kg
Perfluorioktaanihappo (PFOA) ja sen suolat	1 mg/kg	50 mg/kg
PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet, pitoisuuksien summa	40 mg/kg	2 000 mg/kg
Perfluoriheksaanisulfonihappo (PFHxS) ja sen suolat	1 mg/kg	50 mg/kg
PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet, pitoisuuksien summa	40 mg/kg	2 000 mg/kg

## 3.2 Uusien POP-yhdisteiden lisääminen POP-asetukseen

YK:n alaista pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevaa Tukholman sopimusta täydennetään jatkuvasti uusilla kemikaaleilla osapuolien tekemien lisäysehdotusten pohjalta.

Tukholman sopimuksen tieteellinen komitea arvioi, täyttävätkö ehdotetut yhdisteet pysyvien orgaanisten yhdisteiden kriteerit, eli että aineet ovat myrkyllisiä, hitaasti hajoavia, kertyvät eliöihin ravintoketjussa ja kulkeutuvat kauas päästölähteistä ilman, veden tai muuttavien eläinlajien välityksellä. Jos tieteellinen komitea katsoo, että POP-yhdisteen kriteerit täyttyvät ja sen kaukokulkeutumisesta voi aiheutua merkittävää ympäristö- tai terveyshaittaa, sopimusosapuolina olevien maiden välisissä neuvotteluissa (ns. osapuolokokous) sovitaan yhdisteen käytön rajoitukset ja mahdolliset poikkeukset rajoituksiin.

Kun uusi POP-yhdiste on lisätty Tukholman sopimukseen, osapuolimaiden on sisällytettävä se omaan kansalliseen lainsäädäntöönsä vuoden sisällä siitä, kun Tukholman sopimuksen sihteeristö on tallettanut osapuolokokouksen päätöksen YK:n sopimustietokantaan. EU:n jäsenmaissa Tukholman sopimuksen muutokset saatetaan voimaan lisäämällä uudet yhdisteet EU:n POP-asetukseen.

Uusien POP-yhdisteiden käytön kielloista ja rajoituksista säädetään lisäämällä aineet POP-asetuksen liitteeseen I. Liitteessä säädetään myös käyttökieltoja ja rajoituksia koskevista poikkeuksista. Uusia POP-yhdisteitä koskevat jätehuoltovelvoitteet pannaan täytäntöön lisäämällä aineet ja niitä koskevat pitoisuusrajat POP-asetuksen liitteisiin IV ja V.

Taulukossa 4 on esitetty Tukholman sopimukseen jo hyväksytyt uudet yhdisteet, jotka tullaan seuraavaksi lisäämään EU:n POP-asetukseen. Lisäksi liitteessä 4 on kooste Tukholman sopimukseen ehdotetuista uusista aineista, joita ei ole vielä hyväksytty sopimukseen.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Komissio on vuonna 2023 aloittanut valmistelut taulukon 4 uusien POP-yhdisteiden lisäämiseksi POP-asetukseen. Vuonna 2024 on tarkoitus lisätä ne POP-asetuksen liitteeseen I, jossa säädetään mm. pitoisuusrajat näiden aineiden tahattomille jäämille kierrätystuotteissa (ks. luku 5). Liitteiden IV ja V muutokset, joilla säädetään uusien POP-yhdisteiden jätteitä koskevat pitoisuusrajat, tullaan antamaan myöhemmin (komissio ei ole vielä antanut arviota aikataulusta).

**Uusista POP-yhdisteistä etenkin UV-328 ja vähäisemmässä määrin myös dekloraani plus voivat olla merkityksellisiä jätehuollon ja jätteiden (etenkin muovien) kierrätyksen kannalta. Toiminnanharjoittajien olisikin syytä selvittää aineiden pitoisuuksia kierrätettävissä materiaaleissa.**

Taulukko 4. Tukholman sopimukseen kesäkuussa 2023 hyväksytyt uudet POP-yhdisteet, jotka lisätään seuraavaksi EU:n POP-asetukseen. Taulukossa on esitetty myös näiden aineiden käyttökohteita.

Uusi POP-yhdiste	Käyttökohteet
Dekloraani plus (1, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 17, 18, 18-Dodecachloropentacyclo [12.2.1.16,9.02,13.05,10] octadeca-7,15-diene)  (CAS 13560-89-9; 135821-03-3; 135821-74-8)	Klooripohjainen palonsuoja-aine, jota on markkinoitu vuonna 2019 POP-yhdisteeksi nimetyn deka-BDE:n korvaajana. Käyttömäärät ovat kuitenkin olleet merkittävästi vähäisemmät kuin deka-BDE:llä.  Käytetään palonsuoja-aineena sähköjohtojen ja -kaapeleiden pinnoitteissa, muovisissa päällysteissä, TV- ja tietokonemonitoreissa ja erilaisissa polymeereissä. Merkittävimpiä käyttökohteita ovat moottoriajoneuvojen kaapelit, johdot, johdinsarjat ja liittimet, joiden on arvioitu kattavan noin 80 % dekloraani plus:n kokonaiskäytöstä (Stockholm Convention, 2019a; Stockholm Convention, 2022a).
UV-328 (2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4, 6-ditertpentyylphenol)  (CAS 25973-55-1)	Käytetään UV-säteilyltä suojaavana lisäaineena läpinäkyvissä muoveissa, pinnoitteissa, henkilökohtaisissa hygieniatuotteissa, painomusteissa ja elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa. Käytetty yleisesti ajoneuvojen sisä- ja ulko-osissa. Muita käyttökohteita ovat mm. elektroniikka (kuten LCD-näytöt, tietotekniset ja viestintälaitteet, kamerat ja linssit), sähköjohdot sekä sisä- ja ulkokäyttöön tarkoitetut rakennusmateriaalit. (Stockholm Convention, 2020; ECHA, 2023).
Metoksikloori  (CAS 72-43-5)	Käytetty torjunta-aineena hyönteisten torjuntaan (Stockholm Convention, 2019b). EU:ssa käyttö kielletty vuodesta 2002.



## 4 POP-jätteen käsittelyä koskevat säännökset

Jätteiden käsittelystä säädetään EU:n POP-asetuksen 7 artiklassa ja liitteessä V. **Jäte, joka sisältää POP-yhdisteitä vähintään liitteessä IV säädetyn alemman pitoisuusrajan verran, on loppukäsiteltävä tai hyödynnettävä siten, että jätteen sisältämät yhdisteet hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti sellaiseen muotoon, jolla ei ole pysyvien orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia.** Kaikki POP-jätteitä koskevat pitoisuusrajat on esitetty tämän oppaan liitteessä 2.

Asetuksessa kielletään sellaiset hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät, jotka voivat johtaa POP-yhdisteiden hyödyntämiseen, kierrätykseen, talteenottoon ja uudelleenkäyttöön.

**Asetuksen liitteessä V määritellään POP-jätteille sallitut hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät seuraavasti:**

- **fysikaalis-kemiallinen käsittely (loppukäsittelymenetelmä D9)<sup>6</sup>** (ks. luku 10.2)
- **poltto ilman energian talteenottoa (loppukäsittelymenetelmä D10)** (ks. luku 10.1)
- **poltto hyödyntäen jäte energiana (hyödyntämismenetelmä R1)** (ks. luku 10.1)
- **metallin talteenotto ja kierrätys (hyödyntämismenetelmä R4); sallittu vain tietyille metallipitoisille jätteille ja tietyillä menetelmillä** (ks. luku 10.3)

Liitteen IV raja-arvon alittavan jätteen voi käsitellä myös muilla unionin lainsäädännön mukaisilla menetelmillä. Jätettä ei kuitenkaan saa laimentaa pitoisuusrajan alittamiseksi.

POP-asetuksessa sallitaan POP-jätteiden esikäsittely ennen POP-yhdisteiden hävittämistä tai muuntamista palautumattomasti toiseen muotoon. Lisäksi POP-asetuksen mukaan POP-jäte voidaan pakata uudelleen ja varastoida tilapäisesti ennen esi- tai lopullista käsittelyä. (luku 10.4)

Jos vain osa jätteestä sisältää pysyviä orgaanisia yhdisteitä tai on niiden saastuttama, kyseinen osa on POP-asetuksen liitteen V mukaan erotettava muusta jätteestä ja sen jälkeen käsiteltävä POP-asetuksen mukaisilla menetelmillä. Sen jälkeen jätejäte, josta POP-yhdisteitä sisältävä osa on eroteltu pois, voidaan käsitellä myös muilla menetelmillä jätelainsäädännön mukaisesti.

**Jätteen tuottajan ja haltijan on asetuksen mukaan pyrittävä mahdollisuuksien mukaan estämään jätteen saastuminen POP-yhdisteillä. Siten koko POP-jätteen käsittelyketju tulee ensisijaisesti järjestää niin, ettei käsittelyssä syntyvä muu jäte pääse missään vaiheessa saastumaan pysyvillä orgaanisilla yhdisteillä.**

Asetuksessa ei erikseen määritellä hävittämiseen tai palautumattomasti muuntamiseen liittyviä käsitteitä. Baselin sopimuksen POP-jätteiden jätehuoltoa koskevassa ohjeessa (Basel Convention, 2023) esitetään ympäristönsuojelullisesti hyväksyttävän käsittelymenetelmän hajotustehokkuuden (destruction efficiency) vertailuarvoksi 99,999 %. Hajotustehokkuudella tarkoitetaan sitä prosenttiosuutta POP-yhdisteistä, joka hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti toiseen muotoon kyseisen käsittelytekniikan avulla. Sen laskennassa huomioidaan syntyvät POP-päästöt ilmaan, veteen sekä nestemäisiin ja kiinteisiin jätteisiin.

---

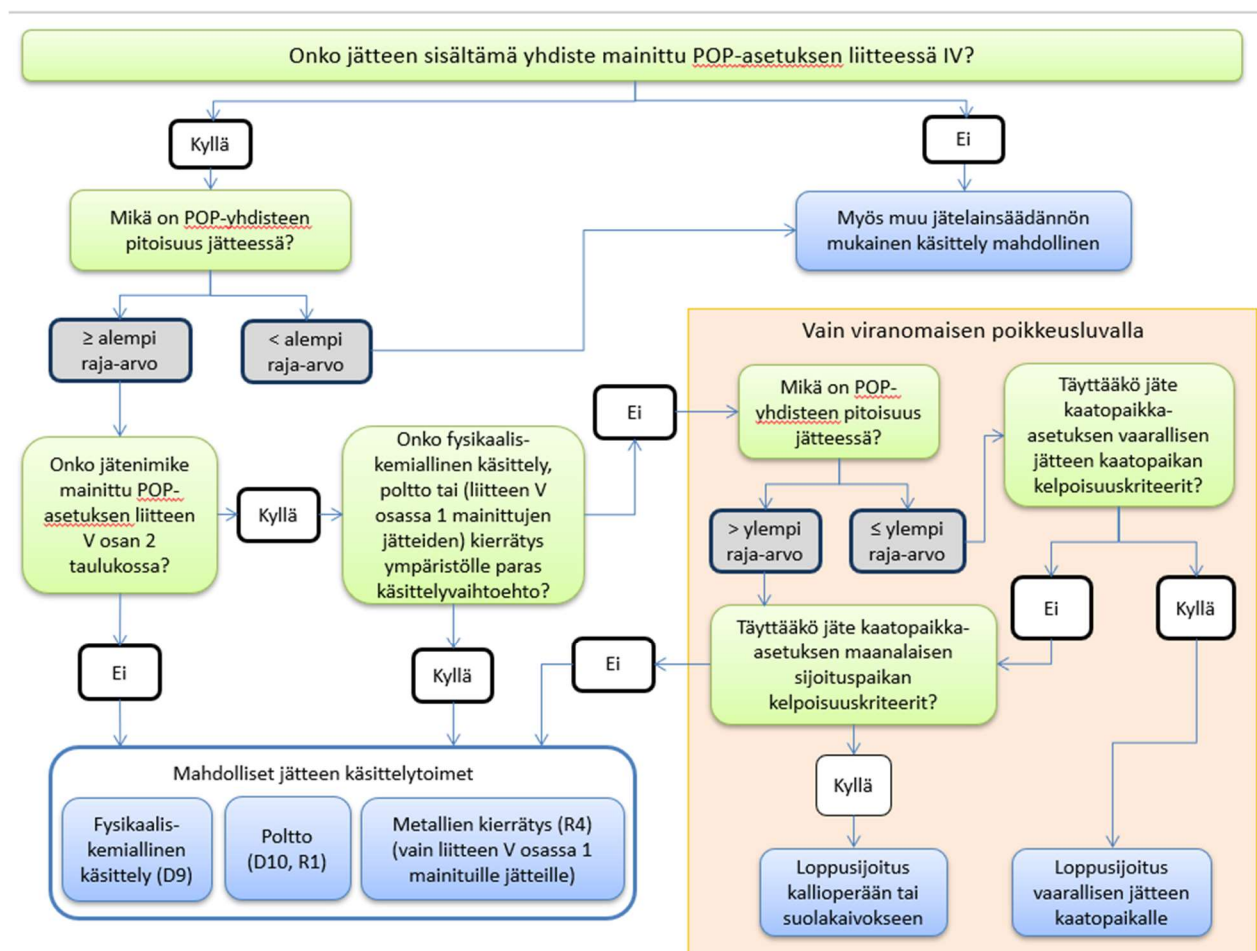
<sup>6</sup> Loppukäsittelymenetelmät luetellaan jäteasetuksen (978/2021) liitteessä 1 ja hyödyntämismenetelmät liitteessä 2.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Mikäli POP-yhdisteiden pitoisuus jätteessä on alhaisempi kuin alempi pitoisuusraja, jäte voidaan käsitellä myös sellaisilla menetelmillä, joissa jätteen sisältämät POP-yhdisteet eivät muunnu palautumattomasti tai tuhoudu lopullisesti. Tällainen jäte ei ole tässä ohjeessa tarkoitettua POP-jätettä. Jätettä ei kuitenkaan saa laimentaa pitoisuusrajan alittamiseksi.

Jos mikään edellä luetelluista käsittelymenetelmistä ei ole ympäristön kannalta paras vaihtoehto POP-jätteen käsittelylle eikä POP-yhdisteitä voida poistaa jätteestä, voi viranomainen tietyissä poikkeustapauksissa myöntää luvan jätteen sijoittamiseen vaarallisen jätteen kaatopaikalle, syväälle kallioperään tai suolakaivokseen. Jos POP-yhdisteen pitoisuus ylittää myös asetuksessa säädetyn ylempien pitoisuusrajan, voidaan jätettä sijoittaa poikkeusmenettelyllä vain syväälle kallioperään tai suolakaivokseen. Poikkeusmenettelyn soveltamista on käsitelty tarkemmin luvussa 10.5.

POP-jätteen mahdolliset käsittelyvaihtoehdot esitetään kaaviona kuvassa 2.



Kuva 2: EU:n POP-asetuksessa määritellyt POP-yhdisteitä sisältävän jätteen käsittelyvaihtoehdot.



## 5 POP-yhdisteet kierrätystuotteissa ja sivutuotteissa

### 5.1 Kierrätysmateriaalista valmistetut tuotteet

Jätteistä valmistettuihin kierrätysmateriaaleihin ja -tuotteisiin, joiden jätteeksi luokittelu on päättynyt (EEJ-materiaalit) sovelletaan POP-jätteen pitoisuusrajojen sijasta POP-asetuksen 3–4 artiklan tuotteita koskevia säännöksiä ja liitteen I pitoisuusrajoja.

Asetuksen 3(1) artiklan mukaan asetuksen liitteessä I lueteltujen aineiden valmistus, markkinoille saattaminen ja käyttö on kiellettyä. Asetuksen 4 artiklassa on säädetty tästä tiettyjä poikkeuksia. Kieltoa ei sovelleta POP-yhdisteeseen, jota esiintyy aineissa, seoksissa tai esineissä tahattomina jääminä (Unintentional Trace Contaminant, UTC). POP-asetuksen liitteessä I on säädetty tahattoman jäämän enimmäispitoisuudet osalle POP-yhdisteistä. Samalle POP-yhdisteelle voi olla useita tahattoman jäämän pitoisuusrajoja, riippuen siitä, onko kyse yhdisteestä aineessa, seoksessa vai esineessä. Liitteessä I on myös poikkeuksellisesti sallittu POP-yhdisteiden käyttö tietyissä välttämättömiksi katsotuissa käyttötarkoituksissa, joihin ei ole vielä saatavilla sopivia korvaavia aineita.

Eri POP-yhdisteille säädetty tahattoman jäämän pitoisuusrajat löytyvät tämän oppaan liitteestä 1.

#### **Tahattoman jäämän pitoisuusrajat on nykyisin säädetty seuraaville POP-yhdisteille:**

- Heksabromisyklododekaani (HCBDD)
- Heksaklooribentseeni (HCB)
- Lyhytketjuiset klooriparafiinit (SCCP)
- Perfluorioktaanihappo (PFOA), sen suolat ja PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet
- Perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) ja sen johdannaiset
- Pentakloorifenoli (PCP), sen suolat ja esterit
- Tetra-, penta-, heksa-, hepta ja deka-bromidifenyylieetterit (BDE-yhdisteet)

Em. yhdisteistä komissio on parhaillaan päivittämässä BDE-yhdisteiden, HCBDD:n ja PFOS:n UTC-pitoisuusrajoja.

#### **Komissio valmistelee parhaillaan tahattoman jäämän pitoisuusrajoja seuraaville POP-yhdisteille, joille ei tähän saakka ole ollut tahattoman jäämän pitoisuusrajoja:**

- PCB
- Kesällä 2023 Tukholman sopimukseen hyväksytyt uudet aineet (dekloraani plus, UV-328 ja metoksikloori)

**Yksittäisille tuotteille on voitu säätää muualla EU-lainsäädännössä POP-asetuksesta poikkeavia pitoisuusrajoja joillekin POP-yhdisteille.** Tuotekohtaisia pitoisuusrajoja on säädetty mm. lannoitevalmisteille, elintarvikkeille ja rehuille.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

EU:n lannoitevalmisteasetuksessa<sup>7</sup> on säädetty enimmäispitoisuusrajoja POP-yhdisteille EU-lannoitevalmisteiden raaka-aineissa:

- Komission delegoidun asetuksen (EU) 2021/2088<sup>8</sup> mukaan **pyrolyysissä ja kaasutuksessa muodostuvat materiaalit**, joita käytetään EU-lannoitteiden raaka-aineina, saavat sisältää:
  - dioksiineja ja furaaneja (PCDD/PCDF) enintään 0,020 µg WHO-TEQ/kg kuiva-ainetta, ja
  - ei-dioksiinin kaltaista PCB:tä enintään 0,8 mg/kg kuiva-ainetta (PCB-kongeneerien 28, 52, 101, 138, 153 ja 180 yhteenlaskettu pitoisuus)
- Komission delegoidun asetuksen EU 2022/973<sup>9</sup> mukaan EU-lannoitevalmisteiden valmistuksen ainesosina käytettävät **jätedirektiivin (ja jätelain) mukaiset sivutuotteet** saavat sisältää dioksiineja ja furaaneja (PCDD/PCDF) enintään 0,020 µg WHO-TEQ/kg (kuiva-ainetta).

Yllä olevia pitoisuusrajoja sovelletaan vain EU-lannoitteiden valmistuksessa. EU-lannoitteet ovat CE-merkittyjä lannoitteita, joita saa asettaa saataville markkinoille kaikissa EU-maissa.

Haitallisia aineita eläinten rehuissa koskevan direktiivin 2002/32/EY<sup>10</sup> liitteessä I on annettu raja-arvot seuraaville POP-yhdisteille:

- aldrini
- dieldriini
- toksafeeni
- klordaani
- DDT
- endosulfaani
- endriini
- heptakloori
- heksaklooribentseeni
- heksakloorisykloheksaanit
- dioksiinit ja furaanit sekä DL-PCB:t
- muut PCB-yhdisteet

Kullekin POP-yhdisteelle on asetettu erisuuruisia tuotekohtaisia pitoisuusrajoja mm. erityyppisille rehuaineille ja -seoksille, rehujen lisäaineille tai eri eläinlajeille tarkoitetuille rehuille.

---

<sup>7</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2019/1009, annettu 5 päivänä kesäkuuta 2019, EU-lannoitevalmisteiden asettamista saataville markkinoilla koskevien sääntöjen vahvistamisesta ja asetusten (EY) N:o 1069/2009 ja (EY) N:o 1107/2009 muuttamisesta sekä asetuksen (EY) N:o 2003/2003 kumoamisesta

<sup>8</sup> Komission delegeoitu asetus (EU) 2021/2088, annettu 7 päivänä heinäkuuta 2021, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2019/1009 liitteiden II, III ja IV muuttamisesta pyrolyysissä ja kaasutuksessa muodostuvien materiaalien lisäämiseksi EU-lannoitevalmisteiden ainesosaluokaksi

<sup>9</sup> Komission delegeoitu asetus (EU) 2022/973, annettu 14 päivänä maaliskuuta 2022, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2019/1009 täydentämisestä vahvistamalla maataloudellista tehoa ja turvallisuutta koskevat kriteerit sivutuotteiden käytölle EU-lannoitevalmisteissa

<sup>10</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/32/EY, annettu 7 päivänä toukokuuta 2002, haitallisista aineista eläinten rehuissa

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Elintarvikkeissa olevien vierasaineiden enimmäismääriä koskevassa EU-asetuksessa (EU) 2023/915<sup>11</sup> on säädetty pitoisuusrajat dioksiineille, furaaneille ja dioksiinien kaltaisille PCB-yhdisteille, muille PCB-yhdisteille sekä PFOS:lle, PFOA:lle ja PFHxS:lle. Kullekin POP-yhdisteelle asetetut pitoisuusrajat vaihtelevat elintarvikekohtaisesti.

POP-yhdisteiksi luokiteltujen torjunta-aineiden jäämien enimmäismääristä kasvi- ja eläinperäisissä elintarvikkeissa ja rehuissa on säädetty asetuksella (EY) N:O 396/2005<sup>12</sup>. Tiedot elintarvikkeiden sisältämien POP-torjunta-aineiden sallituista enimmäispitoisuuksista löytyvät elintarvikekohtaisesti EU:n torjunta-ainetietokannasta<sup>13</sup>. Tietokannasta löytyviä elintarvikkeiden enimmäispitoisuuksia POP-torjunta-aineille sovelletaan myös rehuna käytettyihin elintarvikkeisiin (esimerkiksi viljat).

**Kansallisesti on säädetty PCB:lle pitoisuusraja 1 mg/kg tuotteeksi luokiteltavassa betonimurskeessa** (valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista 466/2022).

## 5.2 Sivutuotteet

Jätelain 5 a §:n mukaan sivutuotteet eivät ole jätteitä, vaan tuotantoprosessissa syntyviä ns. jäännöstuotteita, jotka syntyvät prosessin sivutuotteena varsinaisen päätuotteen ohella ja jotka täyttävät mainitussa pykälässä säädetyt edellytykset.

**Sivutuotteita koskevat kaikki POP-asetuksen tuotesäännökset, kuten aineiden ja seosten valmistusta, markkinoille saattamista ja käyttöä koskevat kiellot ja rajoitukset.**

POP-yhdisteitä tuotteissa (ml. sivutuotteissa) koskevista kielloista ja rajoituksista sekä niiden poikkeuksista on säädetty asetuksen 3–4 artikloissa sekä liitteessä I. Liitteessä I on säädetty myös pitoisuusrajat tuotteiden sisältämille POP-yhdisteiden tahattomille jäämille (UTC) (ks. tarkemmin edellä luku 5.1).

---

<sup>11</sup> Komission asetus (EU) 2023/915, annettu 25 päivänä huhtikuuta 2023, tiettyjen elintarvikkeissa olevien vierasaineiden enimmäismääristä ja asetuksen (EY) N:o 1881/2006 kumoamisesta

<sup>12</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:O 396/2005, annettu 23 päivänä helmikuuta 2005, torjunta-ainejäämien enimmäismääristä kasvi- ja eläinperäisissä elintarvikkeissa ja rehuissa tai niiden pinnalla sekä neuvoston direktiivin 91/414/ETY muuttamisesta

<sup>13</sup> EU Pesticide Database: [https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database\\_en](https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en)

## 6 POP-yhdisteitä sisältävien tuotteiden uudelleenkäyttö

POP-asetuksen 4(2) artikla sallii sellaisen POP-yhdistettä sisältävän esineen käytön jatkamisen, joka on ollut käytössä jo silloin, kun POP-asetuksen ainetta koskeva käyttökielto tai -rajoitus on tullut voimaan. Tällaisen esineen uudelleenkäyttö alkuperäiseen tarkoitukseensa on sallittua, jos esinettä ei välillä luokitella jätteeksi.

Sen sijaan, jos esine on välillä jätettä ja se tulee uudelleenkäytettäväksi vasta uudelleenkäytön valmistelun<sup>14</sup> jälkeen, on esineen täytettävä ne POP-yhdisteitä tuotteissa koskevat säännökset, jotka ovat voimassa kyseisenä ajankohtana.

POP-yhdisteitä sisältävien esineiden uudelleenkäytössä tulisi arvioida siitä aiheutuva riski uudessa käyttökohteessa. Esimerkiksi jos rakennuksesta purettuja ulkoikkunoita, joiden saumauksiin on käytetty SCCP-pitoisia saumausmassoja, halutaan käyttää uudelleen sisätiloissa väliseininä, tulisi arvioida rakennuksen käyttäjille SCCP-altistuksesta aiheutuvat riskit.

Uudelleenkäytettäviin POP-yhdisteitä sisältäviin esineisiin on suositeltavaa liittää merkintä POP-yhdisteistä. Näin pystytään varmistamaan, että POP-jäte pystytään myöhemmin tunnistamaan käytöstä poistettaessa ja toimittamaan se asianmukaiseen jätteenkäsittelyyn.

**Tiettyjen PCB:tä sisältävien laitteiden käytön jatkaminen on kielletty.** PCB:tä sisältävien muuntajien ja vähintään 1 kvar:n kondensaattorien sekä muiden yli 5 dm<sup>3</sup> PCB:tä sisältävien PCB-laitteistojen käyttö on kielletty ja ne on pitänyt Suomessa poistaa käytöstä asteittain vuosina 1994–1999 (valtioneuvoston asetus PCB-laitteistojen käytön rajoittamisesta ja PCB-jätteen käsittelystä 958/2016 sekä jo kumotut valtioneuvoston päätökset 1071/1989 ja 711/1998).

Käytöstä poistamista koskeva velvoite on POP-asetuksessa laajennettu koskemaan myös pienempiä PCB-laitteita. Jäsenvaltioiden on tunnistettava ja poistettava käytöstä mahdollisimman nopeasti laitteet (kuten muuntajat, kondensaattorit tai muut nesteitä sisältävät säiliöt), joiden PCB-pitoisuus on yli 0,005 % ja jotka sisältävät PCB-yhdisteitä yli 0,05 dm<sup>3</sup>. Käytöstä poistaminen on toteutettava viimeistään 31.12.2025.

Suosittelavaa on, että yli 0,05 dm<sup>3</sup> PCB:tä sisältäviä laitteita ei enää toimiteta uudelleenkäyttöön. Mikäli tällainen laite kuitenkin toimitetaan uudelleenkäyttöön, tulisi sen vastaanottajalle antaa tieto, että laite on poistettava käytöstä ja toimitettava asianmukaiseen jätteenkäsittelyyn vuoden 2025 loppuun mennessä.

Uudelleenkäytettäviä esineitä, jotka sisältävät POP-yhdisteitä, voivat koskea myös EU:n REACH-asetuksen (EY N:o 1907/2006<sup>15</sup>) velvoitteet. Osa POP-yhdisteistä on tunnistettu REACH-asetuksen mukaisiksi ns. erityistä huolta aiheuttaviksi aineiksi (SVHC-aineet), joille on säädetty erityisiä tiedonantovelvoitteita:

<sup>14</sup> Jätelain 6 §:n 1 mom. 21-kohdan mukaan uudelleenkäytön valmistelulla tarkoitetaan ”jätteen tarkistamiseksi, puhdistamiseksi tai korjaamiseksi toteutettavaa toimintaa, jolla käytöstä poistettu tuote tai sen osa valmistellaan siten, että se voidaan käyttää uudelleen ilman muuta esikäsittelyä”.

<sup>15</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006 kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelystä ja rajoituksista (REACH), Euroopan kemikaaliviraston perustamisesta, direktiivin 1999/45/EY muuttamisesta sekä neuvoston asetuksen (ETY) N:o 793/93, komission asetuksen (EY) N:o 1488/94, neuvoston direktiivin 76/769/ETY ja komission direktiivien 91/155/ETY, 93/67/ETY, 93/105/ETY ja 2000/21/EY kumoamisesta

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

- Jos esine sisältää SVHC-ainetta yli 0,1 %, on esineen vastaanottajille toimitettava riittävät tiedot, jotta esineen turvallinen käyttö on mahdollista (REACH-asetus 33 artikla).
- SVHC-esineistä on tehtävä ilmoitus ECHAN ylläpitämään SCIP-rekisteriin (kemikaalilaki 599/2013, 22 b §).

SVHC-aineet löytyvät ECHA:n ylläpitäältä luvanvaraisten aineiden kandidaattilistalta ([echa.europa.eu/fi/candidate-list-table](https://echa.europa.eu/fi/candidate-list-table)).

## 7 Kansallisen lainsäädännön POP-jätteitä koskevat velvoitteet

### 7.1 Vastuu POP-jätteen tunnistamisesta

Jätelain 12 §:ssä on säädetty jätteen haltijan yleisestä selvilläolovelvollisuudesta. Sen mukaan jätteen haltijan on oltava selvillä jätteen jätehuollon järjestämisen kannalta merkityksellisistä ominaisuuksista.

Selvilläolovelvollisuus koskee myös jätteen sisältämiä POP-yhdisteitä, koska POP-jätteitä koskevat jätehuoltovelvoitteet poikkeavat muiden vastaavien jätteiden jätehuollosta. Jätteen sisältämät POP-yhdisteet ovat siten laissa tarkoitettu jätehuollon järjestämisen kannalta merkityksellinen ominaisuus.

Jätelain mukaan **jätteen haltijalla** tarkoitetaan **jätteen tuottajaa, kiinteistön haltijaa tai muuta, jonka hallussa jäte on**. Siten jätteen haltijaa koskeva selvilläolovelvollisuus POP-jätteestä koskee vuorollaan jokaista tahoja, jonka hallussa jäte on missä tahansa jätehuoltoketjun vaiheessa. Kaikkien jätehuoltoketjussa toimivien jätteen haltijoiden tulisi omassa toiminnassaan pyrkiä tunnistamaan POP-jätteet mahdollisimman tarkoin, jotta POP-jätteet tulevat käsiteltyksi asianmukaisesti. Samalla riittävän tarkalla tunnistamisella voidaan ehkäistä, ettei suuria määriä POP-yhdisteistä vapaata jätettä ohjaudu tarpeettomasti polttoon tai loppukäsittelyyn.

**Jätteen tuottajalla on jätelain 12 §:n nojalla ensisijainen vastuu selvittää, onko kyseessä POP-jäte.** Esimerkiksi rakennusten purkujätteiden osalta selvitys POP-jätteistä tulisi tehdä osana rakennuksen purkukartoitusta. Jätteen haltijan tulisi erotella POP-jätteet muusta jätteestä mahdollisuuksien mukaan jo syntypaikalla ennen jätteen toimittamista käsittelylaitokselle, jotta vältetään muun jätteen saastuminen POP-yhdisteillä.

Vaikka tuottajilla on lähtökohtaisesti velvollisuus tunnistaa POP-jätteet, ei kaikkien jätevirtojen osalta jätteen tuottajan tunnistusvastuu kuitenkaan ole käytännön kannalta toimiva ratkaisu, vaan jätteen vastaanottajilla ja käsittelylaitoksilla voi olla paremmat tekniset edellytykset POP-jätteen tunnistamiseen. Paras jätehuoltoketjun vaihe tunnistamiselle voi vaihdella jätevirroittain. Tunnistaminen käsittelylaitoksilla sopii esimerkiksi useista hajalähteistä peräisin oleville kuluttajajätteille kuten romuajoneuvoille ja sähkö- ja elektroniikkalaiteromulle. Vastaanottajien ja käsittelijöiden asiantuntemuksen vuoksi on luontevaa, että käsittelijä tekee analyysyjä yhteistoiminnassa jätteen tuottajan kanssa.

Silloin, kun käsitellään jätteitä, jotka voivat todennäköisesti sisältää POP-yhdisteitä, tulisi jätteen tuottajilla, ammattimaisilla kerääjillä, vastaanottajilla ja käsittelijöillä olla suunnitelma ja menettelyt, kuinka POP-jätteet tunnistetaan. Ympäristöluvanvaraista jätteen käsittelytoimintaa harjoittavan toimijan on sisällytettävä jätteen käsittelyn seuranta- ja valvontasuunnitelmaan toimet, joita laitoksella on toteutettu POP-jätteen tunnistamiseksi (ks. luku 7.2.3).

POP-yhdisteiden tunnistamisen järjestämisessä tarvitaan koko jätehuoltoketjun toimijoiden yhteistyötä. Kustannusten vähentämiseksi tiedon jo tehdyistä tunnistustoimenpiteistä ja niiden tuloksista tulisi kulkea käsittelyketjussa jätteen mukana. Jätehuoltoa koskevissa sopimuksissa on suositeltavaa määritellä, mikä taho huolehtii POP-jätteiden tunnistamisesta, sekä mikä taho vastaa tunnistamisesta aiheutuvista kustannuksista.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

POP-jätteiden tunnistamista on käsitelty laajemmin ympäristöministeriön julkaisemassa oppaassa (POP-jätteen tunnistaminen, Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1)<sup>16</sup>.

## 7.2 POP-jätteiden seuranta

POP-asetus edellyttää, että jäsenmaat laajentavat jätedirektiivin mukaista vaarallisten jätteiden seurantajärjestelmäänsä koskemaan myös POP-jätteitä. POP-asetuksen velvoite on pantu Suomessa täytäntöön jätelain vuoden 2021 uudistuksessa (jätelain muutos 714/2021 ja valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021, jäljempänä ”jäteasetus”).

Jätelaissa ja -asetuksessa säädettiin toiminnanharjoittajille seuraavat POP-jätteitä koskevat velvoitteet:

- Jätteen tuottajan, välittäjän, kerääjän, kuljettajan ja käsittelijän on pidettävä kirjaa POP-jätteistä.
- Jätelain 121 §:n mukainen siirtoasiakirja on laadittava myös POP-jätteiden siirroista.
- Jätelain 120 §:n mukaiseen jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmaan on sisällytettävä jatkossa kuvaus POP-jätteen tunnistamisesta käsittelylaitoksessa.

Velvoitteet tulivat voimaan 19.7.2021 alkaen. Niiden sisältöä kuvataan tarkemmin luvuissa 7.2.1–7.2.3.

### 7.2.1 Kirjanpitovelvoite POP-jätteistä

Jätelain 118 §:n mukaan jätteen tuottajan, jätteen ammattimaisen tai laitoksen käsittelijän, muun ympäristöluvanvaraisen toiminnan harjoittajan sekä jätteen kuljettajan, välittäjän ja kerääjän on pidettävä osaltaan kirjaa POP-jätteistä. POP-jätteen kirjanpitovelvoite koskee myös ilmoituksenvaraista elintarviketeollisuuden toimintaa. POP-jätteen kirjanpitovelvoite ei koske kotitaloutta.

Kirjanpitoon sisällytettävistä tiedoista on säädetty jätelain 119 §:ssä. Sen mukaan kirjanpidossa on oltava toiminnan luonteesta riippuen tiedot syntyneen, kerätyn, kuljetetun, välitetyn tai käsitellyn jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä ja toimituspaikasta sekä jätteen kuljetuksesta ja käsittelystä.

Kirjanpitovelvoitetta POP-jätteistä on tarkennettu jäteasetuksen (978/2021) 33, 36 ja 38 §:ssä. Niiden mukaan POP-jätteen tuottajan, käsittelijän, kuljettajan, välittäjän ja kerääjän kirjanpidossa on oltava muiden vaadittujen tietojen ohella myös tiedot POP-jätteen sisältämisestä pysyvistä orgaanisista yhdisteistä.

Jätelaissa ja -asetuksessa säädetyt jätteen tuottajan, käsittelijän, kuljettajan, välittäjän ja kerääjän kirjanpitovelvoitteet löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 5.

### 7.2.2 Siirtoasiakirjavelvollisuus

Jätelain 121 §:n mukaan jätteen haltijan on ennen jätteen siirron aloitusta laadittava siirtoasiakirja POP-jätteestä, joka siirretään ja luovutetaan jätelain 29 §:ssä tarkoitetulle vastaanottajalle. Siirtoasiakirjassa on oltava valvonnan ja seurannan kannalta tarpeelliset

<sup>16</sup> <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164548>



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä, käsittelytavasta toimituspaikassa sekä kuljettajasta.

Siirtoasiakirja on laadittava sähköisenä (JäteL 121 a §). Jätteen haltijan on vahvistettava siirtoasiakirjassa annettujen tietojen oikeellisuus, ja vastaavasti jätteen kuljettajan on vahvistettava jätteen kuljetettavaksi ottaminen ja vastaanottajan jätteen vastaanotto. Jätteen haltijan ja vastaanottajan on säilytettävä siirtoasiakirjan tiedot kolmen vuoden ajan siirron päättymisestä. Poikkeustapauksessa siirtoasiakirja voidaan laatia myös paperisena, jos sähköisen siirtoasiakirjan laatimiseen ei ole mahdollisuutta. .

Jos POP-jäte noudetaan kotitaloudesta, jätteen kuljettajan on jätteen haltijan sijasta laadittava siirtoasiakirja sekä huolehdittava asiakirjan antamisesta vastaanottajalle ja sen säilyttämisestä.

Jäteasetuksessa (40 §) on säädetty tarkemmin, mitä tietoja POP-jätteen siirtoasiakirjaan on merkittävä. Siirtoasiakirjassa on oltava muiden vaadittujen tietojen ohella myös tiedot POP-jätteen sisältämisestä pysyvistä orgaanisista yhdisteistä sekä tiedot POP-jätteen pakkaus- ja kuljetustavasta.

Jätelain siirtoasiakirjaa koskevat velvoitteet ja jäteasetuksessa säädetty siirtoasiakirjan tietovaatimukset löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 6.

Suomen ympäristökeskus ylläpitää sähköistä siirtoasiakirjarekisteriä (siirtorekisteri.fi). Jätteen haltijan on jätelain uuden 121 b §:n mukaan toimitettava siirtoasiakirjan sisältämät tiedot rekisteriin (jätelain muutos 494/2022). Velvollisuus koskee myös POP-jätteen siirtoasiakirjoja.

Markkinoilla on kaupallisia toimijoita, jotka tarjoavat jätteenhaltijoille valmiita sähköisiä siirtoasiakirjapalveluita.

Lisätietoa siirtoasiakirjaveloitteesta sekä siirtoasiakirjan laatimisesta ja käytöstä löytyy ympäristöministeriön 1.9.2022 julkaisemasta muistiosta ”Siirtoasiakirjan käyttö tiettyjen jätteiden kuljetuksessa<sup>17</sup>” (Ympäristöministeriö, 2022).

## 7.2.3 Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma

Jätelain 120 §:n mukaan toiminnanharjoittajan, joka harjoittaa ympäristölupaa vaativaa jätteen käsittelytoimintaa, on laadittava suunnitelma jätteen käsittelyn seurannan ja tarkkailun järjestämisestä. Seuranta- ja tarkkailusuunnitelman tarkoitus on tukea ja tehostaa toimijoiden omavalvontaa. Se toimii sekä vastaanotettavien jätteiden että syntyvien jätteiden laadun ja käsittelyprosessien seurantavälineenä. Suunnitelma esitetään laitoksen ympäristölupaviranomaiselle. Se voidaan vaihtoehtoisesti esittää myös valvontaviranomaiselle, jos sitä on edellytetty ympäristöluvan ehdoissa.

Tarkemmat seuranta- ja tarkkailusuunnitelman sisältövaatimukset on säädetty jäteasetuksen 41 §:ssä. Suunnitelmassa on esitettävä myös ne toimet, joita laitoksella on toteutettu POP-jätteen tunnistamiseksi. Jätelain 120 §:ssä säädetty toiminnanharjoittajan seuranta- ja tarkkailuvelvollisuus ja jäteasetuksen 41 §:n sisältövaatimukset seuranta- ja tarkkailusuunnitelmalle on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 7.

---

17

[https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Siirtoasiakirja+muistio\\_p%C3%A4ivitys14092022.pdf/180fb9c1-4a37-9fe1-c0ac-4629862be205/Siirtoasiakirja+muistio\\_p%C3%A4ivitys14092022.pdf?t=1663155710531](https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Siirtoasiakirja+muistio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf/180fb9c1-4a37-9fe1-c0ac-4629862be205/Siirtoasiakirja+muistio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf?t=1663155710531)



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Toimet POP-jätteen tunnistamiseksi voivat sisältää mm. seuraavia:

- laadulliset toimet niiden käsittelyyn tulevien jätevirtojen tunnistamiseksi, jotka todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä (esimerkiksi sisäiset ohjeistukset, jätteen lähettäjältä edellytettävät tiedot jätteen sisältämisestä POP-yhdisteistä ja jätteen alkuperästä, kirjapitokäytännöt)
- tekniset toimet, joita on toteutettu POP-jätteen tunnistamiseksi ja erottelemiseksi käsiteltäväksi tulevasta jätevirrasta (esimerkiksi näytteenotto- ja analyysikäytännöt, käytössä olevat optiset tunnistusmenetelmät tai tiheyteen perustuvat erottelumenetelmät sekä niiden toimivuuden varmistamiseksi tehdyt säännölliset laboratorioanalyysit)
- toimet käsittelytoiminnassa syntyvien POP-yhdisteitä sisältävien jätelajien tunnistamiseksi
- toimintaohjeet, joilla varmistetaan toiminnassa syntyvien POP-yhdisteitä sisältävien jätteiden erillään pitäminen ja toimitus käsiteltäväksi POP-asetuksen edellyttämällä tavalla

ELY-keskukset ovat julkaisseet jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelman laatimisesta oppaan ”Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma, Laadintaohje toiminnanharjoittajalle<sup>18</sup>” (Varsinais-Suomen ELY-keskus, 2020). Oppaassa ei ole vielä huomioitu jäteasetuksen velvoitetta tarkastella suunnitelmassa POP-jätteen tunnistamiseksi toteutettuja toimia, mutta opas on tarkoitettu päivittämään vuoden 2024 aikana.

## 7.3 Purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys

Rakennuksen purkulupahakemuksessa on esitettävä selvitys rakennusjätteen määrästä ja laadusta sekä sen lajittelusta (ns. rakennus- ja purkujäteilmoitus) (maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 127 § ja maankäyttö- ja rakennusasetuksen 895/1999 55 §).

Vuoden 2025 alusta voimaan tulevassa uudessa rakentamislaisissa (751/2023, 16 §) rakennus- ja purkujäteilmoituksen nimi muuttuu purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitykseksi ja sen sisällölle tullaan antamaan aiempaa kattavammat vaatimukset ympäristöministeriön asetuksella. Luonnos ympäristöministeriön asetukseksi purkumateriaali- ja rakennusjätteselvityksestä<sup>19</sup> on ollut lausunnoilla tammikuussa 2024.

Asetusluonnoksen 3 §:n mukaan selvityksen on sisällettävä erikseen arvio vaarallisia aineita sisältävien purkumateriaalien määrästä, jotka on tunnistettu asbesti- ja haitta-ainekartoituksen ja –tutkimusten tai muun tiedon perusteella. Tyypillisesti vaarallisia aineita sisältävät materiaalit tunnistetaan rakennuksessa tehdyssä asbesti- ja haitta-ainekartoituksessa ja -tutkimuksissa. Asetuksen perustelumuistion mukaan **haitta-ainekartoituksen tulee kattaa myös PCB-yhdisteet ja muut POP-yhdisteet.**

Asetusluonnoksen mukaan purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys on päivitettävä rakennus- tai purkuhankkeen valmistuttua, ja tiedot on ilmoitettava Suomen ympäristökeskukseen perustettavaan tietokantaan. **Syken rakennus- ja purkujätetietokantaan on ilmoitettava tiedot myös POP-jätteistä ja niiden toimituspaikasta ja käsittelystä. Ilmoitusvelvollisuuden on tarkoitus tulla voimaan 1.1.2025.** Sähköisen siirtoasiakirjan tietoja voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää ilmoituksen tekemisessä.

<sup>18</sup> <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-850-5>

<sup>19</sup> Lausuntopalvelu.fi, lausuntopyyntönumeron diaarinumero VN/14613/2023.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Asbesti- ja haitta-ainetutkimuksia koskeva päivitetty Rakennustiedon ohjekortti RT 103 501<sup>20</sup> julkaistiin 4.10.2022. Siinä POP-yhdisteitä on käsitelty aiempaa laajemmin. Mukana ovat PCB-yhdisteiden lisäksi SCCP, HBCDD, PBDE-yhdisteet<sup>21</sup> ja pentakloorifenoli.

---

<sup>20</sup> Rakennustietosäätiön ohjekortti RT-103501: Haitalliset aineet rakennuksissa. Tutkijan ohje. 2022.

<sup>21</sup> PBDE-yhdisteet = polybromidifenyylieetterit; yhdisteryhmä, johon kuuluu 209 kongeneeria, eli rakenteeltaan samankaltaista yhdistettä, joissa on kuitenkin eri määrä bromia; näistä POP-yhdisteiksi on luokiteltu tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetterit

## 8 Milloin POP-jäte on myös vaarallista jätettä?

### 8.1 POP-jätteen vaaralliseksi luokittelun periaatteet

Jäte- ja ympäristönsuojelulainsäädännössä on annettu vaarallisia jätteitä koskevia erityissäännöksiä. Luokittelulla vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi voi olla vaikutusta esimerkiksi jätteen käsittelytavan valintaan, jätteen käsittelylaitoksen ympäristölupaan sekä jätteiden pakkaamiseen, merkintään ja kirjanpitoon. Jäte voi olla ominaisuuksiltaan palo- tai räjähdysvaarallista, tartuntavaarallista, muuten terveydelle vaarallista tai ympäristölle vaarallista.

Jätelain 6 §:n 1 mom. 1-kohdan mukaan **vaarallisella jätteellä tarkoitetaan jätettä, jolla on jokin vaarallinen ominaisuus**. Jäteasetuksen 3 §:n mukaan ominaisuuksista, joiden perusteella jäte luokitellaan vaaralliseksi, säädetään jätedirektiivin (2008/98/EU) liitteessä III. Liitteessä III on annettu myös tarkentavia kriteerejä, kuten jäteluokittelussa sovellettavat terveys- tai ympäristövaaraa aiheuttavien aineiden pitoisuusrajat. Nykyisin voimassa oleva jätedirektiivin liite III on annettu komission asetuksella (EU) n:o 1357/2014 ja neuvoston asetuksella (EU) 2017/997, jotka ovat sellaisenaan sovellettavaa lainsäädäntöä myös Suomessa.

Vaarallisen jätteen määritelmää täydentää jäteasetuksen liitteessä 3 annettu jäteluettelo, jossa on määritelty yleisimmät jätteet ja vaaralliset jätteet. Jäteasetuksen jäteluettelo perustuu EU:n jäteluetteloon (komission päätös 2014/955/EU<sup>22</sup>).

Jäteasetuksen liitteessä 3 säädetään myös, milloin POP-yhdisteitä sisältävä jäte on vaarallista jätettä. Sen mukaan **suurimmalle osalle POP-yhdisteistä sovelletaan vaarallisen jätteen pitoisuusrajana POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajaa (alempi POP-pitoisuusraja)**. Poikkeuksen tästä säännöstä muodostavat:

- Dikofoli
- Endosulfaani
- Heksabromisyklododekaani
- Heksaklooributadieeni
- Pentakloorifenoli, sen suolat ja esterit
- PFHxS, sen suolat ja samankaltaiset yhdisteet
- PFOA, sen suolat ja samankaltaiset yhdisteet
- PFOS ja sen johdannaiset
- Polyklooratut naftaleenit
- SCCP
- Tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetterit.

Niiden luokittelussa vaaralliseksi jätteeksi sovelletaan jätedirektiivin liitteessä III säädettyjä yleisiä jäteluokittelun pitoisuusrajoja, jotka perustuvat em. aineiden kemikaalilainsäädännön mukaisiin vaaraluokituksiin.

---

<sup>22</sup> Komission päätös, annettu 18 päivänä joulukuuta 2014, jäteluettelosta annetun päätöksen 2000/532/EY muuttamisesta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/98/EY mukaisesti (2014/955/EU)

## Tietolaatikko 2: POP-jätteiden luokitteluun vaaralliseksi jätteeksi on mahdollisesti tulossa muutoksia

POP-asetuksen muutoksen (EU) 2022/2400 2 artiklan mukaan komission on arvioitava, tulisiko POP-asetuksen liitteen IV alempi POP-jätteen pitoisuusraja säätää vaarallisen jätteen pitoisuusrajaksi kaikille POP-yhdisteille. Komission on tehtävä arvion pohjalta 29.12.2025 mennessä ehdotus jätedirektiivin ja EU:n jäteluettelon muuttamisesta.

Uudistuksen tavoitteena on varmistaa POP- jätteiden parempi jäljitettävyys ja tehokas käsittely, sekä vähentää lainsäädännön epä johdonmukaisuuksia.

Komissio aloitti selvityksen teon keväällä 2023.

Tämän oppaan liitteessä 8 esitetään sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat POP-asetuksen liitteen IV yhdisteille. On syytä huomata, että POP-jäte voi olla vaarallista jätettä myös muiden sisältämiensä vaarallisten aineiden vuoksi, vaikka POP-yhdisteen pitoisuus jätteessä alittaisikin vaarallisen aineen pitoisuusrajan.

Jätteen sisältämien vaarallisten aineiden pitoisuuksien lisäksi jätteen luokittelun kannalta on keskeistä, onko kyseinen jäte luokiteltu jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelossa vaaralliseksi vai vaarattomaksi jätteeksi. Jäteluettelossa on kolmenlaisia nimikkeitä:

- jätteet, jotka on aina luokiteltu vaarallisiksi (luettelossa tähdellä merkityt nimikkeet)
- jätteet, jotka on aina luokiteltu vaarattomaksi
- jätteet, joille löytyy sekä vaarattoman että vaarallisen jätteen nimike (ns. rinnakkaisnimikkeet).

Jos jäte kuuluu sellaiseen jätenimikkeeseen, joka on luokiteltu aina vaaralliseksi jätteeksi tai aina vaarattomaksi jätteeksi, ei jätteen luokittelemisesta tarvitse tehdä erillistä arviota. Jos taas jäte on luokiteltu ns. rinnakkaisnimikkeeseen, eli samalle jätteelle löytyy sekä vaarattoman jätteen että vaarallisen jätteen nimike, on jätteen luokittelu tehtävä tapauskohtaisesti jätedirektiivin liitteessä III esitettyjen kriteerien (kuten vaarallisten aineiden pitoisuusrajojen) mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2019).

Voimassa olevassa jäteluettelossa on useita vaarattoman jätteen nimikkeitä, jotka koskevat myös POP-jätteitä. Nämä jätteet ovat vaarattomia jätteitä, vaikka POP-yhdisteiden vaarallisen jätteen pitoisuusraja ylittyisikin, ellei aluehallintovirasto tai alueellinen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus) ole tehnyt jätelain 7 §:n mukaista päätöstä jäteluokituksesta poikkeamisesta. Tällaisia aina vaarattomaksi luokiteltuja jätteitä ovat esimerkiksi useat bromattuja palonsuoja-aineita, SCCP:tä tai PFAS-yhdisteitä mahdollisesti sisältävät jätejakeet, kuten jätteiden mekaanisessa käsittelyssä (esimerkiksi lajittelussa, murskauksessa, paalauksessa ja pelletoinnissa) syntyvät muovi- ja tekstiilijätejakeet, yhdyskunnista peräisin olevat tekstiilit, vaatteet, nahkajätteet, huonekalut, patjat ja muovit, yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden liete sekä valokuvausfilmien ja -paperin jätteet.

**Jätteen luokittelu vaarattomaksi tai vaaralliseksi jätteeksi ei vaikuta EU:n POP-asetuksessa säädettyihin jätteenkäsittelyvelvoitteisiin. Jäte, joka sisältää POP-yhdisteitä yli liitteen IV alemman pitoisuusrajan, on käsiteltävä asetuksen 7 artiklan edellyttämällä tavalla riippumatta sen luokituksesta.**

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Lisätietoa jätteiden luokittelusta vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi löytyy ympäristöministeriön oppaasta ”Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas<sup>23</sup>” (Ympäristöministeriö, 2019).

## 8.2 Esimerkkejä POP-yhdisteitä sisältävien jätteiden luokittelusta

### 8.2.1 Palonsuoja-aineita sisältävien muovien luokittelu

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun, romuajoneuvojen ja rakennusten purkujätteiden muoveista voi löytyä monia eri bromattuja palonsuoja-aineita, joista vain muutama on POP-yhdisteitä. Muovien palonsuojaukseen on voitu käyttää esimerkiksi polybromidifenyylieettereitä (PBDE), 1,2-bis(2,4,6-tribromifenoksi)etaania (BTBPE), polybromibifenyylä (PBB tai HBB), decabromodifenyylietaania (DBDPE), tetrabromibisfenoli-A:ta (TBBPA) ja heksabromisyklododekaania (HBCDD) (Fjäder ym., 2022). Bromattujen palonsuoja-aineiden kanssa käytetään myös usein lisäaineita, jotka parantavat palonsuoja-aineiden vaikutusta. Halogenoitujen palonsuoja-aineiden kanssa yleisesti käytetty tehoaine on antimoni (esim. antimonitrioksidi,  $Sb_2O_3$ ). (Retkin, 2012; Haarman, 2023).

Palonsuojaus on voitu tehdä myös klooratuilla palonsuoja-aineilla. Klooratuista palonsuoja-aineista dekloraani plus tullaan lisäämään POP-asetukseen vuonna 2024. Sitä on käytetty erityisesti ajoneuvojen valmistuksessa. Palonsuojaukseen on voitu käyttää myös kokonaan halogeenittomia fosfaatti- tai typpipohjaisia palonsuoja-aineita.

Palonsuoja-aineiden vaaralliset ominaisuudet vaihtelevat yhdistekohtaisesti. Taulukossa 5 tarkastellaan eräiden mm. ajoneuvoissa, sähkö- ja elektroniikkalaitteissa ja rakennustuotteissa käytettyjen palonsuoja-aineiden luokittelua vaaralliseksi aineeksi sekä vastaavia vaarallisen jätteen pitoisuusrajajoja.

Käytännössä muoviosien määrittely vaaralliseksi jätteeksi niiden sisältämien palonsuoja-aineiden pitoisuuksien perusteella edellyttäisi yksittäisten osien analysoimista laboratoriossa, ellei saatavilla ole tuotekohtaisia tietoja valmistajalta. Lainsäädännössä ei ole yleistä muovin bromipitoisuuteen perustuvaa pitoisuusrajaa, jonka ylittävällä pitoisuudella bromatuilla palonsuoja-aineilla suojattu muovi katsottaisiin vaaralliseksi jätteeksi.

Muovien sisältämien haitallisten aineiden pitoisuuksien lisäksi muovijätteen luokitteluun vaikuttaa sen alkuperä. Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelossa eri toiminnoista ja jätevirroista peräisin oleville muovijätteille on säädetty sekä aina vaarattoman jätteen nimikkeitä että vaarallisen ja vaarattoman jätteen rinnakkaisnimikkeitä. Esimerkiksi muovipakkauksille, rakennusten purkumuoveille ja sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoveille on jäteluettelossa rinnakkaisnimikkeet, jolloin niiden luokitus tapahtuu muovin sisältämien vaarallisten aineiden pitoisuuksien perusteella. Sen sijaan esimerkiksi romuajoneuvoista ja maataloudesta peräisin olevat muovit on luokiteltu jäteluettelossa aina vaarattomaksi jätteeksi. (Euroopan komissio, 2018a).

<sup>23</sup> <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-001-9>

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukko 5: Eräiden palonsuoja-aineiden ja niiden kanssa käytettävien tehoaineiden kemikaalilainsäädännön mukaiset luokitukset ja niille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat.

Yhdellä yhdisteellä voi olla useita kemikaalien luokittelua koskevan CLP-asetuksen (1272/2008)<sup>24</sup> mukaisia vaaraluokituksia. Taulukkoon on merkitty kaikki yksittäisen yhdisteen CLP-asetuksen mukaiset vaaraluokitukset ja jokaista luokitusta vastaava vaarallisen jätteen pitoisuusraja jätedirektiivin liitteessä III. Jäteluoituksessa sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja on näistä yhdisteen vaaraluokitusten mukaisista pitoisuusrajoista alhaisin (merkitty taulukkoon lihavoituna).

Palonsuoja-aine tai tehoaine	CLP-asetuksen mukainen luokitus	Sovellettava vaarallisen jätteen luokittelun pitoisuusraja (jätedirektiivin liite III)	Sovellettava POP-jätteen pitoisuusraja (POP-asetuksen liite IV)
Kaupallinen pentabromidifenyyleetteri	Lact. (H362) STOT RE 2 (H373) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	(-) (10 %) (25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	500 mg/kg  29.12.2025 alkaen 350 mg/kg  30.12.2027 alkaen 200 mg/kg
Kaupallinen oktabromidifenyyleetteri	Repr. 1B (H360)	<b>0,3 % (3 000 mg/kg)</b>	500 mg/kg  29.12.2025 alkaen 350 mg/kg  30.12.2027 alkaen 200 mg/kg
Dekabromidifenyyleetteri	Ei harmonisoitua luokitusta  Teollisuuden REACH-rekisteröinnissä tekemiä luokituksia <sup>1)</sup> mm.: Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H312) Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit. 2 (H319) Muta 2 (H341) STOT RE 2 (H373) STOT SE 3 (H319) Aquatic Chronic 4 (H413)	-  (25 %) (55 %) (20 %) (20 %) <b>1 % (10 000 mg/kg)</b> (10 %) (20 %) (25 %) <sup>1)</sup>	500 mg/kg  29.12.2025 alkaen 350 mg/kg  30.12.2027 alkaen 200 mg/kg
Heksabromisyklododekaani (HBCDD)	Repr. 2 (H361) Lact. (H362)	<b>3 % (30 000 mg/kg)</b> (-)	500 mg/kg
Tetrabromibisfenoli-A (TBBPA)	Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	(25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	-
1,2-bis(2,4,6-tribromifenoksi)etaani (BTBPE)	Ei luokiteltu	-	-
decabromodifenyyletaani (DBDPE)	Ei luokiteltu	-	-
Dekloraani plus	Ei harmonisoitua luokitusta  Teollisuuden REACH-rekisteröinnissä tekemiä luokituksia <sup>1)</sup> , mm: Acute Tox 4 (H332)	-	- <sup>2)</sup>
Tris(2-kloorietyyli)fosfaatti (TCEP)	Acute Tox. 4 * (H302) Carc. 2 (H351) Aquatic Chronic 2 (H411) Repr. 1B (H360)	(25 %) (1 %) (2,5 %) <b>0,3 % (3 000 mg/kg)</b>	-
Triksylyylifosfaatti	Repr. 1B (H360)	<b>0,3 % (3 000 mg/kg)</b>	-
Antimonitrioksidi (palonsuojauksen tehoaine)	Carc. 2 (H351)	<b>1 % (10 000 mg/kg)</b>	-
Muut antimoniyhdisteet (paitsi tetroksidi, pentoksidi, trisulfidi, pentasulfidi)	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H322) Aquatic Chronic 2 (H411)	(25 %) (22,5 %) <b>2,5 % (25 000 mg/kg)</b>	-

<sup>1)</sup> European Chemicals Agency (ECHA), C&L Inventory Database. Viitattu 27.11.2023

<sup>2)</sup> Hyväksytty POP-yhdisteeksi Tukholman sopimukseen 2023, ei vielä lisätty EU:n POP-asetukseen

<sup>24</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008 aineiden ja seosten luokittelusta, merkinnöistä ja pakkaamisesta sekä direktiivien 67/548/ETY ja 1999/45/EY muuttamisesta ja kumoamisesta ja asetuksen (EY) N:o 1907/2006 muuttamisesta

## 8.2.2 POP-osia sisältävien romuajoneuvojen luokittelu

Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelossa on romuajoneuvoille säädetty vaarallisen ja vaarattoman jätteen rinnakkaisnimikkeet:

- 16 01 04\* romuajoneuvot (vaarallinen jäte)
- 16 01 06 romuajoneuvot, jotka eivät sisällä nesteitä eivätkä muita vaarallisia osia (vaaraton jäte)

Em. nimikkeet perustuvat EU:n jäteluetteloon (komission päätös 2014/955/EU).

Vähimmäisvaatimukset romuajoneuvojen puhdistamiselle on säädetty romuajoneuvodirektiivin (2000/53/EY)<sup>25</sup> 6 artiklan 3-kohdassa ja direktiivin liitteen I kohdassa 3. Mikäli romuajoneuvosta on poistettu direktiivissä edellytetyt osat, voidaan romuajoneuvo luokitella vaarattomaksi jätteeksi (nimike 16 01 06).

Romuajoneuvodirektiivin esikäsittelyvaatimukset on pantu Suomessa täytäntöön romuajoneuvoasetuksessa (123/2015). Romuajoneuvodirektiivin vaatimuksista poiketen romuajoneuvoasetuksessa edellytetään lisäksi, että romuajoneuvoista on poistettava siinä määrin kuin on mahdollista ne osat, joiden tiedetään sisältävän POP-yhdisteitä. Tällä lisävaatimuksella ei kuitenkaan ole vaikutusta romuajoneuvon luokitteluun, vaan luokittelu vaarattomaksi jätteeksi edellyttäisi vain romuajoneuvodirektiivin esikäsittelyvaatimusten täyttymistä. Siten **romuajoneuvoa ei tarvitse luokitella vaaralliseksi jätteeksi, vaikka siitä ei olisikaan poistettu kaikkia POP-yhdisteitä sisältäviä osia ennen murskausta.**

Romuajoneuvojen jatkokäsittelystä syntyvät jätejakeet on luokiteltava erikseen jäteluettelon jätenimikkeiden ja kunkin jätefraktion sisältämien vaarallisten aineiden pitoisuuksien mukaisesti.

Romuajoneuvodirektiivi on tarkoitus korvata tulevaisuudessa uudella EU:n romuajoneuvoasetuksella. Komission asetusehdotuksessa<sup>26</sup> romuajoneuvojen esikäsittelyvaatimuksia on ehdotettu tiukennettavaksi merkittävästi nykyisestä. Ehdotuksessa ei ole esitetty uusia POP-yhdisteitä sisältäviä osia koskevia erotteluvelvoitteita.

## 8.2.3 Sammutusvaahtojen luokittelu

B-luokan sammutusvaahdot ja kalvovaahtonesteet (AFFF) sisältävät yleisesti PFAS-yhdisteitä, joista suuri osa on luokiteltu POP-yhdisteiksi. Vanhemmat fluorivaahdot sisältävät yleensä kahdeksan hiiliatomin (C8) fluoriyhdisteitä (PFOS- ja PFOA-ryhmän yhdisteet), kun taas uudemmissa fluorivaahdoissa on käytetty kuuden hiiliatomin (C6) yhdisteitä (PFHxS-ryhmän yhdisteet). Fluoratut sammutusvaahdot sisältävät yhdisteiden lisäksi myös muita aineita, jotka voivat vaikuttaa sammutusvaahdon luokitteluun vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi.

Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelossa on käytöstä poistettaville sammutusvaahtojätteille soveltuva rinnakkaisnimikepari alaotsikon 16 05 ” painepakkauksissa ja -säiliöissä olevat kaasut ja käytöstä poistetut kemikaalit” alla:

<sup>25</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/53/EY romuajoneuvoista

<sup>26</sup> Komission ehdotus COM(2023) 451 lopullinen



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

- 16 05 08\* käytöstä poistetut orgaaniset kemikaalit, jotka koostuvat vaarallisista aineista tai sisältävät niitä (vaarallinen jäte)
- 16 05 09 muut kuin nimikkeissä 16 05 06, 16 05 07 ja 16 05 08 mainitut käytöstä poistetut kemikaalit (vaaraton jäte)

Näistä oikea jäteluokka valitaan sen mukaan, sisältääkö sammutusvaahtojäte CLP-asetuksen mukaan vaarallisiksi luokiteltuja aineita yli jätedirektiivin liitteessä III säädettyjen pitoisuusrajojen. Alla on kaksi käytännön esimerkkiä erilaisten fluorattujen sammutusvaahtojen jäteluokituksista.

## Esimerkki 1: Kalvovaahtoneste

Taulukko 6. Erään fluoratun kalvovaahtonesteen sisältämien aineiden kemikaalilainsäädännön mukaiset luokitukset ja pitoisuudet sekä aineille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat. Aineiden luokitus- ja pitoisuustiedot ovat peräisin tuotteen käyttöturvallisuustiedotteesta, eikä niitä ole tätä opasta varten tarkistettu.

Aine	Aineen CLP-asetuksen mukainen luokitus	Aineen pitoisuus tuotteessa	Vaarallisen jätteen pitoisuusraja yhdelle aineelle
Natriumoktyylisulfaatti	Acute Tox. 4; H302 Skin Irrit. 2; H315 Eye Dam. 1; H318	0 < 10 %	(25 %) (-) <sup>*)</sup> 10 %
Dekyyylisulfaatti	Acute Tox. 4; H302 Skin Irrit. 2; H315 Eye Dam. 1; H318	0 < 10 %	(25 %) (-) <sup>*)</sup> 10 %
Pinta-aktiivinen fluoriyhdiste	ei luokiteltu	< 5 %	-

<sup>\*)</sup> Aineen luokitus ihoa ärsyttäväksi (Skin Irrit. 2; H315) huomioidaan jäteluokituksessa vain, jos aine on luokiteltu myös silmiä ärsyttäväksi (Eye Irrit. 2; H319)

Taulukon 6 sammutusvaahtojätteessä kaikkien vaarallisten aineiden pitoisuus jää alle vaarallisen jätteen pitoisuusrajan, vaikka oletettaisiin, että kunkin aineen pitoisuus sammutusvaahdossa olisi valmistajan ilmoittama enimmäismäärä.

Koska tuote sisältää useampaa vaarallista ainetta, on jäteluokituksessa yksittäisten aineiden pitoisuuksien lisäksi huomioitava jätedirektiivin liitteessä III annetut aineiden yhteisvaikutusten arvioinnissa sovellettavat yhteenlaskusäännöt. Taulukon 6 aineiden luokitusten perusteella sovellettavat yhteenlaskukaavat ovat:

- $\Sigma(\text{Acute Tox. 4; H302}) \geq 25 \%$
- $\Sigma(\text{Eye Dam. 1; H318}) \geq 10 \%$

Suun kautta altistuttaessa haitallisiksi luokiteltujen aineiden (Acute Tox. 4; H302) yhteenlaskettu pitoisuus jää alle jätedirektiivin mukaisen pitoisuusrajan 25 %. Sen sijaan vakavia silmävaurioita aiheuttaviksi luokiteltujen aineiden (Eye Dam. 1; H318) yhteenlaskettu pitoisuus ylittää jätedirektiivin pitoisuusrajan 10 %, kun oletetaan, että jäte sisältää kumpaakin ainetta valmistajan ilmoittaman enimmäismäärän. Siten **esimerkin 1 sammutusvaahtojäte luokiteltaisiin vaaralliseksi jätteeksi (jäteluokka 16 05 08\*)**.

Koska käyttöturvallisuustiedotteessa ei ole täsmennetty, mitä pinta-aktiivista fluoriyhdistettä tuote sisältää, ei tietojen perusteella ei ole mahdollista arvioida, onko



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

kyseessä POP-jäte. Ympäristöministeriön julkaiseman POP-jätteen tunnistusoppaan mukaan kalvovaahtoneste, jonka sisältämien PFAS-yhdisteiden pitoisuudesta ei ole tarkempaa tietoa, on katsottava POP-jätteeksi (ks. tarkemmin liite 9).

## Esimerkki 2: AB-luokan sammute

Taulukko 7. Erään fluoratun A- ja B-luokan palojen sammuttamiseen soveltuvan sammutteen sisältämien aineiden kemikaalilainsäädännön mukaiset luokitukset ja pitoisuudet sekä aineille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat. Aineiden luokitus- ja pitoisuustiedot ovat peräisin tuotteen käyttöturvallisuustiedotteesta, eikä niitä ole tätä opasta varten tarkistettu.

Aine	Aineen CLP-asetuksen mukainen luokitus	Aineen pitoisuus tuotteessa	Vaarallisen jätteen pitoisuusraja yhdelle aineelle
Urea	Ei luokiteltu <sup>*)</sup>	<5 %	-

<sup>\*)</sup> Aineen valmistajien yhteenliittymien REACH-rekisteröinti.

Taulukon 7 esimerkissä tuote ei sisällä sellaisia aineita, joilla olisi CLP-asetuksen mukainen vaaraluokitus. Siten **esimerkin 2 sammutejäte luokiteltaisiin vaarattomaksi jätteeksi (jäteluokka 16 05 09)**.

**Valmistajalta saadun tiedon mukaan sammute sisältää PFAS-yhdisteitä, vaikka niistä ei ole mainintaa käyttöturvallisuustiedotteessa. Käyttöturvallisuustiedotteiden perusteella ei siis voida arvioida onko kyseessä POP-jäte.** Ympäristöministeriön julkaiseman POP-jätteen tunnistusoppaan mukaan B-luokan sammutusvaahto, jonka sisältämien PFAS-yhdisteiden pitoisuudesta ei ole tarkempaa tietoa, on katsottava POP-jätteeksi (ks. tarkemmin liite 9).

### 8.2.4 POP-yhdisteitä sisältävien huonekalujen ja tekstiilien luokittelu

Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelossa tekstiilijätteet on suurimmaksi osaksi luokiteltu aina vaarattoman jätteen nimikkeisiin (taulukko 8). Tällaisia tekstiilejä ei luokitella vaaralliseksi jätteeksi, vaikka POP-yhdisteen vaarallisen jätteen pitoisuusraja ylittyisi<sup>27</sup>.

Poikkeuksen muodostavat suojavaatteet, joille jäteluettelossa on sekä vaarallisen että vaarattoman jätteen rinnakkaisnimike. Niiden luokittelussa vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi on huomioitava POP-yhdisteiden pitoisuudet jätteessä. Sovellettavat pitoisuusrajat löytyvät liitteestä 8. POP-yhdisteiden lisäksi suojavaatteiden luokittelussa on otettava huomioon myös mahdolliset muut vaaralliset aineet, joilla ne ovat likaantuneet.

Huonekalujätteille ja patjoille ym. on jäteluettelossa vain vaarattoman jätteen nimike (20 03 07 suurikokoiset esineet). Siten POP-yhdistettä sisältäviä huonekaluja ja patjoja ei luokitella vaaralliseksi jätteeksi, vaikka POP-yhdisteen vaarallisen jätteen pitoisuusraja ylittyisi<sup>28</sup>.

<sup>27</sup> Aluehallintovirasto tai alueellinen ELY-keskus voi kuitenkin luokitella tällaisen jätteen vaaralliseksi jätteeksi tekemällä jätelain 7 §:n mukaisen päätöksen jäteluokituksesta poikkeamisesta.

<sup>28</sup> Aluehallintovirasto tai alueellinen ELY-keskus voi kuitenkin luokitella tällaisen jätteen vaaralliseksi jätteeksi tekemällä jätelain 7 §:n mukaisen päätöksen jäteluokituksesta poikkeamisesta.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukko 8: Tekstiilijätteille soveltuvia jätenimikkeitä jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelossa. Jäteluokan tyyppi (aina vaaraton/aina vaarallinen/rinnakkaisnimike) on määritelty EU:n komission jäteluokitusta koskevassa tulkintaoppaassa (Euroopan komissio, 2018a)

Jätteen alkuperä	Jätekoodi	Jätenimike	Jäteluokan tyyppi
Tekstiiliteollisuus	04 02 09	komposiittimateriaalien jätteet (kyllästetyt tekstiilit, elastomeerit, plastomeerit)	Aina vaaraton jäte
Tekstiiliteollisuus	04 02 21	käsittelemättömien tekstiilikuitujen jätteet	Aina vaaraton jäte
Tekstiiliteollisuus	04 02 22	käsiteltyjen tekstiilikuitujen jätteet	Aina vaaraton jäte
Jätteen mekaaninen käsittely	19 12 08	tekstiilit	Aina vaaraton jäte
Yhdyskunnat	20 01 10	vaatteet	Aina vaaraton jäte
Yhdyskunnat	20 01 11	tekstiilit	Aina vaaraton jäte
Kaikki toimialat	15 02 02*	absorboimisaineet, suodatinmateriaalit (mukaan luettuna öljysuodattimet, joita ei ole mainittu muualla), puhdistusliinat ja suojavaatteet, jotka ovat vaarallisten aineiden saastuttamia	Rinnakkaisnimike (vaaraton jäte)
Kaikki toimialat	15 02 03	muut kuin nimikkeessä 15 02 02 mainitut absorboimisaineet, suodatinmateriaalit, puhdistusliinat ja suojavaatteet	Rinnakkaisnimike (vaarallinen jäte)

## 9 POP-yhdisteitä sisältävän jätteen vienti ja tuonti

Jätteiden siirtoja EU:n jäsenmaiden välillä sekä EU:n ulkopuolelle ja ulkopuolelta sääntelee nykyisin Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1013/2006 (jätteensiirtoasetus). Jätteensiirtoasetus on juuri uudistettu. Asetusmuutos on [hyväksytty EU:ssa xx.x.2024 ja uudistettu asetus on julkaistu xx.x.2024 (*pvm:t täydennetään, kun asetus julkaistu*)]. Uudistettua asetusta aletaan pääosin soveltaa xx.x.2026 [24 kuukautta voimaantulosta] alkaen.

Seuraavissa alaluvuissa on kuvattu voimassa olevan jätteensiirtoasetuksen POP-jätteiden siirtoja koskevat säännökset sekä mitä oleellisia muutoksia niihin tulee uuden jätteensiirtoasetuksen myötä.

### 9.1 POP-jätteiden siirtojen luvanvaraisuus

Suomessa jätteensiirtoasetuksen mukainen toimivaltainen viranomainen on Suomen ympäristökeskus, joka valvoo jätteiden maan rajat ylittäviä siirtoja yhteistyössä Tullin kanssa.

**POP-jätteiden vienti Suomesta toiseen maahan, tuonti toisesta maasta Suomeen tai kauttakuljetus Suomen kautta edellyttää aina Suomen ympäristökeskuksen kirjallista hyväksyntää (jättesiirtolupa), jätteen käsittelytavasta riippumatta.**

Hyväksyntä tarvitaan myös muilta jätteen siirtoon osallistuvilta mailta (lähtö-, kauttakulku- ja vastaanottava maa).

- **Loppukäsitteltävät jätteet:** Kaikkien loppukäsiteltäviksi tarkoitettujen jätteiden, siten myös POP-jätteiden, kansainväliseen siirtoon on jätteensiirtoasetuksen mukaan oltava aina jättesiirtolupa riippumatta jätteen vaarallisuudesta. Mahdollisuus luvan saamiseen arvioidaan tapauskohtaisesti; keskeiset arviointikriteerit on kuvattu luvussa 9.2.
- **Hyödynnettävät jätteet:** POP-jätteiden siirrot hyödynnettäviksi materiaalina tai energiana edellyttävät aina jätteensiirtoasetuksen mukaista jättesiirtolupaa. Jätteensiirtoasetuksessa lupamenettelyn ulkopuolelle on yleensä rajattu ns. vihreän jäteluettelon jätteet, joita voidaan kuljettaa toiseen maahan hyödynnettäviksi materiaalina tai energiana ns. vihreän jätteen siirtomenettelyllä. Tätä menettelyä ei kuitenkaan voida soveltaa POP-jätteisiin. Vaikka osalle POP-jätteistä löytyykin vihreän jäteluettelon nimike (esimerkiksi kumijätteet, tekstiilijätteet ja EU:n sisällä siirrettävät tietyjen muovipolymeerien jätteet), jätettä ei voida jätteensiirtoasetuksen mukaan luokitella vihreään jätenimikkeeseen kuuluvaksi, jos se on siinä määrin muiden aineiden saastuttama, että se lisää oleellisesti jätteeseen liittyviä riskejä tai estää jätteen hyödyntämisen ympäristönsuojelullisesti hyväksyttävällä tavalla. Jäte, joka sisältää POP-yhdisteitä yli POP-jätteitä koskevan alemman pitoisuusrajan, on aina riski terveydelle tai ympäristölle, joten sitä ei saa siirtää maasta toiseen vihreän jäteluettelon jätteenä.

Luvanvarainen jättesiirto edellyttää, että POP-jätteiden lähettäjän ja vastaanottajan välillä on oltava kirjallinen sopimus, joka täyttää jätteensiirtoasetuksen vaatimukset. Lisäksi jätteen siirrolle on asetettava taloudellinen vakuus, jolla voidaan tarvittaessa kattaa jätteen

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

palautuksesta ja vaihtoehtoisesta käsittelystä aiheutuvat kulut, jos jätteen siirtoa ei voida toteuttaa suunnitellulla tavalla.

Tarkempia tietoja jätesiirtojen lupamenettelystä on ympäristöhallinnon verkkosivuilla ([www.ymparisto.fi/fi/luvut-ja-velvoitteet/jatteiden-kansainvaliset-siirrot](http://www.ymparisto.fi/fi/luvut-ja-velvoitteet/jatteiden-kansainvaliset-siirrot)).

## Vuonna 2026 voimaan tulevat muutokset

Uudistetussa jätteensiirtoasetuksessa POP-jätteiden luvanvaraisuusvaatimus on ilmaistu aiempaa selkeämmin. Uuden asetuksen 4 artiklan mukaan kaikkien sellaisten jätteiden, jotka sisältävät POP-yhdisteitä vähintään POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajan verran, siirrot vaativat viranomaisten myöntämän jätesiirtoluvan.

## 9.2 POP-jätteiden siirrot loppukäsiteltäväksi

EU:n jätedirektiivissä ja jätteensiirtoasetuksessa edellytetään, että yhteisön tulee olla kokonaisuutena omavarainen jätteiden loppukäsittelyssä. EU:n jätteensiirtoasetus kieltääkin kaikkien jätteiden viennin loppukäsiteltäväksi EU- ja ETA-maiden ulkopuolelle, (poikkeuksena EFTA-maa Sveitsi)<sup>29</sup>. Myös jokaisen yhteisön jäsenmaan tulisi olla mahdollisimman pitkälle omavarainen jätteiden loppukäsittelyn osalta. Omavaraisuusperiaatetta sovelletaan myös POP-jätteen vientiin ja tuontiin loppukäsiteltäväksi.

Suomessa omavaraisuusperiaatteen tarkemmasta soveltamisesta säädetään jätelaissa. Lain 109 §:n mukaan **vienti** loppukäsiteltäväksi toiseen EU:n tai ETA:n jäsenmaahan sekä Sveitsiin on sallittua, jos:

- Suomessa ei ole teknisiä tai taloudellisia edellytyksiä tai tarvittavia laitoksia jätteen käsittelemiseksi hyväksyttävällä tavalla,
- jäte käsitellään toisessa maassa ympäristönsuojelun kannalta oleellisesti paremmin kuin Suomessa,
- käsittely toisessa maassa on vähintään samantasoista kuin Suomessa mutta oleellisesti edullisempaa,
- kyseessä on uuden käsittelymenetelmän kokeileminen tai muu koetoiminta, tai
- vaarattomaksi luokitellun jätteen vienti loppukäsiteltäväksi Ruotsiin tai Norjaan tapahtuu osana kuntien välistä jätehuollon alueellista yhteistyötä.

Jos jokin edellä mainituista edellytyksistä täyttyy, voitaisiin POP-jätteen vientiin myöntää lupa sellaisiin loppukäsittelymenetelmiin, jotka sallitaan POP-asetuksessa. Näitä ovat poltto (D10), sekä fysikaalis-kemiallinen käsittely (D9), jossa POP-yhdisteet muunnetaan palautumattomasti haitattomampaan muotoon (ks. luku 4).

Jos POP-jätettä viedään loppukäsiteltäväksi EU:n ja ETA:n ulkopuolelle (Sveitsiin) on jätesiirtoviranomaisten jätteensiirtoasetuksen mukaan varmistettava, että jäte käsitellään vastaanottavassa laitoksessa ympäristön kannalta hyväksyttävällä tavalla. Arvioinnissa voidaan ottaa huomioon mm. Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevat ohjeet. Jätesiirtoviranomainen voi sallia viennin vain sellaiseen laitokseen, jonka toiminta pääpiirteissään vastaa ihmisten terveyttä ja ympäristönsuojelua koskevan EU-lainsäädännön, kuten EU:n POP-asetuksen, vaatimuksia.

---

<sup>29</sup> EU:n ulkopuolisia ETA-maita ovat Norja, Islanti ja Liechtenstein; EFTA-maita ovat Norja, Islanti, Liechtenstein ja Sveitsi.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

POP-jätteen **tuonti** toisesta maasta Suomeen loppukäsiteltäväksi voidaan sallia vain sellaisiin käsittelymenetelmiin, jotka olisivat POP-asetuksen mukaan sallittuja myös Suomessa syntyneen POP-jätteen käsittelylle. Lisäksi on noudatettava jätelain 110 §:ssä ja EU:n jätteensiirtoasetuksessa asetettuja rajoituksia jätteentuonnille:

- Jätteen tuonti loppukäsiteltäväksi toisesta maasta Suomeen ei ole sallittua, jos Suomessa syntyvän jätteen käsittely estyy tai viivästyy siirron vuoksi.
- Mikäli käsittelykapasiteettia on riittävästi, POP-jätteen tuonti voitaisiin jätelain mukaan sallia fysikaalis-kemialliseen käsittelyyn (D9). Lisäksi jätelaissa sallitaan vaaralliseksi luokitellun POP-jätteen tuonti Suomeen loppukäsiteltäväksi polttamalla (D10). Sen sijaan vaarattomaksi luokitellun POP-jätteen tuonti loppukäsiteltäväksi polttamalla on jätelaissa sallittu vain, jos kyse on kuntien välisestä jätehuollon alueellisesta yhteistyöstä Ruotsin tai Norjan kanssa.

EU:n POP-asetuksessa ja PCB-direktiivissä (96/59/EY)<sup>30</sup> edellytetään, että PCB-jäte on aina loppukäsiteltävä. Siksi PCB-jätteiden kansainvälisissä siirroissa sovelletaan aina jätteensiirtoasetuksen loppukäsittelyä koskevia säännöksiä ja lupamenettelyjä.

## Vuonna 2026 voimaan tulevat muutokset

Uudistetussa jätteensiirtoasetuksessa loppukäsiteltävien jätteiden siirron hyväksyntää koskevia edellytyksiä on täsmennetty. Muutokset eivät kuitenkaan oleellisesti muuta POP-jätteiden siirtoja loppukäsittelyyn koskevia rajoituksia, kun huomioidaan jätelaissa jo säädetty kansalliset kriteerit siirron hyväksynnälle.

Uudessa jätteensiirtoasetuksessa on kuitenkin säädetty uusi jätteen vientiä EU:n ja ETA:n ulkopuolelle koskeva velvoite, jonka mukaan ulkopuolisen arvioitsijan on tarkastettava, että vastaanottavassa laitoksessa jätteen käsittely tapahtuu ympäristön kannalta hyväksyttävällä tavalla. (Käytännössä velvoite koskee vain vientiä Sveitsiin, koska vienti loppukäsiteltäväksi muuhun EU:n ja ETA:n ulkopuoliseen maahan on kielletty).

## 9.3 POP-jätteiden vienti ja tuonti hyödynnettäväksi

POP-jätteen siirrot EU:n sisällä kierrätettäväksi tai hyödynnettäväksi energiana voidaan sallia vain niissä tapauksissa, joissa vastaava POP-jätteen käsittely olisi sallittua Suomessa:

- POP-jätteen (lukuun ottamatta PCB-jätteitä) vienti tai tuonti energiana hyödynnettäväksi voidaan sallia, mikäli vastaanottava laitos täyttää teollisuuspäästädirektiivissä (2010/75/EU<sup>31</sup>) jätteenpoltolle asetetut vaatimukset.
- Lupa vientiin tai tuontiin materiaalikierrätykseen voidaan myöntää ainoastaan raudan- ja teräksenvalmistusprosessien jätteille, kuparisulattamoiden kaasunpuhdistusjärjestelmistä tuleville pöly- ym. jätteille, sekä värimetallituotannon liijyä sisältäville suotojäämille. Näiden jätteiden kierrätyksen on tapahduttava

<sup>30</sup> Neuvoston direktiivi 96/59/EY, annettu 16 päivänä syyskuuta 1996, polykloorattujen bifenyyliden ja polykloorattujen terfenyyliden käsittelystä (PCB/ PCT)

<sup>31</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU, annettu 24 päivänä marraskuuta 2010, teollisuuden päästöistä (EUVL L 344, 17.10.2010, s. 17)

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

asetuksen liitteessä V mainituissa termisissä prosesseissa<sup>32</sup>, jotka täyttävät EU:n teollisuuspäästödirektiivin jätteenpolton dioksiineja ja furaaneja koskevat päästövaatimukset.

Jos POP-jätettä viedään hyödynnettäväksi Suomesta EU:n tai ETA-alueen ulkopuolelle, on myös EU:n ulkopuolella sijaitsevan vastaanottavan laitoksen täytettävä edellä mainitut EU:n lainsäädännön vähimmäisvaatimukset. Jätteensiirtoasetuksen 49 artiklan mukaan toimivaltaisen viranomaisen on kiellettävä jätteen vienti yhteisön ulkopuoliseen maahan, jos sillä on syytä epäillä, että jätteen käsittely ei kyseisessä maassa tapahdu ympäristön kannalta hyväksyttävällä tavalla. Ympäristön kannalta hyväksyttävänä voidaan jätteensiirtoasetuksen mukaan pitää toimintaa, joka on pääpiirteissään yhteisön lainsäädännössä vahvistettujen normien (kuten POP-asetuksen) mukaista. Arvioinnissa voidaan huomioida myös mm. Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevat ohjeet.

POP-jätteiden vientiä kierrätettäväksi tai hyödynnettäväksi OECD:n ulkopuolisiin maihin on rajoitettu jätteensiirtoasetuksessa merkittävästi myös sellaisiin laitoksiin, jotka täyttäisivät edellä kuvatut kriteerit ja vaatimukset:

- Kaikkien vaarallisiksi jätteiksi luokiteltujen POP-jätteiden vienti hyödynnettäväksi OECD:n ulkopuolisiin maihin on kielletty<sup>33</sup>.
- Vaarattomaksi POP-jätteeksi luokiteltujen muovijätteiden vienti hyödynnettäväksi OECD:n ulkopuolelle on kielletty<sup>34</sup>.
- Muiden vaarattomien POP-jätteiden vientiä hyödynnettäväksi OECD:n ulkopuolisiin maihin voivat koskea maakohtaiset kiellot ja rajoitukset.

## Vuonna 2026 voimaan tulevat muutokset

Uudistetussa jätteensiirtoasetuksessa POP-jätteen vientikielto OECD:n ulkopuolisiin maihin on laajennettu koskemaan kaikkia POP-jätteitä.

Uudessa jätteensiirtoasetuksessa on myös täsmennetty hyödynnettävien jätteiden siirron hyväksyntää koskevia edellytyksiä. Asetuksen mukaan viranomaiset voivat jatkossa rajoittaa tietyissä tilanteissa mm. seuraavia jätteiden siirtoja:

- siirrot toiseen maahan, joissa jätteen hyödyntäminen vastaanottavassa laitoksessa ei olisi lähtömaan jätteen hyödyntämistä taikka hyödyntämisen tuloksena syntyvän jäännösjätteen hyödyntämistä tai loppukäsittelyä koskevan kansallisen lainsäädännön mukainen
- siirrot toisesta maasta, joiden vuoksi kotimaassa syntynyt jäte olisi loppukäsiteltävä tai käsiteltävä kansallisten jätehuoltosuunnitelmien vastaisesti.

Uudistetussa asetuksessa on myös säädetty uusi jätteen vientiä EU:n ulkopuolelle koskeva velvoite, jonka mukaan ulkopuolisen arvioitsijan on tarkastettava, että vastaanottavassa laitoksessa jätteen käsittely tapahtuu ympäristön kannalta hyväksyttävällä tavalla. Tarkastukseen on sisällyttävä myös laitostarkastus.

<sup>32</sup> POP-asetuksen liitteen V mukaan kierrätys on sallittua ainoastaan prosesseissa, joissa otetaan talteen rautaa ja rautaseoksia (masuuni, kuilu-uuni ja arina-/Martin-uuni) sekä värimetalleja (Waelzin kiertouuniprosessi sekä sulapelkistysprosessit, joissa käytetään vaaka- tai pystyuuneja).

<sup>33</sup> Jätteensiirtoasetuksen vaarallisen jätteen vientikiellon soveltamisessa käytettävä vaarallisen jätteen määritelmä poikkeaa hieman EU:n jäteluokituksesta. Jättesiirroissa luokittelussa otetaan EU:n jäteluettelon lisäksi huomioon myös Baselin sopimuksen mukainen luokitus.

<sup>34</sup> Jätteensiirtoasetus sallii vain sellaisen asetuksen liitteen V osassa 3 luetellun muovijätteen viennin OECD:n ulkopuolelle, joka on tarkoitettu kierrätykseen, ei ole juuri lainkaan saastunut eikä sisällä juuri lainkaan muun tyyppisiä jätteitä. POP-jätteiksi luokiteltujen muovijätteiden kierrätys on kielletty, joten ne kuuluvat jätteensiirtoasetuksen vientikiellon piiriin.

## 9.4 POP-jätteiden siirrot esikäsiteltäväksi

POP-asetuksessa sallitaan POP-jätteen esikäsittely, jos se on tarpeen ennen jätteen varsinaista käsittelyä asetuksen edellyttämällä tavalla (ks. luvut 4 ja 10.4.1). Myös POP-jätteen siirto esikäsittelyyn edellyttää aina jätesiertolupaa. Lupakäsittelyssä tarkasteltaisiin mm., täyttävätkö jätteen esikäsittely ja sitä seuraava varsinainen käsittely POP-asetuksen ja jätteensiirtoasetuksen vaatimukset.

Kun POP-jätettä siirretään esikäsiteltäväksi, noudatetaan siirrossa jätteensiirtoasetuksen 15 artiklassa säädettyjä väliaikaisia hyödyntämis- ja loppukäsittelytoimia koskevia lisäsäännöksiä. Ne edellyttävät mm., että jätteen siirtoa varten solmittavan sopimuksen ja taloudellisen vakuuden on (eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta) oltava voimassa siihen saakka, kunnes POP-yhdisteitä sisältävä jätejäte on käsitelty lopullisesti POP-asetuksen edellyttämällä tavalla.

### **Vuonna 2026 voimaan tulevat muutokset**

Uudistetussa jätteensiirtoasetuksessa POP-jätteiden siirtoja väliaikaisiin hyödyntämis- ja loppukäsittelytoimiin koskevat menettelyt säilyvät pääpiirteissään ennallaan.



## 10 POP-jätteen käsittelyyn soveltuvia menetelmiä

Taulukossa 9 on esitetty Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevien teknisten ohjeiden (Basel Convention, 2023) yhteenveto POP-jätteen käsittelyyn soveltuvista tekniikoista. Eri käsittelyvaihtoehtoja on käsitelty yksityiskohtaisemmin luvuissa 10.1-10.3.

Taulukko 9: Yhteenveto POP-jätteen käsittelyyn soveltuvista tekniikoista (Taulukon lähde: Basel Convention, 2023).

Teknologia	HBB	HBCDD	HCB, HCBd ja PeCB	PCB	PCDD/PCDF	PCN	PCP	POP-torjunta-aineet	POP-PFAS:t	POP-BDE:t	SCCP
Vaarallisen jätteen polttolaitos	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Rinnakkaispolitto sementtiuunissa	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Moderni yhdyskuntajätteen polttolaitos	ND	Kyllä	ND	ND	ND	ND	Kyllä	ND	ND	Kyllä	Kyllä
Termaalinen ja metallurginen metallien tuotanto	ND	ND	ND	ND	Kyllä	ND	ND	ND	ND	Kyllä	ND
Plasmakaari	ND	ND	ND	Kyllä	ND	ND	ND	Kyllä *	ND	ND	ND
Plasmasulatuksella tapahtuva hajottaminen	ND	ND	ND	Kyllä	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Alkalimetallipelkistys	ND	ND	ND	Kyllä	ND	ND	ND	Kyllä **	ND	ND	ND
Emäskatalysoitu hajottaminen	ND	ND	ND	Kyllä	Kyllä	ND	Kyllä	Kyllä	ND	ND	ND
Katalyyttinen vedyn avulla tapahtuva kloorinpoisto	ND	ND	ND	Kyllä	Kyllä	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Yli- ja alikriittisen veden avulla tapahtuva hapetus	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kaasufaasin kemiallinen pelkistys	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä

ND = not determined; tietoa menetelmän soveltuvuudesta tietyn POP-yhdisteen käsittelyyn ei ollut saatavilla Baselin sopimuksen teknisiin ohjeisiin referoidussa kirjallisuudessa

\* Soveltuu useimpien torjunta-aineiden käsittelyyn (mm. klordaani, klordekoni, DDT, endosulfaani ja heptakloori)

\*\* soveltuu klordaaniin ja HCH:n käsittelyyn

### 10.1 Polttoprosessit

POP-jätettä polttavan polttolaitoksen on POP-asetuksen mukaan täytettävä EU:n teollisuuspäästödirektiivissä 2010/75/EU jätteenpoltoille asetetut vaatimukset. Nämä vaatimukset on Suomessa pantu täytäntöön jätteenpoltoasetuksella (valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta, 151/2013, jäljempänä ”jätteenpoltoasetus”).

POP-yhdisteet ovat halogenoituja orgaanisia yhdisteitä, eli niissä on fluoria, klooria tai bromia. Mikäli halogenoituja orgaanisia yhdisteitä sisältävä jäte on luokiteltu vaaralliseksi jätteeksi ja yhdisteen pitoisuus jätteessä ylittää 1 % (kloorina ilmaistuna), on jätteen poltossa käytettävän uunin saavutettava jätteenpoltoasetuksen mukaan 1 100 °C lämpötila vähintään kahden sekunnin ajaksi. Jos halogenoitujen orgaanisten yhdisteiden pitoisuus vaarallisessa jätteessä on pienempi kuin 1 %, tai näitä yhdisteitä sisältävä jäte on



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

luokiteltu vaarattomaksi jätteeksi, on polton lämpötilavaatimus 850 °C (vähintään kahden sekunnin ajan) (jätteenpolttoasetus, 9 §). POP-jätteiden luokittelua vaaralliseksi jätteeksi on käsitelty luvussa 8.

Jätteenpolttoasetuksen lisäksi on noudatettava Baselin sopimuksen POP-jätteen ympäristönsuojelullisesti hyväksyttävää käsittelyä kokevia teknisiä ohjeita (Basel Convention, 2023). Niissä on voitu vaatia tiettyjen POP-yhdisteiden käsittelyyn korkeampaa polttolämpötilaa myös sellaiselle jätteelle, joka ei vaadi jätteenpolttoasetuksen mukaan korkealämpötilapolttoa.

## Tietolaatikko 3: PCB-jätteen poltto on aina loppukäsittelyä

POP-asetuksessa ja EU:n PCB-direktiivissä sallitaan PCB-jätteen polttaminen vain käsittelymenetelmällä D10. PCB-jätteen poltto on siis aina loppukäsittelyä eikä hyödyntämistä (R1), vaikka polttoprosessissa syntyvä energia otettaisiinkin talteen.

Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevissa teknisissä ohjeissa (Basel Convention, 2023) tarkastellaan, minkä tyyppisten polttoprosessien tiedetään soveltuvan POP-yhdisteiden tuhoamiseen ohjeissa vaaditulla 99,999 % hajotustehokkuudella. Näitä polttoprosesseja on käyty läpi alla.

Lisätietoa polttoprosessien soveltuvuutta koskevista tutkimuksista löytyy Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevasta yleisohjeesta (Basel Convention, 2023). Lisäksi jätteenpolton parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) vertailuasiakirjassa (BREF) annetaan tarkempia tietoja eri tekniikoiden soveltumisesta esimerkiksi PCB-jätteen polttoon (Euroopan komissio, 2019).

### 10.1.1 Vaarallisen jätteen polttolaitokset

Vaarallisen jätteen polttolaitokset, joissa saavutetaan 1 100 °C lämpötila, sopivat kaikkien POP-yhdisteiden hävittämiseen.

Suomessa on tällä hetkellä toiminnassa yksi vaarallisen jätteen korkealämpötilapolttolaitos, Fortum Waste Solutions Oy:n Riihimäen polttolinja 1. Sen kokonaiskapasiteetti on 75 000 tn/v. Vantaan Energia Oy:lle on myönnetty lupa toisen korkealämpötilapolttolaitoksen rakentamiseen Vantaalle (kapasiteetti 45 000 tn/v). Laitoksen on tarkoitus aloittaa toimintansa vuonna 2025 (Vantaan Energia, 2023).

POP-jätteiden käsittelyyn tarvittavan korkealämpötilapolttokapasiteetin arvioiminen tarkasti on vaikeaa, koska POP-jätteitä ei tilastoida erikseen niiden sisältämien POP-yhdisteiden ja pitoisuuden perusteella. Suomen korkealämpötilapolton kapasiteetin arvioidaan kuitenkin riittävän niiden Suomessa syntyvien POP-jätteiden käsittelyyn, jotka vaativat korkealämpötilapolttoa. Tällaisia jätteitä ovat:

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

- Jätteet, joiden sisältämien POP-yhdisteiden tuhoutumisesta yhdyskuntajätteen polttolaitoksissa ei ole vielä riittävästi tietoa; näihin POP-yhdisteisiin kuuluvat POP-torjunta-aineet<sup>35</sup>, heksaklooribentseeni, heksaklooributadieeni, bentaklooribentseeni, PCB, dioksiinit ja furaanit, polyklooratut naftaleenit sekä PFOS-, PFOA- ja PFHxS-ryhmiin kuuluvat yhdisteet.
- Kaikki vaarallisiksi jätteiksi luokitellut POP-jätteet, joissa orgaanisten halogeeniyhdisteiden pitoisuus ylittää 1 % (jätteenpoltoasetuksen 9 §).

## 10.1.2 Sementtiuunit

Rinnakkaispoltto sementtiuuneissa, joissa lämpötila nousee 1 400–1 500 °C, soveltuu Baselin sopimuksen ohjeiden mukaan kaikkien POP-yhdisteiden hävittämiseen.

Suomessa on toiminnassa kaksi sementtitehdasta (Finnsementti Oy:n Lappeenrannan ja Paraisten laitokset). Laitosten yhteenlaskettu jätteiden polton enimmäismäärä on vuonna 2024 138 300 tn/v. Yritys valmistelee ympäristöluvan muutoshakemusta jätteiden polton enimmäismäärän lisäämiseksi nykyisestä.

Molempien laitosten luvissa poltettavaksi sallittujen jätteiden luettelot ovat samat. Vaarallisen jätteen poltto on kielletty (laitosten omassa toiminnassa syntyvää öljyjätettä lukuun ottamatta). Luvissa sallittujen vaarattomien jätteiden jätenimikkeiden kirjo on laaja, ja sisältää myös useita vaarattomaksi luokiteltuja POP-jätteitä koskevia jätenimikkeitä. Näihin kuuluvat mm.:

- Romuajoneuvoista peräisin olevat muovit ja muut vaarattomaksi luokitellut osat
- Vaarattomaksi luokitellut sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovi- ja muut osat
- Vaarattomaksi luokitellut käytöstä poistetut tuotteet ja kemikaalit
- Rakennus- ja purkutoiminnasta peräisin olevat vaarattomaksi luokitellut puu- ja muovijätteet, pilaantuneet maa- ja kiviainekset ja ruoppausmassat sekä sekalaiset rakennus- ja purkujätteet
- Jätteiden mekaanisen käsittelyn (esimerkiksi murskauksen ja lajittelun) vaarattomaksi luokitellut jätejakeet, kuten muovi, kumi, tekstiilit, puujäte, palava jäte (jäteperäiset polttoaineet) sekä vaarattomaksi luokitellut eri materiaalien seokset
- Vaarattomaksi luokitellut suojavaatteet esimerkiksi terveydenhuollosta ja teollisuudesta
- Yhdyskuntajätteisiin kuuluvat vaatteet ja tekstiilit, muovijäte, vaarattomaksi luokiteltu puujäte, nuohousjätteet ja suurikokoiset esineet (kuten huonekalut ja patjat).

Laitokselle hyväksyttävien jäteperäisten polttoaineiden valintakriteerejä ovat polttoaineen kemiallinen koostumus, lämpöarvo, materiaalin käsiteltävyys ja kulkevuus syöttölaitteissa sekä kappalekoko. Jätteen korkea klooripitoisuus voi vaikuttaa haitallisesti prosessin toimintaan, mikä voi rajoittaa klooripitoisten POP-jätteiden vastaanottomahdollisuuksia. Polttoon otettavien jätteiden soveltuvuus sementtiuuniin arvioidaan aina tapauskohtaisesti soveltuvuustestauksella ja koekäytöllä. Tietyn polttoon toimitettavan POP-jätteen määrän on oltava riittävän suuri, jotta se mahdollistaa laitoksilla riittävän tasalaatuisen polttoaineensyötön.

---

<sup>35</sup> Aldriini, DDT, dieldriini, dikofoli, endosulfaani, endriini, heksakloorisykloheksaanit (ml. lindaani), heptakloori, klordaani, klordekoni, mireksi, toksafeeni

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## 10.1.3 Jätteenpolttolaitokset

Jätteenpolttolaitosten (850 °C), jotka täyttävät EU:n jätteenpolttoa koskevat vaatimukset, on todettu soveltuvan tiettyjen heksabromisyklododekaania, POP-BDE-yhdisteitä, SCCP:tä ja pentakloorifenolia sisältävien jätteiden käsittelyyn:

- HBCDD:n todettiin tuhoutuvan 900–1 000 °C lämpötilassa yli 99,999 % hajotustehokkuudella, kun HBCDD:tä 6 000–21 000 mg/kg sisältävää EPS- ja XPS-muovia oli yhdyskuntajätteen polttolaitoksen syötteessä 1–2 paino-% käsiteltävän jätteen kokonaismäärästä (Mark ym., 2015). Toisen tutkimuksen (Kajiwara ym., 2017) mukaan XPS-eristejätteen maksimimäärä polttolaitoksen syötteessä voi olla enintään 3 % (polttolämpötila vaihteli laitoksittain välillä 880–1 210 °C).
- SE-laitteista peräisin olevien POP-BDE-yhdisteiden on todettu tuhoutuvan yhdyskuntajätteen polttolaitoksessa yli 99,99 %:n hajotustehokkuudella, kun bromipitoisuus jää polttolaitoksen syötteessä alle 1 %. (Vehlow ym., 2002; Borgnes ja Rikheim, 2005; Basel Convention, 2023). Japanilaisessa tutkimuksessa hajotustehokkuudeksi saatiin puolestaan yli 99,9999 %, kun deka-BDE:tä sisältävää (50 000 mg/kg) muovimursketta poltettiin muun jätteen seassa n. 3 paino-% (Kajiwara ym., 2021).
- Kaapelijätteessä olevan SCCP:n on todettu tuhoutuvan yhdyskuntajätteen polttolaitoksessa n. 850 °C lämpötilassa (PE Europe GmbH, 2010; Basel Convention, 2023).
- Puujätteen sisältämä pentakloorifenoli tuhoutuu, kun jäte poltetaan 910–1 025 °C lämpötilassa; hajotustehokkuudeksi on määritetty kahdessa tutkimuksessa yli 99,9 % ja yli 99,99 % (Basel Convention, 2023).

Bromattuja POP-palonsuoja-aineita sisältävien jätteiden poltossa voi muodostua bromattuja dioksiineja ja furaaneja (PBDD/F). Niiden päästöjä voidaan kuitenkin vähentää riittävän tehokkaalla savukaasujen käsittelyllä. EU:n jätteenpolton vertailuasiakirjassa (Euroopan komissio, 2019) ja sitovissa BAT-päätelmissä<sup>36</sup> edellytetäänkin bromattujen dioksiinien ja furaanien seurantaa jätteenpolttolaitosten ilmapäästöjen tarkkailussa. Polttoprosessissa hajoamattomat POP-BDE-yhdisteet ja HBCDD päätyvät pääosin laitoksen pohjatuhkaan. (Kajiwara ym., 2017; Kajiwara ym., 2021; Basel Convention, 2023).

## 10.1.4 Rinnakkaispolttolaitokset

Rinnakkaispolttolaitokset, jotka täyttävät teollisuuspäästädirektiivin ja jätteenpolttoasetuksen vaatimukset, soveltuvat samojen POP-yhdisteiden käsittelyyn kuin jätteenpolttolaitokset. Rinnakkaispolttolaitosten edellytykset ottaa vastaan POP-jätteitä riippuvat niiden luvan sisällöstä.

---

<sup>36</sup> Komission täytäntöönpanopäätös (EU) 2019/2010, annettu 12 päivänä marraskuuta 2019, Euroopan parlamentin ja neuvoston antaman direktiivin 2010/75/EU mukaisten jätteenpolton parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (BAT) koskevien päätelmien laatimisesta

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## 10.1.5 Metallien tuotannon termiset prosessit

Metallien tuotannon tiettyjen termisten prosessien on todettu soveltuvan dioksiini- ja furaanipitoisten jätteiden sekä bromidifenyylieetterien (BDE) hävittämiseen. Muiden POP-yhdisteiden osalta tutkimustietoa ei ole riittävästi.

Baselin sopimuksen teknisten ohjeiden mukaan (Basel Convention, 2023) masuuni, kuilu-uuni ja arinuuuni/Martin-uuni, soveltuvat em. POP-yhdisteiden hävittämiseen rautapitoisista jätteistä. Niissä ovat pelkistävät olosuhteet ja 1 200–1 450 °C lämpötila pystyvät tuhoamaan PCDD/F-yhdisteet ja estämään de novo -synteesin (eli PCDD/F-yhdisteiden uusmuodostuksen).

POP-yhdisteiden tuhoamiseen muita metalleja kuin rautametalleja (non-ferrous metals, NFR) sisältävistä jätteistä soveltuvat Waelzin kiertouuniprosessi sekä sulapelkistysprosessit, joissa käytetään vaaka- tai pystyuuneja. Niissä lämpötila on prosessista riippuen 1 000–1 400 °C.

Em. metalliteollisuuden termisiä prosesseja voidaan käyttää mm. POP-BDE-yhdisteitä sisältävien sähkö- ja elektroniikkalaitteiden ja ajoneuvojen murskausjätteiden käsittelyyn (Basel Convention, 2023). Samat menetelmät on määritelty myös POP-asetuksessa prosesseiksi, joilla tiettyjen POP-yhdisteitä sisältävien metalliteollisuuden jätteiden kierrätys metallien talteenottamiseksi on sallittua (ks. luku 10.3).

## 10.1.6 Muualla käytössä olevia harvinaisempia termisiä prosessitekniikoita

**Plasmakaari** soveltuu PCB-jätteiden ja torjunta-aineiden (mm. klordaanin, klordekonin, DDT:n, endosulfaanin ja heptakloorin) käsittelyyn. Jätteen on oltava nestemäistä, kaasumaista tai pumpattavissa olevaa hienojakoista lietettä. Jäte syötetään suoraan plasmaan, jossa se kuumenee alle 1 millisekunnissa noin 3 100 °C:een ja pyrolysoituu 20 ms:ssa vesijähdytteisessä reaktiokammiossa alkuaineioneiksi ja -atomeiksi. Niistä muodostuu edelleen yksinkertaisia molekyyliä. Kaksi kaupallista laitosta toimii Australiassa. (Basel Convention, 2023).

**Plasmasulatuksella tapahtuva hajottaminen** (Plasma Melting Decomposition) soveltuu PCB:llä saastuneen kiinteän jätteen käsittelyyn. Menetelmässä jäte pakataan säiliöihin (esim. tynnyreihin) yhdessä emäksisyyttä säättävän aineen (kuten kalkin tai silikan) kanssa ja käsitellään plasmauunissa. Plasmapolttin synnyttää korkean lämpötilan (yli 1 400 °C) plasmakaasua (ilma), joka sulattaa jätteen tynnyreineen. Orgaaninen materiaali hajoaa hiilidioksidiksi, vedeksi ja kloorivedyksi, ja epäorgaaninen materiaali hapettuu sulakuonaksi. Kaupallisen mittakaavan laitoksia ei tietyvästi ole muualla kuin Japanissa. (Basel Convention, 2023).

## 10.1.7 Pyrolyysin soveltuvuudesta POP-jätteiden käsittelyyn

Pyrolyysin soveltuvuudesta POP-jätteiden käsittelyyn ei ole toistaiseksi riittävästi tutkittua tietoa, joten sitä ole hyväksytty POP-jätteille soveltuvaksi käsittelymenetelmäksi Baselin sopimuksen teknisissä ohjeissa. Eri puolilla maailmaa on kuitenkin meneillään aktiivista tieteellistä tutkimusta aiheesta.

Pyrolyysiprosessin kyky hajottaa POP-yhdisteitä vaihtelee riippuen prosessin parametreista, käsiteltävästä jätteestä ja POP-yhdisteestä, joten prosessit vaativat tarkkaa optimointia. Lisäksi laboratoriossa tehtyjen tutkimusten tulokset eivät ole suoraan

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

yleistettävissä laitosmittakaavaan. Tutkimuksissa on myös huomioitava kaikki pyrolyysissä muodostuvat fraktiot ja päästöt.

Tehdyissä tieteellisissä tutkimuksissa on noussut esiin esimerkiksi seuraavia kysymyksiä:

- Tutkittaessa prosessia, jossa jätevesilietteestä tuotettiin pyrolyysillä biohiiltä, joitakin PFAS-yhdisteitä todettiin pyrolyysiöljyssä korkeampina pitoisuuksina kuin prosessiin syötetyssä lietteessä. Tämän on katsottu viittaavan siihen, että tietyt PFAS-yhdisteet ja niiden reaktiotuotteet voisivat kertyä pyrolyysiöljyyn. (McNamara ym., 2023; Sørmo ym., 2023)
- Bromattuja POP-palonsuoja-aineita (erityisesti PBDE-yhdisteitä) sisältävien muovien pyrolyysissä on todettu syntyvän bromattuja dioksiineja ja furaaneja (PBDD/F). Prosessiolosuhteet ja käsiteltävän jätteen laatu vaikuttavat syntyvien PBDD/F-yhdisteiden määrään (Mei ym., 2017). Vaikka bromattuja dioksiineja ja furaaneja ei ole nimetty POP-yhdisteiksi, arvioidaan niillä kuitenkin olevan samanlaisia terveysvaikutuksia kuin klooratuilla dioksiineilla ja furaaneilla (Birnbaum ym., 2003; van den Berg ym., 2013).

## 10.2 Fysikaalis-kemiallinen käsittely

POP-jätteiden fysikaalis-kemialliseen (D9) käsittelyyn on kehitetty useita erilaisia menetelmiä. Kukin menetelmä soveltuu yleensä vain osalle POP-yhdisteistä. Menetelmien soveltuvuutta voivat rajoittaa myös POP-yhdisteen pitoisuus jätteessä, jätteen olomuoto, raekoko, materiaalin epähomogeenisuus tai muu vastaava ominaisuus. Menetelmien käyttö vaatii usein myös jätteen esikäsittelyä (Basel Convention, 2023).

POP-jätteen fysikaalis-kemiallisen käsittelymenetelmän on aina täytettävä asetuksen perusvaatimus, että jätteen sisältämät POP-yhdisteet hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti vaarattomampaan muotoon. Siten **esimerkiksi jätteen stabilointi ei täytä POP-asetuksen vaatimuksia**.

Tässä luvussa esitellään lyhyesti fysikaalis-kemiallisia menetelmiä, joiden on osoitettu soveltuvan POP-jätteiden käsittelyyn. Lisätietoa menetelmistä ja niiden käytön vaatimasta jätteiden esikäsittelystä löytyy Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevasta yleisohjeesta (Basel Convention, 2023). Näitä fysikaalis-kemiallisia menetelmiä ei tällä hetkellä tietyvästi ole käytössä Suomessa.

Lisää käsittelymenetelmiä on kuvattu EU:n jätteenkäsittelyn parhaan käyttökelpoisen tekniikan vertailuasiakirjan (BREF) luvussa 5.8.1.1.3 (Euroopan komissio, 2018b).

**Alkalimetallipelkistyksessä** (Alkali Metal Reduction) jätteen sisältämä kloori reagoi alkalimetallin kanssa muodostaen suoloja ja halogenoimatonta jätettä. Yleisimmin pelkistimenä käytetään metallista natriumia. Menetelmä soveltuu PCB-öljyjen sekä torjunta-aineista klordaaniin ja heksaklooribentseeniin käsittelyyn. Menetelmällä voidaan päästä yli 99,999 % hajotustehokkuuteen.

**Emäskatalysoidussa hajottamisessa** (Base Catalyzed Decomposition) jätteen käsittelyssä käytetään vedynluovuttajana toimivan öljyn, alkalimetallihydroksidin ja patentoidun katalyytin muodostamaa reagenssiseosta. Kun seos kuumennetaan 300 °C:een, se muodostaa erittäin reaktiivista atomaarista vetyä, joka reagoi jätteen kanssa.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Menetelmä soveltuu selvitysten mukaan ainakin PCB:n, dioksiinien, furaanien, DDT:n, HCB:n, heptakloorin, klordaanin, HCH-yhdisteiden ja pentakloorifenolin käsittelyyn. Menetelmän hajotustehokkuuden on raportoitu olevan yli 99,99 %.

**Katalyyttisessä vedyn avulla tapahtuvassa kloorinpoistossa** (Catalytic Dehydrogenation) vety reagoi 180–260 °C:n lämpötilassa ja normaalipaineessa kloorattujen halogeeniyhdisteiden kloorin kanssa muodostaen suolahappoa ja halogenoimatonta jätettä. Menetelmä soveltuu PCB-jätteiden sekä dioksiinien ja furaanien käsittelyyn. Hajotustehokkuudeksi on raportoitu yli 99,98 %.

**Yli- ja alikriittisen veden avulla tapahtuvassa hapetuksessa** (Supercritical / Subcritical Water Oxidation) jätteet käsitellään vedessä olevan hapettimen avulla veden kriittisen lämpötilan ja paineen joko yläpuolella (374 °C ja 218 ilmakehää) tai alapuolella (370 °C ja 262 ilmakehää) olevissa olosuhteissa. Näissä olosuhteissa orgaaniset materiaalit muuttuvat veteen hyvin liukeneviksi ja hapettuvat hiilimonoksidiksi, vedeksi ja epäorgaanisiksi hapoiksi tai suoloiksi. Menetelmän on arvioitu soveltuvan kaikille POP-yhdisteille. Sitä voidaan käyttää nestemäisen POP-jätteen, öljyjen ja liuottimien sekä alle 200 µm halkaisijaltaan olevien kiinteiden jätepartikkeleiden käsittelyyn. Jätteen sisältämän orgaanisen materiaalin osuuden on oltava alle 20 p-%. Hajotustehokkuudeksi on raportoitu yli 99,99 %.

**Kaasufaasin kemiallisessa pelkistyksessä** (Gas Phase Chemical Reduction) vety reagoi yli 850 °C lämpötilassa ja matalassa paineessa kloorattujen orgaanisten yhdisteiden kanssa tuottaen metaania, vetykloridia (jos jäte sisältää klooria) sekä pieniä määriä pienimolekyylisiä hiilivetyjä kuten bentseeniä ja etyleeniä. Menetelmä soveltuu kaikkien POP-yhdisteiden käsittelyyn, mm. nestemäisille ja öljyisille jätteille, maa-aineksille, sedimenteille, lietteille sekä muuntajille. Menetelmän hajotustehokkuudeksi on raportoitu yli 99,999 %.

## 10.3 Metallien talteenotto ja kierrätys

POP-asetuksen mukaan jätteiden materiaalikierrätys (R4) on sallittu vain tietyille metalliteollisuuden metallipitoisille jätteille. Muita POP-jätteitä ei saa kierrättää sellaisenaan lainkaan (asetuksen liite V). Metalliyhdisteiden talteenotto ja kierrätys sallitaan vain:

- raudan- ja teräksenvalmistusprosessien jätteille (esimerkiksi savukaasujen käsittelyssä syntyvät pölyt ja lietteet, valssihilseet ja terästehtaiden sinkkiä sisältävät savukaasujen suodatinpölyt),
- kuparisulattamoiden kaasunpuhdistusjärjestelmistä tuleville pölyille ja muille sen tapaisille jätteille, ja
- värimetallituotannon lyijyä sisältäville suotojäämille.

Edellä mainittuja jätteitä saa kierrättää ainoastaan prosesseissa, joissa otetaan talteen rautaa ja rautaseoksia (masuuni, kuilu-uuni ja arina-/Martin-uuni) sekä värimetalleja (Waelzin kiertouuniprosessi sekä sulapelkistysprosessit, joissa käytetään vaaka- tai pystyuuneja). Laitteistojen on täytettävä vähintään teollisuuspäästödirektiivissä jätteenpoltolle asetetut dioksiini- ja furaaniyhdisteiden päästöraja-arvoja koskevat vaatimukset, jotka on Suomessa pantu täytäntöön jätteenpoltoasetuksella.



## 10.4 POP-jätteen esikäsittely ja varastointi

### 10.4.1 POP-jätteiden esikäsittely

POP-jätteiden esikäsittely voi olla tarpeen jätteen käsittelymenetelmän optimaalisen toimivuuden varmistamiseksi. Esikäsittely<sup>37</sup> voi olla esimerkiksi mekaanista erottelua, paloittelua tai murskausta käsittelyprosesseille sopivaan palakokoon, homogenisointia, pH:n säätöä, höyrystämistä, veden poistamista jätteestä tai POP-yhdisteitä sisältävän laitteiston purkamista osiin. Jätteestä voidaan myös erotella haitta-aineita esimerkiksi adsorption tai absorption avulla, desorptiolla, membraanisuodatuksella tai liuotinpesulla.

Esikäsittelyssä erotetut POP-yhdisteet on käsiteltävä POP-asetuksessa säädetyillä menetelmillä niin, että POP-yhdisteet tuhoutuvat tai muuntuvat palautumattomasti sellaiseen muotoon, jolla ei ole pysyvien orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia. **POP-yhdisteitä sisältävää jätettä ei saa laimentaa tai sekoittaa muihin jätteisiin ainoastaan pitoisuuden alentamiseksi alle POP-pitoisuusrajan** (Basel Convention, 2023).

Lisätietoa esikäsittelymenetelmistä löytyy Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevasta yleisohjeesta (Basel Convention, 2023; Euroopan komissio, 2018b).

### 10.4.2 POP-jätteiden varastointi

POP-jätteet tulee kerätä ja varastoida erillään muista jätteistä ja materiaaleista kuivassa sateelta suojatussa tilassa, jossa on vettä läpäisemätön pohjarakenne. Jätteet on pakattava varastointia varten niiden olomuodon edellyttämällä tavalla:

- Nestemäiset, lietemäiset tai nesteitä sisältävät POP-jätteet on pakattava asianmukaisesti ennen varastointia, ja pakkaukset on varastoitava esimerkiksi astiakohtaisissa valuma-altaissa, jotka on sijoitettu viemäröimättömään halliin. Kunkin valuma-altaan tilavuuden tulee olla suurempi kuin siihen sijoitetun astian tilavuus.
- POP-yhdisteillä kontaminoituneet kiinteät jätteet tulisi varastoida suljetuissa säiliöissä (esimerkiksi tynnyreissä). Suuret materiaalmäärät voidaan varastoida myös bulkkitavarana esimerkiksi konteissa.
- Bromattuja palonsuoja-aineita (BDE-yhdisteet ja HBCDD) sisältävät, tyyppillisesti kuluttajakäytössä olleet, tuotteet ja esineet eivät tarvitse erillistä varastointipakkausta.

POP-jätteen mahdollinen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi voi osaltaan tuoda lisävaatimuksia jätteen varastoinnille (esimerkiksi sähkö- ja elektroniikkalaitteiden jätteet). POP-jätteiden luokittelua on käsitelty edellä luvussa 8.

---

<sup>37</sup> Esikäsittelytoimet kuuluvat seuraaviin jäteasetuksen liitteiden 1 ja 2 käsittelykoodeihin:

- hyödyntämistoimi R12.2: Jätteiden siirtokuormausta ja esikäsittelyä kuten varastointia, lajittelua, yhdistämistä, paloittelua, murskausta ja paaluausta, ennen jätteen varsinaista hyödyntämistä (lukuun ottamatta R12.1); Jollei muuta sopivaa R-koodia ole, tähän voi sisältyä alustavia toimia ennen jätteen hyödyntämistä, esikäsittelyä mukaan lukien, esimerkiksi purkamista, lajittelua, murskaamista, paaluausta, pelletointia, kuivausta, paloittelua, kunnostusta, uudelleenpakkaamista, erottelua, yhdistämistä tai sekoittamista ennen jonkin toimista R 1–R 11 soveltamista jätteeseen.
- loppukäsittelytoimi D13: Yhdistäminen tai sekoittaminen ennen toimittamista johonkin toimista D1–D12; Jollei muuta sopivaa D-koodia ole, tähän voi sisältyä ennen loppukäsittelyä toteutettavia alustavia toimia, esikäsittelyä mukaan lukien, esimerkiksi lajittelua, murskaamista, paaluausta, pelletointia, kuivausta, paloittelua, kunnostusta tai erottelua ennen jonkin toimista D1–D12 soveltamista jätteeseen.



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Säilytyspaikka ja -astiat on varustettava selkeillä merkinnöillä jätteiden sisältämistä POP-yhdisteistä. Ulkopuolisten pääsy varastotiloihin on estettävä.

Varastointialueet on suunniteltava siten, että päästöt ympäristöön estetään. Suunnittelussa on huomioitava mahdolliset päästöt vesiin, ilmaan ja maaperään.

Varastointitilojen olosuhteiden tulee olla sellaiset, että POP-yhdisteiden mahdollinen haihtuminen minimoidaan. Työntekijöiden suojelemiseksi tiloihin voidaan tarvittaessa järjestää alipaine ja ilmansuodatus aktiivihillisuodattimien kautta. (Basel Convention, 2023).

## **10.5 POP-jätteen sijoitus poikkeustapauksessa vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan**

Toimivaltainen viranomainen voi poikkeustapauksessa sallia, että jäte, joka sisältää POP-yhdisteitä vähintään POP-asetuksen liitteen IV alemman pitoisuusrajan verran, varastoidaan pysyvästi vaarallisen jätteen kaatopaikalle, tai syväälle turvalliseen kallioperään tai suolakaivokseen. Menettely sallitaan vain tietyille asetuksen liitteen V osassa 2 luetelluille jätteille (ks. luku 10.5.2).

Jos pysyvän orgaanisen yhdisteen pitoisuus jätteessä ylittää myös asetuksen liitteessä V säädetyn ylemmän pitoisuusrajan, ei jätteen sijoittamiseen vaarallisen jätteen kaatopaikalle voida myöntää lupaa. Sen sijaan sijoittaminen syväälle kallioperään tai suolakaivokseen voidaan sallia myös ylemmän POP-pitoisuusrajan ylittyessä.

Toimivaltainen lupaviranomainen POP-jätteen sijoittamisessa kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan on aluehallintovirasto (ympäristönsuojelulaki 527/2014, 220 §). Poikkeusluvan edellytyksiä on kuvattu luvussa 10.5.1 ja hakumenettelyä luvussa 10.5.3.

### **10.5.1 Jätteen sijoittamista vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan koskevan poikkeusluvan myöntämisedellytykset**

Vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai syväälle kallioperään sijoittamista koskevaa poikkeusta voidaan soveltaa, mikäli kyse on liitteen V osassa 2 mainitusta jätteestä, ja jätteen haltija voi osoittaa, että:

- POP-yhdisteitä ei ole mahdollista poistaa jätteestä, ja
- POP-yhdisteiden tuhoaminen tai palautumaton muuntaminen ei ole ympäristön kannalta paras käsittelytapa.

Taloudellista tarkastelua ei voida käyttää poikkeuspäätöksen perusteena, vaan päätöksen on perustuttava ainoastaan ympäristönsuojelullisiin näkökohtiin (asetuksen 7 artiklan 4(b)-kohta). Jäte voi esimerkiksi olla fysikaaliselta tai kemialliselta koostumukseltaan sellaista, ettei se mahdollisesta esikäsittelystä huolimatta sovellu polttoon tai fysikaalis-kemialliseen käsittelyyn, tai jätteen vaatimasta esikäsittelystä aiheutuisi enemmän haittaa terveydelle tai ympäristölle.

Ennen sijoittamista vaarallisen jätteen kaatopaikalle POP-jäte on asetuksen liitteen V mukaan kiinteytettävä tai osittain stabiloitava, jos se on teknisesti mahdollista. On syytä

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

huomata, että POP-jätettä ei voi stabiloitunakaan sijoittaa vaarattoman jätteen kaatopaikalle, ellei voida luotettavasti osoittaa, että kaikki POP-yhdisteet ovat prosessissa muuntuneet sellaisiksi yhdisteiksi, joilla ei ole pysyvien orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia.

Jätteen sijoittamisessa vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan on POP-asetuksen lisäksi noudatettava EU:n kaatopaikkadirektiivin (1999/31/EY) vaatimuksia, jotka Suomessa on saatettu voimaan valtioneuvoston asetuksella kaatopaikoista (331/2013).

Kaatopaikka-asetuksessa mm. kielletään nestemäisten, räjähtävien, syövyttävien, hapettavien, syttyvien tai tartuntavaarallisten jätteiden sijoittaminen kaatopaikalle. Vaarallisen jätteen kaatopaikalle on kielletty myös sellaisen jätteen, jonka sisältämän orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus on yli 6 % (tai hehkutushäviö yli 10 %), sijoittaminen. Lisäksi kaatopaikka-asetuksessa asetetaan raja-arvot jätteen sisältämien metallien sekä kloridin, fluoridin ja sulfaatin liukoisuudelle. Kaatopaikan lupaviranomainen (aluehallintovirasto) voi tietyin edellytyksin lieventää näitä raja-arvoja.

POP-jätteen sijoittaminen poikkeusmenettelyllä syvälle kallioperään tai suolakaivokseen edellyttää puolestaan aina sijoituspaikasta tehtävää turvallisuusarviointia. Jätteen on täytettävä maanalaiselle sijoituspaikalle kaatopaikkadirektiivin liitteessä II (neuvoston päätös 2003/33/EY<sup>38</sup>) säädetyt kelpoisuuskaatopaikka-asetus, 33 §). Kaatopaikkadirektiivin liite II kieltää sellaisten jätteiden, joissa voi tapahtua ei-toivottuja fysikaalisia, kemiallisia tai biologisia muutoksia, sijoittamisen kallioperään tai suolakaivokseen. Tällaisia jätteitä ovat direktiivin mukaan esimerkiksi biohajoavat, pistävänhajuiset, tartuntavaaralliset tai nestemäiset jätteet, räjähtävät, syövyttävät, hapettavat, syttyvät tai haihtuvat jätteet, tai sellaiset jätteet, jotka voivat varastointiolosuhteissa reagoida veden tai kallioperän kanssa tavalla, joka vaarantaa maanalaisen varaston esteen pysymisen turvallisena.

## 10.5.2 Mitä POP-jätteitä voidaan poikkeustapauksessa sijoittaa vaarallisten jätteiden kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan?

Mahdollisuus sijoittaa POP-jätettä poikkeusmenettelyllä vaarallisen jätteen kaatopaikalle, syvälle kallioperään tai suolakaivokseen koskee ainoastaan asetuksen liitteessä V lueteltuja jätteitä. Poikkeusmenettelyä voidaan soveltaa mm. eräiden rakentamisen jätteiden, maa- ja kiviainesten, jätteenpolton ja rinnakkaispolton tuhkien ja kuonien, turpeen ja käsittelemättömän puun poltossa syntyvän lentotuhkan, eräiden metalliteollisuuden kuonien ja kaasunpuhdistusjätteiden sekä metallurgisissa prosesseissa syntyvien vuorausten ja tulenkestävien aineiden loppusijoittamiseen. Täydellinen luettelo jätenimikkeistä on tämän oppaan liitteessä 10.

PCB- ja PFOS-yhdisteitä sisältävien jätteiden sijoittamiseen vaarallisen jätteen kaatopaikalle ei voida myöntää poikkeuslupaa. Näille yhdisteille alemmat ja ylempät pitoisuusrajat on määritelty POP-asetuksessa samoiksi, jolloin alemman pitoisuusrajan ylittyessä myös ylempi pitoisuusraja väistämättä ylittyy. PCB- ja PFOS-jätteitä voitaisiin kuitenkin sijoittaa poikkeusmenettelyllä syvälle kallioperään tai suolakaivokseen.

---

<sup>38</sup> Neuvoston päätös direktiivin 1999/31/EY 16 artiklan ja liitteen II mukaisista perusteista ja menettelyistä jätteen hyväksymiseksi kaatopaikoille (2003/33/EY)

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## 10.5.3 Vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan sijoittamista koskevan poikkeusluvan hakuprosessi

Toimivaltainen lupaviranomainen POP-jätteen sijoittamisessa vaarallisen jätteen kaatopaikalle on ympäristönsuojelulain mukainen lupaviranomainen, eli kyseisen kaatopaikan lupaviranomaisena toimiva aluehallintovirasto (ympäristönsuojelulaki 527/2014, 220 §).

Luvan hakijana toimii kyseisen vaarallisen jätteen kaatopaikan ympäristöluvan haltija. Jos POP-jätteen sijoitusta ei ole huomioitu kaatopaikan ympäristöluvassa, on luvan haltijan haettava poikkeussijoitusta koskevan luvan lisäksi myös kaatopaikan luvan muuttamista.

Lupahakemuksessa on esitettävä jätteen haltijan perustelut POP-asetuksen kaatopaikalle sijoittamista koskevien poikkeusedellytysten täyttymisestä (ks. edellä luku 10.5.2).

POP-jätteen sijoittamista Suomessa sijaitsevaan maanalaiseen sijoituspaikkaan koskisivat samat luvanhakua koskevat periaatteet kuin sijoitusta vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Suomessa ei kuitenkaan ole nykyisin sellaista maanalaista sijoituspaikkaa, jonne POP-jätteitä voitaisiin sijoittaa. Lupaa olisi kuitenkin mahdollista hakea POP-jätteen sijoittamiseen poikkeustapauksessa toisessa EU- tai ETA-maassa<sup>39</sup> sijaitsevaan maanalaiseen sijoituspaikkaan kuten suolakaivokseen. Tämä vaihtoehto voisi tulla kyseeseen silloin, jos POP-jätteille säädetty ylempi pitoisuusraja ylittyy.

### Tietolaatikko 4: Poikkeuspäätöksiä koskevien tietojen toimitusvelvollisuus

POP-jätteiden sijoittamista vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai syväälle kallioperään koskevat aluehallintoviraston poikkeuspäätökset perusteluineen on annettava tiedoksi komissiolle ja muille EU:n jäsenmaille. Aluehallintoviraston tulee toimittaa tekemänsä päätökset ja niitä koskevat perustelut Suomen ympäristökeskukselle (kaatopaikka-asetus, 50 §). Syke toimittaa päätökset perusteluineen edelleen komissiolle ja muille jäsenmaille.

Lomakkeen, jolla tiedot ilmoitetaan komissiolle, voi pyytää sähköpostitse osoitteesta: [pop@syke.fi](mailto:pop@syke.fi).

### Luvan hakeminen POP-jätteen sijoittamiseen poikkeustapauksessa toisessa maassa sijaitsevaan maanalaiseen sijoituspaikkaan

Lupaa POP-jätteen sijoittamiseen poikkeustapauksessa toisessa EU- tai ETA-maassa sijaitsevaan maanalaiseen sijoituspaikkaan tulee hakea kohdemaan nimeämältä toimivaltaiselta viranomaiselta. POP-asetuksessa ei ole yksiselitteisesti määritelty, toimiiko luvan hakijana jätteen haltija vai sijoituspaikan luvanhaltija, joten käytännössä voi olla kansallisia eroja. Oikea menettely on varmistettava kohdemaan viranomaiselta. Riippumatta siitä, kuka toimii luvan hakijana, on Suomessa toimivan jätteen haltijan vastuulla toimittaa luvan käsittelyä varten perustelut POP-asetuksen poikkeusedellytysten täyttymisestä.

<sup>39</sup> EU:n ulkopuolisia ETA-maita ovat Norja, Islanti ja Liechtenstein.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Sen jälkeen, kun kohdemaan viranomaiselta on saatu lupa, on vielä haettava jätteiden kansainväliseen siirtoon tarvittava lupa (ks. luku 9). Jätteensiirtoasetuksen mukaan lupanhakijana on ensisijaisesti oltava jätteen alkuperäinen tuottaja. Lupamenettelyä varten hakijan on toimitettava jätteensiirtoasetuksen edellyttämien tietojen lisäksi myös jätteenhaltijan laatimat perustelut POP-asetuksen poikkeusedellytysten täyttymisestä sekä tiedot vastaanottavan maan antamasta hyväksynnästä poikkeussijoitukseen.

Lupahakemuksen perusteella Suomen ympäristökeskuksen on vielä arvioitava, täytyvätkö POP-asetuksen velvoitteet ja jätteen kansainvälisen siirron edellytykset. Lupaviranomaiset arvioivat mm. onko siirto läheisyys- ja omavaraisuusperiaatteen mukaista, ja täyttääkö käsittely EU:n POP-asetuksen ja Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevien ohjeiden vaatimukset.

Koska eri EU- ja ETA-maiden viranomaisilla voi olla erilaisia käytäntöjä POP-asetuksen mukaisen poikkeusluvan hakuprosesseissa, tulisi jätteiden kansainvälisten siirtojen lupaviranomaiset Suomessa ja vastaanottavassa maassa ottaa keskusteluun mukaan mahdollisimman varhain, kun lupahakemusta suunnitellaan. Silloin viranomaisten on mahdollista sopia ajoissa tarvittavista menettelyistä siltä osin kuin niistä ei ole yksityiskohtaisia säännöksiä EU-lainsäädännössä tai kansainvälisissä sopimuksissa.

## 11 Eräiden POP-jätteiden käsittelyyn liittyviä kysymyksiä

### 11.1 Bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovijätteiden käsittely

Sähkö- ja elektroniikkalaitteista, romuajoneuvoista ja rakennusten purkujätteistä peräisin olevat muovit ovat keskeisiä jätevirtoja, jotka voivat sisältää POP-yhdisteiksi luokiteltuja bromattuja palonsuoja-aineita (ks. tarkemmin liite 9).

POP-yhdisteitä sisältävien muovien käsittelyssä keskeinen kysymys on, kuinka ne voidaan tunnistaa ja erotella muista muoveista. Nykyisin POP-yhdisteiksi luokiteltuja bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien tunnistamiseen yhdistetasolla (eli erottaen mistä bromiyhdisteestä on kyse) ei ole olemassa teolliseen toimintaan soveltuvaa menetelmää. Bromatut palonsuoja-aineet on mahdollista tunnistaa yhdistetasolla ainoastaan laboratoriossa tehtävillä analyysillä. Käytännössä ainoa käyttökelpoinen menetelmä POP-yhdisteitä sisältävien muovien erotteluun on tunnistaa ja erotella kaikki bromattuja palonsuoja-aineita sisältävät muovit erilleen ja käsitellä ne kuten POP-jäte, riippumatta siitä mitä bromiyhdisteitä muovin palonsuojaukseen on käytetty.

Kun huomioidaan lainsäädännön vaatimukset ja käytössä oleva teknologia (ks. liite 11), pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältävien muovien erottelulle ja käsittelylle teollisessa mittakaavassa on kolme vaihtoehtoista linjaa:

1. **Bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien erottelu manuaalisesti SE-laiteromusta, romuajoneuvoista tai rakennusten purkujätteistä, ja käsittely POP-jätteenä erillisenä jakeena**
2. **Bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien erottelu murskeesta ja käsittely POP-jätteenä erillisenä jakeena**
3. **Koko murskauksessa syntyvän muoveja sisältävän jakeen jatkokäsittely POP-jätteen tavoin ilman bromattuja palonsuoja-aineita sisältävän muovin erottelua**

**POP-yhdisteitä sisältävä muovifraktio tulee käsitellä polttamalla se jätteenpolttoasetuksen (151/2013) vaatimukset täyttävässä polttolaitoksessa.**

Bromattuja palonsuoja-aineita sisältäville muoveille ei toistaiseksi ole olemassa muuta laajassa mittakaavassa testattua ympäristönsuojelullisesti hyväksyttävää käsittelytapaa. Vaikka POP-asetuksessa sallitaan myös fysikaalis-kemiallinen käsittely, ei Suomessa ole toistaiseksi sellaisia muovien käsittelyyn soveltuvia fysikaalis-kemiallisia laitoksia, jotka täyttäisivät POP-asetuksen vaatimukset (ks. luku 10.2).

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun, romuajoneuvojen ja rakennusten purkujätteiden käsittelystä syntyy kierrätettäväksi tai polttoon menevien jakeiden lisäksi yleensä myös kaatopaikalle sijoitettavia jakeita. **Riippumatta siitä, halutaanko SE-laitteista, ajoneuvoista tai rakennusten purkujätteistä peräisin olevia muoveja kierrättää, tulisi niistä ennen murskausta poistaa siinä määrin kuin on mahdollista ne muovit tai muoviosat, joiden tiedetään sisältävän POP-yhdisteitä. Erottelu on tarpeen POP-yhdisteiden vähentämiseksi sellaisista loppukäsiteltävistä fraktioista, joita ei ohjata polttoon. Erottelu ei kuitenkaan ole tarpeen, jos kaikki laitokselta tulevat muovit sisältävät fraktiot toimitetaan polttoon.**

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Tässä alustavassa erottelussa bromin pitoisuusrajana tulisi käyttää POP-jätteen liitteen IV pitoisuusrajaa, joka on 500 mg/kg (0,05 paino-%) heksabromisyklododekaanille (HBCDD) sekä BDE-yhdisteiden yhteenlasketulle pitoisuudelle. BDE-yhdisteiden pitoisuusraja laskee 29.12.2025 alkaen 350 mg/kg:aan ja 30.12.2027 alkaen 200 mg/kg:aan. Röntgenfluoresenssianalysointilaitteilla (XRF) on mahdollista mitata 10–100 mg/kg bromipitoisuuksia, mutta käytännössä määräysrajana joudutaan käyttämään 1 000 mg/kg, koska alhaisemmille pitoisuuksille ei toistaiseksi ole olemassa validoitua testimenetelmää (Kauppi ym., 2019; Norin ym., 2020; Stockholm Convention, 2021c).

Kierrätykseen menevien muovijätefraktioiden erottelun tulisi tapahtua ajanmukaisessa alan parhaita käytäntöjä soveltavassa laitoksessa tai laitoksetjussa, josta syntyvä uusiomuovi täyttää POP-asetuksen tuotteille säädetyt pitoisuusrajat (ks. luku 5). Muovien erottelua SER-laitteista, romuajoneuvoista ja rakennusten purkujätteistä käsitellään tarkemmin alaluvuissa 11.1.1-11.1.3.

Käsin tapahtuvassa erottelussa vaarana on työntekijöiden altistuminen bromatuille palonsuoja-aineille. Työterveyslaitoksen 2023 tekemässä tutkimuksessa ei kuitenkaan todettu bromatuista palonsuoja-aineista johtuvia terveyshaittoja sähkö- ja elektroniikkalaiteromun ja rakennusten purkujätteen käsittelijöille (Mahiout ym., 2023). Työntekijöiden työsuojeluun on kuitenkin syytä kiinnittää erityistä huomiota. Työterveyslaitos on julkaissut ohjeen SER- ja rakennuspurkujätteen kierrätystyössä esiintyvien haittojen torjunnasta<sup>40</sup> (Työterveyslaitos, 2023).

## 11.1.1 Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovien erottelu

POP-asetuksen lisäksi myös EU:n sähkö- ja elektroniikkalaiteromodirektiivi (2012/19/EU)<sup>41</sup> edellyttää, että bromattuja palonsuoja-aineita sisältävät muovit on eroteltava sähkö- ja elektroniikkalaitteista ennen kierrätystä. Vaatimus on pantu Suomessa täytäntöön valtioneuvoston asetuksella sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (SER-asetus, 519/2014).

Erottelu voidaan tehdä joko manuaalisesti ennen laitteiden murskausta, tai koneellisesti jo murskatusta jätteestä. Erottelu on mahdollista tehdä myös useammassa vaiheessa, kunhan huolehditaan että prosessissa ei ole kyse POP-asetuksen vastaisesta POP-yhdisteen pitoisuuden laimentamisesta alle POP-jätteen pitoisuusrajan, vaan fraktiot, joille ei ole tehty riittäviä erottelutoimia, toimitetaan kierrätyksen sijasta polttoon.

**Ennen varsinaista murskausta sähkö ja elektroniikkalaiteromusta tulisi poistaa siinä määrin kuin on mahdollista ne muoviosat, joiden tiedetään sisältävän POP-yhdisteitä.** Erottelu on tarpeen POP-yhdisteiden vähentämiseksi sellaisista loppukäsiteltävistä fraktioista, joita ei ohjata polttoon. Erottelu ei kuitenkaan ole tarpeen, jos kaikki laitokselta tulevat muovit sisältävät fraktiot toimitetaan polttoon. Tässä alustavassa erottelussa tulisi soveltaa POP-jätteen pitoisuusrajoja (ks. tarkemmin edellä luku 11.1).

BDE-yhdisteiden käyttö päättyi sähkö- ja elektroniikkalaitteissa vuonna 2008, jolloin deka-BDE:n käyttö kiellettiin niissä RoHS-direktiivillä<sup>42</sup>. Mikäli bromattuja palonsuoja-aineita

<sup>40</sup> <https://oma.tsr.fi/api/projects/14a48534-6aaf-49d7-a8b9-438bc2bc28b6/attachment/ae820edf-8569-4883-bddb-551e4913a8ab>

<sup>41</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/19/EU, annettu 4 päivänä heinäkuuta 2012, sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (EUVL L 197, 24.7.2012, s. 38)

<sup>42</sup> RoHS-direktiivissä on säädetty PBDE-yhdisteiden käyttökiellosta seuraavia poikkeuksia: tarkkailu- ja valvontalaitteet ja terveydenhuollon laitteet (joiden osalta markkinoille saattamisen aikaraja on heinäkuu



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

sisältäviä muoveja erotellaan sähkö- ja elektroniikkalaitteista manuaalisesti, tulisi erottelua tehdä ennen vuotta 2009 valmistettujen sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosille. Poikkeuksen muodostavat rakennuksissa käytettävät kiinteät elektroniikkalaitteet. BDE-yhdisteiden käyttö oli sallittua niissä vuoteen 2018, koska RoHS-direktiiviä ei sovelleta rakennuksissa käytettäviin kiinteisiin elektroniikkalaitteisiin.

Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden osista, jotka sisältävät POP-yhdisteiksi luokiteltuja bromattuja palonsuoja-aineita, ei ole saatavilla riittävän tarkkaa merkki- ja mallikohtaista tietoa. Siksi tarkkoja ohjeita niistä muoviosista, joihin manuaalinen tunnistaminen tulisi kohdistaa, ei ole mahdollista antaa. Bromia sisältävän muovin tunnistaminen on kuitenkin mahdollista tehdä esimerkiksi käsikäyttöisellä röntgenfluoresenssianalysaattorilla (XRF).

Manuaalinen tunnistaminen voisi soveltua esimerkiksi sellaiseen SE-laitteiden tuottajavastuujärjestelmään, jossa esikäsitellään vain tietyn tuottajan tai tiettyjen tuottajien valmistamia tuotteita. Tällöin käsittelyketjussa on yleensä käytettävissä valmistajan toimittamaa yksityiskohtaisempaa tietoa alkuperäisten tuotteiden koostumuksesta. Manuaalinen erottelu, joka perustuu pelkästään työntekijöiden kokemukseen yksittäisten osien sisältämistä palonsuoja-aineista, on kuitenkin altis virheille, jolloin POP-yhdisteitä sisältävää muovia päätyy kierrätyskelpoisiksi luettaviin materiaalivirtoihin. Erottelua tulisi siksi täydentää muovien bromipitoisuuden mittauksilla esimerkiksi XRF-analysaattorilla.

Kierrätykseen menevien SER-muovien erotteluun voidaan soveltaa EU:n sähkö- ja elektroniikka-alan standardointijärjestö CENELEC:n standardisarjaa SFS-EN 50625. Se sisältää mm. vuonna 2014 hyväksytyyn sähkö- ja elektroniikkalaiteromun kierrätyksen yleisiä vaatimuksia koskevan EN-standardin SFS-EN 50625-1<sup>43</sup>, jota on täydennetty vaarallisten aineiden ja osien poistoa laitteista koskevalla teknisellä spesifikaatiolla CLC/TS 50625-3-1<sup>44</sup>. Lisäksi vaarallisten aineiden ja osien poistolle eri laiteryhmiin kuuluvista laitteista on laadittu tarkentavia standardeja<sup>45</sup>.

CENELEC:n standardisarjan mukaan jäähdytyslaitteista ja suurista kodinkoneista (kuten liedet ja astianpesukoneet) peräisin olevat muovit eivät sisällä merkittäviä määriä bromattuja palonsuoja-aineita. Muista SE-laitteista peräisin olevien muovien katsotaan standardin mukaan voivan sisältää bromattuja palonsuoja-aineita, ellei käytettävissä ole tietoja, jotka osoittavat, että muovi ei sisällä niitä. SE-laitteista erityisesti pienet laitteet (mukaan lukien ICT-laitteet) sekä kuvaruudut ja näytöt sisältävät edelleen POP-yhdisteiksi luokiteltuja BDE-yhdisteitä. (Haarman ym., 2023).

Bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovien erottelu kierrätykseen menevästä muovista tehdään nykyisin manuaalisen erottelun sijasta yleensä laitosmaisesti murskeesta. Tyypillisessä nykyisiä parhaita käytäntöjä edustavassa sähkö-

---

2014), terveydenhuollon in vitro -diagnostiikkalaitteet (aikaraja heinäkuu 2016) ja teollisuuden tarkkailu- ja valvontalaitteet (aikaraja heinäkuu 2017).

<sup>43</sup> SFS-EN 50625-1:en: Collection, logistics & Treatment requirements for WEEE - Part 1: General treatment requirements

<sup>44</sup> CLC/TS 50625-3-1:en: Collection, logistics & treatment requirements for WEEE - Part 3-1: Specification for de-pollution - General

<sup>45</sup> **CLC/TS 50625-3-2:2016**:en: Collection, logistics & Treatment requirements for WEEE - Part 3-2: Technical specification for de-pollution – Lamps; **CLC/TS 50625-3-3:2017**:en: Collection, logistics & treatment requirements for WEEE - Part 3-3: Specification for de-pollution - WEEE containing CRTs and flat panel displays; **CLC/TS 50625-3-4:2017**:en: Collection, logistics & treatment requirements for WEEE - Part 3-4: Specification for de-pollution - temperature exchange equipment; **CLC/TS 50625-3-5:2017**:en: Collection, logistics & Treatment requirements for WEEE - Part 3-5: Technical specification for de-pollution - Photovoltaic panels.



ja elektroniikkalaiteromun kierrätysprosessissa erityyppisistä sähkö- ja elektroniikkalaitteista peräisin olevasta sekamuovifraktiosta erotellaan ensimmäisessä esiprosessoinnissa pois korkean bromipitoisuuden fraktio, yleensä joko röntgentransmissiolla (XRT), röntgenfluoresenssilla (XRF) tai upotus-kellutuksella (Haarman ym., 2023). CENELEC:n standardeissa muovien käsittelyprosessin alkuvaiheen erottelussa bromin pitoisuuden raja-arvona käytetään 2 000 mg/kg. Raja-arvo ottaa huomioon RoHS-direktiivissä vuosina 2006–2008 voimaan tulleet BDE-yhdisteiden käytölle sähkö- ja elektroniikkalaitteissa asetetut kiellot sekä eri laitetyyppien käyttöiät, joiden myötä BDE-yhdisteiden pitoisuudet SER-muoveissa ovat laskeneet merkittävästi.

## **Esiprosessoinnissa syntyvä korkean bromipitoisuuden fraktio tulee toimittaa käsiteltäväksi polttamalla POP-asetuksen vaatimukset täyttävässä laitoksessa.**

Esiprosessoinnissa syntyvä vähemmän bromia sisältävä fraktio toimitetaan jatkoprosessointiin, jossa tuotetaan homogeenisia vähän lisäaineita sisältäviä kierrätysmuovifraktioita.

Yleisimmin sekalaisesta SER-muovifraktiosta poistetaan ensin ei-polymeeriset epäpuhtaudet esimerkiksi ilmaseulonnalla, magneettierottelulla tai pyörrevirtaerottimella. Sen jälkeen muovi murskataan pienempään palakokoon ja siitä erotellaan homogeenisempia muovijakeita upotus-kellutuksella. (Haarman ym., 2023). Tyypillisesti syntyviä jakeita on kolme:

- vähän lisäaineita sisältävä polyolefiinijae (PP ja PE), jonka tiheys on alle 1 kg/L,
- jae, jossa on vähän lisäaineita sisältäviä ABS- ja PS-muoveja sekä polypropeenaa, jossa on 20 % mineraalisia täyteaineita (tiheys 1–1,1 kg/L), sekä
- paljon lisäaineita sisältävien sekalaisien polymeerien jae (tiheys yli 1,1 kg/L).

Em. kahdesta vähän lisäaineita sisältävästä muovijakeesta voidaan erotella edelleen sähköstaattisella erottelulla puhtaita kierrätysmuovifraktioita granulointia varten. Sekalaisesta heterogeenisestä muovijakeesta, jonka tiheys on yli 1,1 kg/L, ei yleensä enää pystytä ottamaan talteen riittävän puhtaita muovifraktioita. Tähän jätejakeeseen kuuluu myös bromattuja palonsuoja-aineita ja muita lisäaineita sisältävä muovi. **Tämä jätejake toimitetaan käsiteltäväksi polttamalla.** Useat yritykset kehittävät parhaillaan teknologiaa, jolla tästäkin fraktiosta voitaisiin tulevaisuudessa erotella polykarbonaattia sekä PC/ABS-muoviseosta, jotka eivät sisällä bromattuja palonsuoja-aineita. (Haarman ym., 2023).

Piirikortit päätyvät SER-laitteiden käsittelyprosessissa yleensä sekamuovifraktion sijasta muihin kuin rautametalleja sisältävään NFR-jakeeseen, ja ne käsitellään sulatoissa, joissa otetaan talteen kupari ja muut jalometallit. Piirikorttien epoksimuovi ja muu orgaaninen materiaali toimivat pelkistimenä sulatusprosessissa. (Haarman ym., 2023). (Metalliteollisuuden termisten prosessien soveltuvuutta POP-yhdisteiden käsittelyyn on käsitelty luvussa 10.1.5).

Standardin mukainen SE-romun esiprosessointi ja sitä seuraava alle 2 000 mg/kg bromia sisältävän fraktion jatkokäsittely yllä kuvatun mukaisessa parhaita käytäntöjä edustavassa käsittelyprosessiketjussa on riittävä takaamaan, että BDE-yhdisteiden pitoisuus prosessissa syntyvässä kierrätysmuovissa ei ylitä nykyisin voimassa olevaa POP-asetuksen liitteessä I tuotteille asetettua pitoisuusrajaa 500 mg/kg.

Komission vaikutustenarvion (RPA ym., 2021) mukaan lajittelussa käytettävä bromipitoisuuden raja-arvo 2 000 mg/kg riittää takaamaan myös sen, että vuoden 2025 lopulla voimaan tuleva POP-jätteen pitoisuusraja BDE-yhdisteille 350 mg/kg ei ylitä

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

kierrätysmateriaalissa. Sen sijaan eurooppalaiset kierrätysteollisuuden etujärjestöt ovat arvioineet, että 350 mg/kg pitoisuuden saavuttaminen voi olla haastavaa. Samoin vuoden 2027 lopulla voimaan tulevaa BDE-yhdisteiden pitoisuusrajaa 200 mg/kg on teollisuuden mukaan vaikeaa saavuttaa nykyisellä erotusteknologialla. Komissio valmistelee parhaillaan BDE-yhdisteiden tuotteita koskevien pitoisuusrajojen muutosta. Ehdotusluonnoksissa<sup>46</sup> pitoisuusrajat ovat olleet joko yhtä suuria tai alhaisempia kuin POP-jätteen pitoisuusrajat. Uusiin tuotteita koskeviin pitoisuusrajoihin pääseminen voi vaatia erottelussa käytettävän bromin pitoisuusrajan alentamista nykyisessä CENELEC:n standardissa käytetystä 2 000 mg/kg:sta. (RPA ym., 2021; Haarman ym., 2023).

**SER-muovin käsittelyketjun katsotaan täyttävän POP-asetuksen vaatimukset BDE-yhdisteiden poistamiselle kierrätysmateriaalista, jos SER-muovien erottelu on järjestetty em. CENELEC:n standardien mukaisesti ja muovien esierottelun jälkeinen vähän bromia sisältävä muovifraktio toimitetaan edelleen jatkoprosessoitavaksi yllä kuvatun kaltaiseen erotteluprosessiin. Esierottelussa ja jatkoprosessoinnissa syntyvät bromia sisältävät fraktiot on toimitettava polttolaitokseen, joka täyttää jätteenpolttoasetuksen vaatimukset. Vuodesta 2028 alkaen erottelussa käytettävää bromipitoisuuden raja-arvoa voi olla tarpeen alentaa standardin edellyttämästä raja-arvosta 2 000 mg/kg. Erottelussa sovellettavan bromipitoisuusrajan määrittämiseksi kierrätysteollisuuden tulee tehdä riittävän kattavia selvityksiä sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta peräisin olevien muovijakeiden sisältämien BDE-yhdisteiden pitoisuuksista.**

## 11.1.2 Romuajoneuvojen muovien erottelu

Romuajodirektiivi (2000/53/EY) ja kansallinen asetus (123/2015) eivät edellytä bromattujen muovien poistamista romuajoneuvojen esikäsittelyssä. Kansallisessa romuajoneuvoasetuksessa on kuitenkin yleisluontoinen velvoite, jonka mukaan osat, joiden tiedetään sisältävän POP-yhdisteitä, on poistettava romuajoneuvoista esikäsittelyssä siinä määrin kuin se on mahdollista. Bromattujen muovien erottelovelvoitetta ei ole esitetty myöskään komission ehdotuksessa uudeksi ajoneuvojen kiertotalousasetukseksi<sup>47</sup>, jolla on tarkoitus korvata nykyinen romuajoneuvodirektiivi. Romuajoneuvoja koskevat kuitenkin POP-asetuksen velvoitteet POP-yhdisteitä sisältävien osien erottelulle.

Romuajoneuvojen muovien kierrätyksen odotetaan kasvavan nykyisestä, kun EU:n tuleva ajoneuvojen kierrätysasetus tulee voimaan. Komission ehdotuksessa on esitetty, että kuuden vuoden kuluttua asetuksen voimaantulosta 25 % ajoneuvojen muoveista tulisi valmistaa kierrätysmuoveista, ja näistä kierrätysmuoveista 25 % tulisi olla peräisin romuajoneuvoista.

**Ennen varsinaista murskausta romuajoneuvoista tulisi poistaa siinä määrin kuin on mahdollista ne muoviosat, joiden tiedetään sisältävän POP-yhdisteitä. Erottelu on tarpeen POP-yhdisteiden vähentämiseksi sellaisista loppukäsiteltävistä fraktioista, joita ei ohjata polttoon. Erottelu ei kuitenkaan ole tarpeen, jos kaikki laitokselta tulevat muovit sisältävät fraktiot toimitetaan polttoon. Tässä alustavassa erottelussa tulisi soveltaa POP-jätteen pitoisuusrajoja (ks. tarkemmin edellä luku 11.1).**

<sup>46</sup> Komission tuorein ehdotusluonnos esitelly POP-asetuksen toimivaltaisten viranomaisten 29. kokoukselle 23.11.2023.

<sup>47</sup> Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta, asetusten (EU) 2018/858 ja 2019/1020 muuttamisesta sekä direktiivien 2000/53/EY ja 2005/64/EY kumoamisesta (COM(2023) 451 final)

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Bromattujen palonsuoja-aineiden käyttö ajoneuvoissa on kielletty asteittain. HBCDD:n käyttö päättyi vuonna 2015. Tetra-, penta-, heksa- ja hepta-BDE:n käyttö kiellettiin 2004, mutta deka-BDE:n vasta vuonna 2019. Dekka-BDE:n käyttökiellosta on sallittu edelleen joitakin poikkeuksia, mm. tiettyihin ajoneuvojen varaosiin. Tällaisissa osissa on kuitenkin oltava merkintä niiden sisältämästä deka-BDE:stä, mikä helpottaa osien tunnistamista.

Mikäli bromattuja palonsuoja-aineita sisältäviä muoveja halutaan erotella manuaalisesti, tulisi erottelua kohdistaa ennen vuotta 2020 valmistettujen ajoneuvojen muoviosiin. Ajoneuvojen osista, jotka sisältävät POP-yhdisteiksi luokiteltuja bromattuja palonsuoja-aineita, ei ole saatavilla riittävän tarkkaa merkki- ja mallikohtaista tietoa. Siksi tarkkoja ohjeita niistä muoviosista, joihin manuaalinen tunnistaminen tulisi kohdistaa, ei ole mahdollista antaa. Bromia sisältävän muovin tunnistaminen on kuitenkin mahdollista tehdä esimerkiksi käsikäyttöisellä XRF-analysaattorilla. Erottelu tulisi kohdentaa erityisesti POP-jätteen tunnistusoppaan<sup>48</sup> taulukossa 4 lueteltuihin osiin, jotka voivat sisältää bromattuja palonsuoja-aineita. (Taulukko löytyy myös tämän oppaan liitteestä 9).

Manuaalinen tunnistaminen voisi soveltua sellaiseen ajoneuvojen tuottajavastuujärjestelmään, jossa esikäsitellään vain tietyn tuottajan tai tiettyjen tuottajien valmistamia tuotteita. Tällöin romun käsittelyketjussa on yleensä käytettävissä valmistajan toimittamaa yksityiskohtaisempaa tietoa alkuperäisten tuotteiden koostumuksesta. Erottelu, joka perustuu pelkästään työntekijöiden kokemukseen yksittäisten osien sisältämisestä palonsuoja-aineista, on kuitenkin altis virheille, jolloin POP-yhdisteitä sisältävää muovia päätyy kierrätyskelpoisiksi luettaviin materiaalivirtoihin. Erottelua tulisi siksi täydentää muovien bromipitoisuuden mittauksilla esimerkiksi käsikäyttöisellä XRF-analysaattorilla.

Nykyisin bromattuja palonsuoja-aineita sisältäviä muoveja ei yleensä erotella romuajoneuvojen esikäsitelyssä, vaan muovit murskataan ajoneuvon rungon mukana. Ajoneuvojen murskauksessa syntyvä paloitusjäte (automotive shredder residue, ASR) sisältää noin 20 % muovia (Hennebert, 2020). Paloitusjäte erotellaan yleensä edelleen kahteen jakeeseen tiheyden perusteella. Autopaloituksen raskas jae (shredder heavy fraction, SHF) sisältää pääasiassa metalleja, mutta myös hieman muovia. Autopaloituksen kevyt jae (shredder light fraction, SLF) sisältää pääosan ajoneuvojen muoveista ja tekstiileistä. (RPA ym., 2021).

Paloituksen kevyen jakeen muovit voidaan erotella tiheyserottelun tai XRF:n avulla korkean bromipitoisuuden jakeeseen, joka toimitetaan polttoon, ja matalan bromipitoisuuden jakeeseen, josta voidaan edelleen erotella kierrätykseen soveltuvia polymeerejä (PP, PE, ABS, PS). Prosessissa tuotettujen pellettien bromipitoisuutta tulisi seurata säännöllisin XRF-mittauksin ja laboratorioanalyysillä, jotta voidaan varmistua, että tuotetut kierrätysmuovijakeet täyttävät POP-asetuksen liitteen I tuotteille asetetut tahattoman jäämän pitoisuusrajat. (RPA ym., 2021).

Käytännössä romuajoneuvojen muovien kierrätys perustuu pitkälti samoihin edellä kuvattuihin tekniikoihin kuin sähkö- ja elektroniikkamuovien kierrätys, vaikka SFS-EN 50625 -sarjan standardit koskevat vain SER-muovien kierrätystä. Osa SER-muovien käsittelylaitoksista prosessoikin SER-muovien lisäksi myös romuajoneuvoista peräisin olevia muoveja.

---

<sup>48</sup> Ympäristöministeriön ohjeita 2023:1 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164548>

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

POP-jätteiden pitoisuusrajojen muutosta varten laaditussa komission vaikutustenarviossa (RPA ym., 2021) on arvioitu, että SE-laiteromun käsittelystandardissa käytettävä alkuainebromin raja-arvo 2 000 mg/kg bromia sisältävän fraktion esierottelulle on riittävä takaamaan, että BDE-yhdisteiden pitoisuus kierrätyksen lopputuotteena saatavassa muovimateriaalissa ei ylitä nykyisin voimassa olevaa POP-asetuksen liitteessä I tuotteille asetettua pitoisuusrajaa 500 mg/kg, jos ajoneuvoista peräisin oleva muovifraktio jatkokäsitellään vastaavilla parhailla käytäntöjä edustavilla kierrätysmenetelmillä kuin edellä on kuvattu SER-muovien kierrätykselle. Erottelussa syntyvä korkean bromipitoisuuden jae sekä muovien jatkokäsittelyssä mahdollisesti syntyvä bromipitoinen sekalainen muovijae on toimitettava käsiteltäväksi polttamalla.

Komission vaikutustenarvion mukaan erottelussa käytettävä bromipitoisuuden raja-arvo 2000 mg/kg riittää takaamaan myös sen, että POP-jätteen pitoisuusraja 350 mg/kg BDE-yhdisteille ei ylitä kierrätysmateriaalissa vuoden 2025 lopulla, jolloin se tulee voimaan. Sen sijaan vuoden 2027 lopulla voimaan tulevaa POP-jätteen pitoisuusrajaa 200 mg/kg BDE-yhdisteille ei todennäköisesti pystytä saavuttamaan. Dekka-BDE:n käyttö romuajoneuvoissa oli sallittua vuoteen 2018 saakka ja ajoneuvojen käyttöaika ennen romutusta on merkittävästi pidempi kuin SE-laitteilla. Siten standardin SFS-EN 50625 mukaista bromin erottelurajaa 2 000 mg/kg käyttämällä BDE-yhdisteiden pitoisuuden romuajoneuvojen muoveissa arvioidaan alenevan alle 200 mg/kg:aan vasta 2030-luvulla. (RPA ym., 2021).

Komissio valmistelee parhaillaan muutosta BDE-yhdisteiden tuotteita koskeviin pitoisuusrajoihin. Ehdotusluonnoksissa<sup>49</sup> pitoisuusrajat ovat olleet joko yhtä suuria tai alhaisempia kuin POP-jätteen uudet pitoisuusrajat vuosille 2025 ja 2027. Jotta tuotetut kierrätyspolymeerit täyttäsivät tulevaisuudessa nykyistä alhaisemman tuotteita koskevan pitoisuusrajan, on kierrätysyritysten alennettava muovien esierottelussa käytettävää bromin pitoisuusrajaa nykyisin käytettävästä pitoisuusrajasta 2 000 mg/kg. Erottelussa sovellettavan bromipitoisuusrajan määrittämiseksi kierrätysteollisuuden tulee tehdä riittävän kattavia selvityksiä romuajoneuvoista peräisin olevien muovijakeiden sisältämien BDE-yhdisteiden pitoisuuksista.

## 11.1.3 Rakennusten purkujättemuovien erottelu

Rakennusten purkujätteille ei ole erikseen säädetty lainsäädännössä bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien erotteluvälitteitä. Rakennusten purkujätteitä koskevat kuitenkin POP-asetuksen velvoitteet POP-yhdisteitä sisältävien osien ja materiaalien erottelulle.

**Ennen varsinaista murskausta rakennusten purkujätteestä tulisi poistaa siinä määrin kuin on mahdollista ne muovit, joiden tiedetään sisältävän POP-yhdisteitä.** Erottelu on tarpeen POP-yhdisteiden vähentämiseksi sellaisista loppukäsiteltävistä fraktioista, joita ei ohjata polttoon. Erottelu ei kuitenkaan ole tarpeen, jos kaikki laitokselta tulevat muovit sisältävät fraktiot toimitetaan polttoon. Tässä alustavassa erottelussa tulisi soveltaa POP-jätteen pitoisuusrajoja (ks. tarkemmin edellä luku 11.1).

Rakennustuotteissa POP-yhdisteiksi luokiteltujen bromattujen palonsuoja-aineiden käyttökiellot tulivat voimaan asteittain. HBCDD:n käyttö päättyi vuonna 2015. Tetra-, penta-, heksa- ja hepta-BDE:n käyttö kiellettiin 2004, mutta deka-BDE:n vasta vuonna 2019. Mikäli bromattuja palonsuoja-aineita sisältäviä muoveja halutaan erotella

---

<sup>49</sup> Komission tuorein ehdotusluonnos esitelty POP-asetuksen toimivaltaisten viranomaisten 29. kokoukselle 23.11.2023.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

manuaalisesti, tulisi erottelua tehdä vuosina 1980–2017 rakennettujen rakennusten EPS- ja XPS-eristeille ja vuosina 1970–2020 rakennettujen rakennusten muille muovisille purkuosille. Erottelu tulisi kohdentaa erityisesti POP-jätteen tunnistusoppaan<sup>50</sup> taulukossa 2 lueteltuihin osiin, jotka voivat sisältää bromattuja palonsuoja-aineita. (Taulukko löytyy tämän oppaan liitteestä 9).

**Rakennuksen purkukartoituksen<sup>51</sup> osana tehtävässä haitta-ainekartoituksessa tulisi tutkia rakennuksen muoviosien mahdollisesti sisältämät bromatut palonsuoja-aineet.** POP-yhdisteitä sisältävät muovimateriaalit on mahdollista tunnistaa kartoituksessa yhdistekohtaisesti laboratorioanalysein. Vaihtoehtoisesti voidaan kartoittaa bromattuja palonsuoja-aineita sisältävät muovit mittaamalla muovimateriaalien bromipitoisuutta röntgenfluoresenssianalysointilla (XRF). Kartoituksen perusteella bromattuja palonsuoja-aineita sisältävät materiaalit voidaan erotella jo rakennuksen purkuvaiheessa ja lajitella ne erilleen kierrätykseen menevästä muovimateriaalista.

Manuaalinen erottelu käsikäyttöisen XRF-analysointilaitteen avulla soveltuu hyvin rakennuksista purettavien HBCDD:tä sisältävien EPS- ja XPS-eristeiden erotteluun. Ennen vuotta 2016 valmistetuissa EPS- ja XPS-eristeissä käytettiin palonsuoja-aineena lähes yksinomaan HBCDD:tä, joten eristeet ovat helposti tunnistettavissa POP-jätteeksi niiden sisältämän bromin perusteella. HBCDD:llä palonsuojattujen EPS- ja XPS-eristeiden tunnistamista ja analysointia on käsitelty yksityiskohtaisesti Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisussa ”Palonsuoja-aine HBCD rakennuseristeissä ja pakkausmateriaaleissa – esiintyminen, tunnistaminen ja turvallinen käsittely”<sup>52</sup> (Viskari ym., 2018).

Rakennusten EPS- ja XPS-eristeet ovat merkittävin heksabromisyklododekaania (HBCDD) sisältävä jätevirta. Palonsuoja-aineen määrä HBCDD:llä suojatuissa EPS-eristeissä on 0,67 p-% (6 700 mg/kg) ja XPS-tuotteissa 1,5 p-% (15 000 mg/kg). (Myllymaa ym., 2015; Ramboll, 2019). **Jos käytetään mekaanista kierrätysprosessia, tulee bromia sisältävät EPS/XPS-eristeet aina erotella palonsuojaamattomista eristeistä ennen murskausta.** Muutoin kierrätysprosessissa on hyvin vaikeaa päästä alle HBCDD:n voimassa olevan tuotteita koskevan pitoisuusrajan 100 mg/kg POP-asetuksen liitteessä I.

EPS- ja XPS-eristeitä on mahdollista kierrättää myös erottamalla bromatut palonsuoja-aineet murskatusta polystyreenistä depolymerisaatiolla liuottimien avulla (esimerkiksi Creasolv® -menetelmä, jota on kuvattu liitteessä 11). Kemiallisessa kierrätyksessä on varmistettava säännöllisin mittauksin, että HBCDD:n pitoisuus syntyvässä polystyreenimateriaalissa alittaa POP-asetuksen liitteen I tuotteita koskevan pitoisuusrajan 100 mg/kg. Prosessissa syntyvä jätefraktio, johon bromatut palonsuoja-aineet päätyvät, on käsiteltävä polttamalla POP-asetuksen vaatimusten mukaisesti.

Rakennusten purkamisesta peräisin olevien muovijätteen kierrätys on toistaiseksi vielä vähäistä. Merkittävä näiden muovien kierrättämistä haittaava tekijä on käytettyjen muovien erottaminen muista materiaaleista ja likaisuus. Siksi rakennusten purkumuovijätteet hyödynnetään pääasiassa energiana. (Häkkinen ym., 2019; RPA ym., 2021; NMR, 2023). Purkumuovien kierrätys kuitenkin lisääntynee tulevaisuudessa, sillä EU:n jätedirektiivin

<sup>50</sup> Ympäristöministeriön ohjeita 2023:1 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164548>

<sup>51</sup> Purkukartoitus on vapaaehtoinen toimenpide purettavan rakennuksen materiaalien ja haitallisten aineiden kartoitukseen. Ympäristöministeriö on julkaissut vuonna 2019 purkukartoitusoppaan ”Purkukartoitus – opas laatijalle” (Wahlström ym., 2019). <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161883>

<sup>52</sup> <https://www.tamk.fi/web/tamk/-/palonsuoja-aine-hbcd-rakennuseristeissa-ja-pakkausmateriaaleissa-esiintyminen-tunnistaminen-ja-turvallinen-kasittely.html>



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

vuonna 2021 hyväksytty muutos ((EU) 2018/851<sup>53</sup>) edellyttää, että komission on vuoden 2024 loppuun mennessä arvioitava rakennusjätteen kierrätystä koskevien tavoitteiden asettamista sekä koko rakennus- ja purkujätevirralle että sen materiaalikohtaisille jakeille.

Komission vaikutustenarvion (RPA ym., 2021) mukaan rakennusten purkujätteiden muoveille ei tiettävästi tehdä nykyisin erottelua bromipitoisuuden mukaan POP-palonsuoja-aineita sisältävien muovifraktioiden lajittelemiseksi pois kierrätykseen menevästä jätteestä. Myöskään Suomessa ei ole tällä hetkellä laitoksia, jotka tekisivät rakennusten purkamisesta peräisin olevien muovien erottelua bromin perusteella. PBDE-yhdisteiden pitoisuudet ovat rakennusten purkumuoveissa kohoamassa, kun 1960-luvun jälkeen rakennettuja rakennuksia aletaan purkaa laajemmassa mittakaavassa. PBDE-yhdisteiden pitoisuuden rakennusten purkamisesta peräisin olevissa muovijätteissä on arvioitu kasvavan 2020-luvulla ja keskimääräisen pitoisuuden nousevan 1 600 mg/kg:aan vuoteen 2040 mennessä. Siksi bromin erottelu on otettava jatkossa käyttöön myös sellaisille rakennusten purkujätteestä peräisin oleville muoveille, joita halutaan kierrättää. (RPA ym., 2021).

## 11.2 POP-yhdisteillä pilaantuneen maa-aineksen käsittely

Pilaantunut maa, jossa pysyvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus ylittää POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajat, on käsiteltävä POP-asetuksen mukaisesti niin, että POP-yhdisteet tuhoutuvat. Ensisijainen käsittelymenetelmä on poltto jätteenpolttoasetuksen vaatimukset täyttävässä polttolaitoksessa.

POP-asetus sallii POP-jätteen esikäsittelyn niin, että POP-yhdisteet erotellaan muusta jätteestä, ja POP-yhdisteitä sisältävä jae käsitellään POP-asetuksen mukaisesti. Baselin sopimuksen POP-jätteitä koskevissa ohjeissa (Basel Convention, 2023) terminen desorptio ja liuotinpesu on mainittu POP-yhdisteillä pilaantuneelle maalle soveltuviksi esikäsittelymenetelmiksi.

Termisessä desorptiossa maa-aineksessa olevat puoli haihtuvat orgaaniset haitta-aineet (SVOC) höyrystetään kuumentamalla ja syntyvä kaasu ohjataan kaasunkäsittelyjärjestelmään, jossa haitta-aineet tuhotaan. Termisen desorptio prosessiparametrien valintaan ja puhdistustehokkuuteen vaikuttavat mm. erotettava haitta-aine ja sen pitoisuus sekä maa-aineksen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, kuten partikkelikoko ja kosteuspitoisuus. Optimaalisen puhdistustuloksen saavuttamiseksi pilaantunut maa-aines voi vaatia esikäsittelyä ennen termistä desorptiota. (Zhao ym., 2019).

Terminen desorptio on todettu toimivaksi mm. PCB:illä, DDT:illä, heksakloorisykloheksaaneilla, pentakloorifenolilla sekä dioksiineilla ja furaaneilla pilaantuneen maa-aineksen käsittelyyn. (Guemiza ym., 2017; Zhao ym., 2019). Käsiteltäessä POP-jätteeksi luokiteltavaa maa-ainesta on prosessissa käytettävän kaasunkäsittelyjärjestelmän täytettävä jätteenpolttoasetuksen vaatimukset. Jätteenpolttoasetuksen lisäksi on noudatettava Baselin sopimuksen POP-jätteen ympäristönsuojelullisesti hyväksyttävää käsittelyä kokevia teknisiä ohjeita (Basel Convention, 2023). Niissä on voitu vaatia tiettyjen POP-yhdisteiden käsittelyyn

---

<sup>53</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/851, annettu 30 päivänä toukokuuta 2018, jätteistä annetun direktiivin 2008/98/EY muuttamisesta

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

korkeampaa polttolämpötilaa myös sellaiselle jätteelle, joka ei vaadi jätteenpolttoasetuksen mukaan korkealämpötilapolttoa.

Suomessa toimivat pilaantuneen maa-aineksen käsittelyyn tarkoitetut termiset desorptiolaitokset on luvitettu jätteenpolttolaitoksiksi, ja ne saavuttavat vähintään 850 °C polttolämpötilan. Baselin sopimuksen ohjeiden mukaan tällaisten jätteenpolttolaitosten osalta on toistaiseksi pystytty osoittamaan, että ne soveltuvat HBCDD:tä, POP-BDE-yhdisteitä, SCCP:tä ja pentakloorifenolia sisältävien POP-jätteiden käsittelyyn.

Seuraavien POP-yhdisteiden tuhoutumisesta tavallisissa jätteenpolttolaitoksissa ei ole vielä riittävästi tietoa:

- POP-torjunta-aineet
- heksaklooribentseeni
- heksaklooributadieeni
- pentaklooribentseeni
- PCB
- dioksiinit ja furaanit
- polyklooratut naftaleenit
- PFOS-, PFOA- ja PFHxS-ryhmiin kuuluvat yhdisteet.

Jos POP-jätteeksi luokiteltavaa em. POP-yhdisteillä pilaantunutta maa-ainesta halutaan käsitellä termisellä desorptiolla, on kaasunkäsittelyjärjestelmän saavutettava korkealämpötilapolttolaitoksen lämpötilavaatimukset (1 100 °C), jotta voidaan varmistaa POP-yhdisteiden tuhoutuminen prosessissa. Jätteenpolttoasetuksen mukaista alhaisempaa 850 °C:n lämpötilaa voitaisiin käyttää silloin, jos toiminnanharjoittaja voi osoittaa riittäväillä tutkimuksilla, että prosessi saavuttaa Baselin ohjeiden mukaisen 99,999 % hajotustehokkuuden kyseiselle POP-yhdisteelle. Jos käsiteltävä pilaantunut maa-aines luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, ja POP-yhdisteen ja muiden orgaanisten halogeeniyhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus ylittää maa-aineksessa 1 %, vaaditaan kaasunkäsittelyltä kuitenkin jätteenpolttoasetuksen mukaan aina vähintään 1 100 °C lämpötilaa.

Baselin sopimuksen ohjeiden mukaan POP-yhdisteitä voitaisiin erottaa pilaantuneesta maasta myös liuotinpesun avulla. Erilaisia liuotinpesutekniikoita POP-yhdisteillä pilaantuneiden maiden kunnostukseen on kehitetty runsaasti parin viime vuosikymmenen aikana. Monia näistä menetelmistä on toistaiseksi testattu vasta laboratoriomittakaavassa tai koelaitoksissa. Liuotinpesumenetelmän tehokkuuteen vaikuttavat mm. maa-aineksen koostumus, käsiteltävä POP-yhdiste, käytetty liuotin ja mahdolliset lisäaineet.

Mikäli liuotinpesua halutaan käyttää POP-yhdisteillä pilaantuneen maan puhdistamiseen, on prosessi suunniteltava hyvin huolellisesti<sup>54</sup>. Käytettävän menetelmän valinnassa on kiinnitettävä huomiota sen erotustehokkuuteen POP-yhdisteille ja huolehdittava, että POP-yhdisteiden päästöt prosessista ilmaan ja vesiin sekä kulkeutuminen maaperässä estetään. Lisäksi on huomioitava pesuprosessissa käytettävistä liuottimista ja lisäaineista mahdollisesti aiheutuvat ympäristöhaitat. Jotta POP-asetuksen vaatimukset täytettäisiin, on prosessissa syntyvät POP-yhdisteitä sisältävät fraktiot käsiteltävä POP-asetuksen

---

<sup>54</sup> Esimerkki toimivasta PFAS-yhdisteillä pilaantuneen maan liuotinpesulaitoksesta löytyy mm. artikkelista "The efficacy of soil washing for the remediation of per- and poly-fluoroalkyl substances (PFASs) in the field" (Grimison ym., 2023)  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438942202235X>



## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

hyväksymillä menetelmillä niin, että POP-yhdisteet tuhoutuvat. Velvoite koskee myös niitä fraktioita, joissa pitoisuus jää alle POP-jätteen pitoisuusrajan.

Käytetyn esikäsittelymenetelmän tulee aina olla riittävän tehokas erottamaan POP-yhdisteet maa-aineksesta. Maa-aineksen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet voivat vaikuttaa eri menetelmien onnistumiseen. Esikäsittelyä ei saa käyttää ainoastaan alentamaan POP-yhdisteiden pitoisuutta POP-jätteen pitoisuusrajan alapuolelle, jotta POP-asetuksen 7 artiklan jätteenkäsittelyvaatimuksia ei tarvitsisi noudattaa. Tällainen toiminta katsotaan jätteen laimentamiseksi.

## 12 POP-yhdisteet eri jätevirroissa

Tähän lukuun on koottu kirjallisuuden perusteella tietoja eräiden jätevirtojen mahdollisesti sisältämistä POP-yhdisteistä. Tarkastellut jätevirrat ovat:

- Akut
- Johdot ja kaapelit
- Jätteenpolton tuhkat ja kaasunpuhdistusjätteet
- Biopolton ja kotitalouksien puun polton tuhkat
- Metallintuotannon termisten prosessien jätteet
- Jäteöljyt

Tämän oppaan liitteeseen 9 on lisäksi kopioitu ympäristöministeriön tammikuussa 2023 julkaiseman POP-jätteen tunnistusoppaan<sup>55</sup> luvut, jotka koskevat seuraavien jätevirtojen sisältämiä POP-yhdisteitä:

- Rakennus- ja purkujätteet
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
- Romuajoneuvot
- Tekstiilijätteet
- Sammutusvaahdot
- Valokuvaustuotteiden jätteet
- Jätteiden mekaanisesta käsittelystä peräisin olevat jätteet.

Liitteen 9 tietoihin sisältyvät myös POP-jätteen tunnistusoppaassa julkaistut taulukot, joissa on määritelty kunkin jätevirran osalta ne jätteet, jotka tulisi vähintään käsitellä POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, ettei kyseessä ole POP-jäte.

Lisäksi liitteeseen 1 on koottu kaikkien POP-asetukseen sisällytettyjen POP-yhdisteiden osalta tietoja tuotteista ja materiaaleista, jotka saattavat sisältää POP-yhdisteitä, ja liitteessä 12 on tietoja polymeereistä, joissa on voitu käyttää POP-yhdisteitä.

### 12.1 Akut

Iso-Britannian ympäristöviraston (Environment Agency) toimeksiannosta tehdyssä selvityksessä (WRc, 2023) tutkittiin lyijyakkujen muovikuorien sisältämiä bromattuja palonsuoja-aineita.

Lyijyakkuja käytetään polttomoottoriajoneuvojen lisäksi myös mm. teollisuuskäytössä kuten trukeissa. Niitä voidaan käyttää myös sähkö- ja hybridiajoneuvoissa elektroniikan ja turvajärjestelmien virtalähteenä. Lyijyakkujen kuorissa käytetään yleisesti polypropeeniä, mutta akryylinitriilibutadieenistyreeni (ABS) on yleistymässä sen suuremman vahvuuden vuoksi. Muita käytettyjä materiaaleja ovat PVC ja vanhemmissa akuissa bakeliitti ja eboniitti.

Selvityksessä käsittelylaitosten tuottamista muovikuorien polypropeenifraktioista ei löytynyt POP-yhdisteiksi luokiteltuja bromattuja palonsuoja-aineita. Sen sijaan muita muovilaatuja sisältävästä fraktiosta löytyi POP-BDE-yhdisteitä yli POP-jätteen pitoisuusrajan. (WRc, 2023). Mikäli lyijyakkujen kuorista peräisin olevia muoveja halutaan kierrättää, tulisi

---

<sup>55</sup> <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164548>

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

kierrätykseen menevästä muovista erotella erikseen bromia sisältävä fraktio ja käsitellä se POP-jätteenä.

Selvityksessä tutkittiin myös HBCDD:n ja SCCP:n sekä Tukholman sopimukseen kesällä 2023 lisättyjen POP-yhdisteiden (UV-328 ja dekloraani plus) pitoisuuksia lyijyakkujen kuorissa. Kummastakaan fraktiosta (polypropeeni/muut muovilaadut) ei löydetty em. POP-yhdisteitä. (WRc, 2023).

## 12.2 Johdot ja kaapelit

Iso-Britannian ympäristöviraston tilaamassa selvityksessä (WRc, 2020) löydettiin PBDE-yhdisteitä erityyppisten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden ulkoisista ja sisäisistä kaapeleista/johdoista.

Ulkoisilla kaapeleilla tarkoitetaan johtoja, joilla laite liitetään sähköpistokkeeseen. Selvityksessä tutkituissa ulkoisissa johdoissa POP-BDE-yhdisteiden pitoisuudet olivat niin alhaisia, että niitä ei ollut lisätty muoviin tarkoituksella. Osassa johdoista POP-BDE-yhdisteiden pitoisuudet ylittivät kesäkuussa 2023 voimaan tulleen pitoisuusrajan 500 mg/kg. POP-BDE-yhdisteet olivat todennäköisesti peräisin raaka-aineena käytetystä kierrätysmuovista. Osa sähkö- ja elektroniikkalaitteiden sisällä olevien kaapelien/johtojen muoviosista sisälsi niin suuria määriä POP-BDE-yhdisteitä, että kyse oli BDE-yhdisteiden lisäämisestä tarkoituksella muovien palonsuojaamiseksi. (WRc, 2020).

Britannian kumiteollisuuden tekemässä selvityksessä on tutkittu SCCP-yhdisteiden pitoisuuksia muissa kuin SE-laitteiden kaapeleissa. Iso-Britannian viranomaisten POP-jätteen pitoisuusrajoja koskevassa vaikutustenarviossa on kumiteollisuuden selvityksen pohjalta arvioitu, että todennäköiset SCCP-pitoisuudet kaapeleissa ovat välillä 500–1 200 mg/kg, mikä on alle EU:n POP-jätteen pitoisuusrajan 1 500 mg/kg. Pieni määrä tutkituista kaapeleista sisälsi useita SCCP:tä sisältäviä osia kaapelin sisällä ja ulkokuoressa. Näissä kaapeleissa SCCP:n yhteenlaskettu pitoisuus voi nousta yli 10 000 mg/kg. (Defra, 2023). Kaapelien PVC-muovikuorien ja -eristeiden kierrätyksessä olisikin varmistettava, ettei markkinoille saatettava kierrätysmuovi sisällä SCCP:tä yli tuotteille sallitun tahattoman jäämän pitoisuusrajan.

## 12.3 Jätteenpolton tuhkat ja kaasunpuhdistusjätteet

POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajojen muutosta koskevan komission vaikutustenarvion (RPA ym., 2021) mukaan erilaisten jätteiden poltossa syntyvät lentotuhka, suodatinpölyt ja muut kaasunpuhdistusjätteet voivat sisältää dioksiineja, furaaneja ja dioksiinien kaltaisia PCB-yhdisteitä yli kesäkuussa 2023 voimaan tulleen uuden pitoisuusrajan 5 µg-TEQ/kg. POP-jätteitä voi syntyä yhdyskuntajätteen, vaarallisen jätteen ja terveydenhoidon jätteiden poltossa.

Suomesta on saatavilla joitakin yksittäisiä mittaustuloksia jätteenpolttolaitosten tuhkien ja kaasunpuhdistusjätteiden dioksiini- ja furaanipitoisuuksista. VTT:n vuonna 2007 tekemässä tutkimuksessa (Kaartinen ym., 2007) on julkaistu kahden yhdyskuntajätettä polttavan laitoksen tuhkien dioksiini- ja furaanipitoisuudet. Toisen laitoksen lentotuhkassa pitoisuus PCDD/F-pitoisuus oli 0,69 µg/kg (I-TEQ) ja toisen laitoksen lentotuhkan ja kaasunpuhdistusjätteen seoksessa 2,4 µg/kg (I-TEQ). Toiminnanharjoittajilta suoraan saatujen analyysitietojen mukaan yhdyskuntajätteen polttolaitosten tuhkien ja

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

kaasunpuhdistusjätteiden PCDD/F-pitoisuudet ovat jääneet selvästi alle uuden POP-jätteen pitoisuusrajan.

Laitosten valvonnassa olisi hyvä selvittää kaikkien jätteenpolttolaitosten ja rinnakkaispolttolaitosten lentotuhkien ja kaasunpuhdistusjätteiden dioksiinien, furaanien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuudet ainakin kertaluontoisesti.

## 12.4 Biopolton ja kotitalouksien puun polton tuhkat

Puun ja muun biomassan poltosta syntyvät tuhkat on myös tunnistettu komission vaikutustenarviossa (RPA ym., 2021) jätevirroiksi, jotka voivat sisältää polttoprosessissa tahattomasti syntyviä dioksiineja ja furaaneja. Suomessa tehdyissä mittauksissa **dioksiinien, furaanien ja dioksiinienkaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuudet jäivät kuitenkin reilusti alle kesäkuussa 2023 voimaan tulleen POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajan** (taulukko 10). Pitoisuusmittauksia oli kuitenkin varsin vähän, joten mittauksia olisi tarpeen vielä jatkaa erityyppisiä biopolttoaineita käyttävissä polttolaitoksissa. Erityisesti jäteperäisiä polttoaineita (kuten B-luokan puuta tai SRF:ää) polttoaineenaan käyttävien energialaitosten tuhkia olisi hyvä tutkia laajemmin.

Virossa (Konist ym., 2022) ja Tanskassa (Miljøstyrelsen, 2023) tehdyissä selvityksissä on saatu vastaavanlaisia tuloksia kuin Suomessa. Biomassan polton lentotuhkassa PCDD/F-pitoisuudet olivat virolaisessa selvityksessä enimmillään n. 1,1 µg-TEQ/kg ja pohjatuhkassa alle 0,032 µg-TEQ/kg. Tanskalaisessa selvityksessä puuta tai olkea polttavien laitosten lentotuhkissa pitoisuudet olivat enimmillään n. 0,44 µg-TEQ/kg. Pohjatuhkissa pitoisuudet jäivät alle 0,025 µg-TEQ/kg.

Virolaisessa selvityksessä myös todettiin, että käytetyn polttoaineen klooripitoisuus ei ollut määräävä tekijä tuhkien dioksiinipitoisuudelle. Merkitystä sen sijaan oli polttolämpötilalla, epätäydellisellä palamisella ja metallikatalyyttien (etenkin kuparin) läsnäololla. Dioksiinien muodostumista tuhkiin voidaan ehkäistä käyttämällä polttoainetta, jonka kloori- ja kuparipitoisuus on mahdollisimman alhainen, varmistamalla täydellinen palaminen ja jäähdyttämällä lentotuhka polttoprosessin jälkeen mahdollisimman nopeasti alle 200 °C lämpötilaan. (Konist ym., 2022).

Taulukko 10: PCDD/K+DL-PCB-pitoisuuksia joidenkin suomalaisten biopohjaisia polttoaineita käyttävien laitosten lento- ja pohjatuhkissa

Laitos	Analysoitu polttojäte	Laitoksessa käytetty polttoaine	PCDD/F µg-TEQ /kg	DL-PCB µg-TEQ /kg	PCDD/F + DL-PCB µg-TEQ /kg
Energialaitos	lentotuhka	Metsäteollisuuden puuta, kuorta ja jäteliemiä	0,013	0,00009	0,01309
Voimalaitos	Lentotuhka	SRF	0,21	0,0087	0,2187
Voimalaitos	Pohjatuhka	SRF	0	0	0
Voimalaitos	Lentotuhka	Biomassa	0,054	0,0011	0,0551
Voimalaitos	Pohjatuhka	Biomassa	0	0	0

Suomen ympäristökeskus tutki vuosina 2022–2023 myös kotitalouksien tulisijojen tuhkien ja piipun nuohousjätteiden dioksiinien, furaanien ja DL-PCB:n pitoisuuksia. Pitoisuudet tulisijojen arinatuhkassa olivat hyvin alhaisia (0,002 µg-TEQ/kg). Savupiippujen nokinäytteissä (yhteensä 33 näytettä) pitoisuudet olivat selvästi korkeampia. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,002–2,51 µg-TEQ/kg lukuun ottamatta yhtä näytettä, jossa pitoisuus oli 114 µg-TEQ/kg. Se oli peräisin tulisijasta, jossa oli poltettu myös rakennusjätettä.

**Mittaustulosten perusteella kotitalouksien tulisijojen tuhka ja nuohousnoki eivät ole POP-jätettä, jos tulisijassa on poltettu ainoastaan puhdasta puuta.** Myös virolaisessa (Konist ym., 2022) ja tanskalaisessa (Miljøstyrelsen, 2023) selvityksessä otetuissa kotitalouksien nokinäytteissä pitoisuudet jäivät selvästi alle uuden pitoisuusrajan, mutta näytteiden lukumäärät olivat niissä selvästi vähäisemmät kuin Syken selvityksessä.

## 12.5 Metallintuotannon termisten prosessien jätteet

**Sekundäärisessä kuparintuotannossa** syntyvät lentotuhkat, suodatinpölyt ja kattilaoksidi voivat komission vaikutustenarvion mukaan (RPA ym., 2021) sisältää tahattomasti syntyviä dioksiineja, furaaneja ja dioksiinien kaltaisia PCB-yhdisteitä yli POP-jätteelle säädetyn pitoisuusrajan. Analyysitietoja on kuitenkin saatavissa varsin vähän. Pitoisuudet eri laitosten lentotuhkissa ovat vaihdelleet suuresti välillä 0,003–103,1 µg-TEQ/kg (Ba ym., 2009; Nie ym., 2012; Liu ym., 2015; Cagnetta ym., 2016; RPA ym., 2021).

Tahattomasti syntyvien PCDD/F:n ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden muodostumiseen sekundäärisessä kuparintuotannossa vaikuttavat mm. prosessilämpötila, käytetty kaasunpuhdistusmenetelmä ja käytetyn raaka-aineen ominaisuudet (Nie ym., 2012). Raaka-aineena käytettävän romun seassa oleva orgaaninen materiaali tai muu hiilen lähde (kuten esimerkiksi osittain palanut polttoaine tai pelkistin) voi muodostaa dioksiineja ja furaaneja reagoidessaan kloorin kanssa 250–450 °C lämpötilassa, tiettyjen metallien (kuten kuparin tai sinkin) toimiessa katalyyttinä. Lisäksi PCDD/F- ja DL-PCB-yhdisteitä voi syntyä savukaasun jäädytyksessä. (Ba ym., 2009).

Vastaavasti myös **alumiinin sekundäärituotannossa** syntyvät lentotuhkat ja suodatinpölyt voivat sisältää dioksiineja, furaaneja ja dioksiinien kaltaisia PCB-yhdisteitä (RPA ym., 2021). Ba ym. (2009) selvityksessä pitoisuudet alumiinin sekundäärituotannon jätteissä olivat hieman alhaisempia kuin kuparin sekundäärituotannon jätteissä, mutta osassa kuitenkin yli POP-jätteen pitoisuusrajan (vaihteluväli 0,018–10,2 µg-TEQ/kg).

Komission vaikutustenarvion mukaan myös **valokaariuuniprosessilla tapahtuvassa teräksen tuotannossa** syntyvä suodatinpöly voi sisältää dioksiineja, furaaneja ja dioksiinien kaltaisia PCB-yhdisteitä yli POP-asetuksen pitoisuusrajan, pitoisuuksien vaihteluväliksi on raportoitu 0,1–10 µg-TEQ/kg. (RPA ym., 2021). Tutkimuksista, joihin tieto perustuu, ei kuitenkaan ole tarkempaa tietoa.

Syntyvien PCDD/F- ja DL-PCB-yhdisteiden pitoisuudet eri laitosten termisissä jätteissä voivat vaihdella merkittävästi, prosessiolosuhteiden mukaan. Siksi edellä mainituista metallintuotannon termisten prosessien jätteistä olisikin syytä selvittää dioksiinien, furaanien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuudet.

## 12.6 Jäteöljyt

Jäteöljyt voivat edelleen sisältää satunnaisesti PCB:tä. Voiteluöljyjen kierrätyksessä PCB-pitoisuuksia mitataan säännönmukaisesti, ja pitoisuudet ovat olleet merkittävästi alhaisempia kuin POP-asetuksen liitteessä IV jätteelle säädetty pitoisuusraja 50 mg/kg.

Jäteöljyt on tunnistettu komission vaikutustenarviossa (RPA ym., 2021) jätevirraksi, joka mahdollisesti saattaisi sisältää dioksiinien kaltaisia PCB-yhdisteitä niin paljon, että dioksiineille, furaaneille ja dioksiinien kaltaisille PCB-yhdisteille säädetty uusi pitoisuusraja 5 µg-TEQ/kg voisi ylittyä. Vaikutustenarviossa käytetyt tutkimustulokset olivat kuitenkin varsin vanhoja. Suomessa on vuosina 2022–2023 jäteöljyistä tehdyissä mittauksissa dioksiinien, furaanien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuudet jäivät alle 0,04 µg-TEQ/kg. Siten **ei ole todennäköistä, että jäteöljyt olisivat POP-jätettä niiden sisältämien dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden vuoksi**. Tulosten varmentamiseksi olisi kuitenkin suositeltavaa vielä tehdä lisämittauksia.

Jäteöljyt voivat mahdollisesti sisältää myös POP-yhdisteiksi luokiteltuja PFAS-yhdisteitä. Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa (Zhu ja Kannan, 2020) analysoitiin 18 yleisesti myynnissä olevien lentokoneisiin, ajoneuvoihin ja työkoneisiin tarkoitettujen öljytuotteiden PFAS-pitoisuuksia. Kaikista analysoiduista hydraulikka- ja moottoriöljyistä ja rasvoista löytyi PFOA:a ja PFOA:n kaltaisia yhdisteitä sekä PFHxS:aa ja PFHxS:n kaltaisia yhdisteitä, mutta pitoisuudet jäivät alle liitteen IV POP-jätteen pitoisuusrajan. PFOA-ryhmän yhdisteitä oli tuotteissa 1,7–210 µg/kg PFOA:na mitattuna<sup>56</sup> ja PFHxS-ryhmän yhdisteitä 3,46–30 µg/kg PFHxS:na mitattuna. **Jäteöljyt eivät siis todennäköisesti ole POP-jätettä PFAS-yhdisteiden vuoksi**. POP-asetuksen liitteessä I tuotteille säädetty PFOA- ja PFHxS-ryhmiin kuuluvien yhdisteiden pitoisuusrajat<sup>57</sup> näyttäisivät kuitenkin ylittyvän osassa tutkituista öljytuotteista. Tietoja eurooppalaisten öljytuotteiden koostumuksista ei ollut saatavilla. **Jäteöljyjen kierrätyksessä tulisikin varmistaa, että PFAS-yhdisteiden pitoisuudet markkinoille saatettavissa kierrätysöljyissä jäävät alle tuotteita koskevien pitoisuusrajojen.**

<sup>56</sup> PFOA:n ja PFHxS:n kaltaiset yhdisteet määritettiin Zhun ja Kannanin (2020) selvityksessä TOPA-analyysillä (Total Oxidizable Precursors assay); PFOA:n tai PFHxS:n prekursorit (esiasteet) hapettiin hydroksyyliiradikaalien avulla, jonka jälkeen näytteestä analysoitiin syntyneen PFOA:n tai PFHxS:n määrä. Näin saatua PFOA:n tai PFHxS:n pitoisuutta voidaan verrata suoraan PFOA:lle/PFHxS:lle POP-asetuksessa säädettyyn pitoisuusrajaan 1 µg/kg.

<sup>57</sup> Sekä PFOA:n ja sen suolojen että PFHxS:n ja sen suolojen pitoisuusraja tuotteissa on 25 µg/kg. PFOA:n kaltaisten yhdisteiden ja PFHxS:n kaltaisten yhdisteiden pitoisuusraja tuotteissa on 1 mg/kg.



## 13 Yhteenveto

POP-jätteitä koskeviin säännöksiin on tullut viime vuosina runsaasti muutoksia. YK:n alaiseen Tukholman sopimukseen ja EU:n POP-asetukseen on lisätty useita uusia aineita ja aineryhmiä, ja olemassa oleviin POP-jätteen pitoisuusrajoihin on tehty muutoksia. Myös kansainvälisiä POP-jätteitä koskevia ohjeita on päivitetty lisääntyneen tutkimustiedon myötä. Lisäksi Suomen kansalliseen lainsäädäntöön on lisätty uusia POP-jätteitä koskevia velvoitteita. Tämä opas päivittää vuonna 2016 julkaistun POP-jätteiden käsittelyä koskevan oppaan ohjeistuksen vastaamaan muuttuneita säännöksiä. Opas täydentää vuonna 2023 julkaistussa POP-jätteen tunnistusoppaassa (ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1) annettua ohjeistusta.

Vuoden 2016 opas keskittyi ensisijaisesti POP-jätteitä koskevien säännösten soveltamiseen sähkö- ja elektroniikkalaiteromuun ja romuajoneuvoihin. Nyt oppaan näkökulmaa on laajennettu koskemaan POP-jätteitä yleisemminkin. Oppaassa käsitellään mm. POP-jätteille soveltuvia käsittelymenetelmiä, POP-jätteiden luokittelua vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi, POP-jätteiden vientiin ja tuontiin liittyviä säännöksiä, sekä tietoja eri jätevirtojen sisältämistä POP-yhdisteistä. Oppaaseen on uutena aihekokonaisuutena lisätty tietoa POP-yhdisteitä tuotteissa koskevista säännöksistä. Niitä on sovellettava kierrätysmateriaaleista valmistettuihin tuotteisiin, EEJ-materiaaleihin (eli materiaaleihin, joiden jätteeksi luokittelu on päättynyt) sekä tuotteiden uudelleenkäyttöön.

POP-asetuksen mukaan POP-jätteet (eli jätteet, jotka sisältävät POP-yhdisteitä vähintään POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajan verran) on käsiteltävä niin, että POP-yhdisteet tuhoutuvat tai muuntuvat palautumattomasti haitattomampaan muotoon. Asetuksen mukaan sallittuja käsittelymenetelmiä ovat poltto ja fysikaalis-kemiallinen käsittely. POP-jätteen kierrätys on sallittua ainoastaan tietyille metalliteollisuuden metallipitoisille jätteille. Jos POP-jätteen käsittely polttamalla tai fysikaalis-kemiallisesti ei ole ympäristön kannalta paras vaihtoehto eikä POP-yhdisteitä ole mahdollista poistaa jätteestä, voi aluehallintovirasto myöntää poikkeusluvan POP-jätteen sijoittamiseen vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai syväälle kallioperään.

Vaarallisen jätteen korkealämpötilapolttolaitokset ja sementtiuunit soveltuvat tutkimusten mukaan kaikkien POP-jätteiden käsittelyyn. Suomessa toimivien sementtiuunien ympäristöluvut kuitenkin rajoittavat ainakin toistaiseksi vastaanoton vain vaarattomiksi luokiteltuihin POP-jätteisiin. Muiden termisten käsittelymenetelmien soveltuvuudesta POP-jätteiden käsittelyyn on tutkimustietoa vain osalle POP-yhdisteistä. Jätteenpolttolaitosten ja rinnakkaispolttolaitosten on todettu tuhoavan riittävällä hajotustehokkuudella mm. muoveissa olevia bromattuja palonsuoja-aineita (BDE-yhdisteet ja HBCDD) ja puunsuoja-aineena käytettyä pentakloorifenolia. Metallien tuotannon termisten prosessien on puolestaan osoitettu hajottavan dioksiineja ja furaaneja sekä BDE-yhdisteitä, joten ne soveltuvat esimerkiksi bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien ja piirikorttien käsittelyyn.

Pyrolyysin soveltuvuudesta POP-yhdisteiden käsittelyyn on meneillään aktiivista tieteellistä tutkimusta eri puolilla maailmaa. Pyrolyysiprosessin kyky hajottaa POP-yhdisteitä vaihtelee riippuen prosessin parametreista, käsiteltävästä jätteestä ja POP-yhdisteestä, joten prosessit vaativat tarkkaa optimointia. Toistaiseksi tutkimustietoa pyrolyysistä ei ole kertynyt riittävästi, joten sitä ole hyväksytty Baselin sopimuksen teknisissä ohjeissa POP-jätteille soveltuvaksi käsittelymenetelmäksi.



## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Oppaassa on esitelty myös fysikaalis-kemiallisia menetelmiä, joiden on Baselin sopimuksen teknisissä ohjeissa todettu täyttävän POP-asetuksen vaatimukset. Tällaisia menetelmiä ei kuitenkaan ole tällä hetkellä käytössä Suomessa.

POP-asetus sallii POP-jätteiden esikäsittelyn, jos se on tarpeen jätteen asianmukaisen käsittelyn järjestämiseksi. Esikäsittely voi olla esimerkiksi mekaanista erottelua, paloittelua tai murskausta käsittelyprosessille sopivaan palakokoon tai POP-yhdisteitä sisältävän laitteiston purkamista osiin. Jätteestä voidaan myös erotella haitta-aineita esimerkiksi adsorptiolla, desorptiolla, membraanisuodatuksella tai liuotinpesulla. Oppaan luvussa 11 on käsitelty esimerkkeinä pilaantuneen maan puhdistamista sekä bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien erottelua kierrätykseen menevästä muovijätteestä.

Esikäsittelyssä erotetut POP-yhdisteet tai niitä sisältävät jakeet on käsiteltävä POP-asetuksen mukaisesti, niin että POP-yhdisteet tuhoutuvat. Esikäsittelyä ei saa käyttää POP-jätteen laimentamiseen tai sekoittamiseen muihin jätteisiin ainoastaan jätteen pitoisuuden alentamiseksi POP-jätteen pitoisuusrajan alle ja siten POP-asetuksen käsittelyvaatimuksien välttämiseksi.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Liitteet

### Liite 1: POP-yhdisteiden tahattoman jäämän pitoisuusrajat sekä tietoja POP-yhdisteiden sallituista käyttökohteista, käytön lopetuksesta ja tuotteista ja materiaaleista, jotka saattavat sisältää POP-yhdisteitä

Taulukko kattaa POP-asetuksen liitteeseen I sisällytetyt yhdisteet komission delegoituun asetukseen (EU) 2023/866 saakka.

(Lähteet: Bipro, 2015; Danish EPA, 2014; ESWI, 2011; Häkkinen, 2012; Myllymaa ym., 2015; Ramboll, 2019; RPA ym., 2021; Siimes ym., 2019; Stockholm Convention, 2015b, 2018; Suomen ympäristökeskus, 2017; Ympäristöministeriö, 2023)

<b>Aldriini</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää aldriniä	Torjunta-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty aldriinille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Käytössä vuosina 1956–1966. Markkinointi ja käyttö kielletty vuonna 1972.
<b>Dieldriini</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää dieldriiniä	Torjunta-aine Puunsuoja-aine (vaneri)
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty dieldriinille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Käytössä vuosina 1961–1965. Markkinointi ja käyttö kielletty vuonna 1972. Suomessa puunsuojattu vaneri päätynyt vientiin.
<b>Diklooridifenyylitrikloorietaani (DDT)</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää DDT:tä	Torjunta-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty DDT:lle tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita/käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Käytetty pelto- ja puutarhaviljelyssä, metsäkäytössä, asunnoissa, varastoissa ja kotieläinsuojissa. Käyttö kielletty Suomessa 1976.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<b>Dikofoli</b>	
Käyttö	Torjunta-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty dikofolille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Dikofolia on käytetty Suomessa tuholaisten torjuntaan 1960–1991. Myynti loppunut 1990.
<b>Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää dioksiineja ja furaaneja	Syntyvät tahattomasti orgaanisten aineiden ja kloorin reagoidessa tietyissä olosuhteissa poltto- ja teollisuusprosesseissa sekä tulipaloissa, kuten kaatopaikka- ja metsäpaloissa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jätteenpolton tuhkat ja kuonat</li> <li>• Metalliteollisuuden kaasunpuhdistuspölyt ja –jäämät</li> </ul>
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	Koska dioksiineja ja furaaneja ei ole valmistettu tarkoituksella, ei niitä ole sisällytetty POP-asetuksen liitteeseen I.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Dioksiineja ja furaaneja ei ole valmistettu tarkoituksella, joten niitä ei ole sisällytetty POP-asetuksen liitteeseen I.
<b>Endosulfaani</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää endosulfaania	Torjunta-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty endosulfaanille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	POP-asetuksen liitteen I mukaan endosulfaania sisältävän esineen markkinoille saattaminen ja käyttö on sallittua, jos se on ollut käytössä jo ennen 11.7.2012. Endosulfaania ainesosanaan sisältäviä tavaroita ei kuitenkaan ole tietävästi Suomessa käytössä.  Käytettiin Suomessa vuodesta 1962 alkaen mm. mansikka-, herukka- sekä öljykasviviljelyksillä. Käytetty yleisesti myös kasvihuoneiden desinfiointiin. Käyttö torjunta-aineena kiellettiin Suomessa 2001, on kuitenkin käytetty joillakin tiloilla poikkeusluvalla vielä vuosina 2003–2005.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<b>Endriini</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää endriiniä	Torjunta-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty endriinille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Markkinointi, myynti ja käyttö kielletty vuonna 1969. Käyttö oli mahdollista kiellon jälkeen metsätaimatarhoilla torjunta-aineviranomaisen luvalla myyrien torjuntaan ainakin vuoteen 1975 saakka.
<b>Heksabromibifenyylä (HBB)</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää heksabromibifenyylä	Palonsuoja-aine: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lämpökestoiset muovit (erityisesti ABS-muovi)</li> <li>• Elektroniikkatuotteet</li> <li>• Autoteollisuuden päällysteet</li> <li>• Polyuretaanivaaho</li> </ul> Lakat
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty HBB:lle tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Aineen käyttöä on korvattu jo 1980-luvulla bromidifenyylieettereillä.
<b>Heksabromisyklododekaani (HBCDD)</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää HBCDD:tä	Palonsuoja-aine: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennuseristeiden polystyreenivaaho (EPS ja XPS)</li> <li>• Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovikotelot</li> <li>• Videokasettikotelot</li> <li>• Stereoiden ja videosoitinien kuoret</li> <li>• Jakorasiat</li> <li>• Sisustustekstiilit</li> <li>• Ajoneuvojen penkit, sisustus ja korin osat</li> </ul>
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteen I mukaan aineet, seokset ja esineiden palonsuojatut osat saavat sisältää HBCDD:tä tahattomana jäämänä enintään 100 mg/kg (0,01 paino-%).  Komissio valmistelee parhaillaan muutosta em. tahattoman jäämän pitoisuusrajaan.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Tuli markkinoille 1960-luvun loppupuolella ja oli 2000-luvun alkupuolella kolmanneksi käytetyin bromattu palonsuoja-aine maailmassa. Suomessa käytetty EPS:n raaka-aineen valmistukseen vuoteen 2015 saakka.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

	<p>Paisutetusta polystyreenistä tehtyjä esineitä, jotka sisältävät heksabromisyklododekaania ja jotka ovat olleet käytössä rakennuksissa ennen 21.2.2018, sekä suulakepuristetusta polystyreenistä tehtyjä esineitä, jotka sisältävät heksabromisyklododekaania ja jotka ovat olleet käytössä rakennuksissa ennen 23.6.2016, voidaan edelleen käyttää. Paisutettu polystyreeni, joka on saatettu markkinoille 23.6.2016 jälkeen ja jossa on käytetty heksabromisyklododekaania, on merkittävä tai oltava muulla tavoin tunnistettavissa koko sen elinkaaren ajan.</p>
<b>Heksaklooribentseeni (HCB)</b>	
<p>Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää heksaklooribentseeniä</p>	<p>Puunsuoja-aine Torjunta-aine Liuotin maali-, muovi-, kemian-, tekstiili- ja metalliteollisuudessa Kloorin, suolahapon ja muiden klooripitoisten teollisuuskemikaalien valmistuksen sivutuote Ilotulitteet Syntyy tahattomasti polttoprosesseissa</p>
<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteen I mukaan aineet, seokset ja esineet saavat sisältää HCB:tä tahattomana jäämänä enintään 10 mg/kg (0,001 paino-%).</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>Ei enää sallittuja käyttökohteita.</p> <p>Torjunta-ainekäyttö kiellettiin Suomessa 1996, mutta maatalouskäyttö päättyi jo 1970-luvulla. HCB:n käyttö ja sitä sisältävien valmisteiden tuonti ja vienti kiellettiin Suomessa 2002.</p>
<b>Heksaklooributadieeni (HCBD)</b>	
<p>Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää HCBD:tä</p>	<p>Lämmönsiirtonesteet Muuntajanesteet Hydrauliikkanesteet Gyroskoopit Alumiinin ja grafiittisauvojen tuotanto Liuotin (kumi ja muut polymeerit) Kloorattujen hiilivetyjen valmistuksen sivutuote Torjunta-aine Syntyy tahattomasti polttoprosesseissa, joissa läsnä klooria, esimerkiksi jätteenpoltossa</p>
<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty HCBD:lle tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>POP-asetuksen liitteen I mukaan HCBD:tä ainesosanaan sisältävän esineen markkinoille saattaminen ja käyttö on sallittua, jos se on ollut käytössä jo ennen 11.7.2012.</p> <p>HCBD:n tarkoituksellinen valmistus on lopetettu Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa jo 1980-luvulla.</p>

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<b>Heksakloorisykloheksaanit: Lindaani (gamma-HCH)</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää lindaania	Torjunta-aine Ihmisten ja eläinten ulkoloisten torjunta-aineet, kuten täishampoot Puunsuoja-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty lindaanille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Käytettiin mm. kasvihuoneissa, avomaan puutarhaviljelyssä, metsätaimitarhoilla sekä sahoilla. Maatalouskäyttöä rajoitettiin 1971, jonka jälkeen ainetta sai käyttää vain siementen peittaukseen, juuriston käsittelyyn ja taimitarhojen sekä puutavaran suojaukseen. Lisäksi metsien tuholaiistorjunnassa sallittiin luvanvarainen käyttö. Maatalouskäyttö kiellettiin 1988. Biosidikäyttö sallittu 2007 asti. Puuntavaran suojauskäyttö loppui 1990-luvun puoleenväliin mennessä. Käytetty ihmisten ja eläinten ulkoloisten torjuntaan 1990-luvun lopulle saakka.
<b>Heksakloorisykloheksaanit: muut isomeerit kuin lindaani (alfa- ja beta-HCH)</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää HCH:n alfa- ja beta-isomeereja	Torjunta-aine Liuotin muovi-, kemian-, tekstiili- ja metalliteollisuudessa sekä maalien valmistuksessa Lindaanin valmistuksen sivutuote
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty alfa- ja beta-HCH:lle tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Teknistä HCH:ta käytetty liuottimena 1990-luvun alkupuolelle.
<b>Heptakloori</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää heptaklooria	Torjunta-aine Puunsuoja-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty heptakloorille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Kiellettiin torjunta-aineena vuonna 1996, mitä ennen käyttö oli Suomessa jo loppunut. Käyttö puunsuoja-aineena lopetettiin vuonna 1994.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<b>Klordaani</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää klordaania	Torjunta-aine Puunsuoja-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty klordaanille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Kiellettiin torjunta-aineena 1972 ja käyttö puunsuoja-aineena lopetettu vuonna 1994.
<b>Klordekoni</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää klordekonia	Torjunta-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty klordekonille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Ei tiettävästi ole käytetty Suomessa.
<b>Lyhytketjuiset klooriparafiinit (SCCP)</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää SCCP-yhdisteitä	Palonsuoja-aine Kumi- ja muovituotteet Tekstiilit, kengät Elektroniikkalaitteiden muoviosat Tiivisteet (esim. patojen tiivisteet) Saumausaineet (esim. rakennuselementit ja ikkunat) Hihnakuljettimet Maalit, liimat Metallin työstönesteet Voiteluöljyt Laavalamput
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteen I mukaan SCCP:tä alle 1 paino-% sisältävien aineiden tai seosten valmistus, saattaminen markkinoille ja käyttö on sallittua. Lisäksi sallittua on esineiden, jotka sisältävät SCCP:tä alle 0,15 paino-% prosenttia, valmistus, saattaminen markkinoille ja käyttö.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	SCCP:tä sisältävien kaivosteollisuuden hihnakuljettimien ja patotiivisteiden käyttö on sallittua, jos ne ovat olleet käytössä ennen 5.12.2015. Muiden SCCP:tä vähintään 0,15 paino-% sisältävien esineiden käyttö on sallittua, jos ne ovat olleet käytössä jo ennen 11.7.2012.



## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<b>Mireksi</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää mireksiä	Torjunta-aine
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty mireksille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Ei ole koskaan rekisteröity tai käytetty Suomessa.
<b>Pentaklooribentseeni</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää pentaklooribentseeniä	PCB-öljyn lisäaine Palonsuoja-aine Torjunta-aine (fungisidi) Polyesterikuitujen värinsidonta-aine Epäpuhtautena joissakin torjunta-aineissa ja liuottimissa Syntyy tahattomasti mm. poltto- ja teollisuusprosesseissa
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty pentaklooribentseenille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.
<b>Pentakloorifenoli (PCP) ja sen suolat ja esterit</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää pentakloorifenolia ja sen suoloja ja estereitä	Käytetty puunsuoja-aineena ja esiintynyt epäpuhtautena sinistymisenestoaineessa KY-5. KY-5 sisälsi pentakloorifenolia oli noin 5-15 paino-%:a. Tavataan toisinaan kestopuuätteessä (esimerkiksi puhelin-, sähkö- ja aidanpylväät). Merkittävää maaperän ja pohjaveden saastumista on tapahtunut saha-alueilla, joilla on käytetty KY-5:ä.
Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)	POP-asetuksen liitteen I mukaan aineet, seokset tai esineet saavat sisältää pentakloorifenolia ja sen suoloja ja estereitä tahattomana jäämänä enintään 5 mg/kg (0,0005 paino-%).
Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita.  Käytetty Suomessa 1930-luvulta saakka. Käyttöä rajoitettiin vuonna 1993 ja se kiellettiin kokonaan vuonna 2000.
<b>Perfluoriheksaanisulfonihappo (PFHxS), sen suolat ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PFHxS:a, sen suoloja ja PFHxS:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä	Sammutusvaahdot Sumunestoaineina metallien pinnoituksessa Vettä ja likaa hylkiviksi käsitellyt tekstiilit ja nahka (mm. vaatteet, huonekalut, matot, ajoneuvojen sisäverhoilut, terveydenhuollon tekstiilit) Metallien pinnoitus Painomusteet, paperin täyteaineet ja pinnoitteet

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

	<p>Kiillotus-, pesu- ja puhdistusaineet          Puolijohteet mm. sähkö- ja elektroniikkalaitteissa ja ajoneuvoissa          Suksivoiteet          Tarttumattomaksi pinnoitetut keittiövälineet          Ruokapakkaukset</p>
<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteen I mukaan aineet, seokset ja esineet saavat sisältää PFHxS:a tai mitä tahansa sen suoloista tahattomana jäämänä enintään 0,025 mg/kg (0,0000025 paino-%).</p> <p>Aineet, seokset ja esineet saavat sisältää yksittäistä PFHxS:n kanssa samankaltaista yhdistettä tai samankaltaisten yhdisteiden yhdistelmää tahattomana jäämänä enintään 1 mg/kg (0,0001 paino-%).</p> <p>Sammutusvaahtoseokset, joita on tarkoitus käyttää tai joita käytetään muiden sammutusvaahtoseosten valmistuksessa, saavat sisältää esiintyviin PFHxS:a, sen suoloja ja PFHxS:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä enintään 0,1 mg/kg (0,00001 painoprosenttia). Komissio tarkastelee uudelleen ja arvioi tätä vapautusta viimeistään 28.8.2026.</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>Käytölle ei ole vielä asetettu rajoitteita EU:n REACH-asetuksessa tai POP-asetuksen liitteessä I, (rajoitteet ovat valmisteilla).</p>
<p><b>Perfluorioktaanihappo (PFOA), sen suolat ja PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet</b></p>	
<p>Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PFOA:a, sen suoloja ja PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä</p>	<p>Sammutusvaahdot          Vettä ja likaa hylkiviksi käsitellyt tekstiilit ja nahka (mm. vaatteet, huonekalut, matot, ajoneuvojen sisäverhoilut, terveydenhuollon tekstiilit)          Paperi ja pakkaukset (pinnoitteet)          Maalit, painovärit, lakat, liimat, tiivistysmateriaalit          Kostutusaineet, lattiavahat, tekstiilien ja mattojen hoitotuotteet          Suksivoiteet          Ajoneuvovahat ja muut ajoneuvojen hoitotuotteet          Tarttumattomaksi pinnoitetut keittiövälineet          Puolijohteet mm. sähkö- ja elektroniikkalaitteissa ja ajoneuvoissa          Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden eristeet ja sähkökaapelien pinnoitteet          Röntgenfilmit ja valokuvaustuotteet          Fluorielastomeerien ja fluoripolymeerien (kuten PTFEn) valmistus</p>

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteen I mukaan aineet, seokset ja esineet saavat sisältää PFOA:a tai mitä tahansa sen suoloista tahattomana jäämänä enintään 0,025 mg/kg (0,0000025 paino-%).</p> <p>Aineet, seokset ja esineet saavat sisältää yksittäistä PFOA:n kanssa samankaltaista yhdistettä tai samankaltaisten yhdisteiden yhdistelmää tahattomana jäämänä enintään 1 mg/kg (0,0001 paino-%).</p> <p>EU:n REACH-asetuksen 3(15)(c) artiklassa tarkoitettuna kuljetettavana erotettuna välituotteena käytettävä aine saa sisältää PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä tahattomana jäämänä enintään 20 mg/kg (0,002 paino-%), mikäli aine täyttää REACH-asetuksen 18(4)(a)-(f) artiklassa vahvistetut tarkasti valvotut ehdot sellaisten fluorikemikaalien valmistukselle, joiden perfluorattu hiiliketju on kuuden atomin pituinen tai lyhyempi. Komissio tarkastelee uudelleen ja arvioi tätä vapautusta viimeistään 25.8.2023.</p> <p>PTFE-mikropulverit, jotka valmistetaan ionisoivalla säteilytyksellä tai lämpöhajoamisella, sekä teollisuus- ja ammattikäyttöön tarkoitetut seokset ja esineet, jotka sisältävät PTFE-mikropulvereita, saavat sisältää PFOA:a ja sen suoloja tahattomana jäämänä enintään 1 mg/kg (0,0001 paino-%) 18.8.2023 asti. PTFE-mikropulverien valmistuksessa ja käytössä on vältettävä PFOA-päästöjä tai, jos se ei ole mahdollista, vähennettävä niitä mahdollisimman paljon. Raja-arvoa 1 mg/kg (0,0001 painoprosenttia) sovelletaan ainoastaan PFOA:n ja sen suolojen valmistukseen, markkinoille saattamiseen ja käyttöön, kun niitä on PTFE-mikropulvereissa, joita kuljetetaan ja käsitellään niiden PFOA-pitoisuuksien alentamiseksi, alle 0,025 mg/kg (0,0000025 painoprosenttia) olevan raja-arvon.</p> <p>Lääkinnälliset laitteet, jotka eivät ole invasiivisia eivätkä implantoitavia, saavat sisältää PFOA:a ja sen suoloja ja/tai PFOA:n kaltaisia yhdisteitä, jos niiden pitoisuus on enintään 2 mg/kg (0,0002 paino-%). Komissio tarkastelee uudelleen ja arvioi tätä vapautusta viimeistään 22.2.2023.</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>PFOA:n, sen suolojen ja PFOA:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden valmistus, markkinoille saattaminen ja käyttö on sallittua seuraaviin tarkoituksiin:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• fotolitografia tai syövytysmenetelmät puolijohteen valmistuksessa 4.7.2025 asti;</li><li>• filmien valokuvapainotteet 4.7.2025 asti;</li></ul>

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

	<ul style="list-style-type: none"><li>• invasiiviset ja implantoitavat lääkinnälliset laitteet 4.7.2025 asti.</li></ul> <p>PFOA:n, sen suolojen ja PFOA:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden käyttö sekä liikkuvissa että kiinteissä jo asennetuissa järjestelmissä olevassa sammutusvaahdossa, joka on tarkoitettu polttoainehöyryjen tukahduttamiseen ja nestemäisen polttoaineen palojen sammuttamiseen (luokan B palot), sallittua 4.7.2025 asti seuraavin ehdoin:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• sammutusvaahtoa, joka sisältää tai saattaa sisältää PFOA:ta, sen suoloja ja/tai PFOA:n kaltaisia yhdisteitä, ei käytetä koulutukseen;</li><li>• sammutusvaahtoa, joka sisältää tai saattaa sisältää PFOA:ta, sen suoloja ja/tai PFOA:n kaltaisia yhdisteitä, ei käytetä testaukseen, paitsi jos päästöt eristetään;</li><li>• 1.1.2023 alkaen PFOA:ta, sen suoloja ja/tai PFOA:n kaltaisia yhdisteitä sisältävän sammutusvaahdon käyttö rajoitetaan alueille, joilla kaikki päästöt voidaan eristää;</li><li>• sammutusvaahdon varastoja, jotka sisältävät tai saattavat sisältää PFOA:ta, sen suoloja ja/tai PFOA:n kaltaisia yhdisteitä, käsitellään POP-asetuksen 5 artiklan mukaisesti.</li></ul> <p>Perfluorioktyylijodidia sisältävän perfluorioktylibromidin käyttö lääkkeiden valmistamiseen on sallittua. Komissio tarkastelee uudelleen ja arvioi tätä viimeistään 31.12.2026, ja sen jälkeen joka neljäs vuosi 31.12.2036 saakka.</p> <p>PFOA:a, sen suoloja ja/tai PFOA:n kaltaisia yhdisteitä sisältävien esineiden käyttö on sallittua, jos ne ovat olleet käytössä ennen 4.7.2020.</p>
<b>Perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) ja sen johdannaiset</b>	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PFOS-yhdisteitä	Sammutusvaahdot Pintakäsitellyt tekstiilit ja nahka (mm. vaatteet, huonekalut, matot, ajoneuvojen sisäverhoilut) Paperi ja pakkaukset (pintakäsittely) Röntgenfilmit Valokuvaustuotteet (filmit, paperit, painolaattojen valokuvauspinnoitteet) Kromaus- ja pintakäsittelyn kylvyt Ilmailun hydrauliiKANESTEET Lattiavahat ja puhdistusaineet Maalit ja lakat

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteen I mukaan aine tai seos saa sisältää perfluorioktaanisulfonaatteja tahattomana jäämänä enintään 10 mg/kg (0,001 paino-%). Puolivalmisteet ja esineet tai niiden osat saavat sisältää tahattomana jäämänä alle 0,1 paino-% PFOS-yhdisteitä. Prosenttiosuus lasketaan PFOS-yhdisteitä sisältävien rakenteeltaan tai mikrorakenteeltaan erillisten osien massasta. Tekstiilit ja muut pinnoitetut materiaalit saavat sisältää tahattomana jäämänä PFOS-yhdisteitä alle 1 µg/m<sup>2</sup> pinnoitetusta materiaalista.</p> <p>Komissio valmistelee parhaillaan muutosta em. tahattoman jäämän pitoisuusrajoihin.</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>Jos päästömäärät ympäristöön on minimoitu (käyttäen parasta käyttökelpoista tekniikkaa), on aineen valmistus ja saattaminen markkinoille käytettäväksi sumunestoaineena kromi- (VI) -kovakromauksessa suljetuissa järjestelmissä on sallittu 7.9.2025 saakka.</p> <p>PFOS-yhdisteitä sisältävän esineen käyttö on edelleen sallittua, jos se on ollut käytössä jo ennen 25.8.2010. Poikkeuksen muodostavat sammutusvaahdot, joiden käyttö tuli lopettaa kokonaan vuonna 2011.</p>
<p><b>Polyklooratut bifenyylit (PCB)</b></p>	
<p>Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PCB-yhdisteitä</p>	<p>Muuntajat ja kondensaattorit Elementtitalojen saumaussmassat Lämpölasien tiivistysmassat Hydrauli-, voitelu- ja työstö-öljyt Maalit ja lakat</p>
<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>Komissio valmistelee parhaillaan tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>PCB:n valmistus, myynti ja niitä sisältävien esineiden maahantuonti, myynti ja luovutus kiellettiin vuonna 1990 (VNp 1071/1989). PCB:tä sisältävät muuntajat ja vähintään yhden kvar:n kondensaattorit on pitänyt poistaa käytöstä v. 1994 loppuun mennessä. Yli 5 dm<sup>3</sup> laitteistot piti poistaa käytöstä 1999 (VNp 711/1998).</p> <p>POP-asetuksen liitteen I mukaan laitteet, joiden PCB-pitoisuus on yli 0,005 prosenttia ja jotka sisältävät PCB-yhdisteitä yli 0,05 dm<sup>3</sup>, on tunnistettava ja poistettava käytöstä viimeistään 31.12.2025.</p> <p>Sellaisten esineiden, joiden käyttöä ei ole yllä olevilla rajoituksilla kielletty, käyttöä saa jatkaa, jos ne ovat olleet käytössä POP-asetuksen tullessa voimaan 20.4.2004.</p>

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<b>Polyklooratut naftaleenit (PCN)</b>	
<p>Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PCN-yhdisteitä</p>	<p>Puunsuoja-aine Lisäaine maaleissa ja moottoriöljyissä Kaapelien eristeet Kondensaattorit Elektrolyyttiset kiillotus- ja peittäusaineet Väriaineiden raaka-aine Syntyy tahattomasti polttoprosesseissa, jos läsnä on klooria</p>
<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty polyklooratuille naftaliineille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>POP-asetuksen liitteen I mukaan polykloorattuja naftaleeneja sisältävän esineen markkinoille saattaminen ja käyttö on sallittua, jos se on ollut käytössä jo ennen 11.7.2012.</p> <p>Käyttö on käytännössä päätynyt 1970-luvulla.</p>
<b>Tetra-, penta-, heksa- hepta- ja dekabromidifenyylieetteri (BDE)</b>	
<p>Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja deka-BDE:tä</p>	<p>Palonsuoja-aine, mm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovikuoret (mm. ABS- ja HIPS-muovista valmistetut kovamuoviosat)</li> <li>• Piirikortit</li> <li>• Kylmlaitteiden eristeet</li> <li>• Ajoneuvojen kovat muoviosat, kuten puskurit ja kojelaudat</li> <li>• Ajoneuvojen tekstiili- ja nahkaverhoilut</li> <li>• Polyuretaanivaahdosta valmistetut ajoneuvojen penkkien ja huonekalujen pehmusteet, patjat</li> <li>• Muovia sisältävät rakennustuotteet kuten puumuovikomposiitit, äänieristyslevyt, eristeet</li> <li>• Huonekalut, nahkatuotteet ja tekstiilit</li> <li>• Kierrätysmuoveista valmistetut tuotteet (tahaton kontaminaatio)</li> </ul>
<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteen I mukaan aine saa sisältää tetra-, penta-, heksa-, hepta- tai deka-BDE:tä tahattomana jäämänä enintään 10 mg/kg (0,001 paino-%). Seokset ja esineet saavat sisältää penta-, heksa-, hepta- ja deka-BDE:tä tahattomana jäämänä yhteenlaskettuna enintään 500 mg/kg (0,05 paino-%).</p> <p>Komissio valmistelee parhaillaan muutosta em. tahattoman jäämän pitoisuusrajaan.</p>

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>Poikkeuksena sallitaan RoHS-direktiivin (2011/65/EU) soveltamisalaan kuuluvien sähkö- ja elektroniikkalaitteiden valmistus ja markkinoille saattaminen. Sähkö- ja elektroniikkalaitteet saavat RoHS-direktiivin mukaisesti sisältää enintään 0,1 paino-% PBDE-yhdisteitä (homogeenisessa materiaalissa).</p> <p>Deka-BDE:n valmistus, markkinoille saattaminen ja käyttö on edellä esitetystä poiketen sallittua myös:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tiettyjen ilma-alusten valmistukseen 2023 saakka</li> <li>• tiettyjen ilma-alusten varaosien valmistukseen</li> <li>• tiettyjen moottoriajoneuvojen varaosien valmistukseen</li> </ul> <p>Tetra-, penta-, heksa- tai hepta-BDE:tä ainesosanaan sisältävän tavaran käyttö on edelleen sallittua, jos se on ollut käytössä jo ennen 25.8.2010. Dekab-BDE:tä sisältävän esineen käyttö on edelleen sallittua, jos se on ollut käytössä ennen 15.7.2019.</p>
<p><b>Toksafeeni</b></p>	
<p>Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää toksafeenia</p>	<p>Torjunta-aine</p>
<p>Tuotteissa sallitun tahattoman jäämän pitoisuusraja (UTC)</p>	<p>POP-asetuksen liitteessä I ei ole säädetty toksafeenille tahattoman jäämän pitoisuusrajoja.</p>
<p>Edelleen sallittuja käyttökohteita /käytön lopetustietoja</p>	<p>Ei enää sallittuja käyttökohteita.</p> <p>Markkinointi, myynti ja käyttö kielletty Suomessa vuonna 1969.</p>



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Liite 2: POP-yhdisteet, niiden CAS-numerot ja pitoisuusrajat jätteissä

Taulukossa on esitetty kaikki POP-asetuksen liitteisiin IV ja V sisällytetyt POP-yhdisteet ja niille säädetyt pitoisuusrajat sekä POP-yhdisteiden CAS-numerot.

Jätteille on asetettu POP-asetuksessa kaksi pitoisuusrajaa. Jätteet, jotka sisältävät POP-yhdisteitä yhtä paljon tai enemmän kuin liitteen IV ns. alempi pitoisuusraja, on käsiteltävä asetuksessa säädetyillä menetelmillä. Jos liitteen V ns. ylempi pitoisuusraja ylittyy, on jätteen käsittelylle asetettu lisärajoituksia. POP-jätteiden käsittelyvelvoitteet on esitetty tämän oppaan luvussa 4.

Pysyvä orgaaninen yhdiste	CAS-numero	Alempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite IV) $\geq$	Ylempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite V) $>$
Aldriini	309-00-2	50 mg/kg	5 000 mg/kg
DDT	50-29-3	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Dikofoli	115-32-2	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Dieldriini	60-57-1	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Endosulfaani	115-29-7; 959-98-8; 33213-65-9	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Endriini	72-20-8	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Heksabromibifenyylit (HBB)	36355-01-8	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Heksabromisykloodekaani (HBCDD)	25637-99-4; 3194-55-6; 134237-50-6; 134237-51-7; 134237-52-8	500 mg/kg	1 000 mg/kg
Heksaklooribentseeni (HCB)	118-74-1	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Heksaklooributadieeni (HCBd)	87-68-3	100 mg/kg	1 000 mg/kg
Heksakloorisykloheksaanit (ml. lindaani) (HCH)	58-89-9; 319-84-6; 319-85-7; 608-73-1	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Heptakloori	76-44-8	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Kloridaani	57-74-9	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Klordekoni	143-50-0	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Lyhytketjuiset klooratut parafiinit (SCCP) (alkaanit C10-C13)	85535-84-8 ja muut	1 500 mg/kg	10 000 mg/kg
Mireksi	2385-85-5	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Pentaklooribentseeni	608-93-5	50 mg/kg	5 000 mg/kg
Pentakloorifenoli (PCP) ja sen suolat ja esterit	87-86-5 ja muut	100 mg/kg	1 000 mg/kg
Perfluoriheksaanisulfonihappo (PFHxS) ja sen suolat	355-46-4 ja muut	1 mg/kg	50 mg/kg
PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet, pitoisuuksien summa		40 mg/kg	2 000 mg/kg
Perfluorioktaanihappo (PFOA) ja sen suolat	335-67-1 ja muut	1 mg/kg	50 mg/kg
PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet, pitoisuuksien summa		40 mg/kg	2 000 mg/kg
Perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) ja sen johdannaiset	1763-23-1; 2795-39-3; 29457-72-5; 29081-56-9; 70225-14-8; 56773-42-3; 251099-16-8; 4151-50-2; 31506-32-8; 1691-99-2; 24448-09-7; 307-35-7 ja muut	50 mg/kg	50 mg/kg
Polyklooratut bifenyylit (PCB)	1336-36-3 ja muut	50 mg/kg	50 mg/kg
Polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit ja dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet (PCDD/PCDF + DL-PCB)	Ei CAS-numeroa	5 $\mu$ g-TEQ/kg <sup>*)</sup>	5 000 $\mu$ g-TEQ/kg

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Polyklooratut naftaleenit (PCN)	70776-03-3 ja muut	10 mg/kg	1 000 mg/kg
Tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetteri (BDE), pitoisuuksien summa	tetra-BDE: 40088-47-9 ja muut penta-BDE: 32534-81-9 ja muut heksa-BDE: 36483-60-0 ja muut hepta-BDE: 68928-80-3 ja muut deka-BDE: 1163-19-5	500 mg/kg 29.12.2025 alkaen 350 mg/kg**) 30.12.2027 alkaen 200 mg/kg**)	10 000 mg/kg
Toksafeeni	8001-35-2	50 mg/kg	5 000 mg/kg

\*) Kotitalouksien polton tuhkille ja nuohousjätteille sovelletaan kuitenkin pitoisuusrajaa 15 µg-TEQ/kg 31.12.2024 saakka.

\*\*) Mikäli POP-asetuksen liitteessä I säädetty pitoisuusraja tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetterien pitoisuuksien summalle tuotteissa on kyseisenä ajankohtana korkeampi kuin POP-jätteelle säädetty uusi pitoisuusraja, sovelletaan myös jätteille liitteessä I annettua korkeampaa pitoisuusrajaa.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Liite 3: PCDD:n, PCDF:n ja dl-PCB:iden toksisuusekvivalenttikertoimet (TEF:t)

POP-asetuksen liitteessä V määritellyt dioksiinien, furaanien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden laskennassa käytettävät toksisuusekvivalenttikertoimet (TEF) (komission ja neuvoston asetus (EU) 2022/2400).

Taulukko 3.1: Dioksiinien toksisuusekvivalenttikertoimet (TEF)

PCDD	TEF
2,3,7,8-TeCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01
OCDD	0,0003

Taulukko 3.2: Furaanien toksisuusekvivalenttikertoimet (TEF)

PCDF	TEF
2,3,7,8-TeCDF	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,03
2,3,4,7,8-PeCDF	0,3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01
OCDF	0,0003

Taulukko 3.3: Dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden toksisuusekvivalenttikertoimet (TEF)

dl-PCB:t	TEF
PCB 77	0,0001
PCB 81	0,0003
PCB 105	0,00003
PCB 114	0,00003
PCB 118	0,00003
PCB 123	0,00003
PCB 126	0,1
PCB 169	0,03
PCB 156	0,00003
PCB 157	0,00003
PCB 167	0,00003
PCB 189	0,00003

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Liite 4: Tukholman sopimukseen ehdotettuja uusia aineita

Taulukkoon on koottu tiedot Tukholman sopimukseen lisättäväksi esitetyistä uusista aineista (tilanne helmikuu 2024)

Yhdiste	Valmistelun tilanne	Yhdisteen käyttökohteita
Klorpyrifossi (CAS 2921-88-2)	Ehdotus klorpyrifossin lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehty vuonna 2020.  Käyttö biosidina päättyi EU:ssa vuonna 2008 ja kasvinsuojeluaaineissa 2019.	Käytetty torjunta-aineena ja biosidina hyönteisten torjuntaan. (Stockholm Convention, 2021a)
Keskipitkäketjuiset klooratut parafiinit (MCCP) (alkaanit C14-C17) (CAS 85535-85-9 ja muut)	Ehdotus MCCP:n lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehtiin vuonna 2021. Tunnistettu EU:ssa REACH-asetuksen erityistä huolta aiheuttavaksi aineeksi (SVHC). EU:n valmistusta, käyttöä ja markkinoille saattamista koskeva rajoitus valmistelussa, riskinarviointikomitea (RAC) ja sosio-ekonomisia vaikutuksia arvioiva komitea (SEAC) ovat antaneet kantansa syyskuussa 2023.	Käytetty mm. muovinpehmentimenä pehmeässä PVC:ssä, metallien leikkaus- ja työstönesteissä, rasvoissa ja vaihteistoöljyissä, palonsuojaj-aineena kumissa, tekstiileissä ja nahkatuotteissa sekä maaleissa, liimoissa ja tiivistysaineissa.
Pitkäketjuiset perfluorikarboksylihapot (L-PFCA), niiden suolat ja niiden kanssa samankaltaiset yhdisteet  (CAS 375-95-1, 335-76-2, 2058-94-8, 307-55-1, 72629-94-8, 376-06-7, 141074-63-7, 67905-19-5, 57475-95-3, 16517-11-6, 133921-38-7, 68310-12-3 ja muut)	Ehdotus L-PFCA-yhdisteiden, niiden suolojen ja samankaltaisten yhdisteiden lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehty vuonna 2021.  Osa yhdisteistä tunnistettu EU:ssa REACH-asetuksen erityistä huolta aiheuttaviksi aineeksi (SVHC). Osan yhdisteistä (C9-C14) valmistus, markkinoille saattaminen ja käyttö on ollut kiellettyä helmikuusta 2023 alkaen. Kiellosta on kuitenkin säädetty lukuisia poikkeuksia. (Reach-asetuksen liite XVII).  ECHA tehnyt helmikuussa 2023 ehdotuksen kaikkien PFAS-yhdisteiden käytön rajoittamisesta. Ehdotus on komiteoiden käsittelyssä.	Kuuluvat PFAS-yhdisteisiin, käytetään mm. pintakäsittelyaineena ja fluoripolymeerien valmistuksessa (Stockholm Convention, 2021b).
D4 (Oktametyyliisyklotetrasiloksaani) (CAS 556-67-2)	EU valmistelee ehdotusta D4:n lisäämiseksi Tukholman sopimukseen (ECHA, 2022a). Tunnistettu REACH-asetuksen erityistä huolta aiheuttavaksi aineeksi (SVHC) ja suositeltu lisättäväksi REACH-asetuksen liitteen XIV luvanvaraisiin aineisiin.	Käytetty silikonipohjaisten polymeerien valmistuksessa sekä mm. kosmetiikassa ja hygieniatuotteissa, pesu- ja puhdistusaineissa, kiillotusaineissa ja vahoissa, maaleissa, liimoissa ja pinnoitteissa sekä hajusteissa ja ilmanraikastajissa. (ECHA, 2024; Gentry ym., 2017)

## Liite 5: Kirjanpitovelvoitteet

Tässä liitteessä on esitetty jätelaissa ja -asetuksessa säädetyt toiminnanharjoittajan (jätteen tuottajan, käsittelijän, kuljettajan, välittäjän ja kerääjän) kirjanpitoa koskevat velvoitteet.

### Toiminnanharjoittajan jätelain 118 §:n mukaiset kirjapitovelvoitteet:

Toiminnanharjoittajan on pidettävä kirjaa jätteistä, jos kysymyksessä on:

- 1) toiminta, jossa syntyy vähintään 100 tonnia jätettä vuodessa;
- 2) toiminta, jossa syntyy vaarallista jätettä tai POP-jätettä;
- 3) ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukossa 1 ja 2 olevassa 13 kohdassa tarkoitettu jätteen ammattimainen tai laitospäinen käsittely, ei kuitenkaan mainitun lain 32 §:n 1 momentin 1–3 kohdassa tarkoitettu käsittely;
- 4) toiminta, joka on ympäristönsuojelulain mukaan luvanvaraista;
- 5) elintarviketeollisuuden toiminta, joka on ympäristönsuojelulain mukaan ilmoituksenvaraista;
- 6) 94 §:ssä tarkoitettu jätteen kuljettaminen ja välittäjänä toimiminen sekä 100 §:ssä tarkoitettu jätteen keräys.

Lisäksi toiminnanharjoittajan on pidettävä kirjaa jätteen uudelleenkäytön valmistelussa, kierrätyksessä tai muussa hyödyntämisessä syntyvistä tuotteista ja materiaaleista, jos kysymyksessä on edellä 3 kohdassa tarkoitettu toiminta.

### Jätelain 119 §:n mukaan kirjanpitoon sisällytettävät tiedot ja niiden käsittely:

Jätelain 118 §:n 1 momentissa tarkoitettuun kirjanpitoon on toiminnan luonteen mukaan sisällytettävä tiedot syntyneen, kerätyn, kuljetetun, välitetyn tai käsitellyn jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä ja toimituspaikasta sekä jätteen kuljetuksesta ja käsittelystä.

Kirjanpitoon on sisällytettävä myös tiedot 118 §:n 1 momentin 1 kohdassa tarkoitettussa toiminnassa syntyneen jätteen määrästä suhteessa liikevaihdolla, työntekijöiden määrällä tai muulla vastaavalla tavalla ilmaistuun toiminnan laajuuteen (*ominaisjättemäärä*).

118 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitettujen toiminnan kirjanpitoon on sisällytettävä tiedot jätteen valmistelussa uudelleenkäyttöön, kierrätyksessä tai muussa hyödyntämisessä syntyvien tuotteiden ja materiaalien määrästä ja käyttötarkoituksesta tuote- ja materiaalityypin eriteltyinä.

### Jäteasetuksen 33, 36 ja 38 §:n tarkennetut säännökset kirjanpitoon sisällytettävistä tiedoista:

#### Jätteen tuottajan kirjanpitovelvoitteet (JäteA 33 §, 1-2 mom.)

Syntyvästä jätteestä on pidettävä aikajärjestyksen mukaista kirjaa ja kirjanpito on laadittava mahdollisuuksien mukaan toimipaikoittain. Jätteen tuottajan kirjanpidossa on oltava taulukossa 5.1 luetellut tiedot. (Taulukko ei sisällä jäteasetuksen 34 §:ssä edellytetyjä elintarvikealan toimijan kirjanpitotietoja elintarvikejätteestä eikä 35 §:ssä edellytetyjä yhdyskuntajätevesiliikkeen tuottajan kirjanpitotietoja yhdyskuntajätevesiliikenteestä.)

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukko 5.1. Jätteen tuottajan kirjanpidolta jäteasetuksen 33 §:n ja liitteen 5 mukaan edellytetyt tiedot

Raportoitava tieto (33 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Jätteen määrä	Massa tonneina tai kilogrammoina
Jätenimike	Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon mukainen jätenimike ja sen tunnusnumero
Kuvaus jätelajista	Sanallinen kuvaus, joka voi koostua esimerkiksi seuraavista tiedoista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan</li> <li>○ Koostumus, jos on kyse seoksesta</li> <li>○ Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus</li> <li>○ Muut ominaisuudet</li> </ul>
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vaaraton jäte</li> <li>○ Vaarallinen jäte</li> <li>○ POP-jäte</li> <li>○ Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)</li> </ul>
Toiminta, jossa jäte on syntynyt	Valitaan seuraavista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Maa-, metsä- ja kalatalous</li> <li>○ Teollisuus</li> <li>○ Rakentaminen (sisältää uudisrakentamisen, korjausrakentamisen ja purkamisen)</li> <li>○ Yhdyskunnat (asuminen, hallinto, kauppa ja palvelut)</li> <li>○ Kaivannaistoiminta</li> <li>○ Energiahuolto</li> <li>○ Jätehuolto ja kierrätys</li> <li>○ Muu (täsmennettävä mikä)</li> </ul>
Vaarallisesta jätteestä vaaraominaisuudet	EU:n jätedirektiivin liitteen III (annettu komission asetuksella (EU) N:o 1357/2014 ja neuvoston asetuksella (EU) 2017/997) mukaiset pääasialliset vaaraominaisuudet
POP-jätteestä sen sisältämät pysyvät orgaaniset yhdisteet	EU:n POP-asetuksen ((EU) 2019/1021) liitteessä IV luetellut yhdisteet
Jätteen vastaanottajan ja kuljettajan tunnistetiedot	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot</li> <li>○ Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot</li> </ul>
Jätteen käsittelypaikka, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi	Esimerkiksi vastaanottajan toimipaikan tai laitoksen nimi ja osoite tai, jos jäte toimitetaan esimerkiksi hyödynnettäväksi maarakentamisessa, työmaan osoite. <sup>1)</sup>
Jätteen käsittelytapa, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jätteen käsittelytavan sanallinen kuvaus</li> <li>○ Käsittelytoimen luokitus jäteasetuksen liitteen 1 tai 2 mukaisesti (R- tai D-koodi)</li> </ul>

<sup>1)</sup> Valtioneuvoston asetuksen 9782021 33 §:n perusteet

## Jätteen käsittelijän kirjapitovelvoitteet (JäteA 36 §, 1-2 mom.):

Ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukon 1 ja 2 kohdassa 13 tarkoitetussa jätteen ammattimaisessa tai laitospöytämaaisessa käsittelyssä tai ympäristöluvanvaraisessa toiminnassa käsitellyistä jätteistä on pidettävä aikajärjestyksen mukaista kirjaa. Kirjanpito on mahdollisuuksien mukaan laadittava toimipaikoittain. Jätteen käsittelijän kirjanpidossa on oltava taulukossa 5.2 luetellut tiedot.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukko 5.2. Jätteen käsittelijän kirjanpidolta jäteasetuksen 36 §:n ja liitteen 5 mukaan edellytetyt tiedot

Raportoitava tieto (36 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Jätteen määrä	Massa tonneina tai kilogrammoina
Jätenimike	Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon mukainen jätenimike ja sen tunnusnumero
Kuvaus jätelajista	Sanallinen kuvaus, joka voi koostua esimerkiksi seuraavista tiedoista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan</li> <li>○ Koostumus, jos on kyse seoksesta</li> <li>○ Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus</li> <li>○ Muut ominaisuudet</li> </ul>
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vaaraton jäte</li> <li>○ Vaarallinen jäte</li> <li>○ POP-jäte</li> <li>○ Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)</li> </ul>
Maa, josta jäte on peräisin	
Suomessa peräisin olevasta jätteestä toiminta, jossa jäte on syntynyt	Valitaan seuraavista: <p>Maa-, metsä- ja kalatalous</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Teollisuus</li> <li>○ Rakentaminen (sisältää uudisrakentamisen, korjausrakentamisen ja purkamisen)</li> <li>○ Yhdyskunnat (asuminen, hallinto, kauppa ja palvelut)</li> <li>○ Kaivannaistoiminta</li> <li>○ Energiahuolto</li> <li>○ Jätehuolto ja kierrätys</li> <li>○ Muu (täsmennettävä mikä)</li> </ul>
Vaarallisesta jätteestä vaaraominaisuudet	EU:n jätedirektiivin liitteen III (annettu komission asetuksella (EU) N:o 1357/2014 ja neuvoston asetuksella (EU) 2017/997) mukaiset pääasialliset vaaraominaisuudet
POP-jätteestä sen sisältämät pysyvät orgaaniset yhdisteet	EU:n POP-asetuksen ((EU) 2019/1021) liitteessä IV luetellut yhdisteet
Jätteen edellisen haltijan tunnistetiedot, jos jäte tuodaan muualta	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot</li> <li>○ Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot</li> </ul>
Jätteen edellisen kuljettajan tunnistetiedot, jos jäte tuodaan muualta	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot</li> <li>○ Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot</li> </ul>
Jätteen käsittelytapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jätteen käsittelytavan sanallinen kuvaus</li> <li>○ Käsittelytoimen luokitus jäteasetuksen liitteen 1 tai 2 mukaisesti (R- tai D-koodi)</li> </ul>
Tiedot jätteen käsittelyssä syntyvästä jätteestä	Seuraavat tiedot merkittynä ja eroteltuna samalla tavoin kuin jätteen tuottajan kirjanpidossa: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ jätteen määrä</li> <li>○ jätenimike</li> <li>○ kuvaus jätelajista</li> <li>○ jätteen tyyppi</li> <li>○ toiminta, jossa jäte on syntynyt</li> <li>○ vaarallisesta jätteestä vaaraominaisuudet</li> <li>○ POP-jätteestä sen sisältämät pysyvät orgaaniset yhdisteet</li> <li>○ jätteen vastaanottajan ja kuljettajan tunnistetiedot</li> <li>○ jätteen käsittelypaikka, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi</li> <li>○ jätteen käsittelytapa, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi</li> </ul>
Jätteen valmistelussa uudelleenkäyttöön, kierrätyksessä tai muussa hyödyntämisessä syntyvät tuotteet ja materiaalit sekä kunkin tuotteen tai materiaalin määrä ja käyttötarkoitus	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sanallinen kuvaus tuotteesta tai materiaalista</li> <li>○ Sanallinen kuvaus tuotteen tai materiaalin käyttötarkoituksesta</li> </ul>
Ominaisjättemäärä	Jätteiden kokonaismäärä ja toiminnalle tyyppisten jätteiden määrä suhteessa muuttajaan, joka mahdollisimman hyvin kuvaa toiminnan laajuutta. Tällaisia muuttujia ovat toimialasta riippuen henkilötyövuosien määrä, liikevaihto, tuotannon määrä, hoitovuorokaudet, yöpymisten määrä ja liiketilan pinta-ala.



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukon 5.2 tietojen lisäksi eräille yhdyskuntajätteen käsittelyketjuun osallistuvilla jätteenkäsittelijöille on säädetty kirjanpidon lisävaatimuksia:

- Jos kysymys on laitoksesta, joka esikäsittelee yhdyskuntajätettä ennen sen hyödyntämistä, on kirjanpitoon sisällytettävä arvio siitä, mikä osuus jätteen käsittelyssä syntyneestä jätteestä on peräisin yhdyskuntajätteestä.
- Jos kysymys on jätteenpolttolaitoksesta, jossa enintään 75 prosenttia poltetusta jätteestä on yhdyskuntajätettä, on kirjanpitoon sisällytettävä tiedot kaiken poltettavaksi tulevan jätteen metallipitoisuudesta sekä poltettavaksi tulevan yhdyskuntajätteen metallipitoisuudesta (selvitettynä otantatutkimuksella vähintään joka viides vuosi tai aina, kun on syytä olettaa, että poltetun jätteen koostumus on merkittävästi muuttunut).
- Jos kysymys on yhdyskuntajätteen poltossa syntyneen pohjatuhkan tai -kuonan käsittelijästä, on kirjanpitoon sisällytettävä tieto siitä, miltä jätteenpolttolaitokselta käsitelty pohjatuhka tai -kuona on peräisin, sekä kunkin jätteenpolttolaitoksen pohjatuhkasta ja -kuonasta erotettujen metallirikasteiden määrä ja metallipitoisuus.
- Jos kysymys on jäteöljyn käsittelijästä, kirjanpidossa on oltava tiedot jäteöljyn tyypistä, laitoksen omassa energiankulutuksessa hyödynnetyn jäteöljyn määrästä sekä jäteöljyn käsittelyssä syntyneistä tuotteista ja kunkin tuotteen määrästä ja käyttötarkoituksesta, eroteltuna jäteasetuksen liitteessä 5 lueteltujen öljytyyppien mukaisesti. (JäteA 37 §).

## **Jätteen kuljettajan, välittäjän ja kerääjän kirjanpitovelvoitteet (JäteA 38 §):**

Jätteen kuljettajan, välittäjän tai kerääjän kirjanpidossa on oltava taulukossa 5.3 esitetyt tiedot.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukko 5.3. Jätteen kuljettajan, välittäjän tai kerääjän kirjanpidolta jäteasetuksen 38 §:n ja liitteen 5 mukaan edellytetyt tiedot

Raportoitava tieto (38 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Jätteen määrä	Massa tonneina tai kilogrammoina
Jätenimike	Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon mukainen jätenimike ja sen tunnusnumero
Kuvaus jätelajista	Sanallinen kuvaus, joka voi koostua esimerkiksi seuraavista tiedoista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan</li> <li>○ Koostumus, jos on kyse seoksesta</li> <li>○ Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus</li> <li>○ Muut ominaisuudet</li> </ul>
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vaaraton jäte</li> <li>○ Vaarallinen jäte</li> <li>○ POP-jäte</li> <li>○ Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)</li> </ul>
Vaarallisesta jätteestä vaaraominaisuudet	EU:n jätedirektiivin liitteen III (annettu komission asetuksella (EU) N:o 1357/2014 ja neuvoston asetuksella (EU) 2017/997) mukaiset pääasialliset vaaraominaisuudet
POP-jätteestä sen sisältämät pysyvät orgaaniset yhdisteet	EU:n POP-asetuksen ((EU) 2019/1021) liitteessä IV luetellut yhdisteet
Jätteen luovuttaneen kiinteistön haltijan tai muun jätteen haltijan tunnistetiedot	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot</li> <li>○ Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot</li> </ul>
Jätteen kuljetuksen tai jätteen vastaanoton ja luovutuksen päivämäärät	
Jätteen vastaanottajan ja kuljettajan tunnistetiedot	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot</li> <li>○ Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot</li> </ul>

## Liite 6: Siirtoasiakirjavelvoitteet

Tässä liitteessä on esitetty jätelaissa ja -asetuksessa säädetty siirtoasiakirjaa koskevat velvoitteet.

### Jätelain 121 §:ssä säädetty velvollisuus laatia siirtoasiakirja

Jätteen haltijan on ennen jätteen siirron aloitusta laadittava siirtoasiakirja vaarallisesta jätteestä, POP-jätteestä, saostus- ja umpisäiliölietteestä, hiekan- ja rasvanerotuskaivojen lietteestä, pilaantuneesta maa-aineksesta ja muusta rakennus- ja purkujätteestä kuin pilaantumattomasta maa-aineksesta, joka siirretään ja luovutetaan jätelain 29 §:ssä tarkoitetulle vastaanottajalle. Siirtoasiakirjassa on oltava valvonnan ja seurannan kannalta tarpeelliset tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä, käsittelytavasta toimituspaikassa sekä kuljettajasta.

Jos edellä mainittu jäte noudetaan kotitaloudesta, jätteen kuljettajan on jätteen haltijan sijasta laadittava siirtoasiakirja sekä huolehdittava asiakirjan antamisesta vastaanottajalle ja sen säilyttämisestä.

### Jätelain 121 a §:ssä säädetty siirtoasiakirjan käyttöön liittyvät menettelyt

Jätelain 121 §:ssä tarkoitettu siirtoasiakirja on laadittava sähköisenä. Siirtoasiakirjan tietojen on oltava koneluettavassa muodossa. Siirtoasiakirjaan tehtävät muutokset on voitava havaita jälkikäteen ja muutokset on tehtävä niin, etteivät alkuperäiset tiedot häviä. Siirtoasiakirjan on oltava luettavissa jätteen siirron aikana ja siinä olevien tietojen on oltava saatavissa kaikille siirtoon osallistuville. Jätteen haltijan on vahvistettava siirtoasiakirjassa annettujen tietojen oikeellisuus, jätteen kuljettajan jätteen kuljetettavaksi ottaminen ja vastaanottajan jätteen vastaanotto sähköisellä allekirjoituksella, sähköisellä leimalla tai muulla luotettavalla sähköisellä todentamismenetelmällä. Jätteen haltijan ja vastaanottajan on säilytettävä siirtoasiakirjan tiedot kolmen vuoden ajan siirron päättymisestä.

Poiketen siitä, mitä 121 §:n 1 momentissa säädetään, siirtoasiakirja voidaan laatia paperisena asiakirjana, jos sähköisen asiakirjan laatimiselle ei ole edellytyksiä. Jätteen haltijan on huolehdittava siitä, että paperinen siirtoasiakirja on mukana jätteen siirron aikana ja että se annetaan siirron päätyttyä jätteen vastaanottajalle. Paperiseen siirtoasiakirjaan on tehtävä 1 momentissa tarkoitetut vahvistukset allekirjoituksilla tai muilla järjestelyillä, jos tämä ei heikennä vahvistuksen luotettavuutta.

Jätteen haltijan on jätelain 121 b §:n mukaan toimitettava siirtoasiakirjan sisältämät tiedot Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään sähköiseen siirtoasiakirjarekisteriin.

Lisätietoa siirtoasiakirjavelvoitteesta sekä siirtoasiakirjan laatimisesta ja käytöstä löytyy ympäristöministeriön 1.9.2022 julkaisemasta muistiosta ”Siirtoasiakirjan käyttö tiettyjen jätteiden kuljetuksessa”<sup>58</sup> (Ympäristöministeriö, 2022).

Siirtoasiakirjan tietovaatimuksia on täydennetty jäteasetuksen 40 §:ssä ja liitteessä 5 (taulukko 6.1).

---

58

[https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Siirtoasiakirja+muistio\\_p%C3%A4ivitys14092022.pdf/180fb9c1-4a37-9fe1-c0ac-4629862be205/Siirtoasiakirja+muistio\\_p%C3%A4ivitys14092022.pdf?t=1663155710531](https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Siirtoasiakirja+muistio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf/180fb9c1-4a37-9fe1-c0ac-4629862be205/Siirtoasiakirja+muistio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf?t=1663155710531)

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Taulukko 6.1. Siirtoasiakirjan tietovaatimukset (jäteasetuksen 40 § ja liite 5)

Siirtoasiakirjassa oltava tieto (40 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Jätteen tuottajan tai muun jätteen haltijan, kuljettajan ja vastaanottajan tunnistetiedot	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot</li> <li>○ Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot</li> </ul>
Jätteen siirron ajankohta	Päivämäärä(t), jolloin jätteen siirto on alkanut ja päättynyt
Jätteen siirron alkamis- ja päättymispaikka	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Osoite tai koordinaatti, josta jätteen siirto on alkanut ja johon siirto on päättynyt</li> <li>○ Paikka voidaan lisäksi ilmaista rakennustunnuksen avulla</li> </ul>
Jätenimike	Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon mukainen jätenimike ja sen tunnusnumero
Kuvaus jätelajista	Sanallinen kuvaus, joka voi koostua esimerkiksi seuraavista tiedoista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan</li> <li>○ Koostumus, jos on kyse seoksesta</li> <li>○ Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus</li> <li>○ Muut ominaisuudet</li> </ul>
Jätteen määrä	Massa tonneina tai kilogrammoina (yksikkönä voidaan käyttää myös kuutiota)
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vaaraton jäte</li> <li>○ Vaarallinen jäte</li> <li>○ POP-jäte</li> <li>○ Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)</li> </ul>
Toiminta, jossa jäte on syntynyt	Valitaan seuraavista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Maa-, metsä- ja kalatalous</li> <li>○ Teollisuus</li> <li>○ Rakentaminen (sisältää uudisrakentamisen, korjausrakentamisen ja purkamisen)</li> <li>○ Yhdyskunnat (asuminen, hallinto, kauppa ja palvelut)</li> <li>○ Kaivannaistoiminta</li> <li>○ Energiahuolto</li> <li>○ Jätehuolto ja kierrätys</li> <li>○ Muu (täsmennettävä mikä)</li> </ul>
Ajoneuvon rekisteritunnus (jos mahdollista)	Ajoneuvolain 82/2021 2 §:n mukainen ajoneuvon yksilöivä kirjain- ja numerosarja
Jätteen käsittelytapa toimipaikassa	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jätteen käsittelytavan sanallinen kuvaus, sekä</li> <li>○ Käsittelytoimen luokitus jäteasetuksen liitteen 1 tai 2 mukaisesti (R- tai D-koodi)</li> </ul>
Jätteen haltijan vahvistus annettujen tietojen oikeellisuudesta	Henkilön allekirjoitus, sähköinen allekirjoitus tai leima tai muu todentamismenetelmä
Jätteen kuljettajan vahvistus jätteen kuljetettavaksi ottamisesta	Henkilön allekirjoitus, sähköinen allekirjoitus tai leima tai muu todentamismenetelmä
Jätteen siirron päätyttyä jätteen vastaanottajan vahvistus jätteen vastaanotosta	Henkilön allekirjoitus, sähköinen allekirjoitus tai leima tai muu todentamismenetelmä
Jätteen siirron päätyttyä tiedot vastaanotetun jätteen määrästä	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Massa tonneina tai kilogrammoina</li> <li>○ Vaihtoehtoisesti voidaan ilmoittaa kuutiometreinä</li> </ul>
Vaarallisesta jätteestä jätteen koostumus	Vapaamuotoinen kuvaus vaarallisen jätteen koostumuksesta
Vaarallisesta jätteestä jätteen olomuoto	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pulveri/jauhmainen</li> <li>○ Kiinteä</li> <li>○ Pasta/tahnamainen</li> <li>○ Lietemäinen</li> <li>○ Nestemäinen</li> <li>○ Kaasumainen</li> <li>○ Muu (täsmennettävä mikä)</li> </ul>
Vaarallisesta jätteestä jätteen vaaraominaisuudet	EU:n jätedirektiivin liitteen III (annettu komission asetuksella (EU) N:o 1357/2014 ja neuvoston asetuksella (EU) 2017/997) mukaiset pääasialliset vaaraominaisuudet

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Vaarallisesta jätteestä jätteen pakkaustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tynnyri</li> <li>○ Puinen tynnyri</li> <li>○ Kanisteri</li> <li>○ Laatikko</li> <li>○ Säkki</li> <li>○ Yhdistelmäpakkaus</li> <li>○ Paineastia</li> <li>○ Irtotavara</li> <li>○ Muu, mikä:</li> </ul>
Vaarallisesta jätteestä jätteen kuljetustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Maantie</li> <li>○ Rautatie</li> <li>○ Meri/laiva</li> <li>○ Lentokone</li> <li>○ Sisävesi/laiva</li> <li>○ Muu (täsmennettävä mikä)</li> </ul>
POP-jätteestä sen sisältämät pysyvät orgaaniset yhdisteet	EU:n POP-asetuksen ((EU) 2019/1021) liitteessä IV luetellut yhdisteet <ul style="list-style-type: none"> <li>○ (siirtoasiakirjassa tulisi käyttää yhdisteen koko nimeä, koska sitä edellytetään myös SYKE:n ylläpitämässä jätelain 142 b §:n 1 mom. 4 kohdassa tarkoitetussa siirtoasiakirjarekisterissä)</li> </ul>
POP-jätteestä jätteen pakkaustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tynnyri</li> <li>○ Puinen tynnyri</li> <li>○ Kanisteri</li> <li>○ Laatikko</li> <li>○ Säkki</li> <li>○ Yhdistelmäpakkaus</li> <li>○ Paineastia</li> <li>○ Irtotavara</li> </ul> Muu, mikä:
POP-jätteestä jätteen kuljetustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Maantie</li> <li>○ Rautatie</li> <li>○ Meri/laiva</li> <li>○ Lentokone</li> <li>○ Sisävesi/laiva</li> <li>○ Muu (täsmennettävä mikä)</li> </ul>
Saostus- ja umpisäiliölietteestä lietesäiliön tyyppi	Valitaan seuraavista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Saostussäiliö tai pienpuhdistamo, joka sisältää vain pesuvettä</li> <li>○ Saostussäiliö tai pienpuhdistamo, joka sisältää käymäläjätevettä ja pesuvettä</li> <li>○ Umpisäiliö, joka sisältää käymäläjätevettä ja pesuvettä</li> <li>○ Umpisäiliö, joka sisältää käymäläjätevettä</li> <li>○ Muu, mikä?</li> </ul>
Jäteöljystä jäteöljyn tyyppi	Valitaan seuraavista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Moottori- ja vaihteistoöljyjäte</li> <li>○ Teollisuusöljyjäte</li> <li>○ Käytöstä poistetut teollisuusemulsiot</li> <li>○ Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon nimikkeeseen 19 02 07* kuuluvat öljynerotuksessa syntyvät öljyt ja konsentraatit</li> </ul>
Jätteen käsittelypaikka, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi	Esimerkiksi vastaanottajan toimipaikan tai laitoksen nimi ja osoite tai, jos jäte toimitetaan esimerkiksi hyödynnettäväksi maarakentamisessa, työmaan osoite.

## **Liite 7: Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmaa koskevat velvoitteet**

Tässä liitteessä on esitetty toiminnanharjoittajalle jätelaissa ja -asetuksessa säädetyt seuranta- ja tarkkailua koskevat velvoitteet.

### **Jätelain 120 §:ssä säädetty toiminnanharjoittajan seuranta- ja tarkkailuvelvollisuus**

Jätelain 118 §:n 1 momentissa tarkoitetun toiminnan harjoittajan on seurattava ja tarkkailtava järjestämänsä jätehuoltoa säännöllisesti ja suunnitelmallisesti sen varmistamiseksi, että toiminta täyttää sille jätelaissa ja sen nojalla säädetyt ja määrätyt vaatimukset ja että valvontaviranomaiselle voidaan antaa toiminnan valvomiseksi tarpeelliset tiedot. Toiminnanharjoittajan on myös huolehdittava siitä, että jätehuollosta vastaavat henkilöt perehdytetään toiminnan seurantaan ja tarkkailuun ja että heille annetaan siitä riittävät tiedot. Toiminnanharjoittajan on viivytyksettä ryhdyttävä toimiin seurannan ja tarkkailun perusteella havaittujen toiminnan puutteiden poistamiseksi.

Ympäristöluvanvaraisen jätteen käsittelytoiminnan harjoittajan on esitettävä lupaviranomaiselle suunnitelma jätteen käsittelyn seurannan ja tarkkailun järjestämisestä. Suunnitelmaan on sisällytettävä tarpeelliset tiedot jätehuollon seurannan ja tarkkailun järjestämiseksi. Jos käsiteltävän jätteen laatu tai määrä taikka käsittelyn järjestelyt muuttuvat, toiminnanharjoittajan on arvioitava ja tarvittaessa tarkistettava suunnitelmaa ja ilmoitettava tästä valvontaviranomaiselle.

### **Jäteasetuksen 41 §:ssä säädetyt jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelman sisältövaatimukset:**

Jätelain 120 §:n 2 momentissa tarkoitettuun jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmaan on sisällytettävä seuraavat tiedot:

- 1) käsiteltäviksi hyväksyttävät jätteet;
- 2) toimet vastaanotettavien jätteiden laadun tarkastamiseksi;
- 3) toimet POP-jätteen tunnistamiseksi;
- 4) käsittelyprosessin kuvaus mukaan lukien selvitys käsittelyyn liittyvistä mahdollisista häiriö-, vaara- ja poikkeuksellisista tilanteista sekä tarkkailun kannalta keskeisistä käsittelyvaiheista;
- 5) toimet päästöjen ja käsittelyssä syntyvien jätteiden tarkkailun järjestämiseksi;
- 6) toiminta häiriö-, vaara- ja poikkeuksellisissa tilanteissa mukaan lukien korjaavat toimet;
- 7) toimet käsittelyssä syntyvien jätteiden laadun selvittämiseksi;
- 8) käsittelyssä syntyvien jätteiden käsittelymenetelmät ja -paikat;
- 9) käsittelystä vastuussa olevat henkilöt ja toimet heidän perehdyttämisekseen;
- 10) muut vastaavat seurannan ja tarkkailun järjestämiseksi tarpeelliset seikat.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Liite 8: EU:n POP-asetuksen yhdisteille sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat

Osalle POP-yhdisteistä vaarallisen jätteen pitoisuusraja on sama kuin POP-asetuksen liitteen IV POP-jätteen pitoisuusrajaa (taulukossa ”ainekohtainen pitoisuusraja jäteasetuksen liitteessä 3”). Jos aineelle ei ole säädetty erillistä ainekohtaista vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa, sovelletaan jätteen luokittelussa vaaralliseksi jätedirektiivin liitteessä III säädettyjä yleisiä jäteluokittelun pitoisuusrajoja. Yhdellä POP-yhdisteellä voi olla useita kemikaalien luokittelua koskevan CLP-asetuksen (1272/2008) mukaisia vaaraluokituksia.

Taulukkoon on merkitty kaikki yksittäisen POP-yhdisteen CLP-asetuksen mukaiset vaaraluokitukset ja jokaista luokitusta vastaava vaarallisen jätteen pitoisuusraja jätedirektiivin liitteessä III (voimassa olevat pitoisuusrajat on säädetty komission asetuksella (EU) N:o 1357/2014 ja neuvoston asetuksella (EU) 2017/997). Jäteluokituksessa sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja on näistä yhdisteen vaaraluokitusten mukaisista pitoisuusrajoista alhaisin (merkitty taulukkoon lihavoituna).

Osalle lukuisia POP-yhdisteitä kattavista POP-yhdisteryhmistä vaarallisen jätteen pitoisuusraja on taulukossa annettu vain yhdelle keskeiselle yhdisteelle (polyklooratut naftaleenit sekä pentakloorifenoli-, PFOA-, PFHxS-, PFOS-ryhmän aineet).

POP-yhdiste	Yhdisteen luokitus CLP-asetuksen vaarallisten aineiden luettelossa tai muussa tietokannassa	Vaarallisen jätteen luokittelun pitoisuusraja (sovellettava pitoisuusraja on lihavoitu)	Vaarallisen jätteen pitoisuusrajan määrittelyperuste
Aldriini	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 3 (H311) Carc. 2 (H351) STOT RE 1 (H372) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
DDT	Acute Tox. 3 (H301) Carc. 2 (H351) STOT RE 1 (H372) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Dekabromidifenyyleetteri	Ei harmonisoitua luokitusta  Teollisuuden REACH-rekisteröinnissä tekemiä luokituksia <sup>1)</sup> mm.: Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H312) Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit. 2 (H319) Muta 2 (H341) STOT RE 2 (H373) STOT SE 3 (H319) Aquatic Chronic 4 (H413)	-  (25 %) (55 %) (20 %) (20 %) <b>1 % (10 000 mg/ kg)</b> (10 %) (20 %) (25 %)	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Dieldriini	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 1(H310) Carc. 2 (H351) STOT RE 1 (H372) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)



## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Dikofoli	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H312) Skin Irrit. 2 (H315) Skin Sens. 1 (H317) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	(25 %) (55 %) (-) (10 %) (25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Endriini	Acute Tox. 2 (H300) Acute Tox. 3 (H311) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Endosulfaani	Acute Tox. 2 (H300) Acute Tox. 2 (H330) Acute Tox. 4 (H312) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b> (0,5 %) (55 %) (25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Heksabromibifenyyli <sup>2)</sup>	Acute Tox. 3 (H312) Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H332)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Heksabromisyklo-dodekaani (HBCDD)	Repr. 2 (H361) Lact. (H362)	<b>3 % (30 000 mg/kg)</b> (-)	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Heksaklooribentseeni	Carc. 1B (H350) STOT RE 1 (H372) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Heksaklooributadieeni <sup>3)</sup>	Carc. 1B (H350)  Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 2 (H310) Acute Tox. 2 (H330) Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit. 2 (H319) STOT SE 2 (H371) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>0,1 % (1 000 mg/kg)</b>  (5 %) (2,5 %) (0,5 %) (20 %) (20%) (10 %) (25 %) (0,25 %)	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Heksakloorisyklo-heksaanit: Lindaani (gamma-HCH)	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 4 (H312) Acute Tox. 4 (H332) Lact. (H362) STOT RE 2 (H373) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Heksakloorisyklo-ohexaanit: HCH:n alfa- ja beeta-isomeerit <sup>4)</sup>	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 4 (H312) Carc. 2 (H351) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Heptakloori	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 3 (H311) Carc. 2 (H351) STOT RE 2 (H373) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Kaupallinen pentabromidifenyyli-eetteri (sis. tetra- ja pentabromidifenyyli-eettereitä)	Lact. (H362) STOT RE 2 (H373) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	(-) (10 %) (25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Kaupallinen oktabromidifenyyleetteri (sis. heksa- ja heptabromidifenyyleettereitä)	Repr. 1B (H360)	<b>0,3 % (3 000 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Kloridaani	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 3 (H312) Carc. 2 (H351) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Klordekoni	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 3 (H311) Carc. 2 (H351) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Lyhytketjuiset klooratut parafiinit (SCCP) (alkaanit C10-C13)	Carc. 2 (H351) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	(1 %) (25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Mireksi	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H312) Carc. 2 (H351) Repr. 2 (H361) Lact. (H362) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
PCB	STOT RE 2 (H373) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
PCDD/PCDF +  DL-PCB	- <sup>5)</sup>  STOT RE 2 (H373) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>5 µg WHO-TEQ/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Pentaklooribentseeni	Flam. Sol. 1 (H228) Acute Tox. 4 (H302) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)
Pentakloorifenoli, sen suolat ja esterit	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 3 (H311) Acute Tox. 2 (H330) Carc. 2 (H351) Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit 2 (H319) STOT SE 3 (H335) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	(5 %) (15 %) (0,5 %) (1 %) (20 %) (20 %) (20 %) (25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
PFHxS, sen suolat ja samankaltaiset yhdisteet <sup>6)</sup>	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H312) Acute Tox. 4 (H332) Skin Corr. 1B (H314)	25 % 55 % 22,5 % <b>5 % (50 000 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
PFOA, sen suolat ja samankaltaiset yhdisteet	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H332) Eye Dam. 1 (H318) Carc. 2 (H351) Repr. 1B (H360) Lact. STOT RE 1 (H372)	(25 %) (22,5 %) (10 %) (1 %) <b>0,3 % (3 000 mg/kg)</b> (-) (1 %)	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) ja sen suolat	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H332) Carc. 2 (H351) Repr. 1B (H360) Lact. (H362) STOT RE 1 (H372) Aquatic Chronic 2 (H411)	(25 %) (22,5 %) (1 %) <b>0,3 % (3 000 mg/kg)</b> - (1 %) (2,5 %)	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Polyklooratut naftaleenit <sup>7)</sup>	Acute Tox. 4 (H302) Acute Tox. 4 (H312) Skin Irrit. 2 (H315) Eye Irrit. 2 (H319) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	(25 %) (55 %) (20 %) (20 %) (25 %) <b>0,25 % (2 500 mg/kg)</b>	Yleinen vaarallisen aineen pitoisuusraja jätteissä (jätedirektiivin liite III)
Toksafeeni	Acute Tox. 3 (H301) Acute Tox. 4 (H312) Skin Irrit. 2 (H315) STOT SE 3 (H335) Carc. 2 (H351) Aquatic Acute 1 (H400) Aquatic Chronic 1 (H410)	<b>50 mg/kg</b>	Ainekohtainen pitoisuusraja (jäteasetus liite 3)

<sup>1)</sup> European Chemicals Agency (ECHA), C&L Inventory Database; viitattu 27.11.2023

<sup>2)</sup> Heksabromibifenyylille ei ole harmonisoitua EU-luokitusta CLP-asetuksen (1272/2008) liitteen VI taulukossa 3. Luokitustiedot ovat peräisin teollisuuden Reach-rekisteröinnissä tekemästä luokituksista (European Chemicals Agency (ECHA), C&L Inventory Database; viitattu 8.9.2023)

<sup>3)</sup> Heksaklooributadienille ei ole harmonisoitua EU-luokitusta CLP-asetuksen liitteen VI taulukossa 3. Luokitustiedoiksi valittu teollisuuden Reach-rekisteröinnissä tekemistä luokituksista se, jossa täydellisemmät luokitustiedot. Koska kyseisistä luokitustiedoista puuttui syöpävaarallisuutta koskeva luokitus puuttuvan tutkimustiedon vuoksi, on luokitustietoja täydennetty toisen Reach-rekisteröinnin syöpävaarallisuusluokituksella (ryhmän 1B karsinogeeni, H350). Teollisuuden Reach-rekisteröinnissä heksaklooributadienille tekemiä muita luokituksia mm.:

- Acute Tox. 4 (H302), Acute Tox. 4 (H312), Acute Tox. 4 (H332), Skin Irrit. 2 (H315), Skin Sens. 1 (H317), Aquatic Acute 1 (H400)
- Acute Tox. 3 (H301), Acute Tox. 2 (H310), Skin Irrit. 2 (H315), Eye Dam. 1 (H318), Carc. 2 (H351)
- Acute Tox. 3 (H301), Acute Tox. 3 (H311), Acute Tox. 2 (H330), Skin Corr. 1 (H314), Carc. 1B (H350)

(European Chemicals Agency (ECHA), C&L Inventory Database; viitattu 21.2.2024)

<sup>4)</sup> Alfa- ja beta-HCH:lle ei ole harmonisoitua EU-luokitusta CLP-asetuksen liitteen VI taulukossa 3, luokitustiedot ovat peräisin teollisuuden Reach-rekisteröinnissä tekemistä luokituksista (European Chemicals Agency (ECHA), C&L Inventory Database, viitattu 21.2.2024)

<sup>5)</sup> Dioksiineja ja furaaneja ei luokitella kemikaalilainsäädännössä, koska niitä ei valmisteta tuotteina. Luokitustiedot koskevat PCB:tä.

<sup>6)</sup> Perfluoriheksaanisulfonihapolle (PFHxS) ei ole harmonisoitua EU-luokitusta CLP-asetuksen (1272/2008) liitteen VI taulukossa 3. Luokitustiedot ovat peräisin teollisuuden Reach-rekisteröinnissä tekemästä luokituksista (European Chemicals Agency (ECHA), C&L Inventory Database; viitattu 8.9.2023)

<sup>7)</sup> Harmonisoitu luokitus pentakloorinaftaleenille. Muille PCN-yhdisteille teollisuuden Reach-rekisteröinnissä tekemiä luokituksia mm.:

- monokloorinaftaleeni: Acute Tox. 4 (H302), Skin Irrit.2 (H315), Eye Irrit. 2 (H319), STOT SE 3 (H335), Aquatic Acute 1 (H400)
- dikloorinaftaleeni: Acute Tox. 4 (H302), Skin Irrit. 2 (H315), Eye Dam. 1 (H318), STOT SE 3 (H335), Aquatic Chronic 2 (H411)
- oktakloorinaftaleeni: Acute Tox. 4 (H302)

(European Chemicals Agency (ECHA), C&L Inventory Database; viitattu 8.9.2023)

## Liite 9: POP-jätteen tunnistusoppaan jätevirrat

Tämä liite on kopio ympäristöministeriön julkaiseman POP-jätteen (Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1) luvusta 3, johon on koottu kirjallisuuden perusteella tietoja eräistä yleisimmistä jätevirroista, jotka todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä. Tarkastellut jätevirrat ovat:

- Rakennusten purkujätteet (POP-jätteen tunnistusoppaan luku 3.1)
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu (POP-jätteen tunnistusoppaan luku 3.2)
- Romuajoneuvot (POP-jätteen tunnistusoppaan luku 3.3)
- Tekstiilijätteet (muualta kuin ajoneuvoista) (POP-jätteen tunnistusoppaan luku 3.4)
- Sammutusvaahdot (POP-jätteen tunnistusoppaan luku 3.5)
- Valokuvaustuotteiden jätteet (POP-jätteen tunnistusoppaan luku 3.6)
- Jätteiden mekaanisessa käsittelyssä syntyvät jätteet (POP-jätteen tunnistusoppaan luku 3.7).

Jokaisen jätevirran osalta on käyty läpi, mitä POP-yhdisteitä ne voivat sisältää. Tiedot perustuvat kirjallisuuteen, koska Suomesta on PCB:tä lukuun ottamatta saatavilla vain hyvin vähän mitattua tietoa POP-yhdisteistä eri jätevirroissa. Lisäksi tiettyä jätevirtaa koskevan luvun alussa (lukuun ottamatta jätteiden mekaanisessa käsittelyssä syntyviä jätteitä koskevaa lukua) on esitetty taulukkomuotoinen yhteenveto niistä kyseisen jätevirran jätteistä, jotka voivat todennäköisesti sisältää POP-yhdisteitä. Näissä taulukoissa luetellut jätteet tulisi POP-jätteen tunnistusoppaan mukaan katsoa POP-jätteiksi, paitsi jos toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että POP-yhdisteiden pitoisuudet jätteessä allittavat POP-asetuksen liitteessä IV säädetyt pitoisuusrajat.

Tekstiin on tehty ainoastaan pieniä toimituksellisia muutoksia, jotka ovat tarpeen tämän liitteen luettavuuden tai kesäkuussa 2023 voimaan tulleiden POP-jätteen pitoisuusrajamuutosten vuoksi.

## Rakennusten purkujätteet

Alla olevassa POP-jätteen tunnistusoppaan taulukossa 2 on lueteltu rakennusten purkujätteet, jotka tulisi vähintään erotella muusta jätteestä ja toimittaa käsiteltäväksi POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että jäte sisältää POP-yhdisteitä alle POP-asetuksen liitteessä IV asetetun pitoisuusrajan. Lisäksi tässä luvussa on kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä rakennusjätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

POP-yhdisteitä sisältävillä maaleilla ja muilla pinnoitteilla pinnoitettuja materiaaleja ei ole tässä vaiheessa sisällytetty taulukon purkujätteisiin, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä. Asiaa voidaan tarkastella myöhemmin uudelleen, kun POP-yhdisteiden pitoisuuksista ja materiaaleista on saatu lisää tietoa.

**POP-jätteen tunnistusoppaan taulukko 2:** Yhteenveto rakennusten purkujätteistä, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä, ellei muuta tietoa ole. Taulukkoon on lisäksi merkitty jätteen mahdollisesti sisältämä POP-yhdiste sekä kyseisen jätelajin jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon jätenimike.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä rakennusten purkujäte	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätenimike
<b>Betonielementtien sekä ikkunoiden ja ovien saumaussmassat:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1950–1970-luvuilla rakennetuista ja julkisivusaneeratuista rakennuksista</li> </ul>	PCB	17 09 02*
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1960–1990 luvuilla rakennetuista ja julkisivusaneeratuista rakennuksista</li> </ul>	SCCP	17 06 03*, 17 06 04
<b>EPS- ja XPS-eristeet (lukuun ottamatta routaeristeitä) 1980–2017 rakennetuista rakennuksista</b>	HBCDD	17 06 03*, 17 06 04, (sandwich-elementit: 17 01 01)
<b>Rakennuksista puretut muut muovit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1970–2020 rakennetuista rakennuksista: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Muoviset eristemateriaalit; esimerkiksi lämpöeristeet (muut kuin EPS ja XPS), lämmitysputkien ja ilmastointijärjestelmien eristeet</li> <li>○ Puuta matkivat materiaalit</li> <li>○ Äänieristeet</li> <li>○ Sähköjohtojen ja kaapelien läpivientikanavat, ilmanvaihtokanavat</li> </ul> </li> </ul>	BDE-yhdisteet	eristeet: 17 06 03*, 17 06 04  sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosat: 16 02 15*, 16 02 16  muut muovit: 17 02 03, 17 02 04*
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosat, kuten johdot ja jakorasit</li> </ul>	BDE-yhdisteet HBCDD	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden PVC-muovista valmistetut osat, ennen vuotta 2013 valmistetut</li> </ul>	SCCP	
<b>Ennen vuotta 2016 valmistetut teollisuuden hinnakuljettimet (erityisesti kaivosteollisuudesta)</b>	SCCP	16 02 13*, 16 02 14
<b>Patotiivisteet (ennen vuotta 2016 valmistetut)</b>	SCCP	17 06 03*, 17 06 04

## Elementtien ja ikkunoiden saumat

Polykloorattuja bifenyylejä (PCB) on käytetty 1950-luvulta lähtien rakennusten betonielementtien saumaussmassoissa sekä ikkunoiden ja ovenkarmien tiivisteissä, vaikkakin saumaussmassojen uusimisen takia pitoisuudet voivat olla alkuperäisiä valmisteita pienempiä. PCB-yhdisteitä voi edelleen löytyä ennen vuotta 1980 rakennettujen tai julkisivusaneerattujen rakennusten saumaussmassoista sekä ikkunoiden lämpölasien lasiliimoista ja tiivistysmassoista. PCB:tä voi olla myös imeytyneenä PCB-saumaa ympäröivään betonielementtiin. Vuosien 1950–1970 aikana Suomessa valmistetuista betonielementeistä voi myös löytyä PCB-yhdisteitä, koska tuona ajanjaksona sementtivalimoilla käytettiin muottiöljynä jäteöljyä, joiden joukossa oli myös PCB-yhdisteitä sisältäviä kondensaattori- ja muuntajaöljyjä. (Pyy ja Lyly, 1998; Seppälä ym., 2012; Suomen ympäristökeskus, 2017; Meriläinen, 2019).

PCB-yhdisteiden haitallisuuden vuoksi niiden käyttöä saumaussaineissa korvattiin muilla aineilla, kuten lyhytketjuisilla klooriparafiineilla (SCCP). SCCP-yhdisteet on myöhemmin todettu POP-yhdisteiksi ja lisätty POP-asetukseen 2012. Tanskalaisen selvityksen mukaan SCCP-yhdisteitä on käytetty Tanskassa merkittävässä määrin rinnakkain PCB:n kanssa jo 1950-luvulta lähtien (Danish EPA, 2014). Suomessakin on analysoitu korkeita SCCP-yhdisteiden pitoisuuksia (enimmillään n. 30 %, eli 300 000 mg/kg) 1970–1980-luvulla rakennettujen elementtirakennusten julkisivujen ja ikkunakarmien saumaussmassoista (Mustajoki ja Ruusala, 2020). EU:ssa SCCP:n käytön saumaussaineissa oletetaan päättyneen 2000-luvulla. Siten 1960–1990-luvuilla rakennettujen rakennusten betonielementtien saumaussmassat sekä lämpölasikkunoiden liimat ja tiivistysmassat saattavat sisältää SCCP-yhdisteitä. (Amlo ja Brakke, 2010; Umweltbundesamt, 2015; Ramboll, 2019).

## Pinnoitteet ja liimat

Lyhytketjuisia klooriparafiineja (SCCP) on käytetty pinnoitteissa, kuten maaleissa ja lakoissa, palonsuoja-aineena, antamaan tuotteille tarvittavaa elastisuutta sekä tekemään pinnoitteista veden-, sään- ja korroosionkestäviä. Käyttökohteita ovat olleet mm. suojaavat kloorikumi- ja akryylipinnoitteet sekä eristekalvon muodostavat tulenestopinnoitteet. Kuivassa pinnoitteessa klooriparafiinin pitoisuus on noin 5–20 p-% (50 000–200 000 mg/kg). Tanskassa on arvioitu, että noin 2/3 SCCP:n kokonaiskäytöstä rakennusalalla olisi ollut maaleissa. SCCP-pitoisten pinnoitteiden keskeisiä käyttökohteita ovat olleet esimerkiksi sillat, pylväät, puu, uima-altaat ja julkisivut. SCCP:tä on käytetty myös mm. vesikattopinnoitteiden saumauksissa (Danish EPA, 2014; Umweltbundesamt, 2015; RPA ym., 2021). Käyttö pinnoitteissa on ollut kiellettyä vuodesta 2012.

PCB-yhdisteitä on käytetty maaleissa, liimoissa ja lakoissa, jotka voivat sisältää PCB-yhdisteitä suurinakin pitoisuuksina (kymmeniä, jopa satoja mg/kg). (Suomen ympäristökeskus, 2017). PCB-yhdisteitä on käytetty Suomessa 1950–1970-luvuilla orgaanista sideainetta sisältävissä maaleissa, yksikomponenttisissä silikaattimaaleissa ja sementtimaaleissa, pääasiällisin käyttö on ollut kloorikautsu- (eli neopreeni-) ja vinyylimaaaleissa. Kloorikautsumaaleja on tavallisesti käytetty korroosion, tulen ja kemikaalien kestävyttä vaativissa käyttökohteissa, sekä sähköneristystä vaativissa kohteissa. Betoni- ja muurauspinnoilla kloorikautsu- ja vinyylimaaaleja on puolestaan käytetty niiden hyvän iskun- ja kulutuskestävyyden vuoksi. Myös suomalaiset maalitehtaat Tikkurilan väritehtaat Oy (nykyinen Tikkurila Oyj), Teknos-maalit Oy (nykyinen Teknos Oy) ja Oy Lohja Ab Winter ovat ilmoittaneet käyttäneensä PCB-yhdisteitä kaupallisesti valmistettujen maalien lisäaineina ja muissa sovelluksissa 1970-luvun alkuun saakka.



Tyypillisiä käyttökohteita Suomessa PCB-yhdisteitä sisältäville maaleille olivat rakennusten betonipinnat teollisuudessa ja yleisissä tiloissa. PCB-yhdisteitä sisältäviä tuotteita on käytetty myös erilaisten metallipintojen suojaamisessa, kuten metallisäiliöiden ja putkien pinnoittamisessa. Norjassa yleisiä PCB-maalien käyttökohteita ovat olleet 1950–1970-luvun uimahallien, koulujen ja elintarviketeollisuuslaitosten ulko- ja sisäpinnat. Niitä on arvioitu käytetyn myös mm. armeijan ja maatilojen rakennusten sekä sähköntuotantoon käytettävien rakennusten kuten muuntamoiden betonirakenteiden pinnoitteissa. PCB:tä on Norjassa löydetty myös saman aikakauden muuraus- ja rappauslaasteista kovaa kulutuskestävyyttä vaativissa kohteissa kuten porras- ja käytävälattioissa. Ruotsissa on puolestaan käytetty samalla aikakaudella PCB-pitoisia akryylimuovipohjaisia lattiainmassoja mm. suurkeittiöiden ja tehtaiden sekä parvekkeiden lattioissa (Amlo ym., 2002; Meriläinen, 2019).

Myös dekabromidifenyylieetteriä (deka-BDE) on käytetty suojaavissa pinnoitteissa, tiivistysaineissa ja liimoissa. Epoksiliimoissa deka-BDE:n pitoisuus on enintään 30 p-% (300 000 mg/kg) (Bipro, 2015).

PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä on käytetty pääasiassa vesipohjaisissa maaleissa sellaisissa käyttökohteissa, joissa tarvitaan erityisen sileää pintaa. Fluorattujen yhdisteiden pitoisuudet maaleissa voivat olla enimmillään 1 % (10 000 mg/kg), mutta keskimääräiset pitoisuudet ovat alhaisempia (luokkaa n. 0,05 %, eli 500 mg/kg) (ECHA, 2015).

## EPS- ja XPS-eristeet

Heksabromisyklododekaania (HBCDD) on käytetty yleisesti paisutetun ja suulakepuristetun polystyreenin (EPS- ja XPS-eristeet) palonsuojaukseen (Umweltbundesamt, 2015; Basel Convention, 2018; Ramboll, 2019). Palonsuojattuja polystyreenieristeitä on käytetty seinä- ja julkisivueristeinä mm. betoni-, harkko- ja tiilirakenteissa sekä betoni-sandwich-elementeissä ja kattoeristeinä tuuletetuissa ja tuulettumattomissa yläpohjarakenteissa (Myllymaa ym., 2015).

Heksabromisyklododekaanin käyttö muovipohjaisten lämmöneristeiden palosuoja-aineena Suomessa ajoittuu 1960–2010 väliselle ajanjaksolle (Viskari ym., 2018). HBCDD:tä käytettiin 1970- ja 1980-luvuilla vain erikoiskäytöissä, kuten sisäkattolevyissä. Käyttö seinä- ja kattoeristeissä alkoi 1990-luvulla (Myllymaa ym. 2015). Ulkoseinissä EPS:n ja (HBCDD:n) yleisin käyttö on toimitilojen metallipintaisissa sandwich-elementeissä (n. 5–10 % osuus kaikista toimitilojen ulkoseinistä). Yläpohjissa EPS:n (ja HBCDD:n) käyttö on yleisintä liikerakennuksissa ja teollisuusrakennuksissa (arviolta n. 20 % osuus) (Viskari ym., 2018). Vuodesta 2016 alkaen eristeet on pitänyt merkitä, mikäli ne sisältävät HBCDD:tä yli tahattoman jäämäpitoisuuden<sup>59</sup>. Käytännössä näin ei kuitenkaan tiedetä tapahtuneen, vaan HBCDD on korvattu toisella palon-suoja-aineella.

Potentiaalisia HBCDD:llä palonsuojattujen eristeiden käyttökohteita ovat tuuletettujen alapohjien tuuletustilan vastaiset eristeet, kellarin sandwich-seinäelementtien eristeet, ns. sokkelihalkaisut sekä vesikattojen eristeet. Lisäksi valuharkkorakenteisissa ulkoseinissä voi olla palonsuojattua eristettä. Ontelolaattoja on saatavissa myös tehtaalla valmiiksi alapuolelta eristettyinä ontelolaattoina. Eristeenä käytetään itsestään sammuvaa solupolystyreenilevyä. Seinärakenteissa palonsuojattua EPS-eristettä on käytetty mm. Isora-elementeissä (nykyisin Thermisol-elementti). Vesikatoissa on todennäköisesti

<sup>59</sup> HBCDD:n tahattoman jäämäpitoisuuden rajaksi on POP-asetuksen liitteessä I säädetty 100 mg/kg.



käytetty palosuojattua EPS-eristettä. Käännettyissä katoissa käytetty XPS-eriste on mahdollisesti palosuojattua. (Viskari ym., 2018). Suomalaisen FinnFoam Oy:n valmistamia XPS-eristeitä ei valmistajan mukaan ole palonsuojattu. Routaeristeitä ei palonsuojata. Palonsuoja-aineen määrä HBCDD:llä suojatuissa EPS-eristeissä on 0,67 p-% (6 700 mg/kg), jolloin eriste täyttää vaatimukset S-laadusta (vaikeasti syttyvää, ei ylläpidä palamista). XPS-tuotteissa tyypillinen pitoisuus on 1,5 p-% (15 000 mg/kg). (Myllymaa ym., 2015; Ramboll, 2019).

## Muut muovipohjaiset materiaalit

POP-BDE-yhdisteitä (tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetterit) on käytetty palonsuoja-aineina mm. puuta matkivissa materiaaleissa kuten puu-muovikomposiiteissa, äänieristyslevyissä, eristeissä (kuten polyeteenivaahdosta valmistetuissa lämpöeristeissä ja PVC-nitriilikumi -seoksista valmistetuissa lämmitysputkien ja ilmastointijärjestelmien eristeissä) sekä muissa muovisissa rakennustuotteissa kuten kattomateriaaleissa (esim. läpinäkymättömät saturoitumattomasta PES-muovista valmistetut ja polyolefiinipohjaiset katot), putkissa, sähköjohtojen ja kaapelien läpivientikanavissa (kuten PUR-vaahdossa) ja ilmanvaihtokanavissa. (Häkkinen, 2012; RPA, 2014; Bipro, 2015; Ramboll, 2019).

POP-BDE-yhdisteitä on käytetty myös rakennuksissa olevien sähkö- ja elektroniikkalaitteiden johdoissa, jakorasioissa ja muissa muoviosissa. Myös heksabromisyklododekaania (HBCDD) on voitu käyttää rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden HIPS-muovisissa johdoissa ja jakorasioissa 1–7 p-% (Basel Convention, 2015; Myllymaa ym., 2015, Ympäristöministeriö, 2016; Ramboll, 2019). SCCP:tä on puolestaan käytetty mm. sähkö- ja elektroniikkalaitteiden PVC-muovista valmistetuissa osissa, kuten kaapeleissa ja sähkölaitteiden jakorasioissa, muovinpehmentimenä sekä palonsuoja-aineena mm. polyakrylaatti-, polyuretaani- ja polysulfidipolymeereissa. (Umweltbundesamt, 2015; Ramboll, 2019, Kauppi ym., 2019).

POP-BDE-yhdisteiden käyttö palonsuoja-aineina on alkanut 1960-luvulla. Yhdisteistä tetra-, penta-, heksa- ja hepta-BDE:n käyttö rakennustuotteissa jatkui vuoteen 2004 saakka ja deka-BDE:n käyttö vuoteen 2019. Poikkeuksen muodostavat muut rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteet kuin kiinteästi asennetut SE-laitteistot. Niissä deka-BDE:n käyttö päättyi jo vuonna 2008<sup>60</sup>. HBCDD:n käyttö SE-laitteissa päättyi vuonna 2015 ja SCCP:n käyttö oli sallittua vuoteen 2012.

Rakennusten pitkän käyttöiän vuoksi muovipohjaisten purkumateriaalien on arvioitu sisältävän deka-BDE:tä 2060-luvulle saakka. (Bipro, 2015; Umweltbundesamt, 2015; Ramboll, 2019). PBDE-yhdisteiden<sup>61</sup> pitoisuuden rakennusten purkamisesta peräisin olevissa muovijätteissä on arvioitu kasvavan 2020-luvulla ja keskimääräisen pitoisuuden nousevan 1 600 mg/kg:aan vuoteen 2040 mennessä. Pitoisuudet yksittäisissä rakennustuotteissa vaihtelevat kuitenkin merkittävästi. On arvioitu, että 70–99 %:ssa rakennustuotteista PBDE-pitoisuudet olisivat alle 200 mg/kg. Kierrätykseen menevien

<sup>60</sup> Uudet alhaisemmat POP-BDE-yhdisteiden jätteitä koskevat pitoisuusrajat tulivat voimaan 10.6.2023 alkaen. Sen seurauksena myös vuoden 2008 jälkeen valmistetut ei-kiinteästi asennetut rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteet ja niiden muoviosat ovat mahdollisia POP-jätteitä, koska jätteitä koskeva pitoisuusraja on alhaisempi kuin RoHS-direktiivissä PBDE-yhdisteille sallittu pitoisuus uusissa SE-laitteissa.

<sup>61</sup> PBDE-yhdisteet = polybromidifenyylieetterit; yhdisteryhmä, johon kuuluu 209 kongeneeria, eli rakenteeltaan samankaltaista yhdistettä, joissa on kuitenkin eri määrä bromia; näistä POP-yhdisteiksi on luokiteltu tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetterit

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

rakennusmuovien PBDE-pitoisuutta on siten mahdollista alentaa merkittävästi tehokkaalla bromia sisältävien muovien erottelulla. (RPA ym., 2021).

## Teollisuuden hihnakuuljettimet ja patotiivisteet

Käytöstä poistettavat teollisuuden, erityisesti kaivosteollisuuden, hihnakuuljettimet voivat sisältää SCCP:tä, jota on käytetty niiden sisältämässä kumissa palonsuoja-aineena (pitoisuus 10 %, eli 100 000 mg/kg). SCCP:n käyttö oli sallittua kaivosteollisuuden hihnakuuljettimissa vuoteen 2015 saakka.

Patotiivisteissä SCCP:tä käytettiin pehmentimenä (Danish EPA 2014; Umweltbundesamt, 2015; Ramboll, 2019). Käyttö patotiivisteissä oli sallittua vuoteen 2015 saakka.

## Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu

Alla olevassa POP-jätteen tunnistusoppaan taulukossa 3 on lueteltu sähkö- ja elektroniikkalaiteromu, joka tulisi vähintään erotella muusta jätteestä ja toimittaa käsiteltäväksi POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että jäte sisältää POP-yhdisteitä alle POP-asetuksen liitteessä IV asetetun pitoisuusrajan. Tässä luvussa myös on kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä sähkö- ja elektroniikkalaitteiden jätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

**POP-jätteen tunnistusoppaan taulukko 3:** Yhteenveto sähkö- ja elektroniikkalaitteiden jätteistä, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä. Taulukkoon on lisäksi merkitty jätteen mahdollisesti sisältämä POP-yhdiste sekä kyseisen jätelajin jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon jätenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä sähkö- ja elektroniikkalaiteromu	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätenimike
Ennen 1980-lukua valmistetut muuntajat ja kondensaattorit	PCB	16 02 09*
Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosat	BDE-yhdisteet	16 02 15*, 16 02 16
• HIPS-muovista valmistetut osat	BDE-yhdisteet HBCDD	
• PVC-muovista valmistetut sähkö- ja elektroniikkalaitteiden osat, ennen vuotta 2013 valmistetuista laitteista	SCCP	
Piirilevyt	BDE-yhdisteet, HBCDD	16 02 15*, 16 02 16
Laavalamput, ennen vuotta 2013 valmistetut	SCCP	16 02 13*

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosien palonsuojauksessa on käytetty yleisesti bromattuja palonsuoja-aineita. POP-yhdisteiksi luokiteltuja palonsuoja-aineita sisältäviä osia voi löytyä kaikkiin sähkö- ja elektroniikkalaiteromua koskevan asetuksen (519/2014, jäljempänä ”SER-asetus”) liitteen 2 laiteluokkiin kuuluvista laitteista.

POP-yhdisteitä sisältävistä kaupallisista seoksista kaupallisia okta<sup>62</sup>- ja dekabromidifenyylieettereitä on käytetty erityisesti ABS- ja HIPS-muoveissa, esimerkiksi tietotekniikkalaitteissa, televisioiden ja kuvaputkinäyttöjen kuorissa, jääkaapeissa, sähkötyökaluissa sekä pienissä kuumenevissä laitteissa. Dekabromidifenyylieettereitä on käytetty myös polypropeenin palonsuojauksessa sekä piirilevyissä. Penta-BDE:n käyttö sähkö- ja elektroniikkalaitteissa on ollut vähäisempää. Sitä on käytetty esimerkiksi piirilevyissä ja kylmlaitteiden polyuretaanissa. Tyypilliset BDE-yhdisteiden pitoisuudet muoveissa ovat luokkaa 12–19 % (120 000–190 000 mg/kg) (Wäger ym., 2010; ESWI, 2011; Ympäristöministeriö, 2016; WRc, 2020; RPA ym., 2021).

Suurinta osaa (noin 90 %) sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoveista ei ole palonsuojattu bromatuilla palonsuoja-aineilla. Bromia sisältävästä SER-muovista enintään kolmasosa sisältää POP-yhdisteiksi luokiteltuja palonsuoja-aineita. (Sofies, 2020). PBDE-yhdisteiden pitoisuudet muoveissa ovat kuitenkin niin korkeita, että ne saastuttavat suuren määrän palosuojaamatonta muovia, jos niiden erottelu muusta muovista epäonnistuu. EU:n sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi (2012/19/EU)<sup>63</sup> ja kansallinen SER-asetus edellyttävät bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien erottelua sähkö- ja elektroniikkalaitteista ennen kierrätystä.<sup>64</sup> Bromia sisältävät PBDE-muovit voidaan erotella tehokkaasti kierrätykseen kelpaavista muovilajeista. EU:n sähkö- ja elektroniikka-alan standardointijärjestö CENELEC:n standardin TS 50625-3-1:2015 (SFS, 2015) mukaisesti lajitellussa bromipitoisessa jakeessa PBDE-yhdisteiden pitoisuus on arvioitu olevan keskimäärin 6760 mg/kg ja alhaisen bromipitoisuuden jakeessa 125–350 mg/kg (RPA ym., 2021).

POP-palonsuoja-aineista heksabromisyklododekaania (HBCDD) on käytetty sähkö- ja elektroniikkalaitteiden HIPS-muovissa mm. johdoissa, jakorasioissa ja kylmlaitteiden sisämateriaaleissa, mutta käyttö ei todennäköisesti ole ollut kovin laajaa (ESWI, 2011; Myllymaa ym., 2015; Ympäristöministeriö, 2016; Basel Convention, 2018). HBCDD:tä on havaittu myös polypropeenissa (Fjäder ym., 2022). Vuonna 2020 tehdyn kirjallisuusselvityksen mukaan vain 1 %:ssa tutkittujen sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosista HBCDD:n pitoisuus ylitti 1000 mg/kg (Hennebert, 2020). Tyypillinen HBCDD:n käyttöpitoisuus HIPS-muovissa on 4 % (40 000 mg/kg).

PVC-muovista valmistetut sähkö- ja elektroniikkalaitteiden osat, kuten johdot ja kaapelit, voivat sisältää SCCP:tä, jota on käytetty niissä palonsuoja-aineena ja muovinpehmentimenä (Umweltbundesamt, 2015; Ramboll, 2019). Myös vanhat laavalamput voivat sisältää korkeita pitoisuuksia SCCP:tä (ESWI, 2011). Muiden POP-BDE-yhdisteiden kuin deka-BDE:n käyttö kiellettiin vuonna 2004. Dekabromidifenyylieettereitä sähkö- ja elektroniikkalaitteissa kiellettiin RoHS-direktiivillä (2011/65/EU)<sup>65</sup> vuodesta 2006 alkaen, lukuun ottamatta polymeerisissa käyttötarkoituksissa, joissa se sai

<sup>62</sup> Kaupallinen oktabromidifenyylieetteri sisältää heksa-, hepta-, okta- ja nonabromidifenyylieettereitä

<sup>63</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/19/EU, annettu 4 päivänä heinäkuuta 2012, sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (EUVL L 197, 24.7.2012, s. 38)

<sup>64</sup> Alkuperäiseen POP-jätteen tunnistusoppaan tekstiin tehty korjaus: Lauseeseen muutettu RoHS-direktiivin tilalle EU:n sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi sekä kansallinen SER-asetus.

<sup>65</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2011/65/EU, annettu 27 päivänä tammikuuta 2003, tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa (EUVL, L 37, 13.2.2003, s. 19)

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

jatkoa vuoteen 2008 saakka. RoHS-direktiivissä kuitenkin sallitaan sähkö- ja elektroniikkalaitteille PBDE-yhdisteiden jäämät pitoisuus 1000 mg/kg. Uudet alhaisemmat POP-BDE-yhdisteiden jätteitä koskevat pitoisuusrajat tulivat voimaan 10.6.2023 alkaen. Sen seurauksena myös vuoden 2008 jälkeen valmistetut sähkö- ja elektroniikkalaitteet ja niiden muoviosat voivat olla POP-jätteitä, koska jätteitä koskeva pitoisuusraja on nyt alhaisempi kuin RoHS-direktiivin PBDE-yhdisteille sallittu pitoisuus uusissa SE-laitteissa. HBCDD:n käyttö sähkö- ja elektroniikkalaitteissa päättyi vuonna 2015 ja SCCP:n käyttö oli sallittua vuoteen 2012. Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun muoviosien on arvioitu sisältävän HBCDD:tä ja deka-BDE:tä 2020-luvun lopulle saakka (Ympäristöministeriö, 2016; Ramboll, 2019).

PCB-yhdisteiden keskeisimpiä käyttökohteita ovat olleet muuntajat ja kondensaattorit, joissa niitä käytettiin lämmönsiirtonesteinä ja eristeinä (Myllymaa ym., 2015). PCB-yhdisteitä sisältävien tuotteiden valmistus, maahantuonti ja myynti on päättynyt jo noin 30 vuotta sitten. PCB:tä voi kuitenkin edelleen löytyä vanhoista sähkölaitteista, esimerkiksi purettavista vanhojen vesivoimaloiden muuntajista ja kondensaattoreista.

Sähkö- ja elektroniikkalaitteissa PFOA:a, sen suoloja sekä PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä on käytetty mm. piirikorttien sisältämissä puolijohteissa, eristeissä ja sähkökaapeliin pinnoitteissa. Myös PFHxS:a, sen suoloja sekä PFHxS:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä on käytetty puolijohteissa. Niitä on käytetty korvaamaan jo rajoitettuja PFOS-yhdisteitä sekä PFOA:a, sen suoloja ja samankaltaisia yhdisteitä. Yhdisteiden pitoisuuksista SE-laitteiden jätteissä ei kuitenkaan ole toistaiseksi saatavissa tietoa, ja standardoidut analyysimenetelmät puuttuvat. (RPA ym., 2021)

### Romujoneuvot

Alla olevassa POP-jätteen tunnistusoppaan taulukossa 4 on lueteltu romujoneuvojen jätteet, jotka tulisi vähintään erotella muusta jätteestä ja toimittaa käsiteltäväksi POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että jäte sisältää POP-yhdisteitä alle POP-asetuksen liitteessä IV asetetun pitoisuusrajan. Tässä luvussa myös on kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä romujoneuvojätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

**POP-jätteen tunnistusoppaan taulukko 4:** Yhteenveto romuajoneuvojätteistä, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä. Taulukkoon on lisäksi merkitty jätteen mahdollisesti sisältämä POP-yhdiste sekä kyseisen jätelajin jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon jättenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä romuajoneuvojen jäte (mukaan lukien julkisen liikenteen liikennevälineet)	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jättenimike
Ajoneuvojen kovat muoviosat (erityisesti polttoainejärjestelmien, pyroteknisten laitteiden, jousituksen ja sisustuksen muoviosat sekä lujitetut muoviosat)	BDE-yhdisteet  PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet (kuten fluoripolymeerit)	16 01 19
Ajoneuvojen elektroniikan koteloinnit ja muut elektroniikan muoviosat	BDE-yhdisteet, HBCDD	16 01 19
Ajoneuvojen penkkien polyuretaani	BDE-yhdisteet	16 01 19
Ajoneuvojen EPS/XPS-eristeet, ennen vuotta 2016 valmistetuista ajoneuvoista	HBCDD	16 01 19
Ajoneuvojen tekstiilit: <ul style="list-style-type: none"><li>Istuinten verhoilut ja taustakankaat</li><li>Muut sisustusmateriaalit</li><li>Sisustustekstiilit, ennen vuotta 2009 valmistetuista ajoneuvoista</li></ul>	deka-BDE, HBCDD  PFOS	16 01 21*, 16 01 22
Ajoneuvojen nahkaverhoilut: <ul style="list-style-type: none"><li>Ennen vuotta 2005 valmistetuista ajoneuvoista</li><li>Ennen vuotta 2009 valmistetuista ajoneuvoista</li></ul>	SCCP  PFOS	16 01 21*, 16 01 22

POP-BDE-yhdisteitä on käytetty yleisesti ajoneuvojen muoviosien palonsuojauksessa, esimerkiksi ABS- ja HIPS-muoveista valmistetuissa osissa, elektronisissa osissa ja niiden koteloinneissa sekä penkkien polyuretaanissa (PUR). (ESWI, 2011; Häkkinen, 2012; Bipro, 2015; Ympäristöministeriö, 2016). DekabDE:n käyttö on ollut laajempaa ja jatkunut pidempään kuin muiden BDE-yhdisteiden. Koska ajoneuvojen sähkö- ja elektroniikkalaitteet eivät kuulu RoHS-direktiivin soveltamisalaan, on BDE-yhdisteiden käyttö ajoneuvojen sähkö- ja elektroniikkaosissa jatkunut vuoden 2008 jälkeenkin (RPA, 2014). DekabDE:tä löytyy erityisesti ajoneuvojen sähkö- ja elektroniikkaosista, polttoainejärjestelmistä, pyroteknisistä laitteista, jousituksesta, sisustuksesta ja lujitetuista muoviosista (Ramboll, 2019).

Myös heksabromisyklododekaania (HBCDD) on käytetty ajoneuvojen osien palonsuojaukseen, erityisesti HIPS-muovista valmistetuissa osissa (esimerkiksi elektronisissa osissa), turvavöissä ja EPS/XPS-muovista tehdyissä eristeissä (Umweltbundesamt, 2015; Ympäristöministeriö, 2016; Ramboll, 2019).

HBCDD:tä ja deka-BDE:tä on käytetty palonsuoja-aineina ajoneuvojen istuinten verhoiluissa ja taustakankaissa sekä muissa sisustusmateriaaleissa (Bipro, 2015; Ympäristöministeriö, 2016). HBCDD:n käyttöpitoisuus käsitellyissä tekstiileissä on 8 % (80 000 mg/kg) ja tekstiilien pinnoitteissa 25 % (250 000 mg/kg). DekabDE:n käyttöpitoisuus tekstiileissä on enintään 12 % (120 000 mg/kg) (Ramboll, 2019). Myös SCCP:tä on käytetty ajoneuvojen istuinten nahka- ja tekstiilverhoilujen valmistuksessa, palonsuoja-aineena ja pintakäsittelyaineena (Danish EPA, 2014; Stockholm Convention,



## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

2015a; Umweltbundesamt, 2015). Myös vanhat penkkien nahkaverhoilut voivat sisältää SCCP:tä, jota käytettiin vuoteen 2004 saakka nahkateollisuudessa nahan käsittelyssä (Umweltbundesamt, 2015). PFOS-yhdisteitä on puolestaan käytetty ajoneuvojen sisustustekstiilien ja nahan pintakäsittelyyn likaa ja kosteutta hylkiviksi (ESWI, 2011).

Julkisen liikenteen liikennevälineiden (kuten linja-autojen, junien ja lentokoneiden) sisustustekstiilit voivat sisältää erityisen suurella todennäköisyydellä POP-palosuojaineita, koska niitä koskevat korkeammat palonsuojausvaatimukset. Lentokoneissa on erityisesti suosittu deka-BDE:n käyttöä sen monikäyttöisyyden vuoksi (RPA, 2014). POP-BDE-yhdisteistä tetra-, penta-, heksa- ja hepta-BDE:n käyttö ajoneuvoissa jatkui vuoteen 2004 ja deka-BDE:n käyttö vuoteen 2019. DekabDE:n käyttö on edelleen sallittu tiettyjen varaosien valmistuksessa. HBCDD:n käyttö päättyi vuonna 2015. PFOS-yhdisteiden käyttöä tekstiilien pintakäsittelyssä on rajoitettu EU:n REACH-asetuksella ((EY) N:o 1907/2006)<sup>66</sup> jo vuodesta 2008 (ESWI, 2011).

Suomessa henkilöautojen keskimääräinen romutusikä oli vuonna 2021 22 vuotta (Traficom, 2022). Jos keskimääräinen romutusikä ei tulevaisuudessa muutu, deka-BDE:tä (eniten käytetty BDE) ja HBCDD:tä arvioidaan löytyvän romuajoneuvoista ainakin 2040-luvun alkuun saakka (Ympäristöministeriö, 2016; Ramboll, 2019).

POP-yhdisteiksi luokiteltuja uusia PFAS-yhdisteitä (PFOA- ja PFHxS-yhdisteet ja niiden suolat sekä PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet) on yleisesti käytetty ajoneuvojen sisustustekstiilien ja nahan pintakäsittelyyn likaa ja kosteutta hylkiviksi (ECHA, 2015; Ramboll, 2019). PFOA- ja PFHxS-yhdisteiden ja niiden suolojen sekä PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden pitoisuudet viimeistellyissä tekstiileissä ovat vähäisten kirjallisuustietojen perusteella kuitenkin varsin alhaisia. (ECHA, 2015). PFOA:n, sen suolojen ja PFOA:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden käyttö päättyi ajoneuvojen sisustustekstiileissä 2020. PFHxS-yhdisteiden, niiden suolojen ja PFHxS:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden käyttö on edelleen sallittua.

PFOA:a, sen suoloja sekä PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä on käytetty myös mm. ajoneuvojen muovisissa sisusteissa, kaapelien eristeissä sekä puolijohteissa. Fluoripolymeerejä, jotka ovat PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä, on käytetty ajoneuvojen osissa, joilta vaaditaan vähäistä läpäisyä, matalaa kitkakerrointa, sekä erityistä kykyä sietää korkeita lämpötiloja, polttoaineita ja muita kemikaaleja. Tällaisia osia ovat mm. polttoaineletkut, polttoainetankkien täyttökaulat, rengastiivisteet ja muut vastaavat osat (Drobny, 2007; RPA ym., 2021).

PFHxS:a, sen suoloja sekä PFHxS:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä on käytetty puolijohteissa. Yhdisteiden pitoisuuksista näissä jätteissä ei kuitenkaan ole saatavissa tietoa. (RPA ym., 2021)

PFAS-yhdisteitä voidaan olettaa löytyvän ajoneuvojen tekstiileistä ja muoviosista ainakin 2040-luvun puoliväliin saakka.

---

<sup>66</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006, annettu 18 päivänä joulukuuta 2006, kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista (REACH), Euroopan kemikaaliviraston perustamisesta, direktiivin 1999/45/EY muuttamisesta sekä neuvoston asetuksen (ETY) N:o 793/93, komission asetuksen (EY) N:o 1488/94, neuvoston direktiivin 76/769/ETY ja komission direktiivien 91/155/ETY, 93/67/ EY, 93/105/EY ja 2000/21/EY kumoamisesta (EUVL L 396, 30.12.2006, s. 1)

## Tekstiilijätteet (muualta kuin ajoneuvoista)

Alla olevassa POP-jätteen tunnistusoppaan taulukossa 5 on lueteltu tekstiilijätteitä, jotka tulisi vähintään erotella muusta jätteestä ja toimittaa käsiteltäväksi POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että jäte sisältää POP-yhdisteitä alle POP-asetuksen liitteessä IV asetetun pitoisuusrajan. Tässä luvussa myös on kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä tekstiilijätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

**POP-jätteen tunnistusoppaan taulukko 5:** Yhteenveto muualta kuin ajoneuvoista peräisin olevista tekstiilijätteistä, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä. Taulukkoon on lisäksi merkitty jätteen mahdollisesti sisältämä POP-yhdiste sekä kyseisen jätelajin jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon jätenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä tekstiilijäte (muualta kuin ajoneuvoista)	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätenimike
<b>Julkisten tilojen tekstiilit (ennen vuotta 2019 valmistetut)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Huonekalujen tekstiiliverhoilut</li><li>• Huonekalujen polyuretaani- ja polystyreenitäytteet</li><li>• Verhot, ikkunakaihtimet, matot ja patjat</li></ul>	BDE-yhdisteet, HBCDD	20 01 11
<b>Armeijan teltat</b>	deka-BDE SCCP Pentakloorifenoli	20 01 11

Palonsuojattuja tekstiilejä on Suomessa käytetty erityisesti julkisissa tiloissa Rakennustietosäätiön julkaiseman RT-ohjekortin<sup>67</sup> ohjeistuksen mukaisesti. Julkisia tiloja, joissa voi olla POP-palonsuojattuja tekstiilejä, ovat esimerkiksi hotellit, koulut, sairaalat, vanhainkodit, armeijan kasarmit, vankilat, teatterit, elokuvateatterit, konserttisalit ja virastot. Julkisten tilojen palonsuojattuja materiaaleja voivat olla esimerkiksi huonekalujen tekstiiliverhoilut ja polyuretaani- ja polystyreenitäytteet, verhot, ikkunakaihtimet, matot ja patjat. Myös armeijan käyttämät teltat voivat olla palonsuojattuja.

POP-yhdisteistä erityisesti deka-BDE:tä ja HBCDD:tä on käytetty tekstiilimateriaalien ja huonekalujen palonsuojaukseen. Dekka-BDE:n pitoisuus palonsuojatuissa tekstiileissä on enintään 12 % (120 000 mg/kg). HBCDD:n käyttöpitoisuus voi puolestaan olla käsitellyissä tekstiileissä 8 % (80 000 mg/kg) ja tekstiilien pinnoitteissa 25 % (250 000 mg/kg). Myös SCCP:tä on käytetty julkisten tilojen tekstiilien ja huonekalujen verhoilukankaiden sekä telttojen palonsuoja-aineena ja pintakäsittelyaineena. Aiemmin myös penta-BDE:tä on käytetty huonekalujen ja patjojen polyuretaanivaahdon palonsuojaukseen. (Danish EPA, 2014; Bipro, 2015; Basel Convention, 2018; Ramboll, 2019). HBCDD:n käyttö tekstiilien palonsuojaukseen oli sallittua vuoteen 2015 ja deka-BDE:n vuoteen 2019. SCCP:n käyttö kiellettiin puolestaan 2012. Armeijan telttojen pintakäsittelyyn on aiemmin voitu käyttää myös pentakloorifenolia (OSPAR, 2001; Stockholm Convention, 2013).

<sup>67</sup> Rakennustietosäätiön ohje RT 08-11098: Sisusteiden paloturvallisuus. Julkiset tilat. 2012.



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

PFOS-yhdisteitä on aiemmin käytetty tekstiilien käsittelyyn likaa ja kosteutta hylkiviksi. PFOS-yhdisteiden käyttöä tekstiilien pintakäsittelyssä on rajoitettu REACH-asetuksella jo vuodesta 2008 (ESWI, 2011).

POP-asetukseen lisättyjä uusia PFAS-yhdisteitä (PFOA- ja PFHxS-yhdisteet ja niiden suolat sekä PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet) on yleisesti käytetty likaa, rasvaa ja öljyä hylkivien sekä vedenpitävien tekstiilien, kuten suoja-, urheilu- ja retkeilyvaatteiden sekä huonekaluverhoilujen, pintakäsittelyyn (ECHA, 2015; Ramboll, 2019). PFOA:n, sen suolojen ja PFOA:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden käyttö päättyi tekstiileissä 2020, lukuun ottamatta öljyä ja vettä hylkiviä tekstiilejä, joilla suojellaan työntekijöitä heidän terveydelleen ja turvallisuudelleen riskejä aiheuttavilta vaarallisilta nesteiltä. Niissä käyttö voi jatkua heinäkuuhun 2023 saakka. PFOA:a, sen suoloja ja PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä sisältäviä tekstiilejä arvioidaan tulevan jätehuoltoon 2030-luvun loppupuolelle saakka (Ramboll, 2019). PFHxS:n, sen suolojen ja PFHxS:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden käyttö on edelleen sallittua.

PFOA- ja PFHxS-yhdisteiden ja niiden suolojen sekä PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden pitoisuudet viimeistellyissä tekstiileissä ovat vähäisten kirjallisuustietojen perusteella varsin alhaisia, ja jäävät yleensä alle POP-jätteen pitoisuusrajojen (ECHA, 2015).

POP-asetukseen lisättyjä uusia PFAS-yhdisteitä on käytetty myös kuluttajille myytävissä tekstiilien ja huonekalujen pintakäsittelyaineissa, joilla lisätään tekstiilien ja nahan lianhylkimistä ja kosteussuojaa.

## Sammutusvaahdot

Alla olevassa POP-jätteen tunnistusoppaan taulukossa 6 on lueteltu sammutusvaahtojätteet, jotka tulisi vähintään erotella muusta jätteestä ja toimittaa käsiteltäväksi POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että jäte sisältää POP-yhdisteitä alle POP-asetuksen liitteessä IV asetetun pitoisuusrajan. Tässä luvussa myös on kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa sammutusvaahtojätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä. Fluorittomat vaahdot eivät ole POP-jätettä.

**POP-jätteen tunnistusoppaan taulukko 6:** Yhteenveto sammutusvaahtojätteistä, joita tulisi käsitellä todennäköisenä POP-jätteenä. Taulukkoon on lisäksi merkitty jätteen mahdollisesti sisältämä POP-yhdiste sekä kyseisen jätelajin jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon jätteenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä sammutusvaahtojäte	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätteenimike
<b>B-luokan sammutusvaahdot</b> <b>Kalvovaahtonesteet (AFFF)</b>	PFOS-yhdisteet  PFOA, sen suolat ja samankaltaiset yhdisteet  PFHxS ja sen suolat ja samankaltaiset yhdisteet	nimikeryhmäotsikon 16 05 alla olevat koodit, tarkka koodi määräytyy koostumuksen mukaan

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

PFAS-yhdisteitä on käytetty yleisesti sammutusvaahdoissa pinta-aktiivisina aineina ja noin puolet sammutusvaahdoista on fluorivaahdoja. Niiden tyypilliset käyttöpitoisuudet sammutusvaahdonestetiivisteissä ovat 1-3 % (ECHA, 2015).

POP-yhdisteiksi vuonna 2009 luokiteltuja PFOS-yhdisteitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttö piti POP-asetuksen mukaan lopettaa vuonna 2011 (ESWI, 2011).

Vaahdonestetiivisteiden hyvän säilyvyyden takia varastoissa voi kuitenkin olla hyvin vanhojakin vaahdoja, joten PFOS-mahdollisuus on otettava huomioon.

PFOS korvattiin sammutusvaahdoissa usein muilla PFAS-yhdisteillä. Iso-Britanniassa tehdyn arvion mukaan jopa 95 % PFOS-vaahdonesteitä korvanneista kemikaaleista sisältää fluoritelomeerejä (Korkki, 2006; Haavisto ja Retkin, 2014).

PFOA:a, sen suoloja ja PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä sisältävien sammutusvaahtojen luovuttaminen markkinoille kiellettiin vuonna 2020. Niiden käyttö on kuitenkin rajoitetusti sallittua vuoteen 2025 saakka liikkuvissa ja kiinteissä jo asennetuissa järjestelmissä olevassa sammutusvaahdossa, joka on tarkoitettu polttoainehöyryjen tukahduttamiseen ja nestemäisen polttoaineen palojen sammuttamiseen (luokan B palot), kuitenkin niin että 1.1.2023 alkaen käyttö rajataan alueille, joilla kaikki päästöt voidaan eristää. Yksittäisissä tutkimuksissa PFOA:a on löydetty vanhoista sammutusvaahdoista 15–66 mg/kg pitoisuuksilla. PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä on Norjan tuoterekisterin mukaan sammutteissa enimmillään 50 000 mg/kg (5 p-%) (ECHA, 2015). Vaahtojen säädöstenmukaisuus on varmistettava analysoimalla PFOA:n lisäksi myös samankaltaiset yhdisteet esimerkiksi TOPA-analyysillä<sup>68</sup>.

PFHxS:n, sen suolojen ja PFHxS:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden käyttöä sammutusvaahdoissa ei toistaiseksi ole kielletty, vaikka päätös aineiden lisäämisestä Tukholman sopimukseen on tehty jo 2022. Elektrokemiallisella fluorauksella (ECF) valmistetuissa sammutusvaahdoissa PFHxS:a, sen suoloja ja samankaltaisia yhdisteitä esiintyy epäpuhtautena pieninä, POP-jätteen pitoisuusrajat alittavina, pitoisuuksina (ECHA, 2020).

Alan teollisuuden mukaan sammutusvaahtojen varastointi-ikä on 10–25 vuotta, joten PFOA:a, PFHxS:a, niiden suoloja sekä PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä sisältäviä sammutusvaahdoja voi tulla käsiteltäväksi jätteenä 2040-luvulle saakka (Ramboll, 2019).

## Valokuvaustuotteiden jätteet

Alla olevassa POP-jätteen tunnistusoppaan taulukossa 7 on lueteltu valokuvaustuotteiden jätteet, jotka tulisi vähintään erotella muusta jätteestä ja toimittaa käsiteltäväksi POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että jäte sisältää POP-yhdisteitä alle POP-asetuksen liitteessä IV asetetun pitoisuusrajan. Tässä luvussa myös on kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä valokuvaustuotteiden jätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

---

<sup>68</sup> Total Oxidizable Precursors assay; TOPA-analyysissä PFOA:n prekursorit (esiasteet) hapetetaan hydroksyyliiradikaalien avulla, jonka jälkeen näytteestä analysoidaan syntyneen PFOA:n määrä. PFOA:n pitoisuutta verrataan PFOA:lle POP-asetuksessa säädettyyn pitoisuusrajaan. TOPA-analyysin periaate on kuvattu mm. julkaisussa Houtz ja Sedlak 2012.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

**POP-jätteen tunnistusoppaan taulukko 7:** Yhteenveto valokuvaustuotteiden jätteistä, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä. Taulukkoon on lisäksi merkitty jätteen mahdollisesti sisältämä POP-yhdiste sekä kyseisen jätelajin jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon jättenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä valokuvaustuotteiden jäte	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jättenimike
Röntgenkuvat ja –filmit	PFOS-yhdisteet	09 01 07,
Armeijan ilmakehuvausmateriaali		09 01 08
Muut korkea fotosensitiivisyyttä vaativat kuvat ja filmit	PFOA, sen suolat ja samankaltaiset yhdisteet	

PFAS-yhdisteitä on käytetty hopeahalideja sisältävissä valokuvaustuotteissa kuten filmeissä, levyissä, kuvissa ja röntgenkuvissa.

POP-yhdisteiksi jo aiemmin luokiteltujen PFOS-yhdisteiden pääkäyttökohde oli terveydenhuollon röntgenkuvat, joka kattoi vuonna 2004 noin 85 % PFOS-yhdisteiden käytöstä valokuvaustuotteissa. Käyttö valokuvaustuotteissa väheni merkittävästi vuoteen 2010 mennessä. (ESWI, 2011). PFOS-yhdisteiden käyttö valokuvaustuotteissa kiellettiin kokonaan vuonna 2019.

2000-luvun aikana PFOS:n käytöstä on siirrytty muihin PFAS-yhdisteisiin, kuten PFOA:an, sen suoloihin ja samankaltaisiin yhdisteisiin. Samalla myös näiden muiden PFAS-yhdisteiden käyttö on vähentynyt merkittävästi digitaaliseen kuvaamiseen siirtymisen vuoksi. PFAS-pitoista jätettä voi kuitenkin syntyä erityisesti ammattikäytön korkea fotosensitiivisyyttä vaativista filmeistä ja kuvista (esimerkiksi armeijan ilmakehuvausmateriaali sekä terveydenhuollon ja hammashuollon röntgenkuvat ja filmit), mutta myös harrastekuvaaajien valokuvausfilmeistä. PFOA:n pitoisuus valokuvaustuotteissa on välillä 0,1–0,8 µg/cm<sup>2</sup>. (ECHA, 2015). PFOA:n, sen suolojen ja samankaltaisten yhdisteiden käyttö on POP-asetuksen mukaan sallittua filmien valokuvapinnoitteissa vuoteen 2025 saakka.

PFHxS:n, sen suolojen ja samankaltaisten yhdisteiden käyttö valokuvaustuotteissa ei ole vielä rajoitettu. Niitä on todennäköisesti käytetty valokuvaustuotteissa korvaamaan jo rajoitettuja PFAS-yhdisteitä. PFHxS:a, sen suoloja ja samankaltaisia yhdisteitä esiintyy myös epäpuhtautena PFOS:a sisältävissä valokuvaustuotteissa. (ECHA, 2020).

## Jätteen mekaanisesta käsittelystä syntyvät jätteet

**Jätteen mekaanisessa käsittelyssä (kuten murskaus- ja lajittelulaitoksissa), jossa käsitellään romuajoneuvoista, sähkö- ja elektroniikkalaitteista ja rakennusten purkamisesta peräisin olevia jätteitä, tulisi säännöllisesti selvittää POP-yhdisteiden pitoisuuksia niistä jättejakeista, joihin kyseisessä jätteessä ovat muovit, kumi ja tekstiilit päätyvät. POP-yhdisteet tulisi myös huomioida näitä jätteitä käsittelevien käsittelylaitosten luvissa ja lupien valvonnassa.**

Romuajoneuvojen paloituksessa syntyvistä jätteistä erityisesti paloituksen kevyet jakeet voivat sisältää POP-yhdisteiksi luokiteltuja bromattuja palonsuoja-aineita, koska

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

romutettavien ajoneuvojen muoviosat ja tekstiilit päätyvät pääosin kyseisiin jakeisiin (Ramboll, 2019). Ajoneuvojen paloituspääjäte (automotive shredder residue, ASR) sisältää noin 20 % muovia (Hennebert, 2020).

Romuajoneuvoasetuksen (123/2015) liite 2 velvoittaa poistamaan romuajoneuvojen esikäsittelyssä siinä määrin kuin on mahdollista osat, joiden tiedetään sisältävän POP-yhdisteitä. Jos romuajoneuvoista peräisin olevaa muovia halutaan kierrättää, tulisi kierrätykseen menevästä muovista erotella pois bromia sisältävä jae. Mahdollisessa paloituksen kevyen jakeen jatkokäsittelyssä bromiyhdisteiden on todettu kertyvän erityisesti muovijakeisiin, joiden tiheys on yli 1,1 g/cm<sup>3</sup> (Ramboll, 2019). Autopaloituksen kevyet jakeet voivat sisältää myös SCCP:tä ja PFAS-yhdisteitä, joita on käytetty ajoneuvojen tekstiilien käsittelyyn. Niiden pitoisuuksista ei kuitenkaan ole saatavissa tietoa.

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun paloituspääjätteissä bromattujen palonsuoja-aineiden pitoisuudet vaihtelevat merkittävästi sen mukaan, millaisia laitteita on käsitelty. RoHS-direktiivin PBDE-yhdisteiden käytön rajoituksen myötä pitoisuudet ovat laskeneet vuodesta 2006 alkaen. Dekabromin pitoisuudet ovat korkeimpia kuumenevien laitteiden murskauksessa, erityisesti kuvaputkitelevisioiden, litteiden televisioiden ja muiden monitorien sekä muiden suurten kuumuutta kestävien laitteiden murskauksessa. Niissä pitoisuudet voivat ylittää kirjallisuuskatsauksen (Ramboll, 2019) perusteella nykyisen POP-jätteen pitoisuusrajan 1000 mg/kg. Kun uudet alhaisemmat BDE-yhdisteiden POP-pitoisuusrajat tulevat voimaan, on mahdollista, että myös muiden SE-laitteiden murskauksessa syntyvien jätteiden BDE-pitoisuudet ylittävät POP-pitoisuusrajan. Kylmlaitteiden murskauksessa dekabromin pitoisuudet ovat puolestaan lähellä nollaa.

EU:n sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi (2012/19/EU)<sup>69</sup> ja valtioneuvoston asetus sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (519/2014) edellyttävät, että bromattuja palonsuoja-aineita sisältävät muovit on poistettava erilliskeräystä SE-laiteromusta. Erottelu voidaan tehdä joko ennen murskausta tai murskeesta. Esimerkiksi ranskalaisessa selvityksessä (Hennebert ja Filella, 2017) todettiin, että kuumenevista laitteista peräisin olevan fraktion erottelulla korkean ja alhaisen bromipitoisuuden jakeisiin voidaan dekabromin pitoisuuteen vaikuttaa merkittävästi. Selvityksessä korkean bromipitoisuuden jakeessa dekabromin pitoisuus oli n. 5700 mg/kg ja alhaisen bromipitoisuuden jakeessa noin 360 mg/kg, kun alkuperäisessä murskeessa bromipitoisuus oli lähes 1700 mg/kg.

Rakennusten purkamisesta peräisin olevissa muovijätteissä bromattujen palonsuoja-aineiden pitoisuudet ovat nousussa, koska aineiden käyttö alkoi vasta 1960-1970-luvulla ja kyseisen aikakauden jälkeen rakennettujen rakennusten laajamittaisempi purku on Suomessa vasta alkamassa. Mikäli rakennusten purkamisesta peräisin olevia muoveja halutaan kierrättää, on niistä eroteltava bromia sisältävät muovit erilleen pois kierrätykseen menevästä jätteestä, vastaavalla tavalla kuin romuajoneuvoista tai sähkö- ja elektroniikkalaitteista peräisin olevista muovijätteistä. POP-jätteen pitoisuusrajoihin jo hyväksytyt muutokset johtavat siihen, että yhä pienempi määrä POP-yhdisteitä sisältävää muovia muun muovin seassa tekee koko jäte-erästä POP-jätettä. Kun huomioidaan palonsuoja-aineiden tyypilliset käyttöpitoisuudet, vuonna 2027 jo n. 0,1–0,2 % POP-yhdisteiksi luokitelluilla BDE-yhdisteillä palonsuojattua muovia muun muovijätteen seassa riittää tekemään koko muovierästä POP-jätettä.

---

<sup>69</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/19/EU, annettu 4 päivänä heinäkuuta 2012, sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (EUVL L 197, 24.7.2012, s. 38)

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Jätteiden laitosmaisessa lajittelussa syntyvät materiaali-jakeet voivat sisältää POP-yhdisteitä, jos lajiteltava jäte on peräisin kokonaan tai osittain rakennusten purkujätteistä, romuajoneuvoista tai sähkö- ja elektroniikkalaitteista. POP-yhdisteet voivat kertyä tiettyyn lajittelussa syntyvään jätefraktioon, vaikka POP-yhdisteiden pitoisuudet olisivat alhaisia lajitteluun tulevassa jätteessä. POP-yhdisteitä voi olla erityisesti muovi-, kumi- ja tekstiilijakeissa. Muovi- ja kumijakeet voivat sisältää bromattuja palonsuoja-aineita ja SCCP:tä. Ajoneuvotekstiileistä peräisin olevat tekstiilijakeet voivat sisältää bromattuja palonsuoja-aineita, SCCP:tä sekä PFAS-yhdisteitä.

Mineraalijätteistä voi löytyä HBCDD:tä polystyreenieristeistä peräisin olevana epäpuhtautena, mikäli eristeitä ei ole poistettu riittävän tarkasti ennen murskausta (Umweltbundesamt, 2015). Erityisen ongelmallisia ovat ns. sandwich-elementit, joissa palonsuojattu EPS-eriste on kiinnitetty betonisen ulko- ja sisäkuoren väliin. Niistä EPS-eristettä on hankalaa irrottaa, jolloin suurempi määrä eristettä päätyy mineraalijakeeseen. Mineraalifraktioissa voi olla myös SCCP:tä ja PCB-yhdisteitä, jotka ovat peräisin maaleista ja muista pinnoitteista sekä saumausmassoista.

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Liite 10: Jätenimikkeet, joiden varastointiin pysyvästi vaarallisen jätteen kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan voidaan poikkeustapauksessa myöntää lupa

EU:n POP-asetuksen 7(4)(b) ja liitteen V osan 2 mukainen lupa sijoittaa POP-jätettä poikkeustapauksessa vaarallisen jätteen kaatopaikalle, syväälle turvalliseen kallioperään tai suolakaivokseen voidaan myöntää jätteille, jotka on luokiteltu johonkin seuraavista EU:n jäteluettelon (komission päätös 2014/955/EU) kuusinumerotason nimikkeistä:

Toiminto, jossa jäte syntyy	Jätteet, joita poikkeus voi koskea	EU:n jäteluettelon <sup>1)</sup> nimikkeet
Voimalaitoksissa ja muissa polttolaitoksissa sekä jätteenpolto- ja pyrolyysilaitoksissa syntyvät jätteet	Voimalaitoksissa ja muissa polttolaitoksissa kuin (jätteiden) rinnakkaispoltoissa syntyvä lentotuhka, pohjatuhka, kuona ja kattilatuhka, jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 01 14* 10 01 16*
	Turpeen ja käsittelemättömän puun poltoissa syntyvä lentotuhka	10 01 03
	Jätteiden poltoissa ja pyrolyysissä syntyvä pohjatuhka, kuona, lentotuhka ja kattilatuhka sekä kaasujen käsittelyssä syntyvät kiinteät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	19 01 07* 19 01 11* 19 01 13* 19 01 15*
	Kaasujen käsittelyssä syntyvät kiinteät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 02 07*
Alumiinin pyrometallurgiajätteet	Primäärituotannon kuonat, sekä sekundäärituotannon suolakuonat ja mustakuonat	10 03 04* 10 03 08* 10 03 09*
	Suolakuonien ja mustakuonien käsittelyssä syntyvät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 03 29*
	Savukaasujen suodatuspölyt sekä muut hienojakeet ja pölyt (kuten kuulamylypöly) jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 03 19* 10 03 21*
Lyijyn pyrometallurgiajätteet	Primääri- ja sekundäärituotannossa syntyvät kuonat ja skimmausjätteet	10 04 01* 10 04 02*
	Savukaasujen suodatuspölyt, muut hienojakeet ja pölyt sekä kaasujen käsittelyssä syntyvät kiinteät jätteet	10 04 04* 10 04 05* 10 04 06*
	Savukaasujen suodatuspölyt sekä kaasujen käsittelyssä syntyvät kiinteät jätteet	10 05 03* 10 05 05*
Kuparin pyrometallurgiajätteet	Savukaasujen suodatuspölyt sekä kaasujen käsittelyssä syntyvät kiinteät jätteet	10 06 03* 10 06 06*
Muiden ei-rautametallien pyrometallurgiajätteet	Primääri- ja sekundäärituotannon suolakuona	10 08 08*
	Savukaasujen suodatuspölyt, jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 08 15*
Rautametallien valimojätteet	Savukaasujen suodatuspölyt, jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 09 09*
Vuorausten ja tulenkestävien aineiden jätteet	Metallurgisissa prosesseissa syntyvät vuoraukset ja tulenkestävät aineet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	16 11 01* 16 11 03*
Rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet (ml. pilaantuneilta alueilta kaivetut maa-ainekset)	Betonin, tiilten, laattojen ja keramiikan seokset tai lajitellut jakeet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	17 01 06*
	Maa- ja kiviainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita	17 05 03*
	Muut kuin vaarallisia aineita sisältävät maa- ja kiviainekset	17 05 04
	Rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet, jotka sisältävät PCB:tä, lukuun ottamatta PCB:tä sisältäviä laitteita	17 09 02*
	Muut rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	17 09 03*
Lasituksessa syntyvät jätteet	Lentotuhka ja muut savukaasujen käsittelyssä syntyvät jätteet	19 04 02*
	Lasittumaton kiinteä faasi	19 04 03*
Yhdyskuntajätteet	Nuohouksessa syntyvät jätteet	20 01 41

<sup>1)</sup> EU:n jäteluettelo on Suomessa pantu täytäntöön jäteasetuksen (978/2021) liitteellä 3. Vaaralliseksi luokitellut jätenimikkeet on merkitty luettelossa jätteen tunnusnumeron perässä olevalla tähdellä (\*).



## Liite 11: POP-yhdisteitä sisältävien muovien erotteluun soveltuvia menetelmiä

### Röntgenfluoresenssi XRF

Röntgenfluoresenssianalyysaattori (X-ray fluorescence, XRF) on kannettava laitteisto, jolla mittaaminen on tehtävä suoraan jättemateriaalista, esimerkiksi yksittäisestä muoviosasta. Menetelmässä näytettä säteilytetään röntgensäteilyllä, jolloin näytteen alkuaineiden atomit virittävät ja lähettävät niille ominaista karakteristista röntgensäteilyä.

XRF soveltuu bromin mittaamiseen esimerkiksi EPS/XPS-eristeistä sekä romuajoneuvojen tai sähkö- ja elektroniikkalaiteromun muoviosista. Käsi käyttöistä XRF-laitetta käytetään yleisesti vaarallisten aineiden käyttöä sähkö- ja elektroniikkalaitteissa sääntelevän RoHS-direktiivin valvonnassa bromattujen palonsuoja-aineiden tunnistamiseen uusissa laitteissa (Myllymaa ym., 2015, Ympäristöministeriö, 2016, Viskari ym., 2018). XRF soveltuu myös kloorin mittaamiseen muoveista. Korkea klooripitoisuus voi olla indikaatio SCCP-yhdisteistä. Muovien lisäksi XRF-mittausta on käytetty mm. tekstiilien, paperin, maalien, vesipitoisten nesteiden, puun ja nahan sisältämien alkuaineiden analysointiin. Materiaalin mahdolliset pinnoitteet ja likaisuus voivat vaikuttaa tulokseen (Norin ym., 2020).

XRF-mittaus on mahdollista myös automatisoida, jolloin sitä voidaan käyttää bromia sisältävien partikkeleiden erottelamiseen automaattisissa käsittelylinjastoissa (Retkin, 2012; Ympäristöministeriö, 2016; Kauppi ym., 2019). Jotkin WD-XRF-laitteet (wavelength-dispersive fluorescence) soveltuvat myös fluorin määrittämiseen, jolloin sitä voidaan käyttää indikaationa jätteen mahdollisesti sisältämistä PFAS-yhdisteistä (Norin ym., 2020)

Eri XRF-laitteilla on erilainen määritystarkkuus. XRF-menetelmän määritysraja bromille on 10–100 mg/kg, mutta käytännössä määritysrajana käytetään 1000 mg/kg, koska sille on olemassa validoitu testimenetelmä. (Kauppi ym., 2019; Norin ym., 2020; Stockholm Convention, 2021c).

Sähköteknisten laitteiden analysoinnista XRF:llä on julkaistu standardi IEC 62321-3-1:2013 Determination of certain substances in electrotechnical products - Part 3-1: Screening - Lead, mercury, cadmium, total chromium and total bromine by X-ray fluorescence spectrometry.

EPS- ja XPS-eristeiden sisältämä HBCDD on mahdollista erottaa muista bromia sisältävistä palonsuoja-aineista XRF-analyysaattorilla asetoniuuttoa käyttäen. Menetelmä on kuvattu Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisun ”Palonsuoja-aine HBCD rakennuseristeissä ja pakkausmateriaaleissa – esiintyminen, tunnistaminen ja turvallinen käsittely”<sup>70</sup> (Viskari ym., 2018) liitteessä 2.

### SSS-spektroskopia

Kipinäherätteen optinen emissiospektrometri OES (englanniksi sliding spark spectrometry, SSS) on toinen käsi käyttöinen mittaumenetelmä. Näyte höyrytetään ja sen atomit viritetään valokaarikipinässä, jolloin ne lähettävät alkuaineelle ominaista säteilyä. Säteily voidaan mitata spektrometrillä.

---

<sup>70</sup> <https://www.tamk.fi/web/tamk/-/palonsuoja-aine-hbcd-rakennuseristeissa-ja-pakkausmateriaaleissa-esiintyminen-tunnistaminen-ja-turvallinen-kasittely.html>



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Tekniikkaa on käytetty pääasiassa bromin, kloorin ja fluorin määrän mittaamiseen muovimateriaaleista. Yhden muovikappaleen mittaukseen käytettävä aika on muutama sekunti. Päälystettyjen tai maalattujen kappaleiden mittaaminen on kuitenkin mahdollista vain, jos pinta rikotaan. (Myllymaa ym., 2015; Norin ym., 2020; Stockholm Convention, 2021c).

SSS-spektrometrin määrittämissä raja-arvoille on 0,1 % (1 000 mg/kg), mutta käytännössä sillä pystytään määrittämään luotettavasti ja toistettavasti noin 1 % (10 000 mg/kg) bromi- ja klooripitoisuuksia. Tekniikalla pystytään havaitsemaan 0,1 %:n organofluoridien kuten PFOS:n pitoisuuksia. (Kauppi ym., 2019; Norin ym., 2020). Nykyisillä POP-jätteen pitoisuusrajoilla menetelmä soveltuisi luotettavasti vain SCCP-yhdisteiden seulontaan jätemateriaaleista. Kun SCCP:n uusi alhaisempi pitoisuusraja jätteille (1 500 mg/kg) tulee voimaan 2023, ei SSS-spektrometria olisi enää riittävän luotettava mittausmenetelmä myöskään SCCP:lle.

## Röntgentransmissio (XRT)

Röntgentransmissio (XRT) on kehitetty erottelemaan materiaaleja, joilla on erilainen optinen tiheys. Siinä sähköinen röntgenlähde tuottaa laajakaistaista säteilyä, joka kohdistetaan analysoitavan materiaalin läpi röntgenkameralle. XRT:tä käytetään osana automaattista erottelulinjastoa (Myllymaa ym., 2015).

XRT:tä käytetään teollisessa mittakaavassa bromipitoisuuden analysointiin murskatusta jätteestä, esimerkiksi SER-muoveista (Kauppi ym., 2019; Norin ym., 2020).

## LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy)

LIB-spektroskopiassa pieneen pisteeseen mitattavan materiaalin pintaa kohdistettu laserpulsssi synnyttää plasmapiilven. Plasman tuottama valo hajautetaan spektrometrissä ja analysoidaan kuva-anturilla. Kyseessä on käsikäyttöinen laite. Menetelmä on hyvin monikäyttöinen ja soveltuu teoriassa kaikkien alkuaineiden mittaamiseen kiinteistä aineista, nesteistä ja kaasuista (Norin ym., 2020).

LIBS:a käytetään pääasiassa kevyiden alkuaineiden analysointiin, mutta sitä voidaan käyttää myös bromin seulontaan muoveista. LIBS soveltuu myös mustalle ja läpinäkyvälle muoville. Sillä ei kuitenkaan pystytä kunnolla määrittämään bromin pitoisuutta. LIBS:n määrittämissä raja-arvoille vaihtelee laitetypin mukaan, parhailla laitteilla se on noin 1 mg/kg (Norin ym., 2020).

## Tiheuserottelu / upotus-kellutus

Upotus-kellutus -menetelmä perustuu eri materiaalien välisiin tiheyseroihin jossakin väliaineessa, esimerkiksi vedessä.

Menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi eri muovilajien erotteluun toisistaan. Muovijäte laitetaan erilaisen suolapitoisuuden omaaviin suolaliuoksiin, jolloin muovit, joiden tiheys on suurempi kuin kyseisen suolaliuoksen tiheys, vajoavat pohjalle, ja kevyemmät jäävät kellumaan. Menetelmä soveltuu bromipitoisen muovin erotteluun murskeesta. Palonsuojaamaton ABS-, HIPS- ja PS-muovi on mahdollista erottaa tällä menetelmällä erilleen palonsuojatusta ABS- ja PS-muovista. Bromattuja palonsuoja-aineita sisältävän muovijakeen puhtauteen saattavat vaikuttaa eräät muut muovit, joiden tiheys on lähellä bromatuilla palonsuoja-aineilla käsitellyn ABS-muovin tiheyttä. Tällaisia ovat

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

fosforipohjaisia palonsuoja-aineita sisältävä PC/ABS-muovi ja palonsuojaamaton PC-ABS (Leslie ym., 2013; Ympäristöministeriö, 2016). Uputus-kellutuksen käyttöä bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien erotteluun muista muoveista on kuvattu yhdysvaltalaisessa patentissa (Schlummer ja Mäurer, 2012).

## Lähi-infrapuna-analyysi (NIR)

Bromia sisältävien muovien erottelua SS-spektrometrillä, röntgentransmissiolla tai upotus-kellutuksella voidaan tehostaa yhdistämällä ne lähi-infrapuna-analyysiin (NIR), jolla voidaan tunnistaa muovilaji. NIR:n toiminta perustuu eri polymeerityypeille määritettyjen tunnusomaisten spektrien tunnistukseen. Eri muovipolymeerityypit imevät ja heijastavat infrapunavalon eri aallonpituuksia eri tavoin. (Ympäristöministeriö, 2016)

NIR on eräs laajimmin käytetyistä menetelmistä muovilajien automatisoidussa tunnistamisessa. Sen soveltuu erottelinjastoille jatkuvatoimiseksi mittausmenetelmäksi. Linjastolla voidaan kohdistetun ilmavirran avulla erottaa ne muovikappaleet, joilla on haluttu spektri. Sen avulla voidaan bromia sisältävistä muoveista erottaa erilleen ne muovilajit, jotka todennäköisimmin sisältävät POP-yhdisteiksi luokiteltuja bromattuja palonsuoja-aineita (PUR-, ABS- ja HIPS-muovit). NIR ei kuitenkaan sovellu kovin hyvin mustan muovin tunnistamiseen (Ympäristöministeriö, 2016; Stockholm Convention, 2021c).

## Fourier-muunnosinfrapunaspektroskopia (FTIR)

FTIR-spektroskopia perustuu molekyylin kemiallisten sidosten tunnistukseen infra-puna-absorptiospektrin avulla. Menetelmä mahdollistaa spesifisten yhdisteiden määrittämisen hyödyntäen tunnetun yhdisteen kalibrointispektriä. FTIR-analysaattoreista on olemassa sekä linjastoon kytkettävä että käsikäyttöinen malli. (Kauppi ym., 2019).

FTIR pystyy tunnistamaan laajan joukon erilaisia polymeerejä ja aineita esimerkiksi muoveista, kumista ja metallipinnoilta, jotka ovat maalattuja tai pinnoitettuja. Heikkoutena on, ettei menetelmä sovellu mustan muovin tunnistamiseen. Se ei myöskään pysty tunnistamaan eri materiaalien seoksia (Kauppi ym., 2019; Norin ym., 2020).

FTIR on yleinen menetelmä eri muovilajien tunnistamiseen. Sitä voidaan käyttää myös bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien tunnistamiseen ja erotteluun. (Ympäristöministeriö, 2016; Norin ym., 2020). FTIR kykenee tunnistamaan bromia sisältävät molekyylit, jos niiden pitoisuus on yli 5 % (Stockholm Convention, 2021c).

## Raman-spektroskopia

Raman-spektroskopiaa käytetään erilaisten raaka-aineiden tunnistuksessa. Menetelmä perustuu molekyyli-rakenteiden tunnistukseen. Raman-teknologia eroaa infrapuna- (IR) ja lähi-infrapuna (NIR) -menetelmistä, jotka pohjautuvat myös molekyyli-rakenteiden tunnistukseen, siten, ettei mm. referenssisignaalia tarvita. Näin ollen Raman on robustimpi menetelmä (Kauppi ym., 2019).

Raman-spektroskopiaa voidaan käyttää linjastolla yhdessä esimerkiksi NIR:n kanssa parantamaan erottelutulosta (Norin ym., 2020). Sen avulla olisi mahdollista tunnistaa myös bromattuja palonsuoja-aineita sisältäviä muoveja, mutta käytännön suorituskykyä on vielä todennettava paremmin, ennen kuin menetelmää voidaan suositella käyttöön (Stockholm Convention, 2021c).

## Solvolyysiin perustuva bromin erottelu

Liuottimien avulla tapahtuva haitallisten aineiden, kuten bromin, poistaminen muoveista on kehitteillä oleva menetelmä. Fraunhofer-instituutin patentoima CreaSolv® -menetelmä on pisimmällä, ja jo käytössä teollisessa mittakaavassa. Menetelmässä esilajiteltu bromia sisältävä muovipolymeerijäte liuotetaan ja kiinteät jäämät erotetaan suodattamalla tai sentrifugoimalla. Sen jälkeen haluttu polymeeri saostetaan uudelleen liuottimesta ja puhdistetaan, jolloin tuloksena saadaan kierrätykseen soveltuva puhdas muovipolymeeri. Bromatut palonsuoja-aineet ja muut epäpuhtaudet toimitetaan erillisenä fraktionä jätteenkäsittelyyn.

CreaSolv® -menetelmää käytetään jo heksabromisyklododekaanin poistamiseen polystyreenistä valmistetuista rakennuseristeistä (EPS, XPS), teollisen mittakaavan toiminta aloitettiin Hollannissa kesällä 2023. Menetelmän erotustehokkuus HBCDD:lle on yli 99,7 %. (Tange ja Noordegraaf, 2017; PS Loop, 2023). HBCDD:n pitoisuus prosessilla puhdistetussa polystyreenissä jää alle POP-asetuksen liitteessä I säädetyn tahattoman jäämäpitoisuuden UTC-pitoisuusrajan (100 mg/kg).

# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

## Liite 12: Polymeerejä, joissa on käytetty POP-yhdisteitä

Taulukossa on esimerkkejä polymeereistä, joissa on käytetty POP-yhdisteitä.  
Lähteet: Alaae ym., 2003; Stockholm Convention, 2007, 2008, 2011, 2015a, 2015b, 2022a, 2022b; Potrykus ym., 2024.

POP-yhdiste	Polymeerit
Kaupallinen penta-BDE (sisältää tetra- ja penta-BDE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>polyuretaani (joustava polyuretaanivaaho, jäykkä PUR-elastomeeri)</li> <li>saturoitumattomat polyesterihartsit (UP)</li> <li>PVC-levyt</li> <li>fenoliformaldehydihartsit (piirilevyissä)</li> <li>tekstiilit</li> </ul>
Kaupallinen okta-BDE (sisältää hekso- ja hepta-BDE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>styreenikopolymeerit</li> <li>akryylnitriilibutadieenistyreeni (ABS)</li> <li>iskunkestävä polystyreeni (HIPS), polybutyleenitereftalaatti (PBT) polyamidipolymeerit</li> </ul>
Deka-BDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polyolefiinit: polyeteeni, polypropeeni, ethyleenivinyylisetaatti</li> <li>Styreenipolymeerit:</li> <li>polystyreeni (PS), iskunkestävä polystyreeni (HIPS), akryylnitriilibutadieenistyreeni (ABS).</li> <li>Polyesterit: polybutyleenitereftalaatti (PBT), polyetyleenitereftalaatti (PET), polyamidit (PA, nylonit)</li> <li>polykarbonaatti (PC) ja PC-ABS</li> <li>PE-HD, PE-eetteri-HIPS.</li> <li>saturoitumattomat polyesterihartsit (UPE), eopksit</li> <li>melamiinipohjaiset hartsit</li> <li>ethyleenipropyleeni-dieeni-monomeerikumi (EPDM-kumi), termoplastiset polyuretaanit</li> <li>PVC</li> </ul>
HBCDD	<ul style="list-style-type: none"> <li>polystyreenit: EPS, XPS, polystyreenivaaho, HIPS</li> </ul>
SCCP	<ul style="list-style-type: none"> <li>PVC</li> <li>muovit</li> <li>tekstiilit</li> </ul>
UV-328	<ul style="list-style-type: none"> <li>polypropeeni (PP)</li> <li>polystyreeni (PS)</li> <li>polykarbonaatti (PC)</li> <li>polyolefiinit</li> <li>polyuretaanit</li> <li>jäykkä ja joustava PVC</li> <li>polyakrylaatti</li> <li>akryylnitriilibutadieenistyreenihartsit</li> <li>epoksihartsit</li> <li>kuituhartsit</li> <li>saturoitumattomat polyesterit</li> <li>kankaat ja tekstiilit</li> </ul>

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Dekloraani plus	<ul style="list-style-type: none"><li>• nylon</li><li>• termoplastiset polymeerit</li><li>• acrylonitriilibutadieenistyreen (ABS)</li><li>• luonnonkumi</li><li>• polybutyleenitereftalaatti (PBT) polypropeeni</li><li>• styreenbutadieenikumin (SBR) segmenttipolymeeri</li><li>• epoksi- ja polyesterihartsit</li><li>• polyuretaanivaaho</li><li>• polyeteeni</li><li>• polypropeeni</li><li>• ethyleenipropyleeni-dieeni-monomeerikumi</li><li>• polyuretaanikumi</li><li>• silikonikumi</li><li>• neopreeni</li><li>• kertamuovihartsit (esim. polydiaryyliftalaattihartsit)</li><li>• EPS</li><li>• PVC</li></ul>
-----------------	--

## Lähteet

Alaee M., Arias P., Sjödin A, Bergman Å., 2003. An overview of commercially used brominated flame retardants, their applications, their use patterns in different countries/regions and possible modes of release. *Environment International* 29 (2003) 683–689.

Amlo, S., Bakke, K. 2010. Kartlegging av nyere fraksjoner av farlig avfall i bygg. Norconsult. Mars 2010.

Amlo S., Trap Christensen N., Egebart C.L., 2002. Identification of PCB and decontamination of PCB-containing buildings in Norway. *Sustainable Building Conference 2002 (SB 2002)*, 23 Sep 2002–25 Sep 2002.

Ba, T., Zheng, M.H., Zhang, B., Liu, W.B., Xiao, K., Zhang, L.F., 2009. Estimation and characterization of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs from secondary copper and aluminum metallurgies in China. *Chemosphere* 75, 1173–1178.

Basel Convention, 2015. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, or tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether. Revised final version (15 May 2015). Basel Convention, 2015.

Basel Convention, 2018. Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane. Basel Convention, 2018.

Basel Convention, 2023. General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants. Conference of the Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal Sixteenth meeting, Geneva, 1–12 May 2023. UNEP/CHW.16/INF/7

Bipro, 2015. Literature Study – DecaBDE in waste streams. Final Report. 11 December 2015.

Birnbaum, L. S., Staskalb, D. F., Diliberto, J. J., 2003. Health effects of polybrominated dibenzo-p-dioxins (PBDDs) and dibenzofurans (PBDFs). *Environment International* 29 (2003) 855– 860.

Borgnes, D., Rikheim, B., 2005. Emission measurements during incineration of waste containing Bromine. *TemaNord 2005:529*. Nordic Council of Ministers. Copenhagen, 2005. ISBN 92-893-1185-1.

Cagnetta, G., Hassan, M.M., Huang, J., Yu, G. and Weber, R., 2016. Dioxins reformation and destruction in secondary copper smelting fly ash under ball milling. *Scientific reports*, 6:22925 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep22925>.

Danish EPA, 2014. Survey of shortchain and mediumchain chlorinated paraffins. Environmental project No. 1614, 2014. The Danish Environmental Protection Agency, 2014. ISBN no. 978-87-93283-19-0 <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2014/11/978-87-93283-19-0.pdf>

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Defra, 2023. Annex A - Supplementary evidence for amendment and/or addition of waste concentration limits (or 'low POP content limit') for several POPs. Department for Environment, Food & Rural Affairs. 2 March 2023. [https://consult.defra.gov.uk/pops-and-chemicals-in-waste-team/amendments-to-pops-regulation/supporting\\_documents/20230301%20POPs%20Regulation%20Consultation%20ANNEX%20A%20evidence.pdf](https://consult.defra.gov.uk/pops-and-chemicals-in-waste-team/amendments-to-pops-regulation/supporting_documents/20230301%20POPs%20Regulation%20Consultation%20ANNEX%20A%20evidence.pdf)

Drobny J.G., 2007. Fluoropolymers in automotive applications. *Polymers for Advanced Technologies* 2007; 18: 117–121. Published online 29 November 2006 in Wiley InterScience. <https://doi.org/10.1002/pat.807>

ECHA, 2015. European Chemicals Agency (ECHA); Committee for Risk Assessment (RAC); Committee for Socio-economic Analysis (SEAC): Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances 11 September 2015. <https://echa.europa.eu/documents/10162/fa20d0e0-83fc-489a-9ee9-01a68383e3c0>

ECHA, 2020. European Chemicals Agency (ECHA); Committee for Risk Assessment (RAC); Committee for Socio-economic Analysis (SEAC): Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related substances. 11 June 2020. <https://echa.europa.eu/documents/10162/4e84f904-7cd7-9be6-dd9b-2cc711c0859b>

ECHA, 2023. Screening report to assess whether the use of four benzotriazoles in articles should be restricted in accordance with REACH article 69(2). Version number: Draft, Date: 25/05/2023.

ECHA, 2024. ECHA substance infocard for octamethylcyclotetrasiloxane. <https://echa.europa.eu/fi/substance-information/-/substanceinfo/100.008.307>, viitattu 29.2.2024.

ESWI, 2011. Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs. Final report, Consortium ESWI (Expert Team to Support Waste Implementation). Umweltbundesamt, Bipro & Enviroplan, 25 March 2001 (updated 13 April 2011).

Euroopan komissio, 2018a. Komission tiedonanto – Tekniset ohjeet jätteiden luokittelusta. Euroopan unionin virallinen lehti C 124, 9.4.2018. s. 1–134.

Euroopan komissio, 2018b. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment. JRC Science for Policy Report. Authors: Antoine Pinasseau, Benoit Zenger, Joze Roth, Michele Canova, Serge Roudier. Joint Research Centre, 2018. doi:10.2760/407967

Euroopan komissio, 2019. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration. JRC Science for Policy Report. Authors: Frederik Neuwahl, Gianluca Cusano, Jorge Gómez Benavides, Simon Holbrook, Serge Roudier. Joint Research Centre, 2019. doi:10.2760/761437

Fjäder P., Turunen T., Rinne P., Häkkinen E., Kauppi S., Sormunen T., Andersson M., 2022. Harmful additives in WEEE plastics and the regulatory framework. Reports of the



# POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Finnish Environment Institute 33/2022. Finnish Environment Institute. Helsinki, 2022.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5507-9>

Grimison C., Knight E. R., Nguyen T. M. H., Nagle N., Kabiri S., Bräunig J., Navarro D. A., Kookana R., S., Higgins C. P., McLaughlin M., J., Mueller J. F., 2023. The efficacy of soil washing for the remediation of per- and poly-fluoroalkyl substances (PFASs) in the field. *Journal of Hazardous Materials* 445 (2023) 130441.

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130441>

Guemiza K., Coudert L., Metahni S., Mercier G., Besner S., Blais J-F., 2017. Treatment technologies used for the removal of As, Cr, Cu, PCP and/or PCDD/F from contaminated soil: A review. *Journal of Hazardous Materials* 333 (2017) 194–214.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.03.021>

Haarman A., Fedato S., Holt A., 2023. Brominated Flame Retardants and the Circular Economy of WEEE Plastics. State of Play. Recent developments regarding composition of WEEE plastics, levels of brominated flame retardants, regulatory context and technological advances. BSEF The International Bromine Council and dss+. September 2023.

<https://www.bsef.com/wp-content/uploads/2023/09/Brominated-Flame-Retardants-and-the-Circular-Economy-of-WEEE-Plastics.pdf>

Haavisto T. ja Retkin R., 2014. Perfluorattujen yhdisteiden aiheuttama ympäristön pilaantuminen paloharjoitusalueilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 11/2014. Suomen ympäristökeskus. Helsinki, 2014. <http://hdl.handle.net/10138/44791>

Hennebert P., 2020. Concentrations of brominated flame retardants in plastics of electrical and electronic equipment, vehicles, construction, textiles and non-food packaging: A review of occurrence and management. *Detritus*, Volume 12–2020, pages 34–50.

<https://doi.org/10.31025/2611-4135/2020.13997>

Hennebert P., Filella, M., 2017. WEEE plastic sorting for bromine essential to enforce EU regulation, *Waste Management* 71 (2018) 390–399, 10 October 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.031>

Häkkinen E., 2012. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä (POP) sisältävät jätteet ja niiden käsittelyä koskevat velvoitteet – Tukholman yleissopimuksen velvoitteiden kansallisen täytäntöönpanosuunnitelman 2012 taustaraportti. Suomen ympäristökeskus, Kulutuksen ja tuotannon keskus. 21.12.2012. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Kemikaalien\\_ymparistoriskit/Ymparistoon\\_paatyvat\\_haitalliset\\_aineet/Pysyvat\\_orgaaniset\\_yhdisteet\\_POP/Kansallinen\\_taytantonpanosuunnitelma](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Kemikaalien_ymparistoriskit/Ymparistoon_paatyvat_haitalliset_aineet/Pysyvat_orgaaniset_yhdisteet_POP/Kansallinen_taytantonpanosuunnitelma)

[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Kemikaalien\\_ymparistoriskit/Ymparistoon\\_paatyvat\\_haitalliset\\_aineet/Pysyvat\\_orgaaniset\\_yhdisteet\\_POP/Kansallinen\\_taytantonpanosuunnitelma](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Kemikaalien_ymparistoriskit/Ymparistoon_paatyvat_haitalliset_aineet/Pysyvat_orgaaniset_yhdisteet_POP/Kansallinen_taytantonpanosuunnitelma)

Häkkinen, T., Kuittinen, M., Vares, S., 2019. Plastics in buildings – A study of Finnish apartment buildings and day-care centre. Ympäristöministeriö.

<https://ym.fi/documents/1410903/122689634/Plastics+in+buildings.+A+study+of+Finnish+blocks+of+flats+and+daycare+centres.pdf/9bf6e496-fd8f-1a84-f12a-b19fcbcb906e/Plastics+in+buildings.+A+study+of+Finnish+blocks+of+flats+and+daycare+centres.pdf?t=1687434923078>

Kaartinen T., Laine-Ylijoki J., Wahlström M., 2007. Jätteen termisen käsittelyn tuhkien ja kuonien käsittely- ja sijoitusmahdollisuudet. VTT tiedotteita - Research notes 2411. Edita Prima Oy, Helsinki 2007.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

- Kajiwara, N., Noma, Y., Sakai, S. 2017. Environmentally sound destruction of hexabromocyclododecanes in polystyrene insulation foam at commercial-scale industrial waste incineration plants. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 5 (2017) 3572–3580.
- Kajiwara N., Noma Y., Tamiya M., Teranishi T., Kato Y., Ito Y., Sakai S. 2021. Destruction of decabromodiphenyl ether during incineration of plastic television housing waste at commercial-scale industrial waste incineration plants. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9, 105172. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105172>
- Kauppi S., Bachér J., Laitinen S., Kiviranta H., Suomalainen K., Turunen t., Kautto P., Mannio J., Räisänen M., Lautala K., Porras S., Rantio T., Salminen J., Santonen T., Seppälä T., Teittinen T., Wahlström M., 2019. Kestävä ja turvallinen kiertotalous, Selvitys POP-yhdisteiden ja SVHC-aineiden hallinnasta kiertotaloudessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:58. Valtioneuvoston kanslia. Helsinki, 2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-787-1>
- Konist A., Järvik O., Ummik M-L., 2022. Biomassi tuhkaades sisalduvate dioksiinide ja furaanide uuring. Uuringuaruanne, 12.12.2022. Tallinna Tehnikaülikooli Energiatehnoloogia Instituut.
- Korkki K., 2006. Perfluorattujen alkyyliaineiden (PFAS) aiheuttamat ympäristöriskit Suomessa. Suomen ympäristö 14/2006. Suomen ympäristökeskus. Helsinki, 2006. <http://hdl.handle.net/10138/38746>
- Leslie H., Leonards P., Brandsma S., Jonkers N., 2013. POP Waste Stream, POP-BDE waste streams in the Netherlands: analysis and inventory. IVM Institute for Environmental Studies, Report R13-16, 17 December 2013. [http://pops-and-waste.bipro.de/wp-content/uploads/2018/04/Netherlands\\_POPRC8\\_SUBM\\_BDE\\_PFOS\\_Netherlands\\_20180410.pdf](http://pops-and-waste.bipro.de/wp-content/uploads/2018/04/Netherlands_POPRC8_SUBM_BDE_PFOS_Netherlands_20180410.pdf)
- Liu, G., Jiang, X., Wang, M., Dong, S., Zheng, M., 2015. Comparison of PCDD/F levels and profiles in fly ash samples from multiple industrial thermal sources. *Chemosphere*, 133, pp.68–74.
- Mahiout, S., Hättinen, J., Laitinen, S., Remes, J., Rantio, T., Aimonen, K., Santonen, T., 2023. Työperäinen haitta-ainealtistuminen kiertotaloudessa, (HAKiTa) -tutkimusprojektin loppuraportti. Työterveyslaitos. Helsinki, 2023. <https://www.julkari.fi/handle/10024/146805>
- Mannio, J., Rantakokko, P., Kyllönen, K., Anttila, P., Kauppi, S., Ruokojärvi, P., Hakola, H., Kiviranta, H., Korhonen, M., Salo, S., Seppälä, T., Viluksela, M., 2016. Kaukokulkeutuvat ympäristömyrkyt Suomen pohjoisilla alueilla – LAPCON. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 33/2016. Elokuu 2016. ISBN: 978-952-287-280-7. <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=13402>
- McNamara, P., Samuel, M. S., Sathyamoorthy, S., Moss, L., Valtierra, D., Cortes Lopez, H., Nigro N., Somerville S., Zhongzhe L., 2023. Pyrolysis transports, and transforms, PFAS from biosolids to py-liquid. *Environ Sci Water Res Technol* 9 (2), 386–395. <https://doi.org/10.1039/D2EW00677D>.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Mei J., Wang X., Xiao X., Cai Y., Tang Y., Chen, P., 2017. Characterization and inventory of PBDD/F emissions from deca-BDE, polyethylene (PE) and metal blends during the pyrolysis process. Waste Management 62 (2017) 84–90.

Meriläinen R., 2019. PCB-yhdisteiden käyttö maaleissa Suomessa. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Bio- ja kemiantekniikka, Insinööriyö, 2.12.2019.  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019121326503>

Miljøstyrelsen, 2023. Analyse af dioxin og furan i aske og sod fra private brændeovne og i flyveaske og bundaske fra biomasseanlæg. Miljøprojekt nr. 2227. Februar 2023. ISBN: 978-87-7038-479-7.

Mustajoki S., Ruusala A., 2020. Rakennusten saumaussmassojen haitta-aineet: Klooratut parafiinit (SCCP ja MCCP). Ympäristö- ja terveys -lehti 7/2020, s. 20-24.

Myllymaa T. (toim.), Moliis K., Häkkinen E. ja Seppälä T., 2015. Pysyvien orgaanisten yhdisteiden (POP) esiintyvyys, tunnistaminen ja erottaminen muovijätteistä. Ympäristöministeriön raportteja 25/2015. Ympäristöministeriö. Helsinki, 2015.  
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/157416>

Nie, Z., Liu, G., Liu, W., Zhang, B. and Zheng, M., 2012. Characterization and quantification of unintentional POP emissions from primary and secondary copper metallurgical processes in China. Atmospheric Environment, 57, pp.109-115.

NMR, 2023. Reuse, recycling and recovery of construction and demolition waste in the Nordic countries. An inventory of facilities and techniques in the Nordics including an outlook on other European countries. Nordic Council of Ministers. TemaNord 2023:544

Norin H., Oskarsson H., Brodin M., Halling M., Sallermo R., 2020. Control of Substances of Very High Concern in Recycling, Review of techniques for detection, quantification and removal. Swedish Environmental Protection Agency, report 6938. September 2020. ISBN 978-91-620-6938-4

OSPAR, 2001. Pentachlorophenol. Hazardous Substances Series. OSPAR Commission 2001 (2004 Update). ISBN 0 946956 74 X <https://www.ospar.org/documents?v=6921>

PE Europe GmbH, 2010. Final Report: PVC Recovery Options Concept for Environmental and Economic System Analysis. Commissioned by VINYL 2010. 144 p. [https://pvc.org/wp-content/uploads/2019/11/PE\\_Recovery\\_Options.pdf](https://pvc.org/wp-content/uploads/2019/11/PE_Recovery_Options.pdf)

Potrykus A., Berlinghof, T., Burgstaller M., Schramm B., Kühnl M., Castellani F., Haberstock, T., Schlummer M., Arends, D., 2024. Strengthening the recycling of technical plastics in the view of increasing substance legislation requirements using the example of waste electrical and electronic equipment (WEEE) and end-of-life vehicles (ELVs) – KUREA. English Summary. Umweltbundesamt. TEXTE 25/2024.  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/25\\_2024\\_texte\\_kurea\\_eng.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/25_2024_texte_kurea_eng.pdf)

PS Loop, 2023. June 12, 2023. Unique recycling solution for EPS insulation materials launched. <https://www.pslloop.eu/news/operation/>, viitattu 12.12.2023.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Pyy V., Lyly O., 1998. PCB elementtitalojen saumaussmassoissa ja pihojen maaperässä. Helsingin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/98. Helsinki, 1998. ISBN 951-718-161-2  
<https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-10-98.pdf>

Ramboll, 2019. Study to support the review of waste related issues in annexes IV and V of Regulation (EC) 850/2004, Final report. Ramboll Environment & Health GmbH. European Commission, January 2019. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/500330>

Retkin R., 2012. Bromattujen palonestoaineiden rajoitusten vaikutus jätteiden hyödyntämiseen ja käsittelyyn. Suomen ympäristö 29/2012. Suomen ympäristökeskus. Helsinki, 2012. <http://hdl.handle.net/10138/38714>

RPA, 2014. Multiple Framework Contract with re-opening of competition for scientific services for ECHA. Support to an annex XV dossier on bis-(pentabromophenyl) ether (decaBDE). J832/ECHA DecaBDE Final report. RPA Risk & Policy Analysts Ltd, 7 July 2014.  
[https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/annex\\_xvi\\_consultant\\_report\\_decabde\\_en.pdf/337cc41c-0964-41a3-8d97-40b785f22fad](https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/annex_xvi_consultant_report_decabde_en.pdf/337cc41c-0964-41a3-8d97-40b785f22fad)

RPA, Ineris, RPA Europe and Bio Innovation Service, 2021. Study to support the assessment of impacts associated with the review of limit values in waste for POPs listed in Annexes IV and V of Regulation (EU) 2019/1021, Final Report for DG Environment. European Commission, April 2021. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/63162>

Schlummer M., Mäurer A., 2012. Method for separating differently additivated polymer components and use thereof. US Patent 8225937. Granted 2012.

Seppälä T., Häkkinen E., Munne P., Vikström L., Pyy O., Jouttijärvi T., Mehtonen J. ja Johansson M., 2012. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan Tukholman yleissopimuksen velvoitteiden kansallinen täytäntöönpanosuunnitelma (NIP). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 23/2012. Suomen ympäristökeskus. Helsinki, 2012.  
<http://hdl.handle.net/10138/39855>

SFS, 2015. Tekninen spesifikaatio CLC/TS 50625-3-1. Collection, logistics & treatment requirements for WEEE - Part 3-1: Specification for de-pollution – General. SFS-ICS 13.030 Jätehuolto, 29.100 Sähkölaitteiden komponentit, 31.220 Elektroniikka- ja televiestintälaitteiden sähkömekaaniset komponentit. Vahvistuspäivä 2015-09-14.

Siimes K., Vähä E., Junttila V., Lehtonen K. K., Mannio J. (toim.), 2019. Haitalliset aineet Suomen vesissä - Tilanne ja seurannan suuntaviivat. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 8/2019. Helsinki, 2019. <http://hdl.handle.net/10138/301460>

Sofies, 2020. Study on the Impacts of Brominated Flame Retardants on the Recycling of WEEE plastics in Europe. November 2020. <https://www.bsef.com/wp-content/uploads/2020/11/Study-on-the-impact-of-Brominated-Flame-Retardants-BFRs-on-WEEE-plastics-recycling-by-Sofies-Nov-2020-1.pdf>

Stockholm Convention, 2007. Risk management evaluation on commercial pentabromodiphenyl ether. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its third meeting, Addendum. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, Persistent Organic Pollutants Review Committee, Third meeting, Geneva, 19–23 November 2007.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Stockholm Convention, 2008. Risk management evaluation for commercial octabromodiphenyl ether. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its fourth meeting, Addendum. Persistent Organic Pollutants Review Committee Fourth meeting Geneva, 13–17 October 2008.

Stockholm Convention, 2011. Risk management evaluation on hexabromocyclododecane. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its seventh meeting, Addendum. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Seventh meeting, Geneva, 10–14 October 2011.

Stockholm Convention, 2013. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its ninth meeting, Addendum: Risk profile on pentachlorophenol and its salts and esters. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Ninth meeting, Rome, 14–18 October 2013. UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3.

Stockholm Convention, 2015a. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eleventh meeting. Addendum, Risk profile on short-chained chlorinated paraffins. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Eleventh meeting Rome, 19–23 October 2015. UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2

Stockholm Convention, 2015b. Risk management evaluation on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE). Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eleventh meeting, Addendum. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Eleventh meeting, Rome, 19-23 October 2015

Stockholm Convention, 2019a. Proposal to list Dechlorane Plus (CAS No. 13560-89-9) and its syn-isomer (CAS No. 135821-03-3) and anti-isomer (CAS No. 135821-74-8) in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Fifteenth meeting Rome, 1–4 October 2019. UNEP/POPS/POPRC.15/3. 22 May 2019.

Stockholm Convention, 2019b. Proposal to list methoxychlor in Annex A to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Fifteenth meeting, Rome, 1–4 October 2019. UNEP/POPS/POPRC.15/4. 22 May 2019.

Stockholm Convention, 2020. Proposal to list UV-328 in Annex A to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Sixteenth meeting, Geneva (online), 11–16 January 2021. UNEP/POPS/POPRC.16/4, 6 May 2020.

Stockholm Convention, 2021a. Proposal to list chlorpyrifos in Annex A to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Seventeenth meeting, Geneva, 24–28 January 2022. UNEP/POPS/POPRC.17/5, 3 June 2021.

Stockholm Convention, 2021b. Proposal to list long-chain perfluorocarboxylic acids, their salts and related compounds in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Persistent Organic Pollutants Review Committee Seventeenth meeting, Geneva, 24–28 January 2022. UNEP/POPS/POPRC.17/7, 3 June 2021.



## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Stockholm Convention, 2021c. Guidance on best available techniques and best environmental practices relevant to the polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. BAT/BEP Group of Experts, version 2021. March 2021.

Stockholm Convention, 2022a. Risk management evaluation for Dechlorane Plus. UNEP/POPS/POPRC.18/11/Add.1. Persistent Organic Pollutants Review Committee Eighteenth meeting Rome, 26–30 September 2022.

Stockholm Convention, 2022b. Draft risk profile: UV-328. Persistent Organic Pollutants Review Committee Seventeenth meeting, Geneva, 24–28 January 2022.

Suomen ympäristökeskus, 2017. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan Tukholman yleissopimuksen velvoitteiden kansallinen täytäntöönpanosuunnitelma (NIP), Kansallinen tahattomasti tuotettujen POP-yhdisteiden päästöjen vähentämissuunnitelma (NAP) 2017. Luonnos 11.10.2017. Suomen ympäristökeskus 11.10.2017. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Kemikaalien\\_ymparistoriskit/Ymparistoon\\_paatyvat\\_haitalliset\\_aineet/Pysyvat\\_orgaaniset\\_yhdisteet\\_POP/Kansallinen\\_taytantonpanosuunnitelma](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Kemikaalien_ymparistoriskit/Ymparistoon_paatyvat_haitalliset_aineet/Pysyvat_orgaaniset_yhdisteet_POP/Kansallinen_taytantonpanosuunnitelma)

Sørmo E., Castro G., Hubert M., Licul-Kucera V., Quintanilla M., Asimakopoulos A. G., Cornelissen G., Arp H. P. H., 2023. The decomposition and emission factors of a wide range of PFAS in diverse, contaminated organic waste fractions undergoing dry pyrolysis. *Journal of Hazardous Materials* 454 (2023) 131447.

Tange, L., Noordegraaf, J. Destroying a POP substance and contributing to the Circular Economy: Closed loop recycling of HBCDD containing PS foam waste. PolystyreneLoop. Geneva, BRS2017 COP side event 27th of April 2017.

Traficom, 2022. Autojen romutusikä. <https://liikenne fakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/autojen-romutusika>. Viitattu 1.2.2022.

Työterveyslaitos, 2023. Malliratkaisu: Haitta-aineet SER- ja rakennuspurkujätteen kierrätystyössä – terveyshaittojen torjuminen. <https://oma.tsr.fi/api/projects/14a48534-6aaf-49d7-a8b9-438bc2bc28b6/attachment/ae820edf-8569-4883-bddb-551e4913a8ab>

Umweltbundesamt, 2015. Identification of potentially POP-containing Wastes and Recyclates – Derivation of Limit Values. Umweltbundesamt, Germany. Texte 35/2015. Dessau-Roßlau, April 2015. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/identification-of-potentially-pop-containing-wastes>

van den Berg, M., Denison, M. S., Birnbaum, L. S., DeVito, M. J., Fiedler, H., Falandysz, J., Rose, M., Schrenk, D., Safe, S., Tohyama, C., Tritscher, A., Tysklind, M., Peterson R. E., 2013. Polybrominated Dibenzo-p-Dioxins, Dibenzofurans, and Biphenyls: Inclusion in the Toxicity Equivalency Factor Concept for Dioxin-Like Compounds. *Review. Toxicological Sciences* 133(2), 197–208, 2013. doi:10.1093/toxsci/kft070

Vantaan Energia, 2023. <https://www.vantaanenergia.fi/me/hiilinegatiivinen/korkealampotilalaitos/>, viitattu 22.11.2023.

## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Varsinais-Suomen ELY-keskus, 2020. Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma, Laadintaohje toiminnanharjoittajalle. Opas 2/2020. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2020. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-850-5>

Viskari E-L., Kauranen H., Nieminen M., Nippala E., Tuominen E-L., Honkala I., 2018. Palosuoja-aine HBCD rakennuseristeissä ja pakkausmateriaaleissa – esiintyminen, tunnistaminen ja turvallinen käsittely. Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja B. Raportteja 111. Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampere, 2018. ISBN 978-952-7266-30-4(PDF). <https://www.tamk.fi/web/tamk/-/palosuoja-aine-hbcd-rakennuseristeissa-ja-pakkausmateriaaleissa-esiintyminen-tunnistaminen-ja-turvallinen-kasittely.html>

Vehlow, J., Bergfeldt, H., Jay, K., Mark, F. E., Tange, L., Drohmann, D., Fisch, H., 2002. Recycling of bromine from plastics containing brominated flame retardants in state-of-the-art combustion facilities. Forschungszentrum Karlsruhe, Plastics Europe & EBFRIIP. 20 p. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.525.3905&rep=rep1&type=pdf>

Wahlström M., Hradil P., Teittinen T., Lehtonen K., 2019. Purkukartoitus – opas laatijalle. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:30. Ympäristöministeriö. Helsinki, 2019. 33 s. ISBN 978-952-361-037-8. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-037-8>

WRc, 2020. An assessment of the levels of persistent organic pollutants (POPs) in waste electronic and electrical equipment in England and Wales. Water Research Centre Limited (WRc), Report Reference: UC14161.3. 18th March 2020. <https://icer.org.uk/wp-content/uploads/2020/03/UC14161.3-An-assessment-of-the-levels-of-persistent-organic-pollutants-POPs-in-waste-electronic-and-electrical-equipment-in-England-and-Wales-FINAL-REPORT.pdf>

WRc, 2023. Persistent Organic Pollutants (POPs) in Lead Acid Battery Polymer Casing. Water Research Centre Limited (WRc), Report Reference: UC16764.3. 28th March 2023. (Ei julkaistu).

Wäger P., Schlupe M., Müller E., 2010. RoHS substances in mixed plastics from waste electrical and electronic equipment. Final report. EMPA, Swiss federal laboratories for material science and technology.

Ympäristöministeriö, 2016. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelyvaatimukset – EU:n POP-asetuksen jätteitä koskevat määräykset ja niiden soveltaminen sähkölaiteromuun ja romuajoneuvoihin. Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2016. Ympäristöministeriö, Helsinki 2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4627-5>

Ympäristöministeriö, 2019. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas. Ympäristöministeriö, Helsinki 2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-001-9>

Ympäristöministeriö, 2022. Siirtoasiakirjan käyttö tiettyjen jätteiden kuljetuksessa. Muistio 1.9.2022, päivitetty 14.9.2022. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto. Saatavissa sivulta <https://ym.fi/jatelainsaadanto>

Ympäristöministeriö, 2023. POP-jätteen tunnistusopas. Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1. Ympäristöministeriö, Helsinki 2023. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-215-0>



## POP-jätteen käsittelyopas; Luonnos 15.3.2024

Zhao C., Dong Y., Feng Y., Li, Y., Dong Y., 2019. Thermal desorption for remediation of contaminated soil: A review. Chemosphere 221 (2019) 841-855.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.079>

Zhu H. ja Kannan K., 2020. A pilot study of per- and polyfluoroalkyl substances in automotive lubricant oils from the United States. Environmental Technology & Innovation 19 (2020) 100943. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100943>