

Teollisuuspäästödirektiivin mukaisen jätteenkäsittelytoiminnon BAT-inventaario (BAT 3)

- vaarallisten aineiden tunnistaminen

7.5.2021

Kaj Forsius, Timo Jouttijärvi, Emmi Vähä

Suomen ympäristökeskus

Esipuhe

Teollisuuspäästädirektiivin alla julkaistut BAT-päätelmät ovat keskeinen osa teollisuuden ympäristönsääntelyä. Teollisuuspäästädirektiivin soveltamisalaan kuuluvien ns. direktiivilaitosten päästöraja-arvojen, tarkkailun ja muiden lupamääräysten on parhaan käyttökelpoisen tekniikan vaatimusten toteuttamiseksi perustuttava BAT-päätelmiin.

Vaarallisten aineiden ja kemikaalien käytön hallintaan direktiivilaitosten prosesseissa ja niiden päästöissä kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Vaikka vaarallisten kemikaalien käyttöä olisikin jo rajoitettu, niitä voi edelleen esiintyä jätteidenkäsittelytoiminnoissa. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää, että myös jätteiden käsittelyssä ja jätteenkäsittelylaitosten ympäristöluvista huomioidaan nämä kemikaalit, jotta niitä ei päätyisi enää ympäristöön.

Uusimpiin BAT-vertailuasiakirjoihin ja -päätelmiin on tuotu vaatimus laatia jätevesiä ja jätekaasuja koskeva päästöinventaario. Perusteellisesti tehtyinä inventaariot toimivat hyvinä työkaluina teollisen toiminnan päästöjen tunnistamisessa ja hallinnassa eri prosesseissa.

Selvitystyö käynnistyi maaliskuussa 2020 ja päättyi huhtikuussa 2021. Selvityksen teki Suomen ympäristökeskus yhteistyössä jätteenkäsittelylaitoksen edustajien ja Vahanen Environment Oy edustajan Riikka Kantosaaren kanssa. Raportin pääkirjoittajina olivat Emmi Vähä, Kaj Forsius ja Timo Jouttijärvi. Lisäksi työtä kommentoivat Katriina Koivisto (LSSAVI), Esa Kuitunen (KESELY) ja Ossi Tukiainen (PSELY), Milja Räisänen (SYKE), Päivi Fjäder (SYKE) sekä Sami Rinne (YM). Hankkeen rahoitti ympäristöministeriö.

Helsingissä 7.5.2021
Kirjoittajat

Sisällysluettelo

Lyhenteet	4
1. Tausta ja tarkoitus	5
2. Lainsäädännöllinen perusta	6
2.1 Jätteenkäsittelyn BAT-päätelmät	6
2.2 Ympäristönsuojelulaki	7
2.3 Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista	7
2.4 EU:n asetus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä	7
3. Inventaarioon sisällytettävät aineet	8
4. Inventaarion laatiminen ja päivitys	10
4.1 Aputyökaluja inventaarion laadintaan	11
5. Tapaustarkastelu ja viranomaisten näkemykset	12
6. Johtopäätökset	13
Viitteet	15

Lyhenteet

ABS	Akryliniitriilibutadieenistyreeni
BAT	Best Available Technique, paras käytettävissä oleva tekniikka
BOD	Biokemiallinen hapentarve
BREF	Best Available Techniques Reference Document
Cd	Kadmium
COD	Kemiallinen hapentarve
DDT	Diklooridifenyylitrikloorietaani
DEHP	Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti
FEP	Fluoroetyleenipropyleni
E-PRTR	European Pollutant Release and Transfer Register, Euroopan päästökisteri
EPS	Paisutettu polystyreeni
HBB	Heksabromibifenyyl
HBCDD	Heksabromosyklododekaani
Hg	Elohopea
HIPS	Iskunkestävä polystyreeni
Ni	Nikkeli
PAH	Polyaromaattiset hiilivedyt
Pb	Lyijy
PBDE-yhdisteet	Polybromatut Difenyylieetterit
PCB-yhdisteet	Polyklooratut bifenylyihdisteet
PCDD/F	Polyklooratut dibentso-para-dioksiinit ja polyklooratut dibentsofuraanit
PCN	Polyklooratut naftaleenit
PCP	Pentakloorifenoli
PFOA	Perfluoro-oktaanihappo
PFOS	Perfluoro-oktaanisulfonaatti
PNEC	Predicted No Effect Concentration, haitattomaksi arvioitu pitoisuus
POP	Persistent Organic Pollutant, pysyvä orgaaninen yhdiste
PTFE	Polytetrafluorieteni
PVC	Polyvinyylikloridi
SCCP	Lyhytketjuiset klooriparafiinit
SER	Sähkö- ja elektroniikkaromu
SVHC	Substance of Very High Concern, erityistä huolta aiheuttava aine
TOC	Orgaanisen hiilen kokonaismäärä
VPD	Vesipolitiikan puitedirektiivi (2000/60/EY)
YM	Ympäristöministeriö
YSL	Ympäristönsuojelulaki
XPS	Suulakepuristettu polystyreeni
XRF	X-ray fluorescence, röntgenfluoresenssi

1. Tausta ja tarkoitus

Teollisuuspäästödirektiivin alla julkaistiin 17.8.2018 jätteenkäsittelyn (WT) BAT-päätelmät, jotka ohjaavat jätehuoltoalan direktiivilaitosten ympäristöluvitusta. Direktiivilaitosten toiminnan ja ympäristölupien on oltava BAT-päätelmien mukaisia neljän vuoden sisällä päätelmien julkaisusta. Uutta BAT-päätelmissä on vaatimus laatia jätevesiä ja jätekaasuja koskeva päästöinventaario (BAT-päätelmä 3). Inventaarion tulisi sisältää tiedot muun muassa jätteenkäsittelyprosessin ominaisuuksista ja merkityksellisten (eng. relevant) aineiden pitoisuuksista jätevesi- ja jätekaasuvirroissa.

SYKEN Kiertojäte -hankkeessa on selvitetty, miten päästöinventaario on laitoksilla tehty, miten erityisesti Tukholman sopimuksen mukaiset pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP-yhdisteet) tunnistetaan laitostasolla ja miten niiden päästöjä on huomioitu ympäristöluvissa (Kauppi ym. 2020). Selvitys osoitti, että niissä ympäristöluvissa, joissa jätteenkäsittelyn BAT-päätelmät oli jo huomioitu, päästöinventariot olivat varsin vaihtelevasti laadittuja. Jo tehdyissä BAT-inventaarioissa vedottiin usein olemassa oleviin tarkkailuihin, eikä niiden lisäksi tehty tai edes aiottu tehdä uusia kattavampia inventaarioita, joihin sisältyisi uusien aineiden mittaamista.

BAT-päätelmien inventaarioveloitteet jättävät paljon lukijan tulkinnan sekä ammattitaidon ja tietämyksen varaan. Ympäristöministeriön julkaisemassa jätteenkäsittelyn BAT-päätelmien soveltamisohjeessa (2018) todetaan, että inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa käsittelyn kannalta merkitykselliset aineet, joita laitokselta muodostuvista päästöistä olisi syytä seurata.

Tämän projektin tavoitteena oli selvittää Kiertojäte -hankkeen johtopäätösten käytännön toteutusta BAT-päätelmien mukaisessa inventaariossa, keskittyen vaarallisiin aineisiin. Raportissa kuvataan hyviä menettelytapoja päästöinventaarion laadinnassa kohdistuen erityisesti vaarallisiin aineisiin. Näiden menettelytapojen tavoitteena on ottaa huomioon BAT-päätelmien lisäksi muun lainsäädännön (ympäristönsuojelulaki (YSL), valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista, pysyvien orgaanisten yhdisteiden POP-asetus) veloitteet. Vaikka BAT-päätelmät ovatkin ensisijainen ympäristöluvitusta ohjaava dokumentti, myös muun muassa YSL ja kansainväliset veloitteet olisi hyvä ottaa huomioon inventaarion laadinnassa ja vaarallisten aineiden päästö- ja tarkkailuveloitteiden määrittelyssä.

Suomessa BAT-päätelmät eivät suoraan sido toiminnanharjoittajia, vaan päätelmät tulee ottaa huomioon direktiivilaitosten ympäristölupaharkinnassa ja ympäristölupien päästöraja-arvojen tulee perustua päätelmiin. Menettelytapojen laadinnassa tulisi löytää tasapaino laitoksilta vaadittavien tietojen ja inventaarion laadinnan resurssitarpeen välillä ottaen huomioon laitoksen toiminta ja mahdolliset vaarallisten aineiden päästöt.

Inventaarion soveltaminen myös muissa EU:n jäsenmaissa on ollut hajanaista ja käytännöt vaihtelevat suuresti. Raportissa tuodaan esille myös EU-rahoitteisen HAZBREF-projektin suosituksia hyvistä käytännöistä kemikaali-inventaarion laatimisessa.

Tämä raportti keskittyy jätteenkäsittelysektoriin, jossa vaarallisten aineiden päästöt riippuvat pääosin käsiteltävän jätteen laadusta. Tässä esitettyjä yleisiä hyviä käytäntöjä ja menettelytapoja inventaarion laadinnassa voidaan kuitenkin soveltuvin osin hyödyntää muilla sektoreilla. Tulevaisuudessa BREF-asiakirjat ja BAT-päätelmät todennäköisesti sisältävät inventaariovaatimuksia muillekin sektoreille.

2. Lainsäädännöllinen perusta

2.1 Jätteenkäsittelyn BAT-päätelmät

Elokuussa 2018 julkaistiin jätteidenkäsittelyn (WT) BAT-päätelmät (2010/75/EU), jotka ohjaavat jätehuoltoalan direktiivilaitosten ympäristöluvitusta. Toiminnanharjoittajan on laadittava selvitys siitä, vastaako laitoksen ympäristölupa BAT-päätelmiä ja ympäristönsuojelulakia kuuden kuukauden kuluessa päätelmiä koskevan päätöksen julkaisemisesta, ja luvan sekä toiminnan on oltava päätelmien mukaista 4 vuotta BAT-päätelmien julkaisemisen jälkeen.

Uutta BAT-päätelmissä on vaatimus laatia jätevesi- ja jätekaasuja koskevan inventaario (BAT-päätelmä 3, ks. alla).

BAT 3. Veteen ja ilmaan joutuvien päästöjen vähentämisen helpottamiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on laatia ja ylläpitää osana ympäristöjärjestelmää (ks. BAT 1) jätevesi- ja jätekaasuvirtoja koskevaa inventaariota, johon sisältyvät kaikki seuraavat tekijät:

- i) tiedot käsiteltävän jätteen ja jätteenkäsittelyprosessin ominaisuuksista, joita ovat muun muassa:
 - a) yksinkertaistetut prosessien vuokaaviot, joista käy ilmi päästöjen lähde;
 - b) prosessikohtaisten tekniikoiden kuvaukset sekä kuvaukset jäteveden ja jätekaasujen käsittelystä niiden synty paikalla, mukaan lukien käsittelyn teho;
- ii) tiedot jätevesivirtojen ominaispiirteistä, joita ovat muun muassa:
 - a) virtaaman, pH-arvon, lämpötilan ja sähkönjohtavuuden keskimääräiset arvot ja vaihtelu;
 - b) merkityksellisten aineiden keskimääräiset pitoisuudet ja kuormitusarvot sekä niiden vaihtelu (esimerkiksi COD/TOC, typen yhdisteet, fosfori, metallit, prioriteettiaineet/mikroepäpuhtaudet);
 - c) biologista poistumista koskevat tiedot (esimerkiksi BOD, BOD/COD-suhde, Zahn-Wellens-testi, biologisen inhibition mahdollisuus (esimerkiksi aktiivilietteen inhibitio)) (ks. BAT 52);
- iii) tiedot jätekaasuvirtojen ominaispiirteistä, joita ovat muun muassa:
 - a) virtaaman ja lämpötilan keskimääräiset arvot ja vaihtelu;
 - b) merkityksellisten aineiden keskimääräiset pitoisuudet ja kuormitusarvot sekä niiden vaihtelu (esimerkiksi orgaaniset yhdisteet, POP-yhdisteet, muun muassa PCB-yhdisteet);
 - c) syttyvyys, alemmat ja ylemmät räjähdysrajat, reaktiivisuus;
 - d) muiden sellaisten aineiden esiintyvyys, jotka voivat vaikuttaa jätekaasun käsittelyjärjestelmän tai laitoksen turvallisuuteen (esimerkiksi happi, typpi, vesihöyry tai pöly).

Soveltaminen

Inventaarion laajuus (esim. tietojen yksityiskohtaisuuden taso) ja luonne ovat yleensä sidoksissa laitoksen toiminnan laatuun, laajuuteen ja kompleksisuuteen sekä sen mahdollisten ympäristövaikutusten laajuuteen (jotka määräytyvät myös käsiteltävien jätteiden tyyppin ja määrän mukaan).

Päästöinventaarion tarkoituksena on tunnistaa jätteenkäsittelytoiminnan mahdolliset päästölähteet ilmaan ja veteen sekä ne käsittelyn kannalta merkitykselliset (englanniksi relevant) aineet tai fysikaaliskemialliset

ominaisuudet, joita laitokselta muodostuvista päästöistä olisi syytä seurata (Jätteenkäsittelyn BAT-päätelmien soveltamisohje, YM 2018). Merkityksellisten aineiden tunnistaminen vaikuttaa myös BAT-päästötasojen sovellettavuuteen joidenkin aineiden ja prosessien osalta.

Yleisissä tarkkailua koskevissa päätelmissä päästöinventaarioruokostuu päästön merkityksellisyyden arvioinnissa. BAT 7:ssä ja BAT 8:ssa on listattu jätteenkäsittelyprosesseittain ne aineet/muuttujat, joita tulee päätelmien mukaisesti tarkkailla vain, jos niiden on katsottu päästöinventaarioruokosteuulla olevan merkityksellisiä. Päätelmien mukaisesta tarkkailutiheydestä poikkeamista voitaneen myös perustella päästöinventaarioruokosteuulla, jos todetaan, että aineen päästötasot ovat riittävän vakaita.

2.2 Ympäristönsuojelulaki

Lähtökohtaisesti toiminnanharjoittajan, eli ympäristöluvan hakijan, täytyy ympäristönsuojelulain (527/2014) 6 §:n mukaisesti tuntea toimintansa ja sen aiheuttamat ympäristöriskit ja vaikutukset. Ympäristölupahakemuksessa tulee olla perusteellinen selvitys toiminnassa käytetyistä kemikaaleista ja prosessissa mahdollisesti syntyvistä vaarallisista ja haitallisista aineista.

Ympäristönsuojelulain 7 §:n mukaan toiminnanharjoittajan on järjestettävä toimintansa niin, että ympäristön pilaantuminen voidaan ehkäistä ennakolta. Jos pilaantumista ei voida kokonaan ehkäistä, se on rajoitettava mahdollisimman vähäiseksi. Toiminnanharjoittajan on rajoitettava toimintansa päästöt ympäristöön ja viemäriverkostoon mahdollisimman vähäisiksi. Ympäristönsuojelulain 8 §:n mukaan toiminnasta aiheutuvia päästöjä ja vaikutuksia on tarkkailtava. Lisäksi niistä sekä toiminnassa käytettävistä raaka-aineista, polttoaineista ja muista kemikaaleista sekä toiminnassa syntyvistä ja käsitellyistä jätteistä on toimitettava viranomaiselle tarpeellisia tietoja. Päästöinventaarioruokosteu tukee näiden velvoitteiden toteutumista.

2.3 Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) sisältää listan vesienhoidon prioriteettiaineista (asetuksen liitteen 1 taulukot C ja D). Asetuksessa päästöjen tarkkailua ei ole määritelty tarkkailtavien aineiden tai tarkkailutiheyden osalta millään tavalla. Kun kuitenkin pintavesien tarkkailu perustuu siihen, mitä päästetään, on päästötarkkailun suunnitteluun kiinnitettävä erityistä huomiota. (Kangas ym. 2018).

Ympäristönsuojelulain ja asetuksen (713/2014) mukaan toiminnanharjoittajan tulee laatia lista käyttämistään kemikaaleista ja niiden sisältämistä ainesosista, jotta tiedetään, käytetäänkö toiminnassa vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksen liitteen 1 kohtien C2 ja D aineita. Toiminnanharjoittajan on selvitettävä, päätyykö liitteen 1 kohtien C2 tai D ainetta vesistöön jäte-, sade- tai jäähdytysvesien mukana tai vesihuoltolaitoksen viemäriin (ympäristölupahakemukseen liitettävä kemikaalitalukko). (Kangas ym. 2018). Jätteenkäsittelylaitosten käyttämät kemikaalimäärät eivät yleensä ole suuria, mutta käsiteltävien jätteiden mukana laitoksille päätyvistä kemikaaleista voi silti aiheutua päästöjä ympäristöön.

2.4 EU:n asetus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä

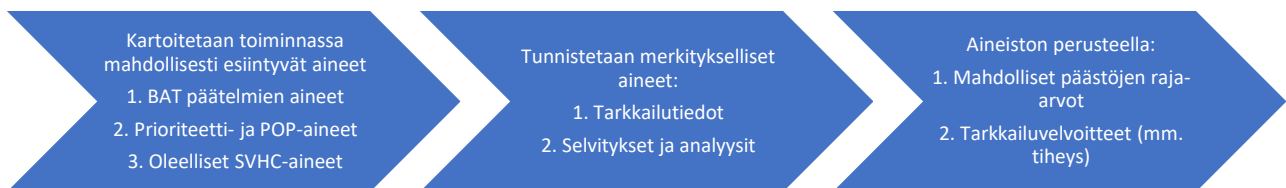
EU:n asetus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä (POP-asetus, EU 1021/2019) rajoittaa POP-yhdisteiden käyttöä ja päästöjä. Asetuksen 7 artiklan mukaan jätteen tuottajien ja haltijoiden on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan estämään jätteen saastuminen POP-yhdisteillä. POP-yhdisteitä sisältävä jäte on ilman aiheutonta viivästyä loppukäsiteltävä tai hyödynnettävä niin, että POP-yhdisteet tuhotaan tai muunnetaan palautumattomasti toiseen muotoon. POP-yhdisteitä sisältävän jätteen luokittelu on kuvattu

POP-asetuksen liitteissä IV ja V. Jos POP-yhdisteen pitoisuus jätteessä on sama tai ylittää liitteen IV ns. alemman pitoisuusrajan, on jäte käsiteltävä POP-asetuksessa säädetyllä tavalla. Liitteessä V asetetun ylemmän pitoisuusrajan ylittyminen tuo mukanaan lisärajoituksia POP-yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelyyn. On kuitenkin todennäköistä, että POP-yhdisteitä sisältävää materiaalia päätyy myös tavanomaisen jätteen käsittelyyn, minkä takia tiettyjen jätejakeiden osalta on syytä kiinnittää huomiota POP-yhdisteisiin (ks. Kauppi ym. 2020).

3. Inventaariin sisällytettävät aineet

BAT 3:n mukaan inventaarion laajuus (esim. tietojen yksityiskohtaisuus) on sidoksissa laitoksen toiminnan luonteeseen sekä sen ympäristövaikutuksiin, jotka määräytyvät myös käsiteltävien jätteiden tyyppin ja määrän mukaan.

BAT-päätelmien inventarioroivoltteet jättävät paljon tulkinnan varaa. Jätteenkäsittelyn BAT-päätelmien soveltamisohjeessa todetaan, että inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa käsittelyn kannalta merkitykselliset aineet, joita laitokselta muodostuvista päästöistä olisi syytä seurata. BAT 3 -päätelmässä ei listata vain yksittäisiä aineita, vaan viitataan merkityksellisiin aineisiin, joita voivat olla mm. metallit, prioriteettiaineet, mikroepäpuhtaudet ja POP-yhdisteet. Näiden aineiden sisällyttämistä inventaariin tulisi harkita, mikäli niitä voisi esiintyä tai muodostua jätteenkäsittelyprosesseissa. Inventaarion alussa tulisi siis ottaa huomioon laaja ainekirjo, josta inventaarion avulla tunnistetaan merkitykselliset aineet kyseiselle laitokselle ja sen toiminnoille.



Kuva 1. Merkityksellisten aineiden tunnistaminen inventaariossa.

Inventaariotarkasteluun tulisi sisällyttää ainakin ne aineet, joille on määritelty laitosta koskevat prosessikohtaiset BAT-päästötasot ja tarkkailuvelvoitteet (kuva 1). BAT 7 listaa vesipäästöistä tarkkailtavat parametrit, joita ovat mm. öljyhiilivedyt, metallit, PFOA ja PFOS. BAT 8 taas listaa ilmapäästöistä tarkkailtavat aineet, joita ovat mm. bromatut palonestoaineet, dioksiinit ja metallit. Tarkkailtavat parametrit vaihtelevat jätteenkäsittelyprosessin mukaan, ja joitakin aineita tarvitsee tarkkailla vain, jos ne ovat osoittautuneet inventaariossa merkityksellisiksi.

BAT-päätelmissä mainittujen aineiden lisäksi laitoksen päästöissä voi esiintyä muita aineita, jotka olisivat hyvä sisällyttää inventaariotarkasteluun, kuten vesienhoidon prioriteettiaineet ja POP-yhdisteet. BAT-päätelmiin on näistä aineista sisällytetty PFOS, PCB-yhdisteet, dioksiinit ja furaanit, metalliyhdisteet (Ni, Cd, Pb, Hg) sekä PBDE-yhdisteet ja HBCDD (bromatut palonestoaineet). Näiden aineiden lisäksi jätteenkäsittelyn osalta relevantteja voivat olla mm. DEHP (muovien pehmitin), SCCP sekä PAH-yhdisteet. POP-yhdisteisiin lukeutuu useita vanhoja torjunta-aineita, joiden käyttö on Suomessa päättynyt jo vuosikausia sitten (esim. DDT), mutta monia muita POP-yhdisteitä voi edelleen esiintyä jätejakeissa.

POP-yhdisteistä PFOS, PFOA, PCB-yhdisteet, dioksiinit ja furaanit (PCDD/F) sekä PBDE -yhdisteet ja HBCDD (BAT-päätelmissä bromatut palonestoaineet) on sisällytetty jätteenkäsittelyn BAT-päätelmiin, mutta näille ei ole määritetty BAT-päästötasoa. PFOS:ia ja PFOA:ta on BAT-päätelmien mukaan tarkkailtava vesipäästöistä (jäte- ja hulevedet), PCB:tä, dioksiineja ja furaaneja sekä bromattuja palonestoaineita

ilmapäästöistä. Olisi kuitenkin hyvä selvittää bromattujen palonestoaineiden esiintymistä myös vesipäästöistä, mikäli niitä voi esiintyä käsiteltävässä materiaalissa (esim. murskauslaitoksilla).

Tällä hetkellä jätteenkäsittelylaitoksia ei ympäristöluvuissa pääsääntöisesti velvoiteta kartoittamaan POP-yhdisteitä jäte-erien vastaanoton yhteydessä, vaikka käsittelijöiden tulee olla varmoja jätteiden vastaanottokelpoisuudesta (Kauppi ym. 2020). Lisäksi varovaisuusperiaatteen mukaan, jos on perusteltua syytä epäillä, että jäte sisältää POP-yhdisteitä, mutta niiden pitoisuutta ei voida luotettavasti selvittää, tulisi kyseinen jäte käsitellä POP-jätteenä (YM 2016). Näin ollen relevantit POP-yhdisteet tulisivat ottaa huomioon inventaariota tehdessä (ks. Taulukko 1 tässä raportissa ja Taulukko 2. raportissa Kauppi ym. 2020).

POP-yhdisteiden osalta jätteen hyödyntämisen ja kierrätyksestä jäljelle jäävien rejektien kannalta kiinnostaviksi jätejakeiksi tunnistettiin SYKEN Kiertojäte-hankkeessa erityisesti erilaiset rakennus- ja purkujätteet, sähkö- ja elektroniikkalaiteromu sekä romuajoneuvot (Kauppi ym. 2020). Nämä jakeet saattavat todennäköisimmin sisältää erilaisia POP-yhdisteitä (mm.) (Taulukko 1, Kauppi ym. 2020, Retkin 2012, YM 2016):

- PFOS ja PFOA (kuluttajatuotteet, tekstiilit, teflon, puolijohteet),
- PBDE (okta, penta ja deka, käytetty useissa eri muoveissa, kumissa, tekstiileissä),
- HBB, (muovit)
- HBCDD (eristemateriaalit EXP, XPS, HIPS),
- PCB (elementtitalojen saumaussmassat (ja ympäröivä betoni), muuntajat),
- PCDD/F (syntyy polttoprosesseissa, esiintyy epäpuhtautena),
- SCCP (PVC, kumi, tekstiili, rakennusmateriaalit, kuten saumaussmassat),
- PCP (puunsuoja-aine),
- PCN (muovi, kumi).

Taulukko 1. POP-yhdisteiden mahdollisia esiintymiskohteita eri jätejakeissa. (Kauppi ym. 2020, Retkin 2012).

POP-yhdiste	Penta-BDE	Okta-BDE	Deka-BDE	HBCDD	PFOS	PFOA	SCCP	PCN	HBB
Materiaali	Erilaiset muovit, hartsit, hydraulikka öljy, kumi, nylon	Erilaiset muovit, nylon	Erilaiset muovit, kumi, hartsit	Eriestemateriaalit (EPS, XPS), HIPS, hartsit		PTFE, FEP	PVC, kumi, tiivistet (elastomeerit), polyuretaani	Erilaiset muovit, kumi	ABS, erilaiset muovit
Jätejake									
SER	X	X	X	X	X		X	X	X
Rakennusmateriaalit	X	X	X	X			X		
Romuajoneuvot	X	X	X	X		X			X
Tekstiilit ja huonekalut	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Vesienhoidon prioriteettiaineiden ja POP-yhdisteiden ohella myös erityistä huolta aiheuttavat aineet (Substances of Very High Concern, SVHC¹) voisi olla hyvä ottaa huomioon inventaariota tehdessä, mikäli mahdollista. SVHC-aineita on yli 200, joten kaikkien huomioiminen inventaariota tehdessä on liian työlästä, eikä (myöskään muussa) lainsäädännössä ole sitovaa vaatimusta niiden huomioimisesta, lukuun ottamatta luvanvaraisia aineita (kuten esim. DEHP). Monet prioriteettiaineet ovat myös SVHC-aineita, joten ainelistat

¹ <https://echa.europa.eu/fi/candidate-list-table>

ovat osin päällekkäisiä. ECHAN uusi SCIP-tietokanta (Substances of Concern in Articles as such or in complex objective (Products)) voi jatkossa auttaa SVHC-aineiden kartoittamisessa jättejakeista².

Inventaariotarkasteluun tulisi siis sisällyttää laaja ainekirjo, joiden joukosta tunnistetaan merkitykselliset aineet ja ne merkitykselliset aineet, joille tulisi määritellä päästörajat ja tarkkailuvaatimukset (kuva 1). Merkityksellisen aineen määritelmä ei kuitenkaan ole yksiselitteinen ja englanninkielistä määritelmää ”relevant” on pidetty paremmin kuvaavana terminä. Aine ei ole automaattisesti merkityksellinen, jos se esiintyy päästöissä tai käsiteltävässä jätteessä. Merkityksellisyys voi riippua myös aineen pitoisuudesta.

4. Inventaarion laatiminen ja päivitys

BAT 3:n mukaisesti inventaario tulisi laatia ja ylläpitää, mutta se ei määrittele kuinka usein tai milloin ja missä tapauksissa inventaario tulisi laatia. Olisi kuitenkin tarkoituksenmukaista, että inventaario ja sen perusteella annettavat tarkkailu- ja muut velvoitteet päivitetään tapauskohtaisesti, kun toiminnassa tapahtuu merkittäviä muutoksia. Uusille laitoksille asetetaan usein laajempia selvitysvaatimuksia kuin olemassa oleville laitoksille.

Päästöinventaarion tulisi päätelmien mukaan olla osa ympäristöjärjestelmää ja inventaario tulee tehdä jätteenkäsittelyprosesseittain, mutta tämä ei ole aina mahdollista olemassa olevilla laitoksilla. BAT 3:ssa mainittujen vuokaavioiden laatiminen voi olla jossain tapauksissa tarpeellista, mutta useimmilla laitoksilla on olemassa jo prosessikaaviot/kaavioita, joita voidaan hyödyntää. (YM 2018). Inventaarion laajuus ja yksityiskohtaisuus riippuvat laitoksen toiminnasta, mutta lähtökohtaisesti ainakin niille prosesseille, joille on määritelty BAT-päästötasot, tulee laitoksella arvioida/eritellä päästöt prosesseittain (ennen yhdistämistä).

Inventaarion laadinnassa on keskeistä hyödyntää olemassa olevia tietoja myös käsiteltävistä jätteistä ja toiminnan luonteesta. Jätteiden vastaanottokriteerit ja käsittelyyn hyväksyttävälle jätteille asetut laatuvaatimukset sekä niitä vastaavat jätteiden haltijoiden toimittamat selvitykset ja testaukset toimivat tärkeänä taustatietona päästöinventaarion kannalta merkityksellisten aineiden tunnistamisessa. Tästä syystä on tärkeää, että myös jätteenkäsittelyn BAT-päätelmässä BAT 2 (Yleinen ympäristönsuojelun taso, menetelmät) kuvatut menetelmät ovat käytössä.

Ympäristöministeriön jätteenkäsittelyn BAT-päätelmien soveltamisohjeessa (YM 2018) todetaan, että inventaario laaditaan pääasiassa olemassa olevien tarkkailutietojen perusteella. Pitoisuuden ja kuormitusarvojen ohella inventaariossa tulisi esittää myös niiden vaihtelua koskevat tiedot. Kaikkien aineiden/yhdisteiden osalta tietoa pitoisuuksista ei kuitenkaan välttämättä ole. Vaaralliset ja haitalliset aineet on sisällytetty tarkkailuohjelmiin hyvin vaihtelevasti. Näiden aineiden osalta voi olla tarpeen selvittää niiden esiintymistä ottamalla näytteitä, jos ennalta arvioiden niiden esiintyminen päästöissä tai muodostuminen prosessissa on mahdollista.

Inventaarion laadinnassa voisi soveltaa samoja periaatteita, joita on kuvattu ympäristöministeriön haitallisten ja vaarallisten aineiden ohjeessa (Kangas 2018). Ohjeen mukaan aineen päästötarkkailun tarpeen arvioinnin voidaan ajatella tapahtuvan samalla periaatteella kuin vesistötarkkailuun valittavien aineiden valinta eli löytyykö vaarallista tai haitallista ainetta merkittävässä määrin jäte- tai hulevedestä?³ Päästöt tai huuhtoumat pintavesiin tai vesihuoltolaitoksen viemäriin selvitetään ensisijaisesti mittaamalla, mutta päästöjä voi arvioida myös laskennallisesti. Tarkkailussa on käytettävä analyysimenetelmiä, joiden määrittelyrajat ja mittausepävarmuudet ovat tarpeeksi alhaisia vastaamaan vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksen liitteen 3 vaatimuksia. Jos ainetta löytyy, ja tapauskohtaisen harkinnan (mm. mahdollisen uusintanäytteen tulos, muut kyseisen toimialan selvitysten tulokset) perusteella on syytä, aine

² <https://echa.europa.eu/fi/scip>

³ Liitteen 1 kohdan C2 aineen osalta löytyminen tarkoittaa, että pitoisuus ylittää määritysrajan. Liitteen 1 kohdan D aineen osalta merkittävyys tarkoittaa, että aineen ympäristölaatuunormi ylittyy tai on vaarassa ylittyä vesistössä.

lisätään päästötarkkailuun. Jos taas ainetta ei löydy, eikä tapauskohtaisen harkinnan perusteella ole syytä, ainetta ei lisätä päästötarkkailuun. (Kangas 2018).

Johdettaessa jätevesiä ulkoiseen puhdistukseen päästöt tulisi mitata ennen johtamista viemäriin, puhdistamolle tai vesistöön. Jos mahdollista, mittaukset tulisi tehdä prosesseittain ennen jätevesien sekoittumista. Jätevesien osalta jätevesisopimus voi myös asettaa velvoitteita jätevesien tarkkailuun ja esikäsitteilyyn. Inventaariossa tulisi myös mahdollisuuksien mukaan pohtia, kuinka hyvin jätevedenpuhdistamon prosessit vähentävät aineen päästöjä.

Inventaariossa tulisi tunnistaa likaantuneet hulevedet, jotka tulee ohjata puhdistukseen. Mittaukset hulevesistä tulisi tehdä ennen niiden mahdollista puhdistusta ja johtamista vesistöön, jotta voidaan arvioida, mitä aineita hulevesissä esiintyy.

Jätekeskuksissa on usein useita toimijoita ja toimintoja, joista osa on direktiivilaitoksia ja osa ei. Inventaariovaatimus koskee vain direktiivilaitoksia, mutta koska jätevedet usein johdetaan yhteiseen puhdistuslaitokseen, muidenkin toimintojen selvittäminen edesauttaisi myös jätekeskuksen kokonaisuormituksen arviointia ja puhdistamon toiminnan optimointia ja ylläpitoa. Ilmapäästöjen osalta inventaarion rajaaminen prosesseittain/laitoksittain on usein helpompaa kuin vesipäästöjen osalta.

Kauppi ym. (2020) selvityksen mukaan joissakin uudet jätteenkäsittelyn BAT-päätelmät huomioineissa ympäristölupapäätöksissä on määrätty tehostettu tarkkailu esimerkiksi kahden vuoden ajalle sellaisille aineille ja yhdisteille, jotka eivät kuulu tämänhetkiseen tarkkailusuunnitelmaan, mutta jotka on mainittu uusissa BAT-päätelmissä. Tällaisissa tapauksissa on siis laadittu erillinen suunnitelma merkityksellisten aineiden selvittämiseksi. Tavallista tarkkailusuunnitelmaa laajemman inventaarion laatiminen onkin suositeltavaa, mikäli laitoksessa käsitellään jätejakeita, jotka saattavat sisältää haitallisia aineita. Inventaarion tulosten perusteella toiminnanharjoittaja ja lupaviranomaiset pystyvät arvioimaan paremmin toiminnan todellista vaikutusta ympäristöön haitallisten aineiden osalta ja siten perustelemaan haitallisten aineiden tarkkailun tarvetta tai tarpeettomuutta. Laajemman ja tehostetun tarkkailuajanjakson avulla voidaan myös perustella tarkkailutiheyden vähentämistä, mikäli tulokset tätä tukevat.

4.1 Aputyökaluja inventaarion laadintaan

Laitoksilla ei usein ole käytössä kehittyneitä työkaluja inventaarion laadinnassa. Laskennallisia menetelmiä on kehitetty ainetaseiden mallintamiseen (erilaiset vuokaaviot, massataselaskenta (esim. STAN⁴) ja niitä on kuvailtu mm. HAZBREF-projektin (Hazardous industrial chemicals in the IED BREFs) sektoriraporteissa (Krupanek ym. 2021)⁵. Näistä voisi olla hyötyä inventaarion laadinnassa ja näytteenoton suunnittelussa.

Nykyään on mahdollista myös tunnistaa aineita jätejakeista nopeilla kenttämittareilla. Esimerkiksi XRF-analysaattorilla voidaan tunnistaa alkuaineita eri materiaaleista, kuten tulevasta jätteestä (esim. bromi, Viskari ym. 2018⁶). Mikäli jätteessä on bromia, on syytä tutkia tarkemmin, sisältääkö jäte haitallisia bromiyhdisteitä, kuten HBCDD:tä tai PBDE-yhdisteitä.

⁴ Substance flow Analysis, <https://www.stan2web.net/>

⁵HAZBREF-projektin tavoitteena oli kuvata parhaita käytäntöjä vaarallisten kemikaalien hallinnassa teollisuuslaitoksissa. Tavoitteena oli parantaa eri sääntelyiden välistä tiedonvaihtoa (esim. IED-REACH-VPD), jotta olemassa olevaa tietoa voidaan hyödyntää laajemmin sekä kehittää yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Raportit saatavilla: <https://www.syke.fi/projects/hazbref>

⁶ Viskari ym. 2018. Palosuoja-aine HBCD rakennuseristeissä ja pakkausmateriaaleissa – esiintyminen, tunnistaminen ja turvallinen käsittely. <https://www.tamk.fi/web/tamk/-/palosuoja-aine-hbcd-rakennuseristeissa-ja-pakkausmateriaaleissa-esiintyminen-tunnistaminen-ja-turvallinen-kasittely.html>

Rakennusjäte saattaa sisältää useita vaarallisia aineita. Purkutöitä käsittelevän ympäristöministeriön oppaan (Lehtonen 2019)⁷ mukaan purettavasta materiaalista on selvitettävä haitallisten aineiden esiintyminen. RT-ohjekorteissa⁸ on kuvattu, mitä aineita eri rakennusmateriaalit saattavat sisältää. Päästötarkkailun periaatteita ja hyviä käytäntöjä on kuvattu myös Jätelaitosyhdistyksen oppaassa (Jätelaitosten vesipäästöjen raportointi – Hyvien menettelytapojen kuvaus, Tritonet Oy 2010)⁹. Oppaaseen on myös listattu aineita, jotka voivat ylittää Euroopan päästörekin (E-PRTR) raportointikynnyksen jätelaitoksilla. Näistä ohjeista ja oppaista voi olla hyötyä jätteenkäsittelylaitosten inventaarion laadinnassa.

5. Tapaustarkastelu ja viranomaisten näkemykset

Hankkeessa tehtiin yhteistyötä toiminnanharjoittajan, alan konsultin ja viranomaisten kanssa. Tehdyssä tapaustarkastelussa hyödynnettiin toiminnanharjoittajan ja konsultin toimittamia dokumentteja mittaustuloksista ja niiden käytöstä inventaarion laadinnassa muutamassa jätteenkäsittelylaitoksessa. Näitä tuloksia ei voida kuitenkaan yleistää, sillä tässä hankkeessa oli mukana vain rajallinen määrä toimijoita ja jätteenkäsittelylaitoksia ja -prosesseja on monia erilaisia.

Tarkastellut inventaariot perustuivat pääosin laitosten tarkkailuohjelmien puitteissa otettuihin näytteisiin. Lisäksi muutamista parametreista oli otettu lisänäytteitä inventaarion täydentämiseksi ELY-keskuksen pyytettyä lisäselvitystä. Useiden aineiden osalta käytettiin vain yhden vuoden mittaustuloksia ja osasta aineista arvio perustui yhteen näytteenotokertaan. Toisaalta, erään laitoksen BAT-tarkastelun liitteenä oli varsin perusteellinen selvitys haitallisten aineiden esiintymisestä laitoksen jätevesijakeissa. Inventaarion teossa käytetyt tiedot vaihtelivat siis suuresti, mikä on tosin luonnollista, sillä laitosten prosessit olivat myös hyvin erilaisia.

Toiminnanharjoittaja sekä konsultti tulkitsivat pääsääntöisesti aineen merkityksettömäksi, mikäli mittauksissa aineen pitoisuus oli alle analyysin määrittämissä rajoissa, alle BAT-päästötason tai sen tuntumassa. Metalleista mittauksia oli enemmän käytössä, ja tietyt metallit tulkittiin usein merkityksellisiksi aineiksi. Merkityksellisyyden arviointia vaikeutti se, että kaikille aineille ei ole annettu päätelmissä BAT-päästötasoja.

Eräällä laitoksella toteutetaan tiheämpi tarkkailujakso, jolla tarkastellaan tiettyjen metallipäästöjen vakautta. Tarkkailujakson tulosten perusteella pohditaan tarkkailutiheyttä jatkossa. Tämän tarkkailujakson tulokset eivät olleet tämän projektin käytössä, mutta samanlaista toimintatapaa voidaan suositella myös muille laitoksille.

Hankkeessa haastatellun lupaviranomaisen mukaan aineiden tarkkailun määräämisessä BAT-päätelmät ovat oleellisessa osassa. Lupaviranomaisen edustajan tulkinnan mukaan päästöinventarioiden tulisi sisältää vähintään BAT-päätelmiin sisällytetyt aineet/muuttujat (BAT 7 ja BAT 8). Muiden aineiden sisällyttäminen inventaarioon harkitaan laitoskohtaisesti.

⁷ Lehtonen, K. 2019. Purkutöitä – Opas tekijöille ja teettäjiille. Ympäristöministeriön julkaisuja 29/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-036-1>

⁸ RT-kortisto on rakennusalan tietopalvelu (maksullinen). Haitallisia aineita käsitelty mm. dokumenteissa Ratu 82-0382, RatuTT 09-01117, RT 18-11245, RT 18-11244. <https://rt.rakennustieto.fi/verkkopalvelut/rt-kortisto>

⁹ Jätelaitosten vesipäästöjen raportointi – Hyvien menettelytapojen kuvaus. https://www.vvy.fi/site/assets/files/1587/jatelaitosten_vesipaastojen_raportointi_hyvien_menettelytapojen_kuvaus.pdf

6. Johtopäätökset

Päästöinventaarion tarkoituksena on tunnistaa jätteenkäsittelytoiminnan mahdolliset päästölähteet ilmaan ja veteen sekä ne käsittelyn kannalta merkitykselliset (englanniksi relevant) aineet tai fysikaalis-kemialliset ominaisuudet, joita laitokselta muodostuvista päästöistä olisi syytä seurata (YM 2018). Jätteenkäsittelyn BAT-päätelmän BAT 3 mukaan inventaarion laajuus (esim. tietojen yksityiskohtaisuus) on sidoksissa laitoksen toiminnan luonteeseen sekä sen ympäristövaikutuksiin, jotka määräytyvät myös käsiteltävien jätteiden tyyppin ja määrän mukaan.

Inventaarioon sisällytettävät aineet

Inventaariossa tulisi huomioida ainakin ne aineet, joille on määritelty prosessikohtaiset BAT-päästötasot ja tarkkailua koskevat BAT-päätelmät. Lisäksi vesienhoidon prioriteettiaineet (vaaralliset ja haitalliset aineet) ja POP-yhdisteet (pysyvät orgaaniset yhdisteet) tulisi kartoittaa inventaarion teossa. Välttämättä kaikkia näitä aineita ei tarvitse mitata, mutta näiden esiintymisen mahdollisuus päästöissä tulisi selvittää riippuen vastaanotettavan jätteen laadusta.

Vesienhoidon prioriteettiaineiden ja POP-yhdisteiden ohella myös REACH-asetuksen luvanvaraiset aineet sekä SVHC-aineet (erityistä huolta aiheuttavat aineet) voisi olla hyvä ottaa rajatusti huomioon inventaariota tehdessä, mikäli mahdollista. SVHC-aineita on kuitenkin jatkuvasti kasvava määrä ja tietoa niistä on saatavilla vaihtelevasti.

Aine ei ole automaattisesti merkityksellinen, jos se esiintyy päästöissä tai käsiteltävässä jätteessä. Merkityksellisyys voi riippua myös aineen pitoisuudesta:

- Aineet, joille on annettu BAT-päästötasot, ovat aina merkityksellisiä inventaariota laadittaessa.
- POP ja vesienhoidon prioriteettiaineet: merkityksellisiä mikäli ylittävät määritysrajan. On suositeltavaa käyttää analyysimenetelmiä, joiden määritysrajat ja mittausepävarmuudet ovat tarpeeksi alhaisia vastaamaan vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksen (1022/2006) liitteen 3 vaatimuksia.
- Metallit, joille ei BAT-päästötasoa: merkityksellisiä, jos on vaarana, että aineen haitaton pitoisuus (PNEC) ylittyy vastaanottavassa vesistössä.
- Laitoksella esiintyvät REACH-asetuksen luvanvaraiset aineet ja SVHC-aineet: merkityksellisiä, jos ovat vesienhoidon prioriteettiaineita, muuten ei.

Inventaarion laatiminen ja päivitystarve

Inventaario laaditaan pääasiassa olemassa olevien tarkkailutietojen perusteella, mutta kaikkien oleellisten aineiden/yhdisteiden osalta tietoa pitoisuuksista ei kuitenkaan välttämättä ole. Näiden aineiden osalta voi olla tarpeen selvittää niiden esiintymistä ottamalla näytteitä, jos ennalta arvioiden ja käsiteltävästä jätteestä riippuen niiden muodostuminen on mahdollista. Yksityiskohtaista ohjeistusta on kuitenkin vaikea laatia, koska laitokset ja prosessit ovat hyvin erilaisia.

Inventaarion laadinnassa on keskeistä hyödyntää olemassa olevia tietoja myös käsiteltävistä jätteistä ja toiminnan luonteesta. Jätteiden vastaanottokriteerit ja käsittelyyn hyväksyttävälle jätteille asetut laatuvaatimukset sekä niitä vastaavat jätteiden haltijoiden toimittamat selvitykset ja testaukset toimivat tärkeänä taustatietona päästöinventaarion kannalta merkityksellisten aineiden tunnistamisessa. Inventaarion laadinnassa tulisi soveltaa samoja periaatteita, joita on kuvattu ympäristöministeriön haitallisten ja vaarallisten aineiden ohjeessa (Kangas 2018)¹⁰ kuvataan. Tavallista tarkkailusuunnitelmaa

¹⁰ Kangas, A. (toim) 2018. Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4807-1>

laajemman inventaarion laatiminen on suositeltavaa, mikäli laitoksessa käsitellään jätejakeita, jotka saattavat sisältää haitallisia aineita.

Inventaarion laajuus ja yksityiskohtaisuus riippuvat laitoksen toiminnasta, mutta lähtökohtaisesti ainakin niille prosesseille, joille on määritelty BAT-päästötasot, tulee laitoksella arvioida päästöt prosesseittain. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista olemassa olevilla laitoksilla. Päätelmässä mainittujen vuokaavioiden laatiminen voi olla jossain tapauksissa tarpeellista, mutta useimmilla laitoksilla on olemassa jo prosessikaaviot/kaavioita, joita voidaan hyödyntää. Päästöt tulisi mitata ennen johtamista viemäriin, puhdistamolle tai vesistöön.

Inventaario ja sen perusteella annettavat tarkkailu- ja muut velvoitteet tulisi päivittää, kun toiminnassa tai lainsäädännössä tapahtuu merkittäviä muutoksia, esimerkiksi kun vastaanotettavan jätteen laatu muuttuu tai uusia aineita tulee lainsäädännön piiriin.

Tarkkailutiheyden määrittäminen

Inventaarion tulokset vaikuttavat ympäristöluvan tarkkailuvelvoitteiden määrittelyyn. Päätelmien mukaan tarkkailutiheyttä voidaan vähentää, jos päästöjen on osoitettu olevan riittävän vakaita. Päästöjen tasaisuutta ei BAT-päätelmissä kuitenkaan määritellä, joten sen merkitys jää viranomaisen harkittavaksi. Esimerkiksi tehostetulla tarkkailulla ja ottamalla näytteitä eri vuodenaikoina voitaisiin arvioida päästöjen tasaisuus. Mikäli tehostetun tarkkailun aikana ei todeta merkittäviä haitallisten aineiden pitoisuuksien muutoksia, voisi tarkkailun tiheyttä harventaa.

Viitteet

Euroopan komissio. 2018. Jätteenkäsittelyn parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa koskevat päätelmät (BAT-päätelmät). Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.208.01.0038.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2018%3A208%3ATOC

Kangas, A. (toim) 2018. Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4807-1>

Kauppi, S., Räisänen, M. ja Fjäder, P. 2020. Pysyvät orgaaniset yhdisteet jätteenkäsittelylaitosten ympäristöluvuissa. Haitalliset aineet direktiivilaitosten inventaariossa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 36/2020. <http://hdl.handle.net/10138/318292>

Krupanek, J. ym. 2021: Sectoral Guidance for Chemicals Management in the Surface treatment of metals and plastics Industry. HAZBREF Activity 4.1 report. Luonnos saatavilla: https://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Research_and_development_projects/Projects/Hazardous_industrial_chemicals_in_the_IED_BREFs_HAZBREF/Work_packages/Best_practices_in_industry_WP4

Lehtonen, K. 2019. Purkutyöt – Opas tekijöille ja teettäjille. Ympäristöministeriön julkaisuja 29/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-036-1>

Tritonet oy. 2010. Jätelaitosten vesipäästöjen raportointi – Hyvien menettelytapojen kuvaus. Jätelaitosyhdistys.

https://www.vvy.fi/site/assets/files/1587/jatelaitosten_vesipaastojen_raportointi_hyvien_menettelytapojen_kuvaus.pdf

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

Viskari, E., Kauranen, H., Nieminen, M., Nippala, E., Tuominen, E. ja Honkala, I. 2018. Palosuoja-aine HBCD rakennuseristeissä ja pakkausmateriaaleissa – esiintyminen, tunnistaminen ja turvallinen käsittely. Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisuja, sarja B, Raportteja 111. ISBN 978-952-7266-30-4 (PDF)

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

YM (ympäristöministeriö) 2018. Ohje jätteenkäsittelyn (WT) parhaita käyttökelpoisia tekniikoita (BAT) koskevien päätelmien soveltamiseen. Ympäristöministeriö 5.11.2018. <https://www.ym.fi/download/noname/%7B9AF9541A-63C7-4C79-A4D3-3486E6D38601%7D/141191>

YM (ympäristöministeriö) 2019. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:2. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-001-9>