



POP-jätteen tunnistusopas

Ympäristöministeriön julkaisuja
2023:1



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet

Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1

POP-jätteen tunnistusopas

Ympäristöministeriö Helsinki 2023

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Ympäristöministeriö

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use. Commercial use is prohibited.

ISBN pdf: 978-952-361-215-0

ISSN pdf: 2490-1024

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Kannen kuva: Jouni Nissinen

Helsinki 2023

POP-jätteen tunnistusopas

Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1		Teema	Ympäristönsuojelu
Julkaisija	Ympäristöministeriö		
Yhteisötekijä	Ympäristöministeriö		
Kieli	suomi	Sivumäärä	97
Tiivistelmä			
Pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP) ovat myrkyllisiä, hitaasti hajoavia kemiallisia yhdisteitä, jotka kertyvät eliöihin ravintoketjussa ja kulkeutuvat kauas päästöpaikastaan ilman, veden tai muuttavien eläinlajien välityksellä. Tällaisten kemikaalien on arvioitu voivan aiheuttaa merkittäviä ympäristö- ja terveyshaittoja kaukana päästölähteestä. Siksi niiden käyttöä on rajoitettu kansainvälisissä sopimuksissa. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä on käytetty laajasti hyvin monenlaisissa tuotteissa, esimerkiksi ajoneuvoissa, sähkö- ja elektroniikkalaitteissa, tekstiileissä, rakennustuotteissa, hydrauliiKANesteissä, maaleissa, teollisuuskemikaaleissa ja torjunta-aineina. Tässä oppaassa annetaan ohjeita POP-jätteiden tunnistamiseen. Oppaassa käsitellään rakennusten purkujätteiden, sähkö- ja elektroniikkalaiteromun, romuajoneuvojen, tekstiilijätteiden, sammutusvaahtojen, valokuvaustuotteiden sekä jätteiden mekaanisessa käsittelyssä syntyvien jätteiden sisältämiä POP-yhdisteitä. Lisäksi oppaassa käydään läpi EU:n POP-asetuksen (EU 2019/1021) ja kansallisen jätelainsäädännön keskeisimmät POP-jätteitä ja niiden käsittelyä koskevat velvoitteet. Opas on tarkoitettu kuntien ja valtionhallinnon ympäristölupa- ja valvontaviranomaisille, yrityksille, joiden toiminnassa voi syntyä POP-jätteitä, jätehuoltoalan yrityksille, jätteen kuljettajille ja alan konsulteille.			
Asiasanat	pysyvät orgaaniset yhdisteet, jätteet, POP-jätteet, tunnistaminen, kemikaalit, jätehuolto		
ISBN PDF	978-952-361-215-0	ISSN PDF	2490-1024
Julkaisun osoite	https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-215-0		

Guide om hur man identifierar POP-avfall

Miljöministeriets publikationer 2023:1		Tema	Miljövård
Utgivare	Miljöministeriet		
Utarbetad av	Miljöministeriet		
Språk	finska	Sidantal	97
Referat	Långlivade organiska föreningar (POP) är giftiga, kemiska föreningar som bryts ned långsamt och som ansamlas i organismerna i näringskedjan och som transporteras långt bort från utsläppsstället via luften, vattnet eller flyttande djurarter. Enligt olika uppskattningar kan dessa kemikalier orsaka betydande miljö- och hälsoolägenheter långt från utsläppskällan. Därför har användningen av dem begränsats i internationella avtal. Bestående organiska föreningar har använts i stor omfattning i produkter av många olika slag, till exempel i fordon, el- och elektronikprodukter, textilier, byggnadsprodukter, hydrauliska vätskor, målarfärg, industrikemikalier och bekämpningsmedel. Den här guiden innehåller anvisningar om hur man identifierar POP-avfall. I guiden behandlas POP-föreningar i rivningsavfall från byggnader, avfall som utgörs av eller innehåller elektrisk och elektronisk utrustning, skrotade fordon, släckningsskum, fotograferingsprodukter samt avfall som uppstår i den mekaniska behandlingen av avfall. I guiden finns dessutom information om de viktigaste skyldigheterna i POP-förordningen (EU 2019/1021) och i den nationella lagstiftningen i fråga POP-avfall och behandlingen av detta avfall. Guiden är avsedd för kommunernas och statsförvaltningens miljötillstånds- och tillsynsmyndigheter, företag inom vars verksamhet POP-avfall kan uppstå, företag inom avfallshanteringssektorn, avfallstransportörer och konsulter inom branschen.		
Nyckelord	bestående organiska föreningar, POP-avfall, avfall, identifiering, kemikalier, avfallshantering		
ISBN PDF	978-952-361-215-0	ISSN PDF	2490-1024
URN-adress	https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-215-0		

Guide for the identification of POPs waste

Publications of the Ministry of the Environment 2023:1		Subject	Environmental protection
Publisher	Ministry of the Environment		
Group author	Ministry of the Environment		
Language	Finnish	Pages	97
Abstract			
Persistent organic pollutants (POP) are toxic, persistent chemical compounds that bioaccumulate through the food chain, and are transported far from their sources via the air, water or migratory species. It has been evaluated that such chemicals may pose significant risk to human health and the environment far from the emission source. Their use is therefore restricted by international agreements. Persistent organic pollutants have been used in a wide variety of products, such as vehicles, electrical and electronic equipment, textiles, construction products, hydraulic fluids, paints, industrial chemicals, and as pesticides. This guide provides guidance on identification of POP wastes. The guide examines POP-substances occurring in wastes from demolition of buildings, waste electrical and electronic equipment, end-of-life vehicles, waste textiles, firefighting foams, photographic waste, as well as in wastes from mechanical treatment of waste. Additionally, the guide outlines key obligations of the EU POPs Regulation (EU 2019/1021) and national waste legislation concerning POP wastes and their management. The guide is intended for the municipal and state environmental permit and supervisory authorities, companies whose operations may generate POP waste, waste management companies, waste carriers, and waste management consultants.			
Keywords	persistent organic pollutants, POPs waste, waste, identification, chemicals, waste management		
ISBN PDF	978-952-361-215-0	ISSN PDF	2490-1024
URN address	https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-215-0		

Sisältö

Käytetyt lyhenteet	8
Lainsäädäntöviittaukset	10
Esipuhe	12
1 Johdanto	14
2 POP-yhdisteitä sisältäviä jätteitä koskevat velvoitteet	15
2.1 Mitä POP-yhdisteet ovat?	15
2.2 Mitä POP-jäte on?	16
2.3 POP-yhdisteet ja pitoisuusrajat niitä sisältäville jätteille	16
2.4 Mitkä käsittelymenetelmät ovat sallittuja POP-jätteille?	18
2.5 Vastuu POP-jätteen tunnistamisesta	21
2.6 Jätelainsäädännön uudet POP-jätteitä koskevat velvoitteet	23
2.6.1 Kirjanpitovelvoite POP-jätteistä	23
2.6.2 Siirtoasiakirjavelvollisuus	24
2.6.3 Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma	25
3 Yleisimpiä jätevirtoja, jotka todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä	27
3.1 Rakennusten purkujätteet	28
3.1.1 Elementtien ja ikkunoiden saumaukset	29
3.1.2 Pinnoitteet ja liimat	29
3.1.3 EPS- ja XPS-eristeet	31
3.1.4 Muut muovipohjaiset materiaalit	31
3.1.5 Teollisuuden hihnakuljettimet ja patotiivisteet	33
3.2 Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu	33
3.3 Romuajoneuvot	35
3.4 Tekstiilijätteet (muualta kuin ajoneuvoista)	38
3.5 Sammutusvaahdot	40
3.6 Valokuvaustuotteiden jätteet	42
3.7 Jätteen mekaanisesta käsittelystä syntyvät jätteet	43

4	Tekniikoita POP-jätteiden tunnistamiseen	46
4.1	Näytteenotto ja analysointi	47
4.2	Kemiallisia analyysimenetelmiä POP-yhdisteiden määrittämiseksi	49
4.2.1	PCB:n analysointimenetelmiä	49
4.2.2	PBDE-yhdisteiden analysointimenetelmiä	50
4.2.3	HBCDD:n analysointimenetelmiä	51
4.2.4	SCCP:n analysointimenetelmiä	52
4.2.5	PFAS-yhdisteiden analysointimenetelmiä	53
4.3	Alkuaineiden tunnistukseen perustuvia menetelmiä	53
5	Yhteenveto	58
	Liitteet	63
	Liite 1. Tietoja POP-yhdisteiden edelleen sallituista käyttökohteista, käytön lopetuksesta sekä tuotteista ja materiaaleista, jotka saattavat sisältää POP-yhdisteitä	63
	Liite 2. POP-yhdisteet, niiden CAS-numerot ja pitoisuusrajat jätteissä	74
	Liite 3. Tukholman sopimukseen mahdollisesti lisättäviä uusia aineita	76
	Liite 4. Jätenimikkeet, joiden varastointiin pysyvästi vaarallisten jätteiden kaatopaikalle tai maanalaiseen sijoituspaikkaan voidaan poikkeustapauksessa myöntää lupa	78
	Liite 5. Kirjanpitovelvoitteet	80
	Liite 6. Siirtoasiakirjavelvoitteet	87
	Liite 7. Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmaa koskevat velvoitteet	92
	Lähteet	94

KÄYTETYT LYHENTEET

ABS	Akryylibutadieenistyreeni (muovilaji)
BDE-yhdisteet	Bromidifenyylieetteriyhdisteet; näistä yhdisteistä viisi on luokiteltu POP-yhdisteiksi (ks. myös ”PBDE” alla)
CEN	Europalainen standardointijärjestö (European Committee for Standardization)
Deka-BDE	Dekabromidifenyylieetteri (POP-yhdiste)
DL-PCB	Dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet (POP-yhdisteryhmä)
EPS	Paisutettu polystyreeni (muovilaji)
HBB	Heksabromibifenyyl (POP-yhdiste)
HBCDD	Heksabromisyklodekaani (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)
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
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
PCB	Polyklooratut bifenyylit (POP-yhdisteryhmä)
PCDD/F	Polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit (POP-yhdisteryhmä)
PCN	Polyklooratut naftaleenit (POP-yhdisteryhmä)
penta-BDE	Pentabromidifenyylieetteri (POP-yhdiste)
PES	Polyeetterisulfoni (muovilaji)
PFAS-yhdisteet	Per- ja polyfluoratut alkyylilyhdisteet; 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)

PS Polystyreeni (muovilaji)

PUR Polyuretaani (muovilaji)

PVC Polyvinyylikloridi (muovilaji)

SCCP Lyhytketjuiset klooriparafiinit (POP-yhdisteryhmä)

SE-laitteet Sähkö- ja elektroniikkalaitteet

SER sähkö- ja elektroniikkalaiteromu

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)

LAINSÄÄDÄNTÖVIITTAUKSET

Ajoneuvolaki	82/2021
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) (EUVL L 370, 30.12.2014, s. 44)
Jäteasetus	Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 (viimeisin huomioitu muutos 526/2022)
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 494/2022)
Jätteenpolttoasetus	Valtioneuvoston asetus jätteenpolttamisesta 151/2013
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 (EUVL L 396, 30.12.2006, s. 1)
RoHS-direktiivi	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)
Romuajoneuvoasetus	Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015
Sähkö- ja elektroniikkalaiteromuasetus	Valtioneuvoston asetus sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta 519/2014
Sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/19/EU, annettu 4 päivänä heinäkuuta 2012, sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (EUVL L 197, 24.7.2012, s. 38)

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 (EUVL L 344, 17.10.2010, s. 17)

Ympäristönsuojelulaki

527/2014

ESIPUHE

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. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä ja niitä sisältävien jätteiden jätehuoltoa säännellään EU:n ns. POP-asetuksella (EU) 2019/1021, joka on sellaisenaan voimassa olevaa lainsäädäntöä myös Suomessa.

Jätelain muutoksella 714/2021 säädettiin uusista pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältäviä jätteitä eli POP-jätteitä koskevista kirjanpito- ja siirtoasiakirjavelvoitteista, jotka tulivat voimaan 19.7.2021 alkaen. Velvoitteilla pantiin täytäntöön EU:n POP-asetukseen vuonna 2019 sisällytetty vaatimus laajentaa jäsenmaiden kansalliset vaarallisten jätteiden seurantarjestelmät koskemaan myös kaikkia POP-jätteitä.

Jätelain muutoksen valmistelun yhteydessä sidosryhmät toivat esille huolensa siitä, kuinka POP-jätteet on mahdollista tunnistaa jätehuoltoketjun eri vaiheissa. Nykykäytännön mukaan POP-jätteiden tunnistaminen tapahtuu usein vasta jätteiden käsittelylaitoksissa. POP-jätteitä koskevien kirjanpito- ja siirtoasiakirjakäytäntöjen muutoksen vuoksi myös jätteen tuottajan, välittäjän, kerääjän ja kuljettajan olisi jatkossa pystyttävä tunnistamaan POP-jätteet. Jätelakiluonnoksesta saaduissa lausunnoissa pidettiin tärkeänä luokitusten ja toimintatapojen kehittämistä sekä ohjeistuksen laatimista POP-jätteiden tunnistamiseen ja kirjaamiseen.

Ympäristöministeriö tilasi vuonna 2021 Suomen ympäristökeskukselta oppaan POP-jätteen tunnistamisesta. Oppaan on valmistellut ympäristöministeriön ohjauksessa ylitarkastaja Eevaleena Häkkinen Suomen ympäristökeskuksesta.

Opasluonnoksesta järjestettiin lausuntokierros keväällä 2022. Lausuntopalaute¹ on pyritty mahdollisuuksien mukaan ottamaan huomioon oppaan viimeistelyssä.

Tämän POP-jätteen tunnistamista käsittelevän oppaan lisäksi tarkoituksena on vuoden 2023 aikana valmistella erillinen opas POP-jätteitä koskevan lainsäädännön

1 <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=f285214e-8d68-4eeb-9128-3d52ea8ef405>

soveltamisesta. Opas korvasi ympäristöministeriön vuodelta 2016 olevan oppaan (Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2016: ”Pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelyvaatimukset – EU:n POP-asetuksen jätteitä koskevat määräykset ja niiden soveltaminen sähkölaiteromuun ja romuajo-neuvoihin”).

Lisäksi jatkossa tarkempia ohjeita POP-jätteistä on tarpeen laatia toimialoittain, koska POP-yhdisteitä voi esiintyä hyvin monentyyppisissä jätevirroissa, joiden ominaisuudet ja käsittelyketjut poikkeavat toisistaan.

Opas on tarkoitettu jätteen tuottajille, kuljettajille ja käsittelijöille sekä valvonnasta vastaaville viranomaisille. Oppaassa esitetyt tulkinnat ja suositukset ovat luonteeltaan ohjeellisia, eikä niillä ole oikeudellista sitovuutta.

Tammikuu 2023

1 Johdanto

EU:n pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskeva ns. POP-asetus (EU) 2019/1021 edellyttää, että jäsenmaat laajentavat jätedirektiivin mukaista vaarallisten jätteiden seurantajärjestelmäänsä koskemaan myös pysyviä orgaanisia yhdisteitä sisältäviä jätteitä (eli POP-jätteitä).

POP-asetuksen velvoite on pantu Suomessa täytäntöön jätelain uudistuksessa (jätelain muutos 714/2021) säädetyillä uusilla POP-jätteitä koskevilla kirjanpitovelvoitteilla sekä velvoitteella laatia POP-jätteiden kuljetuksista siirtoasiakirja. Velvoitteet tulivat voimaan 19.7.2021 alkaen.

Uudet kirjanpito- ja seurantavelvoitteet voivat vaatia muutoksia jätehuoltoalan toimijoiden nykyisiin käytänteisiin. POP-asetuksen velvoitteita tunnetaan nykyisin Suomessa heikosti, eikä kyseisiä yhdisteitä analysoida jätevirroista rutiiniluontoisesti. Erityisesti tämä koskee ns. uusia POP-yhdisteitä, kuten POP-asetukseen sisällytettyjä bromattuja palonsuoja-aineita (PBDE-yhdisteet ja HBCDD), joita on käytetty erityisesti muovien ja tekstiilien palonsuojauksessa; lyhytketjuisia klooriparafiineja (SCCP), joita on käytetty mm. saumausmassoissa, kumissa, muovissa ja tekstiileissä; sekä perfluorattuja orgaanisia yhdisteitä (esimerkiksi PFOS ja PFOA), joita on käytetty mm. tekstiilien pintakäsittelyaineina.

Jätelain valmistelun yhteydessä sidosryhmät toivat esille huolensa siitä, kuinka POP-jätteet on mahdollista tunnistaa jätehuoltoketjun eri vaiheissa. Nykykäytännön mukaan POP-jätteiden tunnistaminen tapahtuu usein vasta jätteiden käsittelylaitoksissa. POP-jätteitä koskevien kirjanpito- ja siirtoasiakirjakäytäntöjen muutoksen vuoksi myös jätteen tuottajan, välittäjän, kerääjän ja kuljettajan olisi jatkossa pystyttävä tunnistamaan POP-jätteet. Jätelakiluonnoksesta saaduissa lausunnoissa pidettiin tärkeänä luokitusten ja toimintatapojen kehittämistä sekä ohjeistuksen laatimista POP-jätteiden tunnistamiseen ja kirjaamiseen.

Tämän oppaan tarkoitus on antaa ohjeita POP-jätteiden tunnistamiseen. Opas on tarkoitettu jätteen tuottajille, kuljettajille ja käsittelijöille sekä valvonnasta vastaaville viranomaisille. Opas on valmisteltu Suomen ympäristökeskuksessa ympäristöministeriön rahoituksella.

2 POP-yhdisteitä sisältäviä jätteitä koskevat velvoitteet

2.1 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. Aineiden pitkäaikais- tai yhteisvaikutuksia ei vielä tunneta.

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) 2019/1021² (ns. EU:n POP-asetus). Vuoden 2022 lopussa asetukseen oli sisällytetty noin 30 yhdistettä tai yhdisteryhmää.

POP-yhdisteitä on käytetty eri aikakausina hyvin monenlaisissa tuotteissa, esimerkiksi ajoneuvoissa, sähkö- ja elektroniikkalaitteissa, tekstiileissä, rakennustuotteissa, hydrauliliikannesteissä, 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.

2 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)

2.2 Mitä POP-jäte on?

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.

2.3 POP-yhdisteet ja pitoisuusrajat niitä sisältäville jätteille

Taulukossa 1 on esitetty ne POP-asetukseen sisällytetyt yhdisteet, joita on käsitelty tässä oppaassa, sekä niiden pitoisuudelle jätteissä säädetty pitoisuusrajat. Lisäksi liitteessä 2 on esitetty kaikki POP-asetukseen sisällytetyt yhdisteet pitoisuusrajoineen.

Jätteille on asetettu POP-asetuksessa kaksi pitoisuusrajaa. Jätteet, jotka sisältävät POP-yhdisteitä vähintään alemman pitoisuusrajan verran, on käsiteltävä asetuksessa säädettyillä menetelmillä. Ylemmän pitoisuusrajan ylittyminen tuo mukanaan jätteen käsittelyä koskevia lisärajoituksia. POP-jätteen käsittelyvaatimuksia on kuvattu jäljempänä luvussa 2.4.

POP-asetukseen lisätään uusia aineita säännöllisin väliajoin, sen mukaisesti kuin aineita lisätään Tukholman yleissopimukseen. Viimeisin POP-asetuksen liitteiden IV ja V muutos (EU 2022/2400³) tuli voimaan 29.12.2022. Siinä muutettiin useiden POP-yhdisteiden nykyisiä pitoisuusrajoja sekä lisättiin pitoisuusrajat kolmelle uudelle POP-yhdisteelle/yhdisteryhmälle. Uusia pitoisuusrajoja tulee soveltaa jätteiden käsittelyssä 10.6.2023 alkaen. Pitoisuusrajoihin tulevat muutokset on sisällytetty taulukkoon 1 ja liitteeseen 2.

Tukholman sopimukseen on ehdotettu lisättäväksi tulevaisuudessa myös useita muita uusia aineita. Niistä on kooste liitteessä 3.

3 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (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)

Taulukko 1. EU:n POP-asetukseen sisällytetyt yhdisteet, joita on käsitelty tässä oppaassa, niiden pitoisuudelle jätteissä säädetty pitoisuusrajat, ja asetuksella (EU) 2022/2400 hyväksytyt muutokset pitoisuusrajoihin. Kaikki EU:n POP-asetukseen sisällytetyt POP-yhdisteet, niiden CAS-numerot ja pitoisuusrajat on esitetty tämän oppaan liitteessä 2.

Pysyvä orgaaninen yhdiste	Alempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite IV)	Hyväksytyt muutokset liitteen IV pitoisuusrajaan (voimaan 10.6.2023 alkaen)	Ylempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite V)	Hyväksytyt muutokset liitteen V pitoisuusrajaan (voimaan 10.6.2023 alkaen)
Heksabromisyklododekaani (HBCDD)	1 000 mg/kg	500 mg/kg	1 000 mg/kg	-
Lyhytketjuiset klooratut parafinit (SCCP) (alkaanit C10-C13)	10 000 mg/kg	1 500 mg/kg	10 000 mg/kg	-
Perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) ja sen johdannaiset	50 mg/kg	-	50 mg/kg	-
Polyklooratut bifenyylit (PCB)	50 mg/kg	-	50 mg/kg	-
Tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja dekabromidifenyylieetteri (BDE), pitoisuuksien summa	1 000 mg/kg	500 mg/kg 29.12.2025 alkaen 350 mg/kg* 30.12.2027 alkaen 200 mg/kg*	10 000 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

* 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.

2.4 Mitkä käsittelymenetelmät ovat sallittuja POP-jätteille?

POP-asetuksen mukaan jäte, joka sisältää POP-yhdisteitä vähintään taulukossa 1 esitetyn alemman pitoisuusrajan verran (asetuksen liitteen IV pitoisuusraja), on loppukäsiteltävä tai hyödynnettävä siten, että jätteen sisältämät POP-yhdisteet hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti sellaiseen muotoon, jolla ei ole pysyvien orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia. Liitteen IV raja-arvon alittavan jätteen voi käsitellä myös muilla unionin lainsäädännön mukaisilla menetelmillä.

Jätteen tuottajan ja haltijan on POP-asetuksen mukaan pyrittävä mahdollisuuksien mukaan estämään jätteen saastuminen POP-yhdisteillä. Siten koko POP-jätteen käsittelyketju tulee ensisijaisesti järjestää niin, ettei toiminnassa syntyvä tai käsiteltävä muu jäte pääse missään vaiheessa saastumaan pysyvillä orgaanisilla yhdisteillä esimerkiksi jätteiden sekoittumisen vuoksi.

Asetuksessa kielletään sellaiset hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät, jotka voivat johtaa POP-yhdisteiden hyödyntämiseen, kierrätykseen, talteenottoon ja uudelleenkäyttöön. Asetuksen liitteessä V määritellään sallitut hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät⁴ POP- jätteille seuraavasti:

- fysikaalis-kemiallinen käsittely (loppukäsittelymenetelmä D9)
- poltto ilman energian talteenottoa (loppukäsittelymenetelmä D10)
- poltto hyödyntäen jäte energiana (hyödyntämismenetelmä R1)
- metallin talteenotto ja kierrätys (hyödyntämismenetelmä R4); sallittu vain tietyille metallipitoisille jätteille, jotka kierrätetään asetuksen liitteessä V luetelluilla menetelmillä.

POP-jätteiden materiaalikierrätys (R4) on sallittu vain seuraaville metalliteollisuuden metallipitoisille jätteille:

- raudan- ja teräksenvalmistusprosessien jätteet (esimerkiksi savukaasujen käsittelyssä syntyvät pölyt ja lietteet, valssihilseet ja terästehtaiden sinkkiä sisältävät savukaasujen suodatinpölyt);
- kuparisulattamoiden kaasunpuhdistusjärjestelmistä tulevat pölyt ja muut sen tapaiset jätteet; ja
- värimetallituotannon lyijyä sisältävät suotojäämät.

⁴ Jätteiden hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät on lueteltu jäteasetuksen (978/2021) liitteissä 1 ja 2.

Em. metallipitoisia jätteitä saa POP-asetuksen mukaan 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 (2010/75/EU)⁵ jätteenpoltolle asetetut dioksiini- ja furaaniyhdisteiden päästöraja-arvoja koskevat vaatimukset, jotka on Suomessa pantu täytäntöön jätteenpolttoasetuksella (151/2013).

POP-jätteen fysikaalis-kemiallisen käsittelymenetelmän (D9) on täytettävä asetuksen perusvaatimus, että jätteen sisältämät POP-yhdisteet hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti vaarattomampaan muotoon. Siten esimerkiksi jätteen stabilointi ei täytä POP-asetuksen vaatimuksia. Fysikaalis-kemiallisia menetelmiä, jotka täyttävät vaatimukset, on kuvattu ympäristöministeriön oppaassa Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2016⁶ (Ympäristöministeriö, 2016).

POP-asetuksessa sallitaan POP-jätteiden esikäsittely⁷ ennen POP-yhdisteiden hävittämistä tai muuntamista palautumattomasti toiseen muotoon POP-asetuksen edellyttämällä tavalla. Esikäsittely voi olla tarpeen esimerkiksi jätteen käsittelymenetelmän optimaalisen toimivuuden varmistamiseksi. **Esikäsittelyssä erotetut POP-yhdisteet on käsiteltävä POP-asetuksessa hyväksytyillä käsittelytavoilla. POP-yhdisteitä sisältävää jätettä ei saa laimentaa tai sekoittaa muihin jätteisiin ainoastaan pitoisuuden alentamiseksi alle POP-pitoisuusrajan.**

Jos vain osa jätteestä sisältää pysyviä orgaanisia yhdisteitä tai on niiden saastuttama, kyseinen osa on POP-asetuksen liitteen V mukaan erotettava muusta jätteestä ja käsiteltävä POP-asetuksen hyväksytyillä käsittelytavoilla. Jätejäte, josta POP-yhdisteitä sisältävä

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

6 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4627-5>

7 Esikäsittelytoimet kuuluvat seuraaviin jäteasetuksen liitteiden 1 ja 2 käsittelykoodeihin:

- hyödyntämistoimi R12.2: Jätteiden siirtokuormaus ja esikäsittely kuten varastointi, lajittelu, yhdistäminen, paloittelu, murskaus ja paalaus, ennen jätteen varsinaista hyödyntämistä (lukuun ottamatta R12.1); Jollei muuta sopivaa R-koodia ole, tähän voi sisältyä alustavia toimia ennen jätteen hyödyntämistä, esikäsittely mukaan lukien, esimerkiksi purkaminen, lajittelu, murskaaminen, paalaus, pelletointi, kuivaus, paloittelu, kunnostus, uudelleenpakkaaminen, erottelu, yhdistäminen tai sekoittaminen 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, esikäsittely mukaan lukien, esimerkiksi lajittelu, murskaaminen, paalaus, pelletointi, kuivaus, paloittelu, kunnostus tai erottelu ennen jonkin toimista D1–D12 soveltamista jätteeseen.

osa on eroteltu pois, voidaan käsitellä jätelainsäädännön mukaisesti myös muilla menetelmillä.

Jos mikään edellä luetelluista käsittelymenetelmistä ei ole ympäristön kannalta paras vaihtoehto POP-jätteen käsittelylle, toimivaltainen viranomainen (Suomessa aluehallintovirasto) voi tietyissä poikkeustapauksissa myöntää luvan jätteen sijoittamiseen vaarallisen jätteen kaatopaikalle, syväälle kallioperään tai suolakaivokseen. Jos POP-yhdisteen pitoisuus ylittää myös asetuksessa säädetyn ylemmän pitoisuusrajan, voidaan jätettä sijoittaa poikkeusmenettelyllä vain syväälle kallioperään tai suolakaivokseen (kuvio 1). Ennen POP-jätteen sijoittamista vaarallisen jätteen kaatopaikalle se on asetuksen mukaan kiinteytettävä tai osittain stabiloitava, jos se on teknisesti mahdollista.

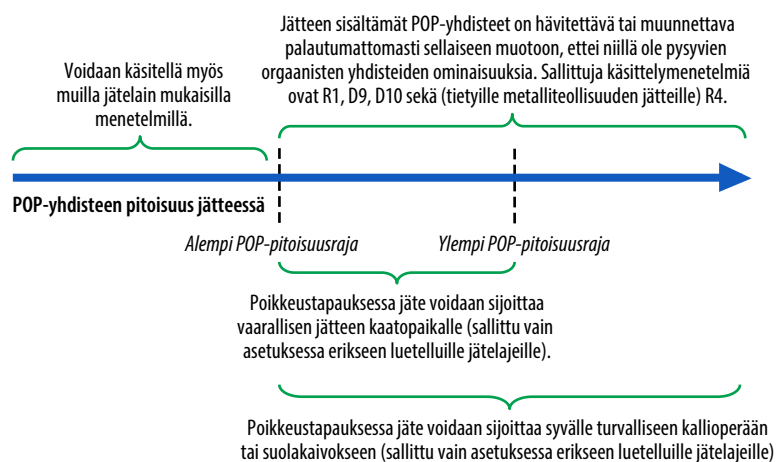
Em. poikkeusmenettely POP-jätteen sijoittamiseksi vaarallisen jätteen kaatopaikalle, kallioperään tai suolakaivokseen koskee vain tiettyjä POP-asetuksessa erikseen määritellyjä jätteitä. Kyseiset jäteluokat on lueteltu tämän oppaan liitteessä 4. Sijoitus edellyttää tapauskohtaista lupaa siltä aluehallintovirastolta, joka on aiotun sijoituspaikan lupaviranomainen (POP-asetus 7(4)(b) artikla ja ympäristönsuojelulaki 527/2014, 220 §). Kaikki POP-jätteiden sijoittamista kaatopaikalle tai syväälle kallioperään koskevat aluehallintoviraston poikkeuspäätökset perusteluineen on annettava tiedoksi komissiolle ja muille EU:n jäsenmaille.

Tarkempia ohjeita POP-jätteiden käsittelyvelvoitteista on saatavissa ympäristöministeriön julkaiseman oppaan (Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2016⁸) luvussa 4.

8 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4627-5>

Kuvio 1. POP-asetuksen ylemmän ja alemman pitoisuusrajan merkitys jätteen käsittelylle.

Lähde: Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2016



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

2.5 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 tahoa, 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 ohjautu 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 analyysensä 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. jäljempänä luku 2.6.3).

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

Jos kyseessä on jäte, joka kuuluu tämän oppaan luvussa 3 olevissa taulukoissa 2–7 lueteltuihin jätteisiin, jotka todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä, tulisi jätettä kohdella POP-jätteenä, paitsi jos jätteen haltija voi osoittaa, että POP-yhdisteiden pitoisuudet jätteessä alittavat POP-asetuksen liitteen IV pitoisuusrajat. Tällainen jäte tulee kirjata kirjanpitoon POP-jätteenä ja sen siirrosta tulee tehdä siirtoasiakirja (ks. jäljempänä luku 2.6). Haltijan tulee myös varmistaa, että tällainen jäte toimitetaan vain sellaiselle vastaanottajalle, joka käsittelee tai esikäsittelee jätettä POP-asetuksen mukaisesti (ks. edellä luku 2.4).

Vastaavasti jäte tulee käsitellä vastaanottavassa laitoksessa POP-säädösten mukaisesti, jos jäte kuuluu luvussa 3 olevissa taulukoissa 2–7 lueteltuihin jätevirtoihin, jotka

todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä, mutta jätteen käsittelijä ei ole saanut jätteen haltijalta tarvittavia tietoja jätteen sisältämisestä POP-yhdisteistä, tai jos käsittelijä ei osoita soveltuvilla selvitysmenetelmillä, ettei kyseessä ole POP-jäte.

2.6 Jätelainsäädännön uudet POP-jätteitä koskevat velvoitteet

Jätelaissa ja -asetuksessa on säädetty uusia POP-jätteitä koskevia velvoitteita:

- 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.

2.6.1 Kirjanpitovelvoite POP-jätteistä

Jätelain 118 §:n mukaan jätteen tuottajan, jätteen ammattimaisen tai laitospöytäkirjan, 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. Jätelain uudet kirjanpitovelvoitteet tulivat voimaan 19.7.2021.

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. Jäteasetuksessa säädetty uudet kirjanpidon sisältövaatimukset tulivat voimaan 1.1.2022 alkaen.

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

2.6.2 Siirtoasiakirjavelvollisuus

Jätelain 121 §:n siirtoasiakirjavelvollisuus on laajennettu koskemaan myös POP-jätettä. Velvoite tuli voimaan 19.7.2021 alkaen. Jätteen haltijan on ennen jätteen siirron aloitusta laadittava siirtoasiakirja POP-jätteestä, joka siirretään ja luovutetaan jätelain 29 §:ssä tarkoitettulle vastaanottajalle. Siirtoasiakirjassa on oltava valvonnan ja seurannan kannalta tarpeelliset tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä, käsittelytavasta toimituspaikassa sekä kuljettajasta.

Siirtoasiakirja on laadittava sähköisenä (JäteL 121 a §). Siirtoasiakirjan tietojen on oltava koneluettavassa muodossa. Jätteen haltijan on vahvistettava siirtoasiakirjassa annettujen tietojen oikeellisuus sähköisellä allekirjoituksella, sähköisellä leimalla tai muulla luotettavalla sähköisellä todentamismenetelmällä. 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. 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 vastaavat vahvistukset kuin sähköiseenkin siirtoasiakirjaan. Ne voidaan tehdä allekirjoituksilla tai muilla järjestelyillä, jos tämä ei heikennä vahvistuksen luotettavuutta.

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. Nämä jäteasetuksen uudet vaatimukset siirtoasiakirjaan merkittävistä tiedoista tulivat voimaan 1.9.2022 alkaen.

Jätelain siirtoasiakirjaa koskevat velvoitteet ja jäteasetuksessa säädetyt 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 1.9.2022 alkaen (jätelain muutos 494/2022). Velvollisuus koskee myös POP-jätteen siirtoasiakirjoja.

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

Lisätietoa siirtoasiakirjavelvoitteesta sekä siirtoasiakirjan laatimisesta ja käytöstä löytyy ympäristöministeriön 1.9.2022 julkaisemasta muistiosta ”Siirtoasiakirjan käyttö tiettyjen jätteiden kuljetuksessa⁹” (Ympäristöministeriö, 2022).

2.6.3 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 omaa valvontaa. 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. Sisältövaatimuksiin on lisätty jäteasetuksen muutoksen yhteydessä velvollisuus esittää 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.

Toimet POP-jätteen tunnistamiseksi voivat sisältää mm. seuraavia:

- laadulliset toimet niiden käsittelyyn tulevien jätevirtojen tunnistamiseksi, jotka todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä (esimerkiksi sisäiset

9 https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Siirtoasiakirja+muistio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf/180fb9c1-4a37-9fe1-c0ac-4629862be205/Siirtoasiakirja+muis-tio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf?t=1663155710531

ohjeistukset, jätteen lähettäjältä edellytettävät tiedot jätteen sisältämistä

POP-yhdisteistä ja jätteen alkuperästä, kirjapitokäytännöt)

- tekniset toimet, joita on toteutettu POP-jätteen tunnistamiseksi ja erotteliseksi 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 toimitus käsiteltäväksi POP-asetuksen edellyttämällä tavalla

ELY-keskukset ovat julkaisseet jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelman laatimisesta oppaan ”Jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma, Laadintaohje toiminnanharjoittajalle¹⁰” (Varsinais-Suomen ELY-keskus, 2020). On kuitenkin syytä huomata, ettei em. oppaassa ole vielä huomioitu jäteasetuksen uutta velvoitetta tarkastella suunnitelmassa POP-jätteen tunnistamiseksi toteutettuja toimia.

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

3 Yleisimpiä jätevirtoja, jotka todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä

Tähän lukuun on koottu kirjallisuuden perusteella tietoja eräistä yleisimmistä jätevirroista, jotka todennäköisesti sisältävät POP-yhdisteitä. Koska teollisuudessa on yleensä käytävissä yksityiskohtaista tietoa käytetyistä kemikaaleista, ei tässä oppaassa ole tarkasteltu teollisuusjätteitä, vaan oppaassa on keskitytty ensisijaisesti markkinoille saatetuissa pitkäikäisissä tuotteissa esiintyviin POP-yhdisteisiin. Tarkastellut jätevirrat ovat:

- Rakennusten purkujätteet
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
- Romuajoneuvot
- Tekstiilijätteet (muualta kuin ajoneuvoista)
- Sammutusvaahdot
- Valokuvaustuotteiden jätteet
- Jätteiden mekaanisessa käsittelyssä syntyvät jätteet

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. **Nämä taulukoissa 2–7 luetellut jätteet tulisi katsoa POP-jätteiksi, paitsi jos toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että POP-yhdisteiden pitoisuudet jätteessä alittavat POP-asetuksen liitteessä IV säädetty pitoisuusrajat.**

Jokaisen jätevirran kohdalla on käsitelty myös niiden todennäköisesti sisältämiä POP-asetukseen lisättyjä uusia PFAS-yhdisteitä (PFOA ja PFHxS, niiden suolat ja PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet), joita koskevat pitoisuusrajat jätteissä tulevat voimaan 10.6.2023 alkaen.

Liitteeseen 1 on lisäksi koottu tietoja kaikkien POP-asetukseen sisällytettyjen POP-yhdisteiden edelleen sallituista käyttökohteista, käytön lopetuksesta sekä tuotteista ja materiaaleista, jotka saattavat sisältää POP-yhdisteitä.

3.1 Rakennusten purkujätteet

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. Luvuissa 3.1.1–3.1.5 on kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä rakennusjätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

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-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä rakennusten purkujäte	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätenimike
Betonelementtien sekä ikkunoiden ja ovien saumaussmassat:		
1950–1970-luvuilla rakennetuista ja julkisivusaneeratuista rakennuksista	PCB	17 09 02*
1960–1990 luvuilla rakennetuista ja julkisivusaneeratuista rakennuksista	SCCP	17 06 03*, 17 06 04
EPS- ja XPS-eristeet (lukuun ottamatta routaeristeitä) 1980–2017 rakennetuista rakennuksista	HBCDD	17 06 03*, 17 06 04, (sandwich-elementit: 17 01 01)
Rakennuksista puretut muut muovit:		
1970–2020 rakennetuista rakennuksista: - Muoviset eristemateriaalit; esimerkiksi lämpöeristeet (muut kuin EPS ja XPS), lämmitysputkien ja ilmastointijärjestelmien eristeet - Puuta matkivat materiaalit - Äänieristeet - Sähköjohtojen ja kaapelien läpivientikanavat, ilmanvaihtokanavat	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*
Rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosat, kuten johdot ja jakorasiat	BDE-yhdisteet HBCDD	
Rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden PVC-muovista valmistetut osat, ennen vuotta 2013 valmistetut	SCCP	
Ennen vuotta 2016 valmistetut teollisuuden hihnakuljettimet (erityisesti kaivosteollisuudesta)	SCCP	16 02 13*, 16 02 14
Patotiivisteet (ennen vuotta 2016 valmistetut)	SCCP	17 06 03*, 17 06 04

POP-yhdisteitä sisältävillä maaleilla ja muilla pinnoitteilla pinnoitettuja materiaaleja ei ole tässä vaiheessa sisällytetty taulukon 2 purkujätteisiin, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä. Asiaa voidaan tarkastella myöhemmin uudelleen, kun POP-yhdisteiden pitoisuuksista ja materiaaleista on saatu lisää tietoa.

3.1.1 Elementtien ja ikkunoiden saumat

Polykloorattuja bifenyyliä (PCB) on käytetty 1950-luvulta lähtien rakennusten betonielementtien saumausmassoissa sekä ikkunoiden ja ovenkarmien tiivisteissä, vaikkakin saumausmassojen uusimisen takia pitoisuudet voivat olla alkuperäisiä valmisteita pienempiä. PCB-yhdisteitä voi edelleen löytyä ennen vuotta 1980 rakennettujen tai julkisivusaneerattujen rakennusten saumausmassoista sekä ikkunoiden lämpölasien lasiliimoista ja tiivistysmassoista. PCB:tä voi olla myös imeytyneenä PCB-saunaa ympärivään betonielementtiin. Vuosien 1950–1970 aikana Suomessa valmistetuista betonielementeistä voi myös löytyä PCB-yhdisteitä, koska tuona ajanjaksona sementtivalimoilla käytettiin muottijäätettä jätteenä, joiden joukossa oli myös PCB-yhdisteitä sisältäviä kondensaattori- ja muuntajajätettä. (Pyy ja Lyly, 1998; Seppälä ym., 2012; Suomen ympäristökeskus, 2017a; Meriläinen, 2019).

PCB-yhdisteiden haitallisuuden vuoksi niiden käyttöä saumausaineissa 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). Suomeksi on analysoitu korkeita SCCP-yhdisteiden pitoisuuksia (enimmillään n. 30 %, eli 300 000 mg/kg) 1970-1980-luvulla rakennettujen elementtirakennusten julkisivujen ja ikkunakarmien saumausmassoista (Mustajoki ja Ruusala, 2020). EU:ssa SCCP:n käytön saumausaineissa oletetaan päättyneen 2000-luvulla. Siten 1960-1990-luvuilla rakennettujen rakennusten betonielementtien saumausmassat sekä lämpölasikkunoiden liimat ja tiivistysmassat saattavat sisältää SCCP-yhdisteitä. (Amlo ja Brakke, 2010; Umweltbundesamt, 2015; Ramboll, 2019).

3.1.2 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 rakennusalaan olisi ollut maaleissa. SCCP-pitoisten pinnoitteiden keskeisiä käyttökohteita ovat olleet esimerkiksi

sillat, pylvää, 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, 2017a). PCB-yhdisteitä on käytetty Suomessa 1950-1970-luvuilla orgaanista sideainetta sisältävissä maaleissa, yksikomponenttisissa silikaattimaaleissa ja sementtimaaleissa, pääasiallinen käyttö on ollut kloorikautsu- (eli neopreeni-) ja vinyylimaaaleissa. Kloorikautsumaaletta on tavallisesti käytetty korroosion, tulen ja kemikaalien kestävyttä vaativissa käyttökohteissa, sekä sähköneristystä vaativissa kohteissa. Betoni- ja muurauspinnoilla kloorikautsu- ja vinyylimaaletta on puolestaan käytetty niiden hyvän iskun- ja kulutuskestävyyden vuoksi. Myös suomalaiset maalitehtaat Tikkurilan väritehtaat Oy (nykyinen Tikkurila Oy), 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 dekabromidifenyylietteriä (deka-BDE) on käytetty suojaavissa pinnoitteissa, tiivistysaineissa ja liimoissa. Epoksiliimoissa deka-BDE:n pitoisuus on enintään 30 p-% (300 000 mg/kg) (Bipro, 2015).

POP-asetukseen 10.6.2023 alkaen lisättävät uudet PFAS-yhdisteet

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).

3.1.3 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 palonsuoja-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 jäämäpitoisuuden¹¹. Käytännössä näin ei kuitenkaan tiedetä tapahtuneen, vaan HBCDD on korvattu toisella palon-suoja-aineella.

Potentiaalisia HBCDD:llä palonsuojattujen eristeiden käyttökohteita ovat tuuletettujen alapohjen tuuletustilan vastaiset eristeet, kellarin sandwich-seinäelementtien eristeet, ns. sokkelihalkaisut sekä vesikattojen eristeet. Lisäksi valuharkkorakenteissa 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 käytetty palonsuojattua EPS-eristettä. Käännytyissä katoissa käytetty XPS-eriste on mahdollisesti palonsuojattua. (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).

3.1.4 Muut muovipohjaiset materiaalit

POP-BDE-yhdisteitä (tetra-, penta-, hekso-, hepta- ja dekabromidifenyylietterit) on käytetty palonsuoja-aineina mm. puuta matkivissa materiaaleissa kuten

¹¹ HBCDD:n tahattoman jäämäpitoisuuden rajaksi on POP-asetuksen liitteessä I säädetty 100 mg/kg.

puu-muovikomposiiteissa, äänieristyslevyissä, eristeissä (kuten polyeteenivaahdosta valmistetuissa lämpöeristeissä ja PVC-nitriilikumi -seoksista valmistetuissa lämmitysputkien ja ilmastointijärjestelmien eristeissä) sekä muissa muovisissa rakennustuotteissa kuten kattomateriaaleissa (esim. läpinäkyvät 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 palosuoja-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 2008¹². 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-yhdisteiden¹³ 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 rakennusmuovien PBDE-pitoisuutta on siten mahdollista alentaa merkittävästi tehokkaalla bromia sisältävien muovien erottelulla. (RPA ym., 2021).

12 Kun uudet POP-BDE-yhdisteiden jätteitä koskevat pitoisuusrajat tulevat voimaan 10.6.2023 alkaen, myös vuoden 2008 jälkeen valmistetut ei-kiinteästi asennetut rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteet ja niiden muoviosat ovat mahdollisia POP-jätteitä, koska jätteitä koskeva pitoisuusraja olisi jatkossa alhaisempi kuin RoHS-direktiivissä PBDE-yhdisteille sallittu pitoisuus uusissa SE-laitteissa.

13 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.

3.1.5 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.

3.2 Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu

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 on myös kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä sähkö- ja elektroniikkalaitteiden jätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

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*

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) liitteen 2 laiteluokkiin kuuluvista laitteista.

POP-yhdisteitä sisältävistä kaupallisista seoksista kaupallisia okta¹⁴- ja dekabromidifenyyleettereitä on käytetty erityisesti ABS- ja HIPS-muoveissa, esimerkiksi tietotekniikkalaitteissa, televisioiden ja kuvaputkinäyttöjen kuorissa, jääkaapeissa, sähkötyökaluissa sekä pienissä kuumenevissa laitteissa. Dekabromidifenyyleettereitä on käytetty myös polypropeenin palonsuojauksessa sekä piirilevyissä. Penta-BDE:n käyttö sähkö- ja elektroniikkalaitteissa on ollut vähäisempää. Sitä on käytetty esimerkiksi piirilevyissä ja kylmälaitteiden polyuretaanissa. Tyypilliset BDE-yhdisteiden pitoisuudet muoveissa ovat luokkaa 12–19 % (120 000–190 000 mg/kg) (Wäger ym., 2010; ESWI, 2011; Ympäristöministeriö, 2016; WRC, 2019; 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 palonsuojaamatonta muovia, jos niiden erottelu muusta muovista epäonnistuu. RoHS-direktiivi (2011/65/EU)¹⁵ edellyttää bromattuja palonsuoja-aineita sisältävien muovien erottelua sähkö- ja elektroniikkalaitteista ennen kierrätystä. 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 kylmälaitteiden 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

14 Kaupallinen oktabromidifenyyleetteri sisältää heksa-, hepta-, okta- ja nonabromidifenyyleettereitä.

15 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2011/65/EU, annettu 27 päivänä tammi-kuuta 2011, tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa (EUVL, L 37, 13.2.2011, s. 19)

(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. DekabDE:n käyttö sähkö- ja elektroniikkalaitteissa kiellettiin RoHS-direktiivillä vuodesta 2006 alkaen, lukuun ottamatta polymeerisissa käyttötarkoituksissa, joissa se sai jatkua vuoteen 2008 saakka. RoHS-direktiivissä kuitenkin sallitaan sähkö- ja elektroniikkalaitteille PBDE-yhdisteiden jäämät pitoisuus 1000 mg/kg. Kun uudet POP-BDE-yhdisteiden jätteitä koskevat pitoisuusrajat tulevat voimaan 10.6.2023 alkaen, myös vuoden 2008 jälkeen valmistetut sähkö- ja elektroniikkalaitteet ja niiden muoviosat voivat olla POP-jätteitä, koska jätteitä koskeva pitoisuusraja on jatkossa 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.

POP-asetukseen 10.6.2023 alkaen lisättävät uudet PFAS-yhdisteet

Sähkö- ja elektroniikkalaitteissa PFOA:a, sen suoloja sekä PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä on käytetty mm. piirikorttien sisältämissä puolijohteissa, eristeissä ja sähkökaapelien 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)

3.3 Romuajoneuvot

Taulukossa 4 on lueteltu romuajoneuvojen 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 on myös kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä romuajoneuvojätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

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 jätenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä romuajoneuvojen jäte (mukaan lukien julkisen liikenteen liikennevälineet)	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätenimike
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: • Istuinten verhoilut ja taustakankaat • Muut sisustusmateriaalit	deka-BDE, HBCDD	16 01 21*, 16 01 22
• Sisustustekstiilit, ennen vuotta 2009 valmistetuista ajoneuvoista	PFOS	
Ajoneuvojen nahkaverhoilut: • Ennen vuotta 2005 valmistetuista ajoneuvoista • Ennen vuotta 2009 valmistetuista ajoneuvoista	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 tekstiiliverhoilujen valmistuksessa, palonsuoja-aineena ja pintakäsittelyaineena (Danish EPA, 2014; Stockholm Convention, 2015a; Umweltbundesamt, 2015). 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-palonsuoja-aineita, 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)¹⁶ 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).

¹⁶ 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 (EUVL L 396, 30.12.2006, s. 1)

POP-asetukseen 10.6.2023 alkaen lisättävät uudet PFAS-yhdisteet

POP-yhdisteiksi luokiteltuja uusia PFAS-yhdisteitä (PFOA ja PFHxS, 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:n ja PFHxS:n, 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. PFxS:n, sen 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, kaapeli 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. 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.

3.4 Tekstiilijätteet (muualta kuin ajoneuvoista)

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 on myös kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa erityyppisissä tekstiilijätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä.

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
Julkisten tilojen tekstiilit (ennen vuotta 2019 valmistetut) • Huonekalujen tekstiiliverhoilut • Huonekalujen polyuretaani- ja polystyreenitäytteet • Verhot, ikkunakaihtimet, matot ja patjat	BDE-yhdisteet, HBCDD	20 01 11
Armeijan teltat	deka-BDE SCCP Pentakloorifenoli	20 01 11

Palonsuojattuja tekstiilejä on Suomessa käytetty erityisesti julkisissa tiloissa Rakennustietosäätiön julkaiseman RT-ohjekortin¹⁷ 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).

17 Rakennustietosäätiön ohje RT 08-11098: Sisusteiden paloturvallisuus. Julkiset tilat. 2012.

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 10.6.2023 alkaen lisättävät uudet PFAS-yhdisteet

POP-asetukseen lisättyjä uusia PFAS-yhdisteitä (PFOA ja PFHxS, 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:n ja PFHxS:n, 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 lian-hylkimistä ja kosteussuojaa.

3.5 Sammutusvaahdot

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 on myös kirjallisuuteen perustuvaa lisätietoa sammutusvaahtojätteissä esiintyvistä POP-yhdisteistä. Fluorittomat vaahdot eivät ole POP-jätettä.

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 jätenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä sammutusvaahtojäte	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätenimike
B-luokan sammutusvaahtodot Kalvovaahtonesteet (AFFF)	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

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). Vaahtonestetiivisteiden hyvän säilyvyyden takia varastoissa voi kuitenkin olla hyvin vanhojakin vaahtoja, joten PFOS-mahdollisuus on otettava huomioon.

POP-asetukseen 10.6.2023 alkaen lisättävät uudet PFAS-yhdisteet

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 rajoitustusti sallittua vuoteen 2025 saakka liikkuviin ja kiinteisiin 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-analyysillä¹⁸.

¹⁸ 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.

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 epäpuh-
tautena 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 sammutusvaahtoja voi tulla käsiteltäväksi jätteenä 2040-luvulle saakka (Ramboll, 2019).

3.6 Valokuvaustuotteiden jätteet

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.

Taulukko 7. Yhteenveto valokuvaustuotteiden jätteistä, jotka tulisi erotella todennäköisenä POP-jätteenä. Taulukkoon on lisäksi merkitty jätteen mahdollisesti sisältämä POP-yhdiste sekä kyseisen jätelajin jäte-asetuksen liitteen 3 jäteluettelon jätenimike.

POP-yhdisteitä todennäköisesti sisältävä valokuvaustuotteiden jäte	Mahdollinen POP-yhdiste	Jäteluettelon jätenimike
Röntgenkuvat ja -filmit	PFOS-yhdisteet	09 01 07, 09 01 08
Armeijan ilmakuvausmateriaali		
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.

POP-asetukseen 10.6.2023 alkaen lisättävät uudet PFAS-yhdisteet

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 korkeaa 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/cm². (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).

3.7 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 romutettavien ajoneuvojen muoviosat ja tekstiilit päätyvät pääosin kyseisiin jakeisiin (Ramboll, 2019). Ajoneuvojen palotusjäte (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/cm³ (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 paloituspölyssä 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 1 000 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. Kylmälaitteiden murskauksessa dekabromin pitoisuudet ovat puolestaan lähellä nollaa.

EU:n sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi (2012/19/EU)¹⁹ 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. 5 700 mg/kg ja alhaisen bromipitoisuuden jakeessa noin 360 mg/kg, kun alkuperäisessä murskeessa bromipitoisuus oli lähes 1 700 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.

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

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

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.

4 Tekniikoita POP-jätteiden tunnistamiseen

POP-yhdisteiden tunnistaminen yhdistetasolla on mahdollista ainoastaan laboratorio-menetelmin. Laboratorioanalytiikka perustuu bromattujen palonsuoja-aineiden, lyhytketjuisten klooriparafiinien tai muiden POP-yhdisteiden uuttoon ja analysointiin esimerkiksi kaasukromatografi-massaspektrometrisesti (GC-MS). Laboratorioanalytiikka soveltuu kuitenkin vain yksittäisiin pistokokeisiin ja erikoistutkimuksiin mm. hitautensa, hajottavien toimenpiteidensä ja kalleutensa vuoksi. (Retkin, 2012; Myllymaa ym., 2015; Ympäristöministeriö 2016a; Kauppi ym., 2019). Siten POP-yhdisteiden tunnistamista yhdistetasolla ei tällä hetkellä pystytä toteuttamaan teollisessa mittakaavassa.

Merkittävän ongelman POP-yhdisteiden tunnistamiselle jätteistä muodostaa jätteille soveltuvien laboratorioanalyysien osin heikko saatavuus ja saatavilla olevien palveluiden korkea hinta. Suomessa toimivien analyysipalveluja tarjoavien toimijoiden palveluvalikoima on rajatumpi verrattuna esimerkiksi Keski-Eurooppaan. Merkittävälle osalle POP-yhdisteistä ei vielä ole kehitetty jätteille sopivia standardoituja testimenetelmiä. Analyysimenetelmiä kuitenkin kehitetään jatkuvasti kansainvälisillä foorumeilla. Lisäksi analyysipalvelujen lisääntyvä kysyntä tulee todennäköisesti lisäämään soveltuvien analyysien tarjontaa myös Suomessa. Siten laboratorioanalyysien saatavuus tullee parantumaan lähivuosina.

Teollisessa mittakaavassa POP-yhdisteiden tunnistamisessa joudutaan usein käyttämään epäsuoria menetelmiä, kuten esimerkiksi tunnistamaan POP-yhdisteen sisältämiä alkuaineita. Alkuaineiden tunnistamiseen perustuvien menetelmien heikkoutena on, että mitattu alkuaineen pitoisuus voi olla peräisin myös muista kuin jätteen sisältämisestä POP-yhdisteistä. Esimerkiksi muovikappaleesta mitattu bromi voi olla HBCDD:n tai POP-BDE-yhdisteiden sijasta peräisin (osin tai kokonaan) muovin sisältämästä alkuainebromista tai sallituista bromatuista palonsuoja-aineista. Alkuaineen tunnistukseen perustuvan menetelmän tarkkuutta voidaan usein parantaa käyttämällä useamman eri menetelmän yhdistelmää. Alkuaineen tunnistamiseen voidaan esimerkiksi yhdistää erottelumenetelmä, joka tunnistaa eri muovilajeja. (Ympäristöministeriö, 2016). Alkuaineen tunnistamiseen perustuvien tunnistusmenetelmien tehokkuus tulisi varmentaa POP-yhdisteiden säännöllisillä laboratoriomittauksilla.

Teollisuudessa POP-jätteiden tunnistamisessa voidaan käyttää hyväksi myös esimerkiksi käyttöturvallisuustiedotteiden tietoja käytettyjen kemikaalien koostumuksesta. Kaikkien POP-yhdisteiden CAS-numerot löytyvät liitteestä 2. Teollisuudessa tulee huomioida myös prosessissa mahdollisesti tapahtuva POP-yhdisteiden tahaton muodostuminen

kemiallisten prosessien seurauksena. Esimerkiksi dioksiineja ja furaaneja, PCB-yhdisteitä, heksaklooributadieeniä, pentaklooribentseeniä ja polykloorinaftaleeneja voi syntyä tahattomasti polttoprosesseissa, joissa on läsnä klooria. (Ympäristöministeriö, 2016).

Luvussa 4.1 on esitetty yleisiä jätteiden näytteenottoon liittyviä standardeja ja luvussa 4.2 tässä oppaassa käsiteltyjen POP-yhdisteiden analysointiin soveltuvia kemiallisia analyysimenetelmiä. Kaupallisia teknologioita, jotka kirjallisuuden perustella soveltuvat POP-yhdisteiden sisältämien alkuaineiden tunnistamiseen, on kuvattu luvussa 4.3.

4.1 Näytteenotto ja analysointi

Ympäristönsuojelulaissa (209 S) säädetään mittausten ja tutkimusten laadunvarmistuksesta. Sen mukaan ympäristönsuojelulain täytäntöönpanon edellyttämät mittaukset, testaukset, selvitykset ja tutkimukset on tehtävä **pätevästi, luotettavasti ja tarkoituksenmukaisin menetelmin**.

POP-jätteiden näytteenotossa tulee noudattaa samoja periaatteita kuin muussakin jätteiden tutkimuksessa. Näytteenotto vaatii perehtyneisyyttä mm. näytteenoton edustavuuden varmistamiseen, erilaisiin näytteenottotekniikoihin sekä työsuojellisiin varotoimenpiteisiin. Näytteenotto tulee antaa vain asiantuntevan henkilön toteutettavaksi. Asiantuntemuksen todisteeksi voidaan näytteenottajalta edellyttää henkilösertifiointijärjestelmän avulla varmistettua pätevyyttä.

Ympäristönäytteenottajien henkilösertifiointi on vapaaehtoinen järjestelmä, jolla todetaan henkilön pätevyys näytteenottoon sekä ympäristömittaus- ja -havainnointitoimintaan. Pätevyydellä tarkoitetaan sitä, että henkilö tuntee tälle toiminnalle asetetut yleiset laatuvaatimukset ja että hänellä on järjestelmän mukaiset tiedot ja taidot. Henkilö voi varmistaa pätevyytensä yhdellä tai useammalla erikoistumisalalla. Sertifiointitoiminta perustuu standardiin SFS-EN ISO/IEC 17024 (Yleiset vaatimukset henkilösertifiointia varten perustetuille elimille). Sertifiointijärjestelmän mukaisen pätevystodistuksen myöntää Suomen ympäristökeskuksen asettama sertifiointiryhmä. Tarkempia tietoja henkilösertifiointijärjestelmästä löytyy mm. Suomen ympäristökeskuksen [www-sivuilta](http://www.sivuilta).²⁰

POP-yhdisteiden kvantitatiivinen analysointi jätteistä on hyvin haastavaa, koska jätteet ovat usein heterogeenisiä. Tutkimukset suorittavalta laboratoriolta tulee edellyttää voimassa olevaa laatujärjestelmää ja akkreditoitujen tai muutoin päteviksi todettujen

²⁰ http://www.syke.fi/fi-FI/Palvelut/Laatu_ja_laboratoriopalvelut/Ymparistonaytteenottajien_sertifiointipalvelu

menetelmien käyttöä. Laboratorion pätevyydestä kertoo myös osallistuminen ja onnistuminen laboratorioiden välisissä pätevyyskokeissa. Suomessa suurella osalla laboratorioista on standardiin SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 (Testaus- ja kalibroitilaboratorioiden pätevyys, yleiset vaatimukset) perustuva johtamisjärjestelmä (laatujärjestelmä), jolloin laboratoriolla on hyvät laadunvarmistusmenettelyt analyysitulostensa oikeellisuuden seuraamista varten.

Jätteiden näytteenotosta ja testiannosten valmistuksesta on hyväksytty seuraavia Euroopan standardointijärjestön CENin (European Committee for Standardization) standardeja²¹:

- SFS-EN 14899 Jätteiden karakterisointi. Jätemateriaalien näytteiden ottaminen. Näytteenottosuunnitelman laatiminen ja soveltaminen. 2014.
- CEN/TR 15310-1:2006 Characterization of waste - Sampling of waste materials - Part 1: Guidance on selection and application of criteria for sampling under various conditions.
- CEN/TR 15310-2:2006 Characterization of waste - Sampling of waste materials - Part 2: Guidance on sampling techniques.
- CEN/TR 15310-3:fi Jätteiden karakterisointi. Jätemateriaalinäytteiden ottaminen. Osa 3: Ohjeita näytteen jakamisesta kentällä. 2014.
- CEN/TR 15310-4:fi Jätteiden karakterisointi. Jätemateriaalien näytteenottaminen. Osa 4: Näytteen pakkaamista, säilyttämistä, kestäväointiä, kuljetusta ja toimitusta koskevia ohjeita. 2014.
- CEN/TR 15310-5:2006 Characterization of waste - Sampling of waste materials - Part 5: Guidance on the process of defining the sampling plan.
- CEN/TR 16130:2011 Characterization of waste - On-site verification.
- SFS-EN 16179 Liete, käsitelty biojäte ja maa-aines. Ohjeita näytteiden esikäsittelyyn. 2016.
- SFS-EN 16457:2014 Characterization of waste - Framework for the preparation and application of a testing programme - Objectives, planning and report.
- SFS-EN 15002:2015 Characterization of waste - Preparation of test portions from the laboratory sample.
- SFS-EN ISO 12404:2021:en Soil and waste. Guidance on the selection and application of screening methods.

Lisäksi Tukholman sopimus on valmistellut ohjeen²² näytteenoton ja analysoinnin tueksi (UNEP, 2021).

21 Etuliitteellä SFS-EN merkityt standardit ovat Suomessa vahvistettuja CEN-standardeja

22 Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions, 2021: Guidance on sampling, screening and analysis of persistent organic pollutants in products and recycling. Saatavissa www-sivulta <http://chm.pops.int/Implementation/NationalImplementationPlans/Guidance/tabid/7730/Default.aspx> (välilehti "Inventories")

4.2 Kemiaalisia analyysimenetelmiä POP-yhdisteiden määrittämiseksi

4.2.1 PCB:n analysointimenetelmiä

PCB:n analysoinnille on julkaistu standardit:

- SFS-EN 12766-1:en Petroleum products and used oils. Determination of PCBs and related products. Part 1: Separation and determination of selected PCB congeners by gas chromatography (GC) using an electron capture detector (ECD).
- SFS-EN 12766-2:en Petroleum products and used oils. Determination of PCBs and related products. Part 2: Calculation of polychlorinated biphenyl (PCB) content.
- SFS-EN 17322:2020:en Environmental Solid Matrices. Determination of polychlorinated biphenyls (PCB) by gas chromatography. Mass selective detection (GC-MS) or electron-capture detection (GC-ECD).

POP-asetuksen liitteiden IV ja V mukaan PCB:n pitoisuuden laskennassa on käytettävä eurooppalaisissa standardeissa EN 12766-1 ja EN 12766-2 vahvistettua laskentamenetelmää. Standardiin 12766 on sisällytetty kaksi eri laskentamenetelmää. Niistä menetelmän B on arvioitu soveltuvan paremmin jätteiden arviointiin. Se soveltuu esimerkiksi nestemäisille ja nestefaasin sisältäville jätteille ja alhaisille PCB-pitoisuuksille. Laskentamenetelmässä B PCB-pitoisuuden määrittelyyn käytetään kuutta PCB-kongeneeria, mitattavat kongeneerit ovat PCB-28, 52, 101, 138, 153 ja 180. PCB:n kokonaispitoisuuden laskennassa käytetään kerrointa 5, jotta analyysitulokset saataisiin vastaamaan kaikkien PCB-kongeneerien pitoisuutta jätteessä. (Ympäristöministeriö, 2019)

Arvio PCB-yhdisteiden tämänhetkisistä analyttisistä mahdollisuuksista: Suomessa on toimivia menetelmiä ja rutiinilaboratorioita PCB-yhdisteiden analysointiin erityyppisistä jätteistä. Laboratorioiden väliset vertailukokeet ovat mahdollisia myös Suomessa. Yllä luetellut PCB-yhdisteiden analyysimenetelmät eivät välttämättä sovellu suoraan PCB-yhdisteitä sisältäville kiinteille jätteille, mutta rutiinilaboratoriot ovat ottaneet standardien pohjalta muokattuja menetelmiä käyttöön jätteiden analysoinnissa.

4.2.2 PBDE-yhdisteiden analysointimenetelmiä

PBDE-yhdisteiden analysointiin soveltuvia tekniikoita ovat esimerkiksi (Ramboll, 2019):

- kaasukromatografi-massaspektrometri (GC-MS)
- IA-MS (ion attachment mass spectrometer) yhdessä DIP:n (direct injection probe) kanssa
- korkeapainenestekromatografi yhdessä UV-detektorin kanssa (HPLC-UV)

Näistä GC-MS on yleisimmin käytössä oleva tekniikka. (Ramboll, 2019). THL:n arvion²³ mukaan PBDE-yhdisteiden tarkka kvantitatiivinen analyysi GC-MS:llä on kuitenkin haastavaa, jos aineiden pitoisuus vaihtelee näytteissä jopa 50–100 000 mg/kg. Varsinkin korkean pitoisuuden näytteet olisi hyvä pystyä tunnistamaan ennen GC-MS analyysiä laitteen likaantumisen estämiseksi. Lisäksi THL:n arvion mukaan kvantitatiivinen analytiikka IA-MS-menetelmällä on haastavaa erittäin heterogeenisille matriiseille, koska menetelmässä ei käytetä sisäisiä standardeja.

PBDE-yhdisteiden määrittämiseen jätteistä on julkaistu standardi SFS-EN 16377:en Jätteiden karakterisointi. Bromattujen palonsuoja-aineiden määrittäminen kiinteistä jätteistä.

PBDE-yhdisteiden analysoinnista sähköteknisistä laitteista on julkaistu standardi SFS-IEC 62321-6:2015 Determination of certain substances in electrotechnical products - Part 6: Polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in polymers by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS).

Arvio PBDE-yhdisteiden tämänhetkisistä analyttisistä mahdollisuuksista: Tarkka kvantitatiivinen määrittäminen on vaativaa hyvin heterogeenisille jätelajeille, mutta on tehtävissä riittävän suuret kehitysresurssit omaavassa rutiinilaboratoriossa. Laboratorioiden välisten vertailukokeiden tulee olla kansainvälisiä, ellei kansallisiin vertailukokeisiin riitä tarvittavaa määrää osanottajia Suomesta. PCB-analyysijä tekevien rutiinilaboratorioiden kiinteiden jätteiden PCB-analyysiin kehittämät muokatut menetelmät saattavat laajennettuina sopia myös PBDE-analytiikkaan.

²³ THL:n 25.3.2022 päivätty lausunto THL/1022/4.00.00/2022 POP-jätteen tunnistusoppaan luonnoksesta

4.2.3 HBCDD:n analysointimenetelmiä

HBCDD:n analysointiin soveltuvia tekniikoita ovat esimerkiksi (Ramboll, 2019):

- kaasukromatografi-massaspektrometri (GC-MS)
- nestekromatografi-massaspektrometri (LC-MS)
- UHPLC-ESI-MS/MS (tandem mass spectrometry technique with electrospray ionization in negative mode)
- kaasukromatografi yhdistettynä liekki-ionisaatiodetektoriin (GC-FID); soveltuu analysointiin polystyreenivaahdosta

Kaasukromatografi-massaspektrometrin käyttö mahdollistaa HBCDD:n analysoinnin yhtä aikaa muiden bromattujen palonsuoja-aineiden kuten BDE-yhdisteiden kanssa (Ramboll, 2019). THL:n arvion²⁴ mukaan HBCDD:n tarkka kvantitatiivinen analyysi jopa GC-MS:llä on haastavaa, jos aineiden pitoisuus vaihtelee näytteissä jopa 50–100 000 mg/kg. Varsinkin korkean pitoisuuden näytteet olisi hyvä pystyä tunnistamaan ennen GC-MS analyysiä laitteen likaantumisen estämiseksi.

Heksabromisyklododekaanilla 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”²⁵ (Viskari ym., 2018). Menetelmä ei THL:n arvion mukaan sovellu HBCDD:n määrittämiseen muista materiaaleista kuin EPS- ja XPS-eristeistä, koska menetelmän uuttotehokkuus on riittämätön.

HBCDD:n tunnistamisesta sähköteknisistä laitteista on julkaistu standardi SFS-EN IEC 62321-9:2021:en Determination of certain substances in electrotechnical products - Part 9: Hexabromocyclododecane in polymers by chromatography-mass spectrometry (GC-MS).

Arvio HBCDD:n tämänhetkisistä analyttisistä mahdollisuuksista: Tarkka kvantitatiivinen määrittäminen on vaativaa hyvin heterogeenisille jätelajeille, mutta on tehtävissä riittävän suuret kehitysresurssit omaavassa rutiinilaboratoriossa. Laboratorioiden välisten vertailukokeiden tulee olla kansainvälisiä, ellei kansallisiin vertailukokeisiin riitä tarvittavaa määrää osanottajia Suomesta. PCB-analyysijä tekevien rutiinilaboratorioiden kiinteiden jätteiden PCB-analyysiin kehittämät muokatut menetelmät saattavat laajennettuina sopia myös HBCDD-analytiikkaan.

²⁴ THL:n 25.3.2022 päivätty lausunto THL/1022/4.00.00/2022 POP-jätteen tunnistusoppaan luonnoksesta

²⁵ <https://www.tamk.fi/web/tamk/-/palonsuoja-aine-hbcd-rakennuseristeissa-ja-pakkausmateriaaleissa-esiintyminen-tunnistaminen-ja-turvallinen-kasittely.html>

4.2.4 SCCP:n analysointimenetelmiä

Lyhytkestäisten klooriparafiinien analysointiin soveltuvia menetelmiä ovat esimerkiksi (Ramboll, 2019):

- kaasukromatografi-massaspektrometri (GC-MS) yhdistettynä GC-ECNI-MS:iin (electron capture negative ion mass spectrometry)
- GCxGC-ECD (2-dimensional gas chromatography combined with electron capture detection)
- TOF-MS (high resolution time of flight Mass Spectrometry)

Näistä GCxGC-ECD-menetelmää ei voida pitää rutiinitekniikkana.

SCCP:n analysoinnille eri materiaaleista on julkaistu seuraavia standardeja:

- SFS-EN ISO 12010:2019:en Water quality. Determination of short-chain polychlorinated alkanes (SCCP) in water. Method using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and negative-ion chemical ionization (NCI) (ISO 12010:2019).
- ISO 18635:2016 Water quality — Determination of short-chain polychlorinated alkanes (SCCPs) in sediment, sewage sludge and suspended (particulate) matter — Method using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and electron capture negative ionization (ECNI).
- SFS-EN ISO 18219-1:2021:en Leather. Determination of chlorinated hydrocarbons in leather. Part 1: Chromatographic method for short-chain chlorinated paraffins (SCCPs) (ISO 18219-1:2021).
- SFS-EN ISO 22818:2021:en Textiles. Determination of short-chain chlorinated paraffins (SCCP) and middle-chain chlorinated paraffins (MCCP) in textile products out of different matrices by use of gas chromatography negative ion chemical ionization mass spectrometry (GC-NCI-MS) (ISO 22818:2021).

Arvio SCCP-yhdisteiden tämänhetkisestä analyttisistä mahdollisuuksista: SCCP-yhdisteiden tarkka kvantitatiivinen määrittäminen on erittäin haastavaa hyvin heterogeenisille jätelajeille. Julkaistut standardit eivät juurikaan kuvaa jätefraktioita SCCP:n analysointia tekstiileistä koskevaa standardia lukuun ottamatta. Kansainväliset vertailukokeet ovat välttämättömiä, koska Suomessa ei riittävää määrää analytiikan hallitsevia laboratorioita. Myös tekniikoiden heterogeenisuus vaikeuttaa merkittävästi tulosten vertailtavuutta.

4.2.5 PFAS-yhdisteiden analysointimenetelmiä

Pohjoismaiden ministerineuvosto on julkaissut vuonna 2021 PFAS-yhdisteiden analyysimenetelmistä yhteenvetoraportin "Analytical Methods for PFAS in products and the Environment"²⁶ (Nordic Council of Ministers, 2022). Siihen on koottu kattavasti analyysimenetelmiä eri PFAS-yhdisteille ja materiaaleille.

Arvio PFAS-yhdisteiden tämänhetkisistä analyttisistä mahdollisuuksista: Toistaiseksi Suomessa on vain harvoja laboratorioita, jotka voivat analysoida POP-yhdisteiksi luokiteltuja PFAS-yhdisteitä jätteistä. Analyysimenetelmissä on vielä merkittäviä puutteita. Jätteen analysointiin soveltuvia standardoituja menetelmiä on toistaiseksi olemassa lähinnä vesipohjaisille nesteille kuten sammutusvaahdoille, sekä tekstiileille ja nahalle, mutta analyysimenetelmiä kehitetään aktiivisesti myös muille materiaaleille. Standardoitujen analyysimenetelmien puuttumisen vuoksi laboratorioiden tulosten vertailukelpoisuus on useille jätematriiseille heikko. Useille PFAS-yhdisteille ei myöskään ole saatavilla yhdisteiden pitoisuuksien analysoinnissa tarvittavia ulkoisia referenssimateriaaleja (Talasniemi ym., 2022). PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet sisältävät satoja eri yhdisteitä. Tukholman sopimuksen arviointikomitea valmistelee parhaillaan luetteloja siitä, mitkä PFOA:n ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet kuuluvat POP-säädösten piiriin. Kun standardoituja analyysimenetelmiä on käytettävissä, tarvitaan todennäköisesti kansainvälisiä laboratorioiden välisiä vertailukokeita ainakin menetelmien käyttöönoton alkuvaiheessa.

4.3 Alkuaineiden tunnistukseen perustuvia 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 virittyvät ja lähettävät niille ominaista karakteristista röntgensäteilyä.

XRF soveltuu bromin mittaamiseen esimerkiksi EPS/XPS-eristeistä sekä romuajoneuvojen tai sähkö- ja elektroniikkalaiteromun muoviosista. Käsikäyttöistä 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,

²⁶ <http://dx.doi.org/10.6027/temanord2022-510>

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 määrittystarkkuus. XRF-menetelmän määrittäysraja bromille on 10–100 mg/kg, mutta käytännössä määrittäysrajana käytetään 1000 mg/kg, koska sille on olemassa validoitu testimenetelmä. (Kauppi ym., 2019; Norin ym., 2020; Stockholm Convention, 2021a).

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-analysointilla asetoniuttoa käyttäen. Menetelmä on kuvattu Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisun ”Palosuoja-aine HBCD rakennuseristeissä ja pakkausmateriaaleissa – esiintyminen, tunnistaminen ja turvallinen käsittely”²⁷ (Viskari ym., 2018) liitteessä 2.

SSS-spektroskopia

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

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, 2021a).

²⁷ <https://www.tamk.fi/web/tamk/-/palosuoja-aine-hbcd-rakennuseristeissa-ja-pakkausmateriaaleissa-esiintyminen-tunnistaminen-ja-turvallinen-kasittely.html>

SSS-spektrometrin määrittämisraja bromille 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 erottelamaan 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 laserpulsси 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 määrittämisraja vaihtelee laitetyypin mukaan, parhailla laitteilla se on noin 1 mg/kg (Norin ym., 2020).

Tiheyserottelu / 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 fosforipohjaisia palonsuoja-aineita sisältävä PC/ABS-muovi ja palonsuojaamaton PC-ABS (Leslie ym., 2013; Ympäristöministeriö, 2016). Upotus-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 erottelulinjastoille 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, 2021a).

Fourier-muunnosinfrapunaspektroskopia (FTIR)

FTIR-spektroskopia perustuu molekyylin kemiallisten sidosten tunnistukseen infra-puna-absorptiospektrin avulla. Menetelmä mahdollistaa spesifisten yhdisteiden määrittelyn hyödyntäen tunnetun yhdisteen kalibrointispektriä. FTIR-analysointilaitteita 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, 2021a).

Raman-spektroskopia

Raman-spektroskopiaa käytetään erilaisten raaka-aineiden tunnistuksessa. Menetelmä perustuu molekyyliarakenteiden tunnistukseen. Raman-teknologia eroaa infrapuna- (IR) ja lähi-infrapuna (NIR) -menetelmistä, jotka pohjautuvat myös molekyyliarakenteiden 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, 2021).

5 Yhteenveto

Pysyviä orgaanisia yhdisteitä (POP-yhdisteet) sisältävien jätteiden jätehuoltovaatimuksista on säädetty EU:n POP-asetuksella (EU) 2019/1021. Asetuksen liitteessä IV on annettu pitoisuusrajat POP-yhdisteiden pitoisuudelle jätteissä. POP-jätteet (eli jätteet, jotka sisältävät POP-yhdisteitä vähintään yhtä suurina pitoisuuksina kuin liitteen IV pitoisuusrajat) on käsiteltävä asetuksessa säädetyillä menetelmillä siten, että jätteen sisältämät POP-yhdisteet hävitetään tai muunnetaan palautumattomasti sellaiseen muotoon, jolla ei ole pysyvien orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksia. POP-jätteen kierrätys on pääsääntöisesti kielletty. POP-asetuksen liitteessä V on myös säädetty POP-jätteitä koskeva ns. ylempi pitoisuusraja. Jos se ylittyy, on POP-jätteiden loppukäsittelylle asetettu lisärajoituksia. Kaikki POP-yhdisteille jätteissä säädetyt pitoisuusrajat on esitetty tämän oppaan liitteessä 2.

Jätelain muutoksella 714/2021 säädettiin uusista POP-jätteistä koskevista velvoitteista. Niiden mukaan:

- 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.

Kooste kaikista jätelain ja -asetuksen mukaisista kirjanpitovelvoitteista, siirtoasiakirjaa koskevista vaatimuksista sekä jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmaa koskevista vaatimuksista löytyy tämän oppaan liitteistä 5–7.

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. Kaikkien jätevirtojen osalta jätteen tuottajan tunnistusvastuu ei kuitenkaan ole käytännön kannalta toimiva ratkaisu, vaan jätteen vastaanottajalla tai käsittelylaitoksella 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 analyysjä yhteistoiminnassa jätteen tuottajan kanssa. 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.

Pysyviä orgaanisia yhdisteitä on aiemmin käytetty laajasti 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. Tässä oppaassa on keskitytty markkinoille saatetuissa pitkäikäisissä tuotteissa esiintyviin POP-yhdisteisiin. Oppaan luvussa 3 tarkastellaan seuraavien jätevirtojen sisältämiä POP-yhdisteitä:

- Rakennusten purkujätteet
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
- Romuajoneuvot
- Tekstiilijätteet (muualta kuin ajoneuvoista)
- Sammutusvaahdot
- Valokuvaustuotteiden jätteet
- Jätteiden mekaanisessa käsittelyssä syntyvät jätteet

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. Kirjallisuuskatsauksen lisäksi lukuun 3 on sisällytetty kunkin jätevirran osalta (lukuun ottamatta jätteiden mekaanisessa käsittelyssä syntyviä jätteitä) taulukko niistä jätteistä, jotka tulisi erotella ja käsitellä POP-jätteenä, ellei käytettävissä ole todellista tietoa jätteen sisältämistä POP-yhdisteistä ja niiden pitoisuuksista. Taulukossa 8 on esitetty yhteenveto näistä jätteistä.

Taulukko 8. Yhteenveto jätteistä, jotka tulisi erotella ja käsitellä POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja voi osoittaa, että jäte sisältää POP-yhdisteitä alle POP-jätteille asetetun pitoisuusrajan. Oppaan jätevirta-kohtaisissa taulukoissa 2–7 on esitetty tarkempia tietoja eroteltavista jätteistä ja niiden sisältämistä POP-yhdisteistä.

Rakennusten purkujätteet

Betonelementtien sekä ikkunoiden ja ovien saumaussmassat 1950–1990-luvuilla rakennetuista ja julkisivusaneeratuista rakennuksista

EPS- ja XPS-eristeet (lukuun ottamatta routaeristeitä) 1980–2017 rakennetuista rakennuksista

Rakennuksista puretut muut muovit 1970–2020 rakennetuista rakennuksista:

- Muoviset eristemateriaalit; esimerkiksi lämpöeristeet (muut kuin EPS- ja XPS), lämmitysputkien ja ilmastointijärjestelmien eristeet
- Puuta matkivat materiaalit
- Äänieristeet
- Sähköjohtojen ja kaapelien läpivientikanavat, ilmanvaihtokanavat

Rakennusten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosat, kuten johdot ja jakorasiat

Ennen vuotta 2016 valmistetut teollisuuden hihnakuljettimet (erityisesti kaivosteollisuudesta)

Patotiivisteet (ennen vuotta 2016 valmistetut)

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu

Ennen 1980-lukua valmistetut muuntajat ja kondensaattorit

Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muoviosat

Piirilevyt

Laavalamput, ennen vuotta 2013 valmistetut

Romuaajoneuvojen jätteet

Ajoneuvojen kovat muoviosat (erityisesti polttoainejärjestelmien, pyroteknisten laitteiden, jousituksen ja sisustuksen muoviosat sekä lujitetut muoviosat)

Ajoneuvojen elektroniikan koteloinnit ja muut elektroniikan muoviosat

Ajoneuvojen penkkien polyuretaani

Ajoneuvojen EPS/XPS-eristeet, ennen vuotta 2016 valmistetuista ajoneuvoista

Ajoneuvojen tekstiilit:

- Istuinten verhoilut ja taustakankaat
- Muut sisustusmateriaalit

Ajoneuvojen nahkaverhoilut

Tekstiilijätteet (muualta kuin ajoneuvoista)

Julkisten tilojen tekstiilit (ennen vuotta 2019 valmistetut)

- Huonekalujen tekstiiliverhoilut
- Huonekalujen polyuretaani- ja polystyreenitäytteet
- Verhot, ikkunakaihtimet, matot ja patjat

Armeijan teltat

Sammutusvaahdot

B-luokan sammutusvaahdot

Kalvovaahtonesteet (AFFF)

Valokuvaustuotteiden jätteet

Röntgenkuvat ja -filmit

Armeijan ilmakehuvausmateriaali

Muut korkea fotosensitiivisyyttä vaativat kuvat ja filmit

Jätteen mekaanisen käsittelyn (kuten murskaus- ja lajittelulaitosten) osalta oppaassa ei ole määritelty, mitkä prosesseissa syntyvät jätteet tulisi katsoa POP-jätteeksi. Sen sijaan jätteen mekaanisessa käsittelyssä, jossa käsitellään romuajoneuvoista, sähkö- ja elektronikalaitteista ja rakennusten purkamisesta peräisin olevia jätteitä, tulisi säännöllisesti selvittää POP-yhdisteiden pitoisuuksia niistä jätejakeista, joihin käsiteltävän jätteen muovit, kumi ja tekstiilit päätyvät. POP-yhdisteet tulisi myös huomioida näitä jätteitä käsittelevien käsittelylaitosten luvissa ja lupien valvonnassa. Mikäli esimerkiksi romuajoneuvoista, SE-laitteista tai rakennusten purkamisesta peräisin olevia muoveja halutaan kierrättää, on niistä eroteltava bromia sisältävät muovit erilleen pois kierrätykseen menevästä jätteestä, jotta vältetään syntyvän uusiomateriaalin saastuminen POP-yhdisteiksi luokitelluilla bromatuilla palonsuoja-aineilla. POP-yhdisteitä sisältävää jätettä ei saa laimentaa tai sekoittaa muihin jätteisiin ainoastaan pitoisuuden alentamiseksi alle POP-pitoisuusrajan.

POP-yhdisteiden tunnistaminen yhdistetasolla on mahdollista ainoastaan laboratorio-menetelmin. Laboratorioanalytiikka soveltuu kuitenkin vain yksittäisiin pistokokeisiin ja erikoistutkimuksiin mm. hitautensa, hajottavien toimenpiteidensä ja kalleutensa vuoksi. Siten POP-yhdisteiden tunnistamista yhdistetasolla ei tällä hetkellä pystytä toteuttamaan teollisessa mittakaavassa. Käytännössä POP-yhdisteiden tunnistamisessa joudutaan usein käyttämään epäsuoria menetelmiä, kuten esimerkiksi tunnistamaan POP-yhdisteen sisältämiä alkuaineita. Oppaan lukuun 4 on koottu POP-jätteiden näytteenottoon ja analysointiin liittyviä standardeja sekä tietoja alkuaineen tunnistamiseen perustuvista menetelmistä.

Tällä hetkellä keskeisen ongelman POP-yhdisteiden tunnistamiselle jätteistä muodostaa jätteille soveltuvien analyysipalvelujen heikko saatavuus ja saatavilla olevien palveluiden

korkea hinta. Suomessa analyysipalveluja tarjoavien toimijoiden palveluvalikoima on rajatumpi verrattuna esimerkiksi Keski-Eurooppaan. Merkittävälle osalle POP-yhdisteistä ei ole jätteille sopivia standardoituja testimenetelmiä. Analyysimenetelmiä kuitenkin kehitetään jatkuvasti kansainvälisillä foorumeilla. Lisäksi analyysipalvelujen lisääntyvä kysyntä tulee todennäköisesti lisäämään soveltuvien analyysien tarjontaa myös Suomessa. Siten analyysien saatavuus parantunee lähivuosina.

Liite 1. Tietoja POP-yhdisteiden edelleen sallituista käyttökohteista, käytön lopetuksesta sekä tuotteista ja materiaaleista, jotka saattavat sisältää POP-yhdisteitä

Taulukko 1. Taulukko kattaa POP-asetuksen liitteeseen I sisällytetyt yhdisteet komission delegoituun asetukseen (EU) 2021/277 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, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f, 2013g, 2013h, 2017a, 2017b, 2017c, 2017d, 2018; Ympäristöministeriö, 2016)

Aldriini	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää aldriinia	Torjunta-aine
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Käytössä vuosina 1956–1966. Markkinointi ja käyttö kielletty vuonna 1972.
Dieldriini	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää dieldriiniä	Torjunta-aine Puunsuoja-aine (vaneri)
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Käytössä vuosina 1961–1965. Markkinointi ja käyttö kielletty vuonna 1972. Suomessa puunsuojattu vaneri päätyntyn vientiin.
Diklooridifenyylitrikloorietaani (DDT)	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää DDT:tä	Torjunta-aine
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Käytetty pelto- ja puutarhaviljelyssä, metsäkäytössä, asunnoissa, varastoissa ja kotieläinsuojissa. Käyttö kielletty Suomessa 1976.
Dikofoli	
Käyttö	Torjunta-aine
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Dikofolia on käytetty Suomessa tuholaisten torjuntaan 1960–1991. Myynti loppunut 1990.

Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)	
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 • Jätteenpolton tuhkat ja kuonat • Metalliteollisuuden kaasunpuhdistuspölyt ja -jäämät
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei ole valmistettu tarkoituksella
Endosulfaani	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää endosulfaania	Torjunta-aine
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 tiettävästi 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.
Endriini	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää endriiniä	Torjunta-aine
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Markkinointi, myynti ja käyttö kielletty vuonna 1969. Käyttö oli mahdollista kiellon jälkeen metsätaimistoilla torjunta-aineviranomaisen luvalla myyrien torjuntaan ainakin vuoteen 1975 saakka.
Heksabromibifenyyl (HBB)	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää heksabromibifenyylä	Palonsuoja-aine: • Lämpökestoiset muovit (erityisesti ABS-muovi) • Elektroniikkatuotteet • Autoteollisuuden päällysteet • Polyuretaanivaaho Lakat
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Aineen käyttöä on korvattu jo 1980-luvulla bromidifenyylieettereillä.

Heksabromisyklododekaani (HBCDD)

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää HBCDD:tä

Palonsuoja-aine:

- Rakennuseristeiden polystyreenivahto (EPS ja XPS)
- Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovikotelot
- Videokasettikotelot
- Stereoiden ja videosoitinien kuoret
- Jakorasiat
- Sisutustekstiilit
- Ajoneuvojen penkit, sisustus ja korin osat

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-asetuksen liitteen I mukaan aineet, seokset ja esineiden palonsuojatut osat saavat sisältää HBCDD:tä tahattomana jäämänä enintään 100 mg/kg (0,01 paino-%).

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.

Heksaklooribentseeni (HCB)

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää heksaklooribentseeniä

Puunsuoja-aine

Torjunta-aine

Liutin maali-, muovi-, kemian-, tekstiili- ja metalliteollisuudessa

Kloorin, suolahapon ja muiden klooripitoisten teollisuuskemikaalien valmistuksen sivutuote

Ilotulitteet

Syntyy tahattomasti polttoprosesseissa

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

Ei enää sallittuja käyttökohteita.

Torjunta-ainekäyttö kiellettiin Suomessa 1996, mutta maatalouskäyttö päättyi jo 1970-luvulla. HCB:n käyttö ja sitä sisältävien valmisteiden tuonti ja vienti kiellettiin Suomessa 2002.

Heksaklooributadieeni (HCBD)

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää HCBD:tä

Lämmönsiirtonesteet
Muuntajanesteet
Hydrauliikkaneesteet
Gyroskoopit
Alumiinin ja grafiittisauvojen tuotanto
Liuotin (kumi ja muut polymeerit)
Kloorattujen hiilivetyjen valmistuksen sivutuote
Torjunta-aine
Syntyy tahattomasti polttoprosesseissa, joissa läsnä klooria, esimerkiksi jätteenpoltossa

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

HCBD:n tarkoituksellinen valmistus on lopetettu Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa jo 1980-luvulla.

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.

Heksakloorisykloheksaanit: Lindaani (gamma-HCH)

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää lindaania

Torjunta-aine
Ihmisten ja eläinten ulkoloisten torjunta-aineet, kuten täishampoot
Puunsuoja-aine

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

Ei enää sallittuja käyttökohteita

Käytettiin mm. kasvihuoneissa, avomaan puutarhaviilijelyssä, metsätaimien hoitoon sekä sahoilla. Maatalouskäyttöä rajoitettiin 1971, jonka jälkeen ainetta sai käyttää vain siementen peittaukseen, juuriston käsittelyyn ja taimien hoitoon sekä puutavaran suojaukseen. Lisäksi metsien tuholaitorjunnassa sallittiin luvunvarainen käyttö. Maatalouskäyttö kiellettiin 1988. Biosidikäyttö sallittu 2007 asti. Puutavaran suojaukseen käyttö loppui 1990-luvun puoleenväliin mennessä. Käytetty ihmisten ja eläinten ulkoloisten torjuntaan 1990-luvun lopulle saakka.

Heksakloorisykloheksaanit: muut isomeerit kuin lindaani (alfa- ja beta-HCH)

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

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

Ei enää sallittuja käyttökohteita.
Teknistä HCH:tä käytetty liuottimena 1990-luvun alkupuolella.

Heptakloori	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää heptaklooria	Torjunta-aine Puunsuoja-aine
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.
Klordaani	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää klordaania	Torjunta-aine Puunsuoja-aine
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Kiellettiin torjunta-aineena 1972 ja käyttö puunsuoja-aineena lopetettu vuonna 1994.
Klordekoni	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää klordekonia	Torjunta-aine
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Ei enää sallittuja käyttökohteita. Ei tiettävästi ole käytetty Suomessa.
Lyhytketjuiset klooriparafiinit (SCCP)	
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) Hihnakuuljettimet Maalit, liimat Metallin työstönesteet Voiteluöljyt Laavalamput
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	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. SCCP:tä sisältävien kaivosteollisuuden hihnakuuljettimien 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.

Mireksi

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää mireksiä

Torjunta-aine

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

Ei enää sallittuja käyttökohteita.
Ei ole koskaan rekisteröity tai käytetty Suomessa.

Pentaklooribentseeni

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

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

Ei enää sallittuja käyttökohteita.

Pentakloorifenoli ja sen suolat ja esterit

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää pentakloorifenolia ja sen suoloja ja estereitä

Pentakloorifenolia käytetty Suomessa 1930-luvulta saakka. Käyttöä rajoitettiin vuonna 1993 ja se kiellettiin kokonaan vuonna 2000.
Käytetty puunsuoja-aineena ja esiintynyt epäpuhtautena sinistymisenesto-aineessa KY-5. KY-5 sisälsi pentakloorifenolia oli noin 5–15 paino-%:a. Tavataan toisinaan kestopuu-jätteessä (esimerkiksi puhelin-, sähkö- ja aidanpylväät). Merkittävää maaperän ja pohjaveden saastumista on tapahtunut saha-alueilla, joilla on käytetty KY-5:ä.

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

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-%).

Perfluoriheksaanisulfonihappo (PFHxS), sen suolat ja PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet

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
Kiillotus-, pesu- ja puhdistusaineet
Puolijohteet mm. sähkö- ja elektroniikkalaitteissa ja ajoneuvoissa
Suksivoitteet
Tarttumattomaksi pinnoitetut keittiövälineet
Ruokapakkaukset

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

Käytölle ei ole vielä asetettu rajoitteita EU:n REACH-asetuksessa tai POP-asetuksen liitteessä I.

Perfluorioktaanihappo (PFOA), sen suolat ja PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PFOA:a, sen suoloja ja PFOA:n kanssa samankaltaisia yhdisteitä

Sammutusvaahdot

Vettä ja likaa hylkiviksi käsiteltyt 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 sähkökaapeliin pinnoitteet

Röntgenfilmit ja valokuvaustuotteet

Fluorielastomeerien ja fluoripolymeerien (kuten PTFEn) valmistus

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

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 (0,000025 paino-%).

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-%).

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 5.7.2022.

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 jääminä enintään 1 mg/kg (0,0001 paino-%). PTFE-mikropulverien valmistuksessa ja käytössä on vältettävä PFOA-päästöjä tai, jos se ei ole mahdollista, vähennettävä niitä mahdollisimman paljon. Komissio tarkastelee uudelleen ja arvioi tätä vapautusta viimeistään 5.7.2022.

PFOA:n, sen suolojen ja PFOA:n kanssa samankaltaisten yhdisteiden valmistus, markkinoille saattaminen ja käyttö on kuitenkin sallittua seuraaviin tarkoituksiin:

- fotolitografia tai syövytysmenetelmät puolijohteen valmistuksessa 4.7.2025 asti;
- filmien valokuvapinnoitteet 4.7.2025 asti;
- öljyä ja vettä hylkivät tekstiilit, joilla suojellaan työntekijöitä heidän terveydelleen ja turvallisuudelleen riskejä aiheuttavilta vaarallisilta nesteiltä, 4.7.2023 asti;
- invasiiviset ja implantoitavat lääkinnälliset laitteet 4.7.2025 asti;
- polytetrafluoroetyleenin (PTFE) ja polyvinylideenifluoridin (PVDF) valmistus seuraavien tuotantoa varten 4.7.2023 asti:
 - suorituskykyiset korroosionkestävät kaasusuodatinkalvot, vesisuodatinkalvot ja kalvot lääkinnällisiä tekstiilejä varten,
 - teollisuusjätteen lämmönvaihdinlaitteisto,
 - teolliset tiivistysaineet, joilla voidaan estää haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja PM_{2,5}-hiukkasten vuoto

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), on asetuksessa luetelluin ehdoin sallittua 4.7.2025 asti.

Perfluorioktyylijodidia sisältävän perfluorioktyyliibromidin käyttö lääkkeiden valmistamiseen on sallittua. Komissio tarkastelee uudelleen ja arvioi tätä viimeistään 31.12.2026 sekä sen jälkeen joka neljäs vuosi 31.12.2036 saakka.

PFOA:a, sen suoloja ja/tai PFOA:n kaltaisia yhdisteitä sisältävien esineiden käyttö on sallittua, jos ne ovat olleet käytössä ennen 4.7.2020.

Lääkinnällisissä 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.

Perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) ja sen johdannaiset

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PFOS-yhdisteitä

Sammutusvaahdot
Pintakäsittelyt 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

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

POP-asetuksen liitteen I mukaan aine tai seos saa sisältää perfluorioktaani-sulfonaatteja 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/m² pinnoitetusta materiaalista.

Jos päästömäärät ympäristöön on minimoitu (käyttäen parasta käyttökelpoista tekniikkaa), on aineen valmistus ja saattaminen markkinoille käytettäväksi sumunestoina kromi- (VI) -kovakromauksessa suljetuissa järjestelmissä sallittu 7.9.2025 saakka.

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.

Polyklooratut bifenyylit (PCB)	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PCB-yhdisteitä	Muuntajat ja kondensaattorit Elementtitalojen saumaussmassat Lämpölasién tiivistysmassat Hydrauli-, voitelu- ja työstö-öljyt Maalit ja lakat
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	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 dm³ laitteistot piti poistaa käytöstä 1999 (VNp 711/1998). POP-asetuksen liitteen I mukaan laitteet, joiden PCB-pitoisuus on yli 0,005 prosenttia ja jotka sisältävät PCB-yhdisteitä yli 0,05 dm³, on tunnistettava ja poistettava käytöstä viimeistään 31.12.2025. 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.
Polyklooratut naftaleenit (PCN)	
Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää PCN-yhdisteitä	Puunsuoja-aine Lisäaine maaleissa ja moottoriöljyissä Kaapelién eristeet Kondensaattorit Elektrolyyttiset kiillotus- ja peittäusaineet Väriaineiden raaka-aine Syntyy tahattomasti polttoprosesseissa, jos läsnä on klooria
Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja	Käyttö on käytännössä päättynyt 1970-luvulla. 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.

Tetra-, penta-, heksa- hepta- ja dekabromidifenyylietteri (BDE)

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat tetra-, penta-, heksa-, hepta- ja deka-BDE:tä

Palonsuoja-aine, mm:

- Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden muovikuoret (mm. ABS- ja HIPS-muovista valmistetut kovamuoviosat)
- Piirikortit
- Kylmälaitteiden eristeet
- Ajoneuvojen kovat muoviosat, kuten puskurit ja kojelaudat
- Ajoneuvojen tekstiili- ja nahkaverhoilut
- Polyuretaanivaahdosta valmistetut ajoneuvojen penkkien ja huonekalujen pehmusteet, patjat
- Muovia sisältävät rakennustuotteet kuten puu-muovikomposiitit, äänieristyslevyt, eristeet
- Huonekalut, nahkatuotteet ja tekstiilit
- Kierrätysmuoveista valmistetut tuotteet (tahaton kontaminaatio)

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

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-%). Komissio tarkastelee tätä poikkeusta uudelleen 16.7.2021 mennessä.

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).

Deka-BDE:n valmistus, markkinoille saattaminen ja käyttö on edellä esitetystä poiketen sallittua myös:

- tiettyjen ilma-alusten valmistukseen 2023 saakka
- tiettyjen ilma-alusten varaosien valmistukseen
- tiettyjen moottoriajoneuvojen varaosien valmistukseen

Tetra-, penta-, heksa- tai hepta-BDE:tä ainesosanaan sisältävän tavaran käyttö on edelleen sallittua, jos se on ollut käytössä jo ennen 25.8.2010. Dekabromidifenyylietteriä sisältävän esineen käyttö on edelleen sallittua, jos se on ollut käytössä ennen 15.7.2019.

Toksafeeni

Tuotteita ja materiaaleja, jotka voivat sisältää toksafeenia

Torjunta-aine

Edelleen sallittuja käyttökohteita / käytön lopetustietoja

Ei enää sallittuja käyttökohteita.

Markkinointi, myynti ja käyttö kielletty Suomessa vuonna 1969.

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

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 2.4.

Taulukossa on esitetty kaikki POP-asetuksen liitteisiin IV ja V sisällytetyt POP-yhdisteet ja niille säädetyt pitoisuusrajat, asetuksella (EU) 2022/2400 säädetyt muutokset näihin pitoisuusrajoihin, sekä POP-yhdisteiden CAS-numerot.

Pysyvä orgaaninen yhdiste	CAS-numero	Alempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite IV) ≥	Liitteen IV pitoisuusraja 10.6.2023 alkaen ≥	Ylempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite V) >	Liitteen V pitoisuusraja 10.6.2023 alkaen >
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
Diöldriini	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	-
Heksabromibifenylyli (HBB)	36355-01-8	50 mg/kg	-	5 000 mg/kg	-
Heksabromisyklodekaani (HBCDD)	25637-99-4; 3194-55-6; 134237-50-6; 134237-51-7; 134237-52-8	1 000 mg/kg	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	-
Klordaani	57-74-9	50 mg/kg	-	5 000 mg/kg	-
Klordekoni	143-50-0	50 mg/kg	-	5 000 mg/kg	-
Lyhytketjuiset klooratut parafinit (SCCP) (alkaanit C10-C13)	85535-84-8 ja muut	10 000 mg/kg	1 500 mg/kg	10 000 mg/kg	-
Mireksi	2385-85-5	50 mg/kg	-	5 000 mg/kg	-

Pysyvä orgaaninen yhdiste	CAS-numero	Alempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite IV) ≥	Liitteen IV pitoisuusraja 10.6.2023 alkaen ≥	Ylempi pitoisuusraja (POP-asetuksen liite V) >	Liitteen V pitoisuusraja 10.6.2023 alkaen >
Pentaklooribentseeni	608-93-5	50 mg/kg	-	5 000 mg/kg	-
Pentakloorifenoli	87-86-5 ja muut	-	100 mg/kg	-	1 000 mg/kg
- Perfluoriheksaanisulfonihappo (PFHxS) ja sen suolat - PFHxS:n kanssa samankaltaiset yhdisteet, pitoisuuksien summa	355-46-4 ja muut	-	1 mg/kg 40 mg/kg	-	50 mg/kg 2 000 mg/kg
- Perfluorioktaanihappo (PFOA) ja sen suolat - PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet, pitoisuuksien summa	335-67-1 ja muut	-	1 mg/kg 40 mg/kg	-	50 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 (PCDD/PCDF) - Polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit ja dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet (PCDD/PCDF + DL-PCB)	Ei CAS-numeroa	15 µg TEQ/kg -	- 5 µg TEQ/kg*)	5 000 µg TEQ/kg -	- 5 000 µg TEQ/kg
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	1 000 mg/kg	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	-

*) Siirtymäsäännökset: Biomassan poltossa lämmön ja energian tuottamiseksi syntyvälle lentotuhkalle sovelletaan 30.12.2023 saakka pitoisuusrajaa 10 µg TEQ/kg. Kotitalouksien polton tuhkillle 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.

Liite 3. Tukholman sopimukseen mahdollisesti lisättäviä uusia aineita

Taulukkoon on koottu tiedot Tukholman sopimukseen lisättäväksi esitetyistä uusista aineista.

Yhdiste	Tilannearvio yhdisteen sisällyttämisestä EU:n POP-asetukseen
Dechlorane Plus (1, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 17, 18, 18-Dodecachloropenta-cyclo[12.2.1.16,9.02,13.05,10]octadeca-7,15-diene) (CAS 13560-89-9; 135821-03-3; 135821-74-8)	Ehdotus Dechlorane Plus:n lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehtiin vuonna 2019. Tunnistettu REACH-asetuksen erityistä huolta aiheuttavaksi aineeksi (SVHC). ECHAN tieteelliset komiteat ovat tukeneet lokakuussa 2022 Dechlorane Plus:n valmistuksen, käytön ja markkinoille saattamisen rajoittamista EU:ssa. Dechlorane Plus:ia käytetään palonsuoja-aineena sähköjohtojen ja -kaapeleiden pinnoitteissa, muovisissa päällysteissä, TV- ja tietokonemonitoreissa ja polymeereissä kuten nylonissa ja polypropeenimuovissa. (Stockholm Convention, 2019a)
Metoksikloori (CAS 72-43-5)	Ehdotus metoksikloorin lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehti vuonna 2019. Käytetty torjunta-aineena hyönteisten torjuntaan (Stockholm Convention, 2019b). EU:ssa käyttö kielletty vuodesta 2002.
UV-328 (2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol) (CAS 25973-55-1)	Ehdotus UV-328:n lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehti vuonna 2020. Tunnistettu REACH-asetuksen erityistä huolta aiheuttavaksi aineeksi (SVHC) ja sen käyttö on säädetty EU:ssa luovanvaraiseksi lokakuusta 2023 alkaen (REACH-asetuksen liite XIV). Käytetään UV-säteilyltä suojaavana lisäaineena läpinäkyvissä muoveissa, pinnoitteissa, henkilökohtaisissa hygieniatuotteissa, painomusteissa ja elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa (Stockholm Convention, 2020).
Klorpyrifossi (CAS 2921-88-2)	Ehdotus klorpyrifossin lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehti vuonna 2020. Käytetty torjunta-aineena ja biosidina hyönteisten torjuntaan. Käyttö biosidina päättyi EU:ssa vuonna 2008 ja kasvinsuojelu-aineissa 2019. (Stockholm Convention, 2021b)

Yhdiste	Tilannearvio yhdisteen sisällyttämisestä EU:n POP-asetukseen
Keskipitkäketjuiset klooratut parafiinit (MCCP) (alkaanit C14-C17) (CAS 85535-85-9 ja muut)	Ehdotus MCCP:n lisäämisestä Tukholman sopimukseen tehtiin vuonna 2021. Tunnistettu erityistä huolta aiheuttavaksi aineeksi (SVHC). EU:n valmistusta, käyttöä ja markkinoille saattamista koskevan rajoitusehdotuksen käsittely alkamassa ECHAN komiteoissa syyskuussa 2022. Käytetty mm. muovinpehmentimenä pehmeässä PVC:ssä, metallien leikkaus- ja työstönesteissä, rasvoissa ja vaihteisto-öljyissä, palonsuoja-aineena kumissa, tekstiileissä ja nahka-tuotteissa sekä maaleissa, liimoissa ja tiivistysaineissa.
Pitkäketjuiset perfluorikarboksyylihapot (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. Kuuluvat PFAS-yhdisteisiin, käytetään mm. pintakäsittelyaineena ja fluoripolymeerien valmistuksessa (Stockholm Convention, 2021c).
D4 (Oktametyylisyklotetrasiloksaani) (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, 2022b; Gentry ym., 2017)

Liite 4. Jätenimikkeet, joiden varastointiin pysyvästi vaarallisten jätteiden 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, syvälle turvalliseen kallioperään tai suolakaivokseen voidaan myöntää jätteille, jotka on luokiteltu johonkin seuraavista EU:n jäteluettelon (komission päätös 2014/955/EU)²⁸ kuusinumerotason nimikkeistä:

Toiminto, jossa jäte syntyy	Jätteet, joita poikkeus voi koskea	EU:n jäteluettelon ¹⁾ nimikkeet
Voimalaitoksissa ja muissa polttolaitoksissa sekä jätteenpoltto- 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 ²⁾	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*
Rauta- ja terästeollisuudessa syntyvät jätteet	Kaasujen käsittelyssä syntyvät kiinteät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 02 07*
Alumiinin pyro-metallurgijätteet	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 kuulamyllypöly) jotka sisältävät vaarallisia aineita	10 03 19* 10 03 21*

28 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) (EUVL L 370, 30.12.2014, s. 44)

Toiminto, jossa jäte syntyy	Jätteet, joita poikkeus voi koskea	EU:n jäteluettelon ¹⁾ nimikkeet
Lyijyn pyro-metallurgiajätteet	Primääri- ja sekundäärituotannossa syntyvät kuonat ja skimmingjätteet	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*
	Savukaasujen suodatuspölyt sekä kaasujen käsittelyssä syntyvät kiinteät jätteet	10 06 03 10 06 06*
Muiden ei-rauta-metallien pyro-metallurgiajätteet	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*
	Betonin, tiilien, laattojen ja keramiikan seokset tai lajitellut jakeet, jotka sisältävät vaarallisia aineita	17 01 06*
Rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet (ml. pilaantuneilta alueilta kaivetut maa-ainekset)	Maa- ja kiviainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita	17 05 03*
	Muut kuin vaarallisia aineita sisältävät maa- ja kiviainekset ²⁾	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 ²⁾	20 01 41

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

2) Lisätty asetuksella (EU) 2022/2400, jota sovelletaan 10.6.2023 alkaen

Liite 5. Kirjanpitovelvoitteet

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

Toiminnanharjoittajan jätelain 118 §:n mukaiset kirjanpitovelvoitteet

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 tarkoitetussa toiminnassa syntyneen jätteen määrästä suhteessa liikevaihdon, työntekijöiden määrällä tai muulla vastaavalla tavalla ilmaistuun toiminnan laajuuteen (*ominaisjättemäärä*).

118 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitetun toiminnan kirjanpitoon on sisällytettävä tiedot jätteen valmistelussa uudelleenkäyttöön, kierrätyksessä tai muussa hyödyntämisessä syntyvien tuotteiden ja materiaalien määrästä ja käyttötarkoituksesta tuote- ja materiaali-ryhmittäin 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 edellytettyjä yhdyskuntajätevesilietteen tuottajan kirjanpitotietoja yhdyskuntajätevesilietteestä.)

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: - Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan - Koostumus, jos on kyse seoksesta - Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus - Muut ominaisuudet
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): - Vaaraton jäte - Vaarallinen jäte - POP-jäte - Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)

Raportoitava tieto (33 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Toiminta, jossa jäte on syntynyt	Valitaan seuraavista: • Maa-, metsä- ja kalatalous • Teollisuus • Rakentaminen (sisältää uudisrakentamisen, korjausrakentamisen ja purkamisen) • Yhdyskunnat (asuminen, hallinto, kauppa ja palvelut) • Kaivannaistoiminta • Energiahuolto • Jätehuolto ja kierrätys • Muu (täsmennettävä mikä)
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	• Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot • Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot
Jätteen käsittelypaikka, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi	Esimerkiksi vastaanottajan toimipaikan tai laitoksen nimi ja osoite tai, jos jäte toimitetaan esimerkiksi hyödynnettäväksi maarakentamisessa, työmaan osoite. ¹⁾
Jätteen käsittelytapa, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi	• Jätteen käsittelytavan sanallinen kuvaus • Käsittelytoimen luokitus jäteasetuksen liitteen 1 tai 2 mukaisesti (R- tai D-koodi)

1) Valtioneuvoston asetuksen 978/2021 33 §:n perusteet

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

Ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukon 1 ja 2 kohdassa 13 tarkoitetussa jätteen ammatteisessa tai laitosmaisessa 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.

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: - Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan - Koostumus, jos on kyse seoksesta - Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus - Muut ominaisuudet
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): - Vaaraton jäte - Vaarallinen jäte - POP-jäte - Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)
Maa, josta jäte on peräisin	
Suomessa peräisin olevasta jätteestä toiminta, jossa jäte on syntynyt	Valitaan seuraavista: - Maa-, metsä- ja kalatalous - Teollisuus - Rakentaminen (sisältää uudisrakentamisen, korjausrakentamisen ja purkamisen) - Yhdyskunnat (asuminen, hallinto, kauppa ja palvelut) - Kaivannaistoiminta - Energiahuolto - Jätehuolto ja kierrätys - Muu (täsmennettävä mikä)
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	- Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot - Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot
Jätteen edellisen kuljettajan tunnistetiedot, jos jäte tuodaan muualta	- Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot - Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot

Raportoitava tieto (36 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Jätteen käsittelytapa	- Jätteen käsittelytavan sanallinen kuvaus - Käsittelytoimen luokitus jäteasetuksen liitteen 1 tai 2 mukaisesti (R- tai D-koodi)
Tiedot jätteen käsittelyssä syntyvästä jätteestä	Seuraavat tiedot merkittynä ja eroteltuna samalla tavoin kuin jätteen tuottajan kirjanpidossa: - jätteen määrä - jätenimike - kuvaus jätelajista - jätteen tyyppi - toiminta, jossa jäte on syntynyt - vaarallisesta jätteestä vaaraominaisuudet - POP-jätteestä sen sisältämät pysyvät orgaaniset yhdisteet - jätteen vastaanottajan ja kuljettajan tunnistetiedot - jätteen käsittelypaikka, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi - jätteen käsittelytapa, jos jäte toimitetaan muualle käsiteltäväksi
Jätteen valmistelussa uudelleenkäyttöön, kierrätyksessä tai muussa hyödyntämisessä syntyvät tuotteet ja materiaalit sekä kunkin tuotteen tai materiaalin määrä ja käyttötarkoitus	- Sanallinen kuvaus tuotteesta tai materiaalista - Sanallinen kuvaus tuotteen tai materiaalin käyttötarkoituksesta
Ominaisjättemäärä	Jätteiden kokonaismääränä ja toiminnalle tyypillisten jätteiden määrä suhteessa muuttujaan, joka mahdollisimman hyvin kuvaa toiminnan laajuutta. Tällaisia muuttujia ovat toimialasta riippuen henkilötyövuosien määrä, liikevaihto, tuotannon määrä, hoitovuorokaudet, yöpymisten määrä ja liiketilan pinta-ala.

Taulukon 5.2. tietojen lisäksi eräille yhdyskuntajätteen käsittelyketjuun osallistuville 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 (selvitettyinä

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.

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: - Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan - Koostumus, jos on kyse seoksesta - Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus - Muut ominaisuudet
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): - Vaaraton jäte - Vaarallinen jäte - POP-jäte - Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)
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	- Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot - Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot
Jätteen kuljetuksen tai jätteen vastaanoton ja luovutuksen päivämäärät	
Jätteen vastaanottajan ja kuljettajan tunnistetiedot	- Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot - Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot

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 tarkoitettulle 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”²⁹ (Ympäristöministeriö, 2022).

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

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	- Jos kyse on yrityksestä tai muusta yhteisöstä: nimi, yritys- ja yhteisötunnus sekä yhteystiedot - Jos kyse on luonnollisesta henkilöstä: nimi ja yhteystiedot
Jätteen siirron ajankohta	Päivämäärä(t), jolloin jätteen siirto on alkanut ja päättynyt
Jätteen siirron alkamis- ja päättymispaikka	- Osoite tai koordinaatti, josta jätteen siirto on alkanut ja johon siirto on päättynyt - Paikka voidaan lisäksi ilmaista rakennustunnuksen avulla
Jätenimike	Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon mukainen jätenimike ja sen tunnusnumero
Kuvaus jätelajista	Sanallinen kuvaus, joka voi koostua esimerkiksi seuraavista tiedoista: - Nimi, jolla jäte yleisesti tunnetaan - Koostumus, jos on kyse seoksesta - Olomuoto ja tarvittaessa kuiva-ainepitoisuus - Muut ominaisuudet
Jätteen määrä	Massa tonneina tai kilogrammoina (yksikkönä voidaan käyttää myös kuutiota)
Jätteen tyyppi	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): - Vaaraton jäte - Vaarallinen jäte - POP-jäte - Pysyvä jäte (vain kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä)

²⁹ https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Siirtoasiakirja+muistio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf/180fb9c1-4a37-9fe1-c0ac-4629862be205/Siirtoasiakirja+muis-tio_p%C3%A4ivitys14092022.pdf?t=1663155710531

Siirtoasiakirjassa oltava tieto (40 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Toiminta, jossa jäte on syntynyt	Valitaan seuraavista: • Maa-, metsä- ja kalatalous • Teollisuus • Rakentaminen (sisältää uudisrakentamisen, korjausrakentamisen ja purkamisen) • Yhdyskunnat (asuminen, hallinto, kauppa ja palvelut) • Kaivannaistoiminta • Energiahuolto • Jätehuolto ja kierrätys • Muu (täsmennettävä mikä)
Ajoneuvon rekisteritunnus (jos mahdollista)	Ajoneuvolain 82/2021 2 §:n mukainen ajoneuvon yksilöivä kirjain- ja numerosarja
Jätteen käsittelytapa toimipaikassa	• Jätteen käsittelytavan sanallinen kuvaus, sekä • Käsittelytoimen luokitus jäteasetuksen liitteen 1 tai 2 mukaisesti (R- tai D-koodi)
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	• Massa tonneina tai kilogrammoina • Vaihtoehtoisesti voidaan ilmoittaa kuutiometreinä
Vaarallisesta jätteestä jätteen koostumus	Vapaamuotoinen kuvaus vaarallisen jätteen koostumuksesta
Vaarallisesta jätteestä jätteen olomuoto	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): • Pulveri/jauhemainen • Kiinteä • Pasta/tahnamainen • Lietemäinen • Nestemäinen • Kaasumainen • Muu (täsmennettävä mikä)
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

Siirtoasiakirjassa oltava tieto (40 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Vaarallisesta jätteestä jätteen pakkaustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): • Tynnyri • Puinen tynnyri • Kanisteri • Laatikko • Säkki • Yhdistelmäpakkaus • Paineastia • Irtotavara • Muu, mikä:
Vaarallisesta jätteestä jätteen kuljetustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): • Maantie • Rautatie • Meri/laiva • Lentokone • Sisävesi/laiva • Muu (täsmennettävä mikä)
POP-jätteestä sen sisältämät pysyvät orgaaniset yhdisteet	EU:n POP-asetuksen ((EU) 2019/1021) liitteessä IV luetellut yhdisteet • (siirtoasiakirjassa tulisi käyttää yhdisteen koko nimeä, koska sitä edellytetään myös SYKEN ylläpitämässä jätelain 142 b §:n 1 mom. 4 kohdassa tarkoitetussa siirtoasiakirja-rekisterissä)
POP-jätteestä jätteen pakkaustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): • Tynnyri • Puinen tynnyri • Kanisteri • Laatikko • Säkki • Yhdistelmäpakkaus • Paineastia • Irtotavara • Muu, mikä:
POP-jätteestä jätteen kuljetustapa	Valitaan seuraavista (yksi tai useampi): • Maantie • Rautatie • Meri/laiva • Lentokone • Sisävesi/laiva • Muu (täsmennettävä mikä)

Siirtoasiakirjassa oltava tieto (40 §)	Tiedon merkitsemistapa ja erottelu (liite 5)
Saostus- ja umpisäiliölietteestä lietesäiliön tyyppi	Valitaan seuraavista: • Saostussäiliö tai pienpuhdistamo, joka sisältää vain pesuvettä • Saostussäiliö tai pienpuhdistamo, joka sisältää käymäläjätevettä ja pesuvettä • Umpisäiliö, joka sisältää käymäläjätevettä ja pesuvettä • Umpisäiliö, joka sisältää käymäläjätevettä • Muu, mikä?
Jäteöljystä jäteöljyn tyyppi	Valitaan seuraavista: • Moottori- ja vaihteistoöljyjäte • Teollisuusöljyjäte • Käytöstä poistetut teollisuusemulsiot • Jäteasetuksen liitteen 3 jäteluettelon nimikkeeseen 19 02 07* kuuluvat öljynerotuksessa syntyvät öljyt ja konsentraatit
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 järjestämäänsä 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 järjestämisestä. Jos käsiteltävän jätteen laatu tai määrä taikka käsittelyn järjestelyt muuttuvat, toiminnanharjoittajan on arvioitava ja tarvittaessa tarkistettava suunnitelmaa ja ilmoitettava tästä valvontaviranomaiselle.

Jäteasetuksen 41 §:ssä säädetty 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 perehdyttämiseen;
10. muut vastaavat seurannan ja tarkkailun järjestämiseksi tarpeelliset seikat.

LÄHTEET

- 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.
- 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.
- Bipro, 2015. Literature Study – DecaBDE in waste streams. Final Report. 11 December 2015.
- 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>
- 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, 2022a. Luettelo POP-yhdisteiksi ehdotetuista aineista. Octamethylcyclotetrasiloxane. <https://echa.europa.eu/fi/list-of-substances-proposed-as-pops/-/dislist/details/0b0236e184f17c3e>, viitattu 15.8.2022.
- ECHA, 2022b. ECHA substance infocard for octamethylcyclotetrasiloxane. <https://echa.europa.eu/fi/substance-information/-/substanceinfo/100.008.307>, viitattu 11.5.2022
- 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).
- 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 Finnish Environment Institute 33/2022. Finnish Environment Institute. Helsinki, 2022. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5507-9>
- Gentry ym., 2017. Gentry R., Franzen A., Van Landingham C., Greene T., Plotzke K.: A global human health risk assessment for octamethylcyclotetrasiloxane (D4). Toxicology Letters Volume 279, Supplement 1, 20 October 2017, Pages 23-41. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2017.05.019>
- 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>
- Houtz E.F., Sedlak D.L., 2012. Oxidative Conversion as a Means of Detecting Precursors to Perfluoroalkyl Acids in Urban Runoff. Environ. Sci. Technol. 2012, 46, 17, 9342–9349. <https://doi.org/10.1021/es302274g>

- 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
- 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>
- 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
- Meriläinen R., 2019. PCB-yhdisteiden käyttö maaleissa Suomessa. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Bio- ja kemiantekniikka, Insinöörityö, 2.12.2019. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019121326503>
- Mustajoki S. ja 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>
- Nordic Council of Ministers, 2022. Analytical Methods for PFAS in Products and the Environment. TemaNord 2022:510. <http://dx.doi.org/10.6027/temanord2022-510>
- 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>
- 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
- 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., Juntila 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, 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. Proposal to list pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 9 June 2015. UNEP/POPS/POPRC.11/5
- Stockholm Convention, 2018. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its fourteenth meeting. Addendum, Risk profile on perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds. Persistent Organic Pollutants Review Committee, Fourteenth meeting, Rome, 17–21 September 2018. UNEP/POPS/POPRC.14/6/Add.1
- 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. 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, 2021b. 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, 2021c. 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.
- Suomen ympäristökeskus, 2013a. POP-aineiden kuvaukset – Mirex. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2013b. POP-aineiden kuvaukset – Heksaklooribentseeni. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2013c. POP-aineiden kuvaukset – DDT. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2013d. POP-aineiden kuvaukset – Heptakloori. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2013e. POP-aineiden kuvaukset – Dioksiinit ja furaanit, PCDD/F-yhdisteet. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2013f. POP-aineiden kuvaukset – Lindaani. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2013g. POP-aineiden kuvaukset – Pentaklooribentseeni, PeCB. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2013h. POP-aineiden kuvaukset – Endosulfaani. 1.10.2013. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2017a. 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_organiset_yhdisteet_POP/Kansallinen_taytantonpanosuunnitelma
- Suomen ympäristökeskus, 2017b. POP-aineiden kuvaukset - Pentakloorifenoli (PCP). 21.4.2017. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2017c. POP-aineiden kuvaukset - Polyklooratut naftaleenit (PCN). 21.4.2017. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.

- Suomen ympäristökeskus, 2017d. POP-aineiden kuvaukset - Lyhytketjuiset klooriparafiinit (SCCP). 8.6.2017. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Suomen ympäristökeskus, 2018. POP-aineiden kuvaukset – Heksabromisyklododekaani (HBCD). 26.1.2018. <https://www.ymparisto.fi/pop>, viitattu 17.2.2022.
- Talasniemi P., Björkqvist S., Ashja M., Rosen A., Iversen C., Bæringsdóttir B.B., 2022. Nordic enforcement project on PFOS and PFOA in chemical products and articles. Nordic Working Paper. Nordic Council of Ministers. NA2022:901. Copenhagen, 2022. <http://dx.doi.org/10.6027/NA2022-901>
- Traficom, 2022. Autojen romutusikä. <https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/autojen-romutusika>. Viitattu 1.2.2022.
- 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>
- UNEP, 2021. Guidance on sampling, screening and analysis of persistent organic pollutants in products and recycling. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions, United Nations Environment Programme, Geneva. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/NationalImplementationPlans/Guidance/tabid/7730/Default.aspx>
- 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>
- WRc, 2019., 2019. 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>
- Wäger P., Schluep 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/jatelainasaadanto>



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet

ISBN: 978-952-361-215-0 PDF
ISSN: 2490-1024 PDF