Alueelliset ympäristöjulkaisut

376

Pekka Ojanen

Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta

KAAKKOIS-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

Alueelliset ympäristöjulkaisut

376

Pekka Ojanen

Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta

KOUVOLA 2005

KAAKKOIS-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

Julkaisu on saatavana myös Internetissä
www.ymparisto.fi/kas >Palvelut ja tuotteet >Julkaisut

ISBN 952-11-1938-1
ISBN 952-11-1939-X (PDF)
ISSN 1238-8610

Kannen kuva: Elina Uronen

Painokotka Oy
Kotka 2005

Alkusanat

Vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) mukaisten prioriteettiaineiden kartoittaminen on keskeinen osa direktiivin toimeenpanotyötä. Tässä tutkimusraportissa on selvitetty näiden aineiden ja kansallisesti merkittävien haitallisten aineiden esiintymistä kemiallisen metsäteollisuuden kemikaaleissa sekä haitallisimpien prosessiperäisten päästöjen syntyä ja vähentämiskeinoja. Raportti on tehty jatkotutkimuksena aiemmin tehdylle raportille "Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöt – esimerkkinä kaakkoissuomalainen metsäteollisuusintegraatti" (Alueelliset ympäristöjulkaisut 327).

Tutkimus tehtiin virkatyönä Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen Lappeenrannan toimipisteessä vuoden 2004 aikana. Projektin päätutkijana toimi vanhempi tutkija, TkL Pekka Ojanen ja vastuullisena johtajana yli-insinööri, TkL Juha Pesari.

Tutkimushanke tuki osaltaan vesienhoitoalueiden 1 ja 2 VPD-työtä. Projekti toteutettiin prosessiperäisten päästöjen selvittämisen osalta osin yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen HAPROS-projektin kanssa. Esitän kiitokseni eri yhteistyöosapuolille, erityisesti vanhempi suunnittelija Susan Londesboroughille SYKE:n Kemikaaliyksiköstä työn sisältöä koskeneista arvokkaista kommenteista sekä tutkija Auli Kostamolle Joensuun yliopistosta avusta tutkimusmateriaalin hankkimisessa.

Tutkimus rahoitettiin pääosin ympäristöhallinnon keräämistä vesiensuojelumaksuvaroista.

Sisällys

Alkusanat *3*

Käytetyt lyhenteet *7*

1 Johdanto *9*
1.1 Taustaa 9
1.2 Työn tavoitteet 10

2 Ajankohtaiset lainsäädännön muutokset ja haitallisia aineita koskevat toimenpiteet *11*
2.1 Vesilainsäädännön mukaiset toimet 11
2.1.1 Haitallisten aineiden priorisointi 11
2.1.2 Haitallisten aineiden seurannan kehittäminen 12
2.2 Muu ympäristölainsäädäntö ja ympäristölupakäytäntö 13
2.3 Kemikaalilainsäädännön uudistus 14
2.3.1 Yleisiä lähtökohtia ja tavoitteita 14
2.3.2 Rekisteröinti ja arviointi 15
2.3.3 Lupamenettely ja rajoitukset 17

3 Käyttökemikaalien riskin tunnistaminen *19*
3.1 Massa- ja paperiteollisuudessa käytössä olevat prioriteetti- ja haitalliset aineet 19
3.1.1 Käyttö ja ominaisuudet 19
3.1.2 Ympäristönlaatunormien määritys 20
3.1.3 Kemikaalien käyttäytyminen prosesseissa ja purkuvesistössä 22
3.2 Seurannan ja tarkkailun tarve ja toteutus 25
3.2.1 Tutkimus- ja asiantuntijalaitosten seuranta 25
3.2.2 Toiminnanharjoittajan suorittama tarkkailu 26
3.2.3 Kehitystarpeet 28

4 Prosessiperäisten päästöjen arviointi *29*
4.1 Aineiden tunnistuksen lähtökohdat 29
4.1.1 Päästöt ja niiden lähteet 29
4.1.1.1 Jätevesipäästöt 29
4.1.1.2 Ilmapäästöt 31
4.1.2 Lainsäädäntö ja sopimukset 31
4.2 Vesistöpäästöjen lähde- ja ainekohtainen tarkastelu 32
4.2.1 Päästölähteiden vertailu 32
4.2.2 Ainekohtainen tarkastelu 34
4.3 Ilmapäästöjen ainekohtainen tarkastelu 36
4.3.1 Dioksiinit ja furaanit 36
4.3.1.1 Ominaisuuksia 36
4.3.1.2 Päästöjen muodostuminen 36
4.3.1.3 Rajoitus- ja vähennystoimenpiteet 39
4.3.2 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt 41
4.3.2.1 Ominaisuuksia 41
4.3.2.2 Päästöjen muodostuminen 41
4.3.2.3 Rajoitus- ja vähennystoimenpiteet 42
4.3.3 Muut ilmapäästöt 42

5 Johtopäätöksiä ja jatkotoimenpiteiden tarve *44*

Lähteet *46*

Liite 1. Asetuksella vahvistettavat kansalliset aineet sekä niiden ympäristönlaatunormit ja analyysimenetelmät (Ympäristöministeriö 2004) 49
Liite 2. Kansallisen prioriteettiainelistan mukaisia prioriteettiaineita sisältävät limantorjunta- ja massansäilöntäkemikaalit (Moilanen 2003) 51
Liite 3. Massa- ja paperiteollisuudessa käytettävien kansallisten prioriteettiaineiden ominaisuudet 53
Liite 4. Raskasmetallien ominaisuuksia 55
Liite 5. Kemiallisessa metsäteollisuudessa esiintyvien prioriteettiaineiden ympäristölaatunormit (Lepper 2002; Londesborough 2004) 56
Liite 6. Ympäristönsuojeluasetuksen liitteen 2 mukaiset tärkeimmät pilaantumista aiheuttavat aineet päästöjen raja-arvoja asetettaessa 57

Kuvailulehti *58*

Presentationsblad *59*

Documentation page *60*

Käytetyt lyhenteet

AA-EQS	Annual Average-EQS; keskimääräinen vuositason EQS-arvo
ADI	Acceptable Daily Intake; hyväksyttävä päiväannos
AOX	Adsorbable Organic Halides; orgaanisiin yhdisteisiin sitoutunut kokonaiskloori
BCF	bioconcentration factor; biokertyvyystekijä
CMR	Carcinogenic, Mutagenic and toxic for Reproduction; syöpää aiheuttava, perimää vaurioittava ja lisääntymiselle haitallinen
CLRTAP	Convention for Long-Range Transboundary Air Pollution; kaukokulkeutuvien ilmansaasteiden rajoittamista koskeva sopimus
COD	Chemical Oxygen Demand; kemiallinen hapenkulutus
COMMPS	Combined Monitoring-based and Modeling-based Priority Setting Scheme; yhdistetty seuranta- ja mallintamispohjainen priorisointijärjestelmä
CTMP	chemi-thermo-mechanical pulp; kemikuumahierre
EC	Effective Concentration; ympäristövaikutuksia aiheuttava pitoisuus
ECE	Economic Commission for Europe; Euroopan talouskomissio
EEA	European Environment Agency; Euroopan ympäristövirasto
EIPPCB	European IPPC Bureau, Euroopan IPPC-toimisto
EPER	European Pollutant Emission Register; Euroopan päästörekisteri
EQS	Environmental Quality Standards; ympäristönlaatunormit
EY	Euroopan yhteisöt
HELCOM	Helsingin komissio, Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio
I-TEQ	International Toxicity Equivalence; kansainväinen toksisuusekvivalenssi
K_{ow}	oktanoli-vesi-jakaantumiskerroin
ka	kuiva-aine
KEY	Kemikaalit ympäristöluvassa -hanke
LCP	Large Combustion Plant; suuri polttolaitos
MAC	Maximum Acceptable Concentration; suurin hyväksyttävä pitoisuus
MF	melamiiniformaldehydi
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level; haitallisia vaikutuksia aiheuttamaton taso
OSPAR	Oslon ja Pariisin komissio, Koillis-Atlantin suojelukomissio
PAH	polysykliset aromaattiset hiilivedyt
PBT	Persistent, Bioaccumulable and Toxic (Substances); hitaasti hajoavat, biokertyvät ja myrkylliset (aineet)
PCB	polyklooratut bifenyylit
PCDD/F	polyklooratut dibentsodioksiinit ja –furaanit
PCP	pentakloorifenoli
PEC	Predicted Environmental Concentration; ennustettu ympäristöpitoisuus
PGW	Pressurized Ground Wood; painehioke
PNEC	Predicted No Effect Concentration; ennustettu vaikutuksia aiheuttamaton pitoisuus
POP	Persistent Organic Pollutants; hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet
Q	jäteveden tilavuusvirta
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals; kemikaalien rekisteröinti, arviointi, lupamenettelyt ja rajoittaminen
SCR	Selective Catalytic Reduction; selektiivinen katalyyttinen vähennysmenetelmä
SNCR	Selective Non-catalytic reduction; selektiivinen ei-katalyyttinen vähennys-menetelmä
TER	Toxicity Emission Rate; toksisen päästön määrä
TGD	Technical Guidance Document for new and existing substances in the European Union; kemikaalien riskinarvioinnin tekninen ohje
TMP	thermo-mechanical pulp; kuumahierre
TRS	Total Reduced Sulphur; pelkistyneet rikkiyhdisteet
TU	Toxicity Unit; toksisuusyksikkö
UF	ureaformaldehydi

UNECE	United Nations Economic Commission for Europe; YK:n alainen Euroopan talouskomissio
UNEP	United Nations Environment Programme; YK:n ympäristöohjelma
USEPA	United States Environment Protection Authority; Yhdysvaltain ympäristönsuojeluvirasto
VAD	Vaarallisten aineiden direktiivi
VESKA	vesipuitedirektiivin prioriteettiaineiden kartoitushanke
VOC	Volatile Organic Compounds, haihtuvat orgaaniset yhdisteet
VPD	Vesipolitiikan puitedirektiivi
vPvB	very Persistent and very Bioaccumulable (Substances); erittäin hitaasti hajoavat ja erittäin biokertyvät (aineet)
WHO	World Health Organization; Maailman terveysjärjestö
YSA	Ympäristönsuojeluasetus

Alaindeksit:

oral	ravinnon kautta tuleva altistus
pa	polttoaine
th	lämpöteho
50	50 % populaatiosta

Johdanto

1.1 Taustaa

Teollisuuden haitallisten aineiden päästöjen nykyistä tarkempi selvittäminen on todettu tarpeelliseksi muiden muassa vesipolitiikan puitedirektiivin eli vesipuitedirektiivin (VPD, 2000/60/EY) ja vaarallisten aineiden direktiivin (VAD, 76/464/ETY) täytäntöönpanoa edistävien ympäristöhallinnon kartoitusohjelmien yhteydessä. Aineiden laitoskohtaisesta käytöstä samoin kuin niiden joutumisesta vesistöihin on toistaiseksi ollut suhteellisen vähän tietoa saatavilla.

Euroopan yhteisön tasolla haitallisista aineista on tehty prioriteettiainelista, joka on vahvistettu Euroopan Parlamentin ja Neuvoston päätöksellä 2455/2001/EY. Luettelo on jatkossa tarkoitus päivittää neljän vuoden välein. Kansallisella tasolla on valmisteltu ehdotus listaksi kansallisesti merkittävistä aineista eli ns. kansallisista prioriteettiaineista (Londesborough, 2003). Säädöstyö koskien kyseisiä prioriteettiaineluetteloita ja niille asetettavia ympäristönlaatunormeja on käynnissä. Kansallisten prioriteettiaineiden valintamenettely valintaprosessit ovat kattaneet eri toimialoilla tietoisesti käytettävät kemikaalit. Erityisesti kansallisen listan tarkistamisen kannalta on tärkeää selvittää myös prosessiperäisten päästöjen muodostuminen ja vaikutus vesistöissä.

Prioriteettiaineiksi valituille aineille on määritetty ympäristönlaatunormit (EQS). Määritys perustuu VPD:n liitteessä V esitettyyn ohjeistukseen ja EY:n kemikaalien riskinarvioinnin teknisiin ohjeisiin (TGD) sekä toksisuustesteihin ja kirjallisuuslähteisiin. Londesboroughin (2004) raportissa esitetty kansallisten prioriteettiaineiden laatunormien valinta noudattaa pitkälti samoja periaatteita kuin yhteisötason laatunormien määritysperiaatteet (Lepper, 2002). Kansallisten prioriteettiaineiden laatunormit vaikuttavat yhdessä muiden fysikaalis-kemiallisten laatutekijöiden sekä biologisten ja hydrologis-morfologisten laatutekijöiden kanssa vesipuitedirektiivin mukaisen ekologisen tilan luokitukseen. Yhteisötason prioriteettiaineiden laatunormit taas vaikuttavat vesistöjen kemiallisen tilan luokitukseen.

Alueellisesti merkittävien ja prosessiperäisten haitta-aineiden ympäristöriskien selvittämiseksi on tarpeellista selvittää myös toimialakohtaisia päästöpotentiaaleja. Metsäteollisuus on etenkin eräillä alueilla ja myös kansallisella tasolla varsin merkittävä vesistöjen kuormittaja, minkä vuoksi tämän toimialan haitallisten aineiden päästöjen selvittäminen on nähty yhdeksi tärkeäksi osa-alueeksi. Massa- ja paperiteollisuudessa käytetään kemikaaleja useissa käyttökohteissa, ja osaa näistä voidaan pitää vesistöille haitallisina. Tehoaineina käytettävistä yhdisteistä on kolme valittu kansalliselle prioriteettiainelistalle. Myös yhteisötason listan aineita voi esiintyä käytettävissä kemikaaleissa. Lisäksi tuotantoprosesseissa syntyy haitallisia aineita, joiden pitoisuuksia ei voida riittävällä tarkkuudella selvittää nykyisillä menetelmillä.

Vesidirektiivien lisäksi kemikaalien käyttöä säädellään erillisellä kemikaalilainsäädännöllä, joka on sekä kansallisella että Euroopan unionin tasolla jatkuvien muutosten kohteena. Vuoden 2003 lopulla on EU:n komissio tehnyt esityksen kemikaalilainsäädännön uudistamiseksi. Esitys sisältää ehdotuksen asetukseksi kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoittamisesta

(REACH). Ehdotus lisää tuottajien ja käyttäjien vastuuta kemikaalien aiheuttamista ympäristöriskeistä. Samalla haitallisimpien aineiden käyttö tulee luvanvaraiseksi. Luvanvaraisuus ei kuitenkaan välttämättä koske kaikkia VPD:n prioriteettiaineita.

Prioriteetti- ja muiden haitallisten aineiden käytöstä ja päästöriskeistä metsäteollisuudessa on aiemmin julkaistu tutkimusraportti Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksessa (Ojanen, 2003). Raportissa käsiteltiin erityisesti massa- ja paperiteollisuudessa käytettäviä prioriteetti- ja muita haitallisia aineita. Tällä hetkellä käytetään paperin valmistuksessa kemikaalien tehoaineina kolmea kansallisen listan ainetta ja myös muutamia yhteisötason listan aineita on käytössä tällä sektorilla. Lisäksi puuraaka-aineessa esiintyy prioriteettiaineiksi luokiteltavia raskasmetalleja. Raportissa käsiteltiin myös sellun, mekaanisen massan ja paperin valmistuksen eri osaprosesseissa syntyviä haitta-aineita. Erikseen käytiin läpi kaakkoissuomalaisen metsäteollisuusintegraatin ilmoittamia kemikaalitietoja. Metsäteollisuuslaitosten vuosiraportoinnin yhteydessä ilmoittamat kemikaalien käyttötiedot todettiin sellaisenaan riittämättömiksi haitallisten aineiden aiheuttamien riskien selvittämiseen. Tämän vuoksi olisi kiinnitettävä entistä enemmän huomiota viranomaisten ohjeistukseen asiassa esimerkiksi ympäristölupamääräysten antamisen yhteydessä. Lisäksi haitallisia aineita kartoittavia näytteenottoja teollisuuden läheisissä vesistöissä pidetään yleisesti tarpeellisina.

Tämä tutkimus on tehty jatkotyönä edellä mainitulle julkaisulle. Metsäteollisuuden haitta-aineita käsittelevät tutkimusprojektit tukevat samalla ympäristöhallinnossa meneillään olevaa valtakunnallista vesipuitedirektiivin toimeenpanotyötä.

1.2 Työn tavoitteet

Tämän tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on tunnistaa metsäteollisuuden käyttämien haitallisia aineita sisältävien kemikaalien sekä merkittävimpien prosessiperäisten haitta-ainepäästöjen aiheuttamat ympäristöriskit teollisuuslaitosten lähivesistöissä. Tämä edellyttää tarkkaa tietoa eri tarkoituksiin käytettyjen kemikaalien määristä ja koostumuksista sekä erityisesti haitallisimpien aineiden käyttäytymisestä prosesseissa. Lisäksi olisi tunnettava haitallisten aineiden muodostuminen tuotantoprosesseissa sekä niiden ominaisuudet ja pääsy vesistöön. Prosessiperäisten päästöjen selvittämisessä tulee ottaa huomioon suoraan vesiin joutuvien aineiden lisäksi välillisesti vesiä kuormittavat päästöt eli lähinnä ilmapäästöt. Kartoituksen lähtökohtana on lainsäädännölliset ja kansainvälisten sopimusten velvoitteet sekä aiemmat tiedot metsäteollisuuden tuotantoon liittyvistä päästöistä. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan käsitellä raskasmetallien päästöjä, koska niistä katsotaan olevan ennestään riittävästi tietoa.

Projektissa saatavia tuloksia voidaan hyödyntää sekä alueellisella että valtakunnallisella tasolla. Kaakkois-Suomen alueella metsäteollisuus on erityisen merkittävä ympäristökuormittaja, joten alueellisesti merkittävien haitallisten aineiden synty ja seurannan tarve voidaan selvittää melko suurelta osin. Valtakunnallisesti tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa vastaavien teollisuuslaitosten merkitystä haitallisten aineiden tuottajina. Tuloksia voidaan käyttää hyväksi suunniteltaessa seurantaohjelmia merkittävimmiksi havaituille aineille ja aineryhmille sekä päivitettäessä kansallisten prioriteettiaineiden listaa.

Ajankohtaiset lainsäädännön muutokset ja haitallisia aineita koskevat toimenpiteet

2

2.1 Vesilainsäädännön mukaiset toimet

2.1.1 Haitallisten aineiden priorisointi

Tällä hetkellä keskeisin vesilainsäädäntöön vaikuttava EY-direktiivi on vesipuitedirektiivi. Siinä on muiden vesiensuojelullisten säädösten lisäksi säädetty yhteisötason prioriteettiaineiden ja muiden haitallisten aineiden tunnistamisesta sekä niiden vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä. Haitallisten aineiden tunnistaminen on todettu tärkeäksi tekijäksi direktiivin tavoitteisiin kuuluvien pinta- ja pohjavesien tilan huononemisen ehkäisemisen ja niiden hyvän tilan saavuttamisen kannalta. Pitkän tähtäyksen päämääränä on muun muassa haitallisten aineiden päästöjen, mukaan lukien prioriteettiainepäästöjen vähentäminen. VPD:n kansallisiin toimiin kuuluu pilaantumisen vaaraa aiheuttavien paineiden tunnistuksen ohella päästölähteiden tunnistaminen ja ihmistoiminnan vaikutusten arviointi. Niiden pohjalta laaditaan tarvittavat seurantaohjelmat ja toimenpideohjelmat.

Merkittävimmistä pilaavista aineista tehty yhteisötason prioriteettiainelista on esitetty direktiivin liitteessä X ja se on vahvistettu Euroopan Parlamentin ja Neuvoston päätöksessä 2455/2001/EY. Tässä päätöksessä on kuvattu myös prioriteettiaineiden valintaan käytetty mitattuihin ja mallinnettuihin ympäristöpitoisuustietoihin perustuva COMMPS-valintamenettely. Valitut aineet on katsottu oleellisiksi useiden EU:n jäsenmaiden kannalta. Prioriteettiainelistaa on jatkossa tarkoitus päivittää neljän vuoden välein aineista saatujen uusien tietojen ja käytön muuttumisen pohjalta. Alkuperäisellä listalla on 33 ainetta tai aineryhmää, jotka jakautuvat teollisuuskemikaaleihin, torjunta-aineisiin ja raskasmetalleihin. Näistä osa on luokiteltu erikseen vaarallisiksi prioriteettiaineiksi, joiden antropogeeniset päästöt pyritään lopettamaan asteittain kokonaan.

VPD:n liitteessä VIII on annettu viitteellinen luettelo merkittävimmistä pilaavista aineista. Koska tämä luettelo sisältää hyvin laajoja aineryhmiä, on näihin ryhmiin kuuluvat aineet priorisoitava niiden merkityksellisyyden mukaan. Londesboroughin (2003) raportissa esitetty VPD:n mukaisten kansallisten prioriteettiaineiden valinta perustui aineen ominaisuuksiin (pysyvyys (P), biokertyvyys (B), toksisuus (T)) ja altistuspotentiaaliin eli kemikaalituoterekisteristä saatuihin käyttömääriin ja käytön laajuuteen. Pysyvien, kertyvien ja myrkyllisten aineiden lisäksi listalle otettiin aineita, jotka olivat erittäin myrkyllisiä ja hitaasti hajoavia (vTP) tai erittäin myrkyllisiä ja biokertyviä (vTB). Torjunta-aineiden ja metallien valinnalle oli erilliset menettelyt. Valintamenettely ei kattanut prosessiperäisiä päästöjä eikä yksinomaan tuontituotteissa esiintyviä kemikaaleja.

Alkuperäisellä raportissa esitetyllä listalla oli 27 ainetta tai aineryhmää, joista yhteensä kuusi ainetta on sidosryhmiltä saatujen kommenttien ja tarkempien selvitysten jälkeen poistettu listalta. Lisäksi metallien mukaanottoa listalle selvitetään edelleen jatkossa. Ehdotetuille metalleille ei vahvistettaisi ympäristönlaatunormeja, vaan niille voitaisiin antaa ohjeellisia haitallisen pitoisuuden raja-arvoja.

Kansallinen prioriteettiainelista vahvistetaan ympäristönsuojelulain (86/2000) 11 §:n mukaisella asetuksella. Myös sen säännöllinen päivittäminen, esimerkiksi neljän vuoden välein, nähdään tärkeäksi. Listalle valittavien aineiden on oltava merkityksellisiä usealla vesienhoitoalueella. Vuoden 2004 lopun tilanteen mukainen lista, josta käy ilmi myös aineille ehdotetut ympäristönlaatunormit ja analyysimenetelmät, on esitetty liitteessä 1. Koska metalleille ei ole voitu vahvistaa ympäristönlaatunormeja, niitä ei ole käsitelty tässä yhteydessä. Vahvistettavista metalleista esillä ovat olleet kromi, kupari ja sinkki.

Alueellisesti merkittäviksi aineiksi eli ns. alueellisiksi prioriteettiaineiksi voidaan määritellä muut aineet, jotka voivat aiheuttaa pilaantumisen vaaraa vesiympäristölle tai vesiympäristön kautta. Tällaisia aineita voivat olla etenkin vain tietyllä alueella sijaitsevassa teollisessa tai muussa toiminnossa käytettävät aineet. Myös tietyn toimialan toimintojen selkeä alueellinen painottuminen on syytä ottaa huomioon. Alueellisiin prioriteettiaineisiin voidaan lukea myös prosesseissa syntyvät haitalliset aineet ja muut aineet, jotka ovat jääneet ensimmäisen kansallisen prioriteettiainelistan ulkopuolelle. Lisäksi aineita voidaan alueellisesti priorisoida velvoitetarkkailun tai tutkimusten perusteella.

Vaarallisten aineiden aiheuttaman pilaantumisen torjunnan puitteista on aiemmin säädetty vaarallisten aineiden direktiivissä (76/464/ETY). Tämän direktiivin liitteessä on annettu luettelot merkittävimmistä vesistöjen pilaantumisen vaaraa aiheuttavista aineista ja aineryhmistä. VAD:n perusteella on myös annettu joukko vesiin kohdistuvia päästöjä ja vesiympäristön laatua koskevia direktiivejä. Vaarallisten aineiden direktiivin vaatimuksia on Suomessa toteutettu Valtioneuvoston päätöksellä 363/1994 eräiden ympäristölle tai terveydelle vaarallisten aineiden johtamisesta vesiin, ja sen toimeenpanossa otetaan jatkossa huomioon VPD:n periaatteet ja toimeenpano. Vaarallisten aineiden direktiivi poistuu käytöstä 13 vuoden kuluessa vesipuitedirektiivin voimaantulosta eli 23.10.2013 mennessä. Tähän päivämäärään mennessä vesipuitedirektiivin säännökset tulisi olla pantu toimeen täysimääräisesti.

2.1.2 Haitallisten aineiden seurannan kehittäminen

Metsäteollisuudessa käytetään eri tarkoituksiin tehoaineina muutamia sekä yhteisötason että kansallisen prioriteettiainelistan mukaisia aineita. VPD:n liitteen X mukaisia aineita on toiminnanharjoittajille tehdyn kyselyn mukaan varsinaisessa tuotannollisessa käytössä vain yksi eli bentseeni. Kansallisella listalla on tällä hetkellä kolme massa- ja paperiteollisuudessa tehoaineena käytettävää ainetta tai aineryhmää: bronopoli, TCMTB ja nonyylifenolietoksylaatit. Näistä kaikki on valittu listalle vTP-ominaisuuksien perusteella. Lisäksi molempien listojen metalleja löytyy puuraaka-aineesta, josta niitä joutuu jätevesiin ja sivuaineisiin. Käyttökemikaaleista on tarkempaa tietoa tämän raportin luvussa 3.1.

Haitallisten aineiden tunnistamista sekä niiden seurannan kehittämistä ja niistä aiheutuvien ongelmien ennakoimista pyritään edistämään eräissä ympäristöhallinnon koordinoimissa tutkimusohjelmissa. VESKA-projektissa tuotetaan perustiedot erityisesti vesipolitiikan puitedirektiivissä priorisoitujen aineiden esiintymisestä Suomessa. Menetelmänä on kahdentoista kaupungin alueella tehtävä kartoitus, jossa selvitetään kuluttajakäytössä sekä eri teollisuuden alojen käytössä olevien aineiden esiintymistä vesiympäristöstä mittaamalla aineiden pitoisuuksia kulkureitillä. Näytteitä otetaan yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilta sekä päästölähteiden alapuolisista vesistöistä. Näytteenotossa saatujen mittaustulosten jakaumaa tarkastellaan vesipuitedirektiivin mukaisia ympäristön laatunormeja (EQS) vasten ja kehitetään päätöksentekomalli aineiden jatkoseurannan tarpeen arvioimiseksi. Hankkeessa on eri vaiheissa ollut edustettuina Suomen ympäristökes-

kuksen ja alueellisten ympäristökeskusten lisäksi Ympäristöministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö, alihankkijalaboratorioita sekä Elinkeinoelämän keskusliitto edeltäjineen.

Haitallisten aineiden ympäristöseurantojen kehittämishankkeen (HAASTE) tavoitteena oli kehittää uudenlainen haitallisten aineiden seurantajärjestelmä, joka kattaa nykyistä seurantaa huomattavasti useampia aineita. Tämän katsotaan olevan toteutettavissa kohtuullisin kustannuksin ajallisesti ja alueellisesti rajattujen kartoitusten avulla. Käytännössä tämä tarkoittaisi, että haitallisten aineiden ympäristöpitoisuuksia mitattaisiin ensin tunnistettujen päästölähteiden läheisyydessä. Mikäli näillä paikoilla havaittaisiin huolestuttavan korkeita pitoisuuksia, harkittaisiin lisätutkimusten ja jatkuvan seurannan tarvetta. Aineiden mitattujen tai arvioitujen pitoisuuksien muuttuessa voidaan tarpeen mukaan harkita seurannan vähentämistä tai lisäämistä.

HAASTE-hankkeen projektiryhmän loppuraportin (Korhonen & Londesborough (toim.), 2004) mukaan haitallisten aineiden tarkkailun kehittämisen ensisijainen tavoite on saada velvoitetarkkailu lainsäädännön ja kansainvälisten sopimusten vaatimusten mukaiselle tasolle. Lisäksi hankkeessa luodaan toimintamalleja tietohallinnon kehittämiseksi ja seurannasta vastaavien tahojen yhteistyön lisäämiseksi. Hanketta ovat koordinoineet YM:n asettama johtoryhmä ja SYKE:n asettama projektiryhmä, joissa on ollut mukana ministeriöiden, tutkimuslaitosten, alueellisten ympäristökeskusten ja teollisuuden edustajia.

2.2 Muu ympäristölainsäädäntö ja ympäristölupakäytäntö

Kemikaalipäästöihin liittyviä velvoitteita annetaan myös muussa ympäristölainsäädännössä. Ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi annetussa IPPC-direktiivissä (1996/61/EY) annetaan säädökset muun muassa lupamenettelyn eri osa-alueista ja parhaasta käytettävissä olevasta tekniikasta (BAT).

Kansallisella tasolla IPPC-direktiivi on pantu toimeen ympäristönsuojelulailla ja ympäristönsuojeluasetuksella (169/2000). YSA 9 §:ssä säädetään ympäristölupahakemuksen sisällöstä. Pykälän 2 momentin mukaan hakemuksen tulee sisältää muiden muassa tiedot käytettävistä raaka-aineista, kemikaaleista ja muista tuotantoon käytettävistä aineista ja niiden varastoinnista, säilytyksestä sekä kulutuksesta. Muutoin haitallisia aineita koskevat säädökset sisältyvät päästöjä ja ympäristövaikutuksia käsitteleviin kohtiin. 19 §:n 1 momentissa annetaan säädökset ympäristölupapäätöksen ratkaisuosan sisällöstä. 3 kohdassa säädetään asetuksen liitteessä 2 lueteltuja aineita koskevista päästömääräyksistä ja kohdassa 4 kaukokulkeutuvia aineita koskevista päästömääräyksistä. Haitallisten aineiden päästöjen ehkäisyn kannalta oleellisia ovat myös 5 ja 6 kohta. 5 kohdassa säädetään esimerkiksi tehtaiden ylös- ja alasajoihin, huoltoseisokkeihin sekä vahinkotilanteisiin liittyvistä määräyksistä ja 6 kohdassa käytön, päästöjen ja vaikutusten tarkkailusta annettavista määräyksistä.

Haitallisten aineiden päästöjen vähentäminen ja niiden synnyn ehkäiseminen parhaan käytettävissä olevan tekniikan avulla on nähtävä tärkeänä osa-alueena tuotannollisen toiminnan aiheuttaman ympäristökuormituksen vähentämisessä. Ympäristönsuojeluasetuksen 37 §:ssä säädetään parhaan käyttökelpoisen tekniikan sisältöä arvioitaessa huomioon otettavista tekijöistä. Siinä velvoitetaan muun muassa käytettävien aineiden vaarallisuuden ja haitattomampien aineiden käyttömahdollisuuksien selvittämiseen. Toiminnanharjoittajan selvilläolovelvollisuudesta ja valintavelvollisuudesta on säädetty myös kemikaalilain (744/1989) 16 §:ssä.

Käytettävien kemikaalien valinnalla voidaan myös vaikuttaa syntyvien päästöjen ja jätteiden laatuun ja määrään. Lisäksi käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ennaltaehkäisyllä voidaan muiden päästöjen ohella vähentää haitta-aineiden joutumista vesistöihin tai ilmakehään.

Haitallisia aineita koskevia määräyksiä ei juurikaan ole annettu aiemmissa ympäristölupamenettelylain (735/1991) mukaisissa massa- ja paperiteollisuudelle myönnetyissä ympäristöluvissa. Tuotantolaitokset on velvoitettu ilmoittamaan käyttämiensä kemikaalien määrät vuosiraportoinnin yhteydessä, mutta määrät ilmoitetaan yleensä vain ryhmäkohtaisesti käyttötarkoituksen, eikä näistä raporteista käy ilmi tehoaineiden määrät. Uusimmissa ympäristönsuojelulain mukaisissa luvissa on tuotantolaitoksille annettu selvitysmääräyksiä haitallisista ympäristönsuojeluasetuksen liitteen 2 ja kansallisen prioriteettiainelistan perusteella. Koska vesipuitedirektiiviä ei ole päätöksiä annettaessa pantu täytäntöön kansallisella lainsäädännöllä, ei sen liitteen X mukaisiin aineisiin ole voitu viitata.

2.3 Kemikaalilainsäädännön uudistus

2.3.1 Yleisiä lähtökohtia ja tavoitteita

Kemikaalivalmisteiden ja niiden sisältämien tehoaineiden käytöstä aiheutuvien ympäristö- ja turvallisuusriskien hallinnassa on keskeisellä sijalla myös kemikaalilainsäädännön kehittäminen. EU:n tasolla vaarallisten aineiden luokitusta, pakkaamista ja merkintöjä koskevien lakien, asetusten ja hallinnollisten määräysten lähentämisestä säädetään direktiivissä 67/548/ETY. Siinä vaaditaan, että uusista aineista ihmisten terveydelle ja ympäristölle mahdollisesti aiheutuvat riskit on testattava ja arvioitava ennen kuin niitä saatetaan markkinoille 10 kilogrammaa tai sitä suurempia määriä. Olemassa olevien aineiden vaarojen arvioinnista ja valvonnasta on annettu asetus 793/93. Sen mukaisesti viranomaisten tulee suorittaa riskinarviointi ensisijaisiksi määritellyille aineille, joita on noin 140. Direktiivissä 76/769/ETY säädetään tiettyjen vaarallisten aineiden ja valmisteiden markkinoille saattamisen ja käytön rajoituksista. Sen mukaisesti komissio on sitoutunut suorittamaan riskinarvioinnit ja riittävät analyysit kustannuksista ja hyödyistä ennen kemianteollisuuteen vaikuttavan säädöksen ehdottamista tai antamista.

EU:n kemikaalilainsäädännön uudistukselle on nähty monenlaista tarvetta. Ajankohtaisena aiheena on ollut esillä Euroopan yhteisöjen komission (2003) ehdotus asetukseksi kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoittamisesta (REACH). Samaan asetusehdotukseen sisältyy Euroopan kemikaaliviraston perustaminen Helsinkiin sekä vaarallisten valmisteiden luokitusta, pakkaamista ja merkintöjä koskevien lakien, asetusten ja hallinnollisten määräysten lähentämisestä annetun direktiivin 1999/45/EY ja pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan asetuksen (EY) muuttaminen. Samassa yhteydessä annettiin ehdotus direktiivin 67/548/ETY muuttamisesta sen mukauttamiseksi REACH-asetukseen. Uudistus perustuu komission vuonna 2001 julkaisemaan valkoiseen kirjaan tulevaa kemikaalipolitiikkaa koskevasta strategiasta.

Lakiuudistuksella pyritään selkiyttämään nykyistä melko hajanaista kemikaalilainsäädäntöä ja saamaan se entistä paremmin yhteensopivaksi muun lainsäädännön kanssa. Sen keskeisimpiä lähtökohtia on terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta tärkeän tiedon puute aineiden ominaisuuksista ja käyttötavoista. Nykyisen lainsäädännön mukaan viranomaisten tehtäviin kuuluva riskinarviointiprosessi on koettu hitaaksi ja resursseja vaativaksi, ja se vaikeuttaa järjestelmän

tehokasta toimintaa. Vastuualueiden jakautumista ei pidetä tarkoituksenmukaisena, koska arvioinnista ovat vastuussa viranomaiset eivätkä yritykset, jotka tuottavat, tuovat maahan tai käyttävät aineita.

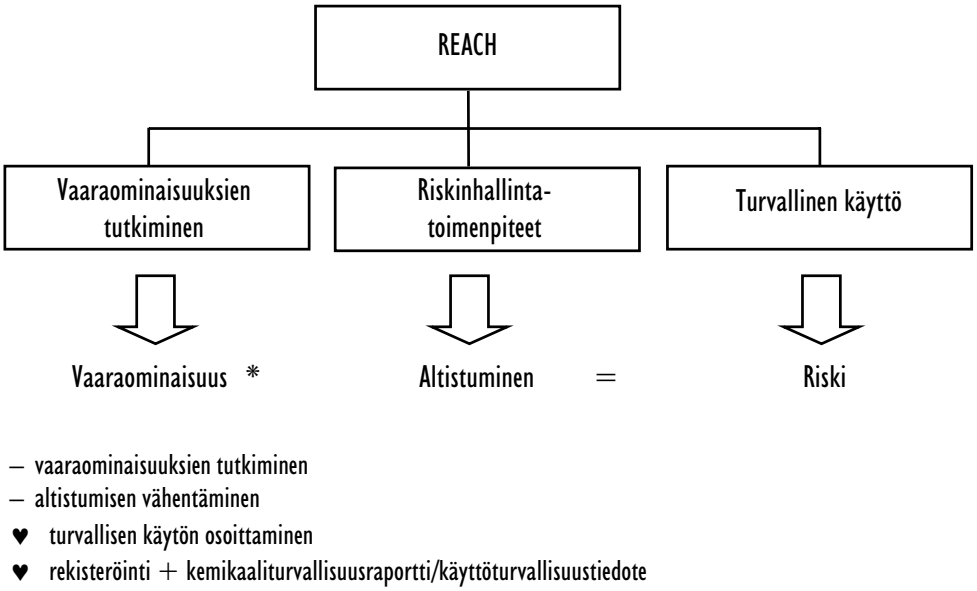
Yksi ehdotetun lainsäädäntöehdotuksen merkittävimmistä piirteistä on se, että vastuu kemikaaliin liittyvien riskien turvallisesta hallinnasta on jatkossa teollisuudella. Tietoja vaaditaan nykykäytännöstä poiketen myös jatkokäyttäjiltä. Uudistuksen ansiosta teollisuus voi soveltaa riskinvähentämistoimenpiteitä jo aikaisesta vaiheesta kyseisen aineen elinkaaren aikana ja siten välttää haitallisia vaikutuksia jatkokäyttäjiin ja asiakkaisiin. Sen ansiosta myös jäsenvaltioiden toimivaltaiset viranomaiset voivat suunnata voimavaransa teollisuuden toimittamien tietojen laadun arviointiin pikemminkin kuin riskinarviointien tekemiseen itse. Uudistus mahdollistaa entistä paremmin myös korvaamisperiaatteen soveltamisen, kun haitan aiheuttaja pystytään entistä helpommin osoittamaan. Asetusehdotusta laadittaessa on otettu huomioon uudistuksen vaikutus teollisuuden kilpailukykyyn.

2.3.2 Rekisteröinti ja arviointi

Ehdotuksen mukainen yleinen rekisteröintivelvollisuus koskee aineita, joita valmistetaan tai tuodaan maahan yksi tonni tai enemmän. 2 luvussa annetaan yleistä rekisteröintivelvollisuutta koskevat määräykset erikseen aineiden rekisteröinnille sellaisenaan tai valmisteissa (5 artikla) sekä tuotteiden sisältämille aineille (6 artikla). 7 artiklassa säädetään poikkeuksesta koskien tuote- ja prosessisuuntautuneessa tutkimuksessa ja kehittämisessä käytettäviä aineita. Rekisteröintiä koskevissa säännöksissä velvoitetaan aineiden valmistajat ja maahantuojat hankkimaan tietoa valmistamistaan tai maahantuomistaan aineista ja käyttämään tätä tietoa ympäristön kannalta turvallisen käytön varmistamiseksi. Nykyisin valmistettavien tai markkinoilla olevien aineiden valtaosan asteittaisesta tuomisesta rekisteröintijärjestelmään annetaan erityissäännökset. Rekisteröintiä haetaan perustettavalta EU:n kemikaalivirastolta.

Valmistajien ja maahantuojien on käsiteltävä kaikkiin sellaisiin käyttötapoihin liittyviä riskejä, jotka heidän jatkokäyttäjänsä ovat ilmoittaneet heille. Jatkokäyttäjällä on oikeus olla ilmoittamatta käyttötapaa, jolloin tämä on vastuussa vaaran ja altistuksen arvioinnin sisältävän kemikaaliturvallisuusarvioinnin suorittamisesta. Vastaavasti valmistajan ei tarvitse toimittaa ainetta sellaista käyttötapaa varten, jota hän ei voi hyväksyä. Täytäntöönpanon valvontaa varten ja avoimuuden toteutumiseksi nämä rekisteröintitiedot on toimitettava viranomaisille.

Rekisteröinti edellyttää ainetta ja riskinhallintatoimenpiteitä koskevia tietoja sisältävän teknisen asiakirja-aineiston toimittamista, ja lisäksi 10 tonnin ja sitä suurempien määrien osalta kemikaaliturvallisuusraporttia, jossa on dokumentoitu kyseisten toimenpiteiden valinta. Seuraavassa kaaviokuvassa on esitetty pääpiirteissään rekisteröintiin liittyvät velvoitteet.



Kuva 1. Valmistajan, maahantuojan ja jatkokäyttäjän velvoitteet kemikaalien rekisteröinnissä (Kivelä, 2004).

Asetusehdotuksessa lähdetään siitä, että jatkokäyttäjät velvoitetaan tarkastelemaan käyttötapojensa turvallisuutta ensisijaisesti tavarantoimittajiensa antamien tietojen perusteella ja toteuttamaan tarpeelliset riskinhallintatoimenpiteet. Riskinhallintatoimenpiteillä tarkoitetaan altistusta vähentäviä toimenpiteitä, joita voivat olla esimerkiksi haitallisten aineiden käyttömäärien vähentäminen korvaamalla niitä haitattomammilla sekä aineiden käyttö tuotantoprosesseissa siten, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa terveydelle tai ympäristölle.

Tuotteiden sisältämien aineiden, eli lähinnä tiettyyn käyttötarkoitukseen suunnattujen tehoaineiden, rekisteröintiin sovelletaan erityisjärjestelyä, jossa pyritään oikeasuhteisuuden toteutumiseen. Rekisteröintiä edellytetään, kun kyseisellä aineella on vaarallisia ominaisuuksia ja se on tarkoitettu vapautumaan tuotteesta. Aineista, joita vapautuu satunnaisesti tuotetta käytettäessä, edellytetään ainoastaan ilmoitus, jonka perusteella kemikaalivirasto voi vaatia rekisteröintiä.

Rekisteröintisäännöksiä koskevissa viranomaisten täytäntöönpanotoimissa on tarkoitus keskittyä lähinnä tapauksiin, joissa on saatu näyttöä siitä, että tuotteista vapautuvalla aineella on haittavaikutuksia ihmisten terveyteen tai ympäristöön. Kemikaaliviraston tehtäväksi on tulossa ohjeistuksen laatiminen tuotteiden valmistajien ja maahantuojien sekä toimivaltaisten viranomaisten opastamiseksi näiden säännösten täytäntöönpanossa.

REACH-asetusehdotuksessa annetaan toimivaltaisen viranomaisen tehtäväksi tarkistaa, ovatko rekisteröintiasiakirjat rekisteröintiä koskevan osaston vaatimusten mukaiset. Asiakirja-aineiston arvioinnista säädetään 39–43 artiklassa. Lisäksi asetuksessa säädetään aineen arvioinnista (43a–46 artikla). Sen yhteydessä viranomaiset voivat vaatia teollisuutta hankkimaan ja toimittamaan lisätietoja, jos epäillään ihmisten terveyteen tai ympäristöön kohdistuvaa riskiä.

Arviointimenettelyllä varmistetaan, että REACH-asetuksessa säädetyn rajoitus- tai lupamenettelyn toteuttamiseksi tarpeellisia tietoja tuotetaan, ja kemikaalivirasto välittää ne tarvittaessa asiaankuuluville tahoille.

2.3.3 Lupamenettely ja rajoitukset

REACH:iin suunnitellun lupajärjestelmän avulla varmistetaan, että suurinta riskiä ympäristölle aiheuttavien aineiden käyttö on sallittu vain, jos riskit on hallittu tai korvaavia aineita ei vielä ole käytössä, mutta sosioekonomiset hyödyt ylittävät riskit. Lupa myönnetään yleensä määräaikaisena.

Lupamenettelyn piiriin on tarkoitus saattaa pysyvät, biokertyvät ja toksiset aineet eli ns. PBT-aineet, hyvin pysyvät ja hyvin biokertyvät aineet eli ns. vPvB-aineet, syöpää aiheuttavat, perimää vaurioittavat ja lisääntymiselle vaaralliset eli ns. CMR-aineet sekä tapauskohtaisesti muut esimerkiksi hormonitoimintaa häiritsevät aineet (54 artikla). Aineiden lista tarkennetaan asetuksen liitteessä XIII. Luvanvaraisuudesta ja siihen liittyvistä poikkeuksista säädetään 53 artiklassa. Luvanvaraisuus ei koske jäteaineita eikä tieteellisessä tai tuote- ja prosessisuuntautuneessa tutkimus- ja kehitystyössä käytettäviä aineita. Muita luvanvaraisuuden ulkopuolelle jääviä käyttökohteita ovat esimerkiksi käyttö direktiivin 98/8/EY soveltamisalaan kuuluvissa biosidituotteissa, käyttö tehtaalla käytettävänä eristettynä välituotteena sekä käyttö polttoaineena suljetuissa järjestelmissä. Biosidituotteisiin luetaan muun muassa massa- ja paperiteollisuudessa käytettävät limantorjunta- ja puunsuoja-aineet.

Ennen lupamenettelyn käynnistämistä komissio laatii kemikaaliviraston ja jäsenmaiden avustuksella luettelon lupamenettelyn piiriin tulevista aineista. Aineet otetaan luetteloon tärkeysjärjestyksessä säädöksessä määriteltyjen perusteiden mukaisesti. Valittujen aineiden olisi oltava sellaisia, joiden sääntelystä on odotettavissa suurin hyöty. Lupamenettelystä vapautettaisiin eräät aineet tai käyttökohteet, joita koskevat muun lainsäädännön mukaiset lupajärjestelmät. Lupamenettelyssä edellytetään, että erityistä huolta aiheuttavien aineiden käyttäjien tai niitä tarjoavien on haettava lupaa jokaiselle käyttötavalle komission asettamissa määräajoissa. Määräajat asetetaan usealle aineelle kerrallaan. (Kivelä, 2004)

Lupamenettelyssä näyttövelvollisuus on hakijalla, jonka on osoitettava, että käyttötavasta aiheutuva riski on asianmukaisesti hallinnassa tai että sosioekonomiset hyödyt ylittävät riskit. Jatkokäyttäjät voivat käyttää ainetta luvan saaneen käyttötavan mukaisesti, kunhan he saavat aineen yritykseltä, jolle lupa on myönnetty, ja noudattavat kyseisen luvan ehtoja. Tällaisten jatkokäyttäjien on ilmoitettava kemikaalivirastolle aineen käytöstä 63 artiklan mukaisesti kolmen kuukauden kuluessa aineen ensimmäisestä toimituksesta. Tarkoituksena on, että viranomaiset ovat täysin tietoisia siitä, kuinka ja missä erityistä huolta aiheuttavia aineita käytetään.

Lupahakemus on jätettävä kemikaalivirastolle, ja sen voivat jättää aineen valmistaja, maahantuoja ja/tai jatkokäyttäjä (59 artikla). Hakemus voidaan jättää yhdestä tai useammasta aineesta ja yhdestä tai useammasta käyttötavasta. Haettavat käyttötavat voivat olla hakijan omia ja/tai niitä käyttötapoja, joita varten hakija aikoo saattaa aineen markkinoille.

REACH-asetusehdotuksen mukainen lupamenettely ei 57 artiklan 2 kohdan mukaan kuitenkaan koskisi riskejä, jotka aiheutuvat ihmisten terveydelle ja ympäristölle aineen päästöistä tehtaalta, jolle on myönnetty lupa neuvoston direktiivin 96/61/EY mukaisesti tai riskejä, jotka aiheutuvat vesiympäristölle tai vesiympäristön välityksellä kyseisen aineen päästöistä pistelähteestä, joihin sovelletaan vaatimusta ennalta tapahtuvasta sääntelystä tämän asetuksen 11 artiklan 3 kohdan sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2000/60/EY 16 artiklan nojalla annetun lainsäädännön mukaisesti. Näin ollen esimerkiksi massa- ja paperitehtaiden prosesseissa syntyvät haitta-ainepäästöt eivät kuuluisi tämän menettelyn piiriin, vaan nämä päästöt tulee käsitellä yhdessä muiden lupa-asioiden kanssa ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä. Tätä menettelytapaa voidaan pitää IPPC-direktiivin yhtenäislupajärjestelmän hengen mukaisena.

Rajoituksia koskevilla säännöksillä annetaan mahdollisuus riskinvähentämistoimenpiteiden käyttöönottoon koko yhteisön alueella. Mille tahansa sellaisenaan käytettävälle tai valmisteessa tai tuotteessa olevalle aineelle voidaan asettaa yhteisön laajuisia rajoituksia, jos aineen aiheuttama riski sitä edellyttää. Voimassa olevat rajoitukset on otettu uudelleen laaditussa muodossaan lähtökohdaksi uudelle rajoitusmenettelylle.

Rajoituksia koskevat ehdotukset voivat sisältää aineen valmistukselle, käyttötavoille ja/tai markkinoille saattamiselle asetettavia ehtoja tai tarvittaessa näitä toimintoja koskevan kiellon. Jäsenvaltiot tai komissio laativat nämä ehdotukset määrämuotoisella asiakirjalla, ja ne esitetään kemikaalivirastolle. Ehdotuksen valmistelusta säädetään 66 artiklassa. Asiakirja-aineistossa on osoitettava, että ihmisten terveydelle tai ympäristölle aiheutuu riski, johon on puututtava yhteisön tasolla, ja siinä on tarkasteltava vaihtoehtoja kyseisen riskin hallitsemiseksi.

Rajoitussäännöksissä on pyritty tasapainoon siten, että toimiin ryhdytään tarvittaessa ja mahdollisimman nopeasti, että kaikilla rajoituksilla on vankka tieteellinen pohja ja että kaikki asianomaiset osapuolet voivat osallistua menettelyyn.

Käyttökemikaalien riskin tunnistaminen

3

3.1 Massa- ja paperiteollisuudessa käytössä olevat prioriteetti- ja haitalliset aineet

Kemiallisessa metsäteollisuudessa käytetään eräitä yhteisötason ja kansallisen tason prioriteettiainelistoilla olevia aineita. Niiden käyttömäärät ja -tavat sekä ominaisuudet tunnetaan ennestään suhteellisen hyvin valtakunnallisella tasolla. Sen sijaan laitoskohtaista ja sitä kautta alueellista tietoa eri kemikaalien käytöstä on tähän asti ollut varsin vähän saatavilla. Lisäksi niiden ympäristökohtalo ja sitä kautta todellinen vesistökuormitus on ollut melko heikosti tiedossa. Näihin seikkoihin on pyritty saamaan korjausta alueellisten ympäristökeskusten toimialueidensa toiminnanharjoittajille kohdistamilla kyselyillä ja lisäämällä ympäristölupahakemuksen liitteeksi kemikaalitaulukko, johon lupavelvollinen voi ilmoittaa käyttämiensä kemikaalien määrät ja koostumukset sekä niiden joutumisen tuotteeseen, vesiin, ilmaan ja kiinteisiin poisteisiin. Lisäksi aineiden mahdollinen reagointi prosessin aikana pyritään selvittämään.

3.1.1 Käyttö ja ominaisuudet

Pintavesikuormituksen tunnistamisoppaan (SYKE, 2004a) ja ”Kemikaalit ympäristöluvassa” (KEY)-hankkeen (SYKE, 2004b) taulukoiden mukaan vesipuitedirektiivin liitteessä X luetelluista yhteisötason prioriteettiaineista nonyylifenoleja ja niiden johdannaisia käytetään massa- ja paperiteollisuuden kemikaaleissa lähinnä pesuaineina. KETU-rekisterin mukaan myös dikloorimetaania käytetään tähän tarkoitukseen. Lisäksi eräitä aineita voidaan käyttää väriaineissa, voiteluaineissa, pesuaineissa ja paperin kyllästyksessä. Kaakkois-Suomen alueen toiminnanharjoittajille suunnatun kyselyn perusteella vain yhtä eli bentseeniä tiedetään käytettävän tuotantoprosesseissa. Sitä esiintyy pieninä pitoisuuksina käytettävässä pesulipeässä. Dikloorimetaania käytetään laboratoriokemikaalina ja klorpyrifossia tuhoeläinten torjuntaan. Triklooribentseenille on mitattu ilmapäästö yhdellä laitoksella. Polyaromaattisia hiilivetyjä syntyy pääasiassa polttoprosesseissa, joten niitä voi periaatteessa syntyä myös metsäteollisuuden omassa energiantuotannossa. Lisäksi niitä voi esiintyä esimerkiksi kreosootin epäpuhtautena mekaanista metsäteollisuutta sisältävissä integraateissa. Näitä ovat varsinaisessa VPD:n liitteen X PAH-yhdisteiden ryhmässä lueteltujen yhdisteiden lisäksi antraseeni ja fluoranteeni, jota käytetään vaarallisempien PAH-yhdisteiden osoittimena. Koska PAH-päästöt eivät kuulu tarkkailtavien päästöjen listalle, metsäteollisuuslaitokset eivät ole ilmoittaneet niitä VAHTI-tietoihin.

Kemiallisessa metsäteollisuudessa käytetään kolmea kansallisella prioriteettiainelistalla olevaa ainetta. Näistä 2-bromi-2-nitropropaani-1,3-diolia eli bronopolia ja (2-tiosyanometyylitio)-bentsotiatsolia (TCMTB) käytetään limantorjuntaaineissa ja nonyylifenolietoksylaatteja teollisuuspesuaineissa. Lisäksi TCMTB:n hajoamistuote merkaptobentsotiatsoli (MBT) sisältyy listalle. Näistä jokainen on valittu listalle vTP-ominaisuuksien perusteella, eli ne luokitellaan erittäin myrkyllisiksi ja hitaasti hajoaviksi.

Viimeisimmän suojauskemikaaliluettelon (Moilanen, 2003) mukaan bronopolia käytetään tällä hetkellä tehoaineena 12 massa- ja paperiteollisuuden limantorjunta-aineena ja massan säilöntäaineena käytettävässä kemikaalissa. TCMTB:tä käytetään kahdessa biosidissa, joille ei tätä luetteloa julkaistessa oltu annettu virallista hyväksymispäätöstä. Lisäksi sitä käytetään puunsuojakemikaalina. Näitä tehoaineita sisältävien valmisteiden tiedot on esitetty tämän raportin liitteessä 2. Kyselytietojen perusteella bronopolia sisältäviä limantorjunta-aineita käytetään tällä hetkellä ainakin muutamalla Kaakkois-Suomen alueen tuotantolaitoksella. TCMTB:tä sisältäviä kemikaaleja ilmoitettiin käytetyn yhdellä tuotantolaitoksella, jolta ne oli kuitenkin poistettu käytöstä sisäisen ohjeen perusteella. Sellun ja paperin valmistuksessa käytetään limantorjuntakemikaalien tehoaineina useita muitakin haitallisiksi luokiteltavia aineita, joita ei kuitenkaan ominaisuuksiensa tai käyttömääriensä perusteella ole valittu prioriteettiainelistoille.

Kolmas massa- ja paperiteollisuudessa käytettävä kansallisen prioriteettiainelistan aineryhmä eli nonyylifenolietoksylaatit ovat yhteisötason listalla olevien nonyylifenolien johdannaisia ja niitä käytetään teollisuuspesuaineissa. Niitä on ilmoitettu käytettävän myös Kaakkois-Suomen alueen metsäteollisuudessa. Niillä on myös useita muita käyttökohteita eri teollisuudenaloilla. Nonyylifenolietoksylaatit hajoavat edelleen nonyylifenoleiksi, mutta pitkän muuntumisajan johdosta niiden sisällyttäminen kansalliselle prioriteettiainelistalle on katsottu tarpeelliseksi tarkoituksenmukaisen seurannan varmistamiseksi.

Kemiallisen metsäteollisuuden käyttämien kansallisten prioriteettiaineiden ominaisuuksia on esitelty lähemmin liitteessä 3. Tiedot on kerätty Londesboroughin (2003) raportista sekä KEY-taulukoista, kemikaalien ympäristötietorekisteristä ja kyseisiä aineita sisältävien kemikaalivalmisteiden käyttöturvallisuustiedotteista.

Myös prioriteettiainelistoille otettuja raskasmetalleja esiintyy massa- ja paperiteollisuudessa. Päätöksessä 2455/2001/EY vahvistetulle listalle otetuista raskasmetalleista tällaisia ovat nikkeli, lyijy ja kadmium sekä niitä sisältävät yhdisteet. Kansalliselle listalle on esitetty kromia, kuparia ja sinkkiä yhdisteineen. Nämä metallit ovat pääasiassa peräisin puuraaka-aineesta ja niitä joutuu jäteveden mukana jonkin verran vesistöihin. Lisäksi niitä kertyy kiinteisiin poisteisiin eli lietteisiin, tuhkiin ja viherlipeäsakkaan. Prioriteettiaineiksi valittujen ja kansalliselle listalle ehdotettujen raskasmetallien ja niiden yhdisteiden esiintymistä ja ominaisuuksia sekä käyttöä on esitelty tarkemmin liitteessä 4. Tiedot perustuvat KEY-hankkeen taulukoiden lisäksi massa- ja paperiteollisuuden BAT-referenssidokumentin (EIPPCB, 2000) esiintyvyystietoihin sekä VAHTI-tietokantaan ja haitta-ainekyselyyn ilmoitettuihin tietoihin. Metallien esiintymistä yksittäisissä poisteissa on tarkasteltu lähemmin esimerkiksi Ojasen (2003) raportissa.

3.1.2 Ympäristönlaatunormien määritys

Vesipuitedirektiivissä velvoitetaan ympäristönlaatunormien määrittämiseen yhteisötason prioriteettiaineille. 16 artiklan 7 kohdassa säädetään komission velvollisuudesta tehdä ehdotuksia laatunormeiksi, joita sovelletaan prioriteettiaineiden pitoisuuksiin pintavedessä, sedimentissä tai eliöstössä. VPD:n 2 artiklan 35 kohdan mukaan ”ympäristönlaatunormilla” tarkoitetaan sellaisia tiettyjen pilaavien aineiden pitoisuuksia vedessä, sedimentissä tai eliöstössä, joita ei saa ylittää ihmisten terveyden tai ympäristön suojelemiseksi. Jäsenvaltioiden käyttämä kemiallisten laatunormien asettamismenettely on lyhyesti kuvattu VPD:n liitteen V kohdassa 1.2.6. Ympäristönlaatunormien asettamisprosessi on kuvattu Lepperin (2002) tekemässä raportissa. Tässä työssä on käytetty uusien ja olemassa olevien kemikaalien riskinarvioinnin teknisissä oppaissa (TGD) esitettyjä menetelmiä.

Ehdotetuille kansallisille prioriteettiaineille on määritetty ympäristönlaatunormit (EQS) Londesboroughin (2004) raportissa. Laatunormien asettamista edellytetään vaarallisten aineiden direktiivissä. Lisäksi niitä voidaan hyödyntää vesipuitedirektiivin täytäntöönpanossa ennen kaikkea VPD:n mukaisen ekologisen tilan määrittämisessä. Kansallisten prioriteettiaineiden EQS:ien määrittämisessä on noudatettu samoja menetelmiä kuin yhteisötason prioriteettiaineiden laatunormien määrittämisessä.

Aineille asetetut EQS-arvot perustuvat kokeelliseen ekotoksikologiseen dataan. Ne vastaavat vesiympäristössä haitattomaksi ennustettua pitoisuutta (PNEC). Siksi laatunormien määrittämisessä ei ole otettu huomioon aineiden hajoavuutta. Jos ympäristönlaatunormeista johdetaan päästöraja-arvoja, on aineiden biokertyvyys ja hajoavuus otettava huomioon. Myöskään analytiikan rajoituksia ei oteta huomioon EQS:ien määrittämisessä, mutta ne on kuitenkin otettava huomioon päätettäessä ympäristönlaatunormien sitovuudesta sekä ympäristöpitoisuuskartoituksia ja tarkkailuja suunniteltaessa. Mikäli EQS-arvot ovat alle mittausten havainnointirajan, on käytettävä muita menetelmiä kuten mallinnusta.

EQS-arvojen asettamisen toteutus, esimerkiksi matriisien valinta, vaikuttaa aineiden tarkkailuun. Kokonais-EQS viittaa keskimääräiseen pitoisuuteen vuositasolla (AA-EQS). EQS-arvot on asetettu aluksi vesifaasille. Ympäristönlaatunormit voidaan määrittää joka arviointi(turva)kertoimien avulla tai tilastollisella lajikohtaiseen herkkyysjakaumaan perustuvalla menetelmällä. Tilastollista menetelmää voidaan käyttää, jos käytössä on riittävän kattava aineista toksisuustestituloksia. Makean veden ja meriveden eliöt on ainakin tavallisimmilla testilajeilla havaittu jokseenkin yhtä herkiksi haittavaikutuksille, joten TGD:n mukaan niiden tiedot voidaan yhdistää vesistövaikutusten arvioinnissa. Metallien ja torjunta-aineiden vaikutuksissa kuitenkin on havaittu selvempiä eroja makean ja suolaisen veden eliöiden välillä. Siksi yhdistettyä dataa ei pitäisi yleensä käyttää näille aineille. Meriympäristössä tehtävä arviointi vaatii suuremman lajidiversiteettinsä vuoksi monipuolisempaa tiedonhankintaa.

Niille aineille, jotka kertyvät sedimenttiin ($\log K_{ow} \geq 3$ tai $\log K_p \geq 3$), määritetään EQS-sedimenttiarvo. Sedimenttiin kiinnittyneille organismeille ei yleensä ole saatavilla riittävästi tietoa toksisuudesta. Tällaisissa tapauksissa aineen kuivapainon mukainen EQS-arvo saadaan kertomalla AA-EQS-arvo kiintoaine-vesi-jakautumiskertoimella. Mikäli tunnetaan veden tilavuusosuus ja sedimentin kiintoaineen tiheys, voidaan laskea märkäpainoon liittyvä EQS-sedimenttiarvo.

Biologisesti kertyville aineille (BCF ≥ 100 tai $\log K_{ow} \geq 3$), määritetään EQS:t nisäkkäiden ja lintujen sekundääriselle myrkytykselle. $PNEC_{oral}$-arvo, joka ilmaisee haittoja aiheuttamatonta pitoisuutta ravinnossa, saadaan pitkäaikaistutkimuksilla saaduista haitallisia vaikutuksia aiheuttamattoman tason (NOAEL) arvoista. Sen avulla saatu sekundäärisen myrkytyksen EQS-arvo ilmaistaan yksikössä mg/kg kalaa. Lisäksi arvioidaan vastaava pitoisuus vedessä kalan BCF-arvojen perusteella.

Biologisesti kertyville aineille määritetään laatunormit myös ihmisen kalan kautta saatavalle altistukselle. Määrityksessä käytetään esimerkiksi Maailman terveysjärjestön (WHO) asettamia hyväksyttävän päiväannoksen (ADI) arvoja, mikäli niitä on käytettävissä. Silloin, kun näitä arvoja ei ole saatavilla, ADI-taso saadaan pitkäaikaistutkimuksilla saaduista NOAEL-arvoista käyttämällä arviointikerrointa 100. Laatunormit johdetaan käyttämällä TGD:ssä annettuja ohjearvoja. Saatuja laatunormeja tulisi käyttää ennen kaikkea indikatiivisina arvoina ja ne ilmaistaan yksikössä mg/kg kalaa.

Juomavedelle on asetettu laatunormeja esimerkiksi EU:n ympäristölainsäädännössä ja WHO:ssa. Mikäli juomaveden laatunormeja ei löydy olemassa olevasta lainsäädännöstä, voidaan ne määrittää NOAEL-arvoista edellä kuvatulla tavalla. Myös tässä tapauksessa sovelletaan TGD:n ohjearvoja.

Lisäksi akuutin toksisuusdatan perusteella määritetään aineille maksimipitoisuuden raja-arvot (MAC-QS). Ne ehdotetaan määritettäväksi jakamalla alin akuutin toksisuuden testitulos (EC_{50}) 100:lla (Lepper, 2002). Tämä on myös TGD:n suositusten mukainen käytäntö. Käytettävä kerroin voi joissain tapauksissa olla pienempi, mutta sen on aina oltava vähintään 10.

Yleisesti ottaen pienin yksittäiselle matriisille määritetty ominaislaatunormi valitaan kokonais-EQS:ksi. Kuitenkin juomavedelle määritettyjä normeja sovelletaan vain niille vesille, jotka on tarkoitettu juomaveden ottoon.

Metallien EQS:ien määrittämiseen käytetään pitkälti samoja menetelmiä kuin orgaanisille aineille, mutta koska metalleja esiintyy luontaisesti ja ne muodostavat erilaisia kemiallisia yhdisteitä, niiden kohdalla on otettava huomioon tiettyjä erityiskysymyksiä. Londesboroughin (2004) raportissa on arvioitu riskin lisäystä metallin taustapitoisuuteen nähden. Lisäksi eräissä laskentamalleissa on otettu huomioon metallien biosaatavuus.

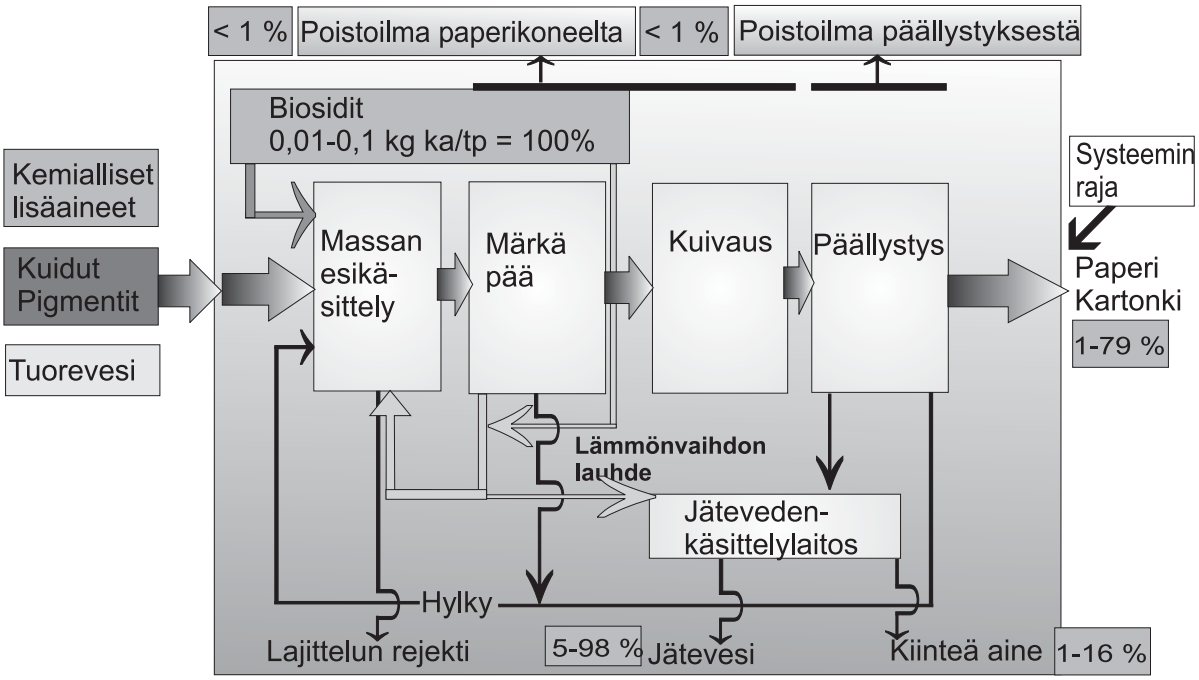
Liitteessä 5 on esitetty kemiallisessa metsäteollisuudessa käytettäville kemikaaleille ehdotetut keskeiset ympäristönlaatunormit.

3.1.3 Kemikaalien käyttäytyminen prosesseissa ja purkuvesistössä

Kemikaalien pääsy vesistöön riippuu eri tarkoituksiin käytettyjen kemikaalien käyttäytymisestä käytön aikana eri prosessivaiheissa. Puhdistamolle menevän aineen määrä riippuu aineiden retentiosta eli pysymästä lopputuotteessa tai prosessin sisällä. Yleisesti ottaen tuotteiden laadun parantamiseen käytettyjen kemikaalien retentio on suurempi kuin prosessin apuaineina käytettyjen kemikaalien, jotka poistuvat usein kiertoveden mukana. Silloin, kun suuri osa kemikaalista kulkeutuu jäteveden mukana puhdistamolle, on erottumisen suhteen keskeinen ominaisuus biohajoavuus. Vaikeasti hajoavat yhdisteet päätyvät purkuvesistöihin, jolloin on vaikutusten kannalta tärkeää tietää aineen toksisuus ja biokertyvyys. Massa- ja paperiteollisuudessa käytettävien kemiallisten lisäaineiden käyttäytymisestä eri prosessivaiheissa käytön aikana sekä toisaalta päästön jälkeisestä ympäristökohtalosta ja vaikutuksista on suhteellisen vähän tietoa saatavilla. Myös eri tarkoituksiin soveltuvista vaihtoehdoista tarvitaan nykyistä enemmän tietoa.

Käytön jälkeen kemikaalit jakaantuvat erisuuruisissa osuuksissa paperituotteeseen, jäteveteen, kiinteisiin jätteisiin ja poistoilmaan. Osuudet riippuvat aineiden kemiallisista ja fysikaalisista ominaisuuksista, käytetystä raaka-aineesta sekä kemikaalilisäyksen olosuhteista. Kuvassa 2 on esimerkkinä paperin valmistuksessa käytettävästä aineryhmästä kuvattu biosidien kulkeutuminen tuotantoprosessin eri vaiheissa. Esimerkistä voidaan nähdä, että biosidien määrän vaihtelun lisäksi muut märkäpäähän lisättävät kemikaalit, täyteaineet ja kuidut tulee ottaa huomioon biosidien virtauksien arvioimiseksi. Kuvasta ilmi käyvät suuret vaihtelut johtuvat paitsi aineiden eroavuuksista myös useista oletuksista, joita on tehty aineiden mahdolliselle jakaantumiselle. Kuva on tehty EUCEPA:n (1997) raportin kuvan pohjalta ja on esitetty aiemmin Ojasen (2003) raportissa.

Asianmukaisesti käytettyinä kemialliset lisäaineet eivät yleensä vaikeuta jätevedenpuhdistuksen toimintaa. Eräät kemikaalit saattavat kuitenkin kuormituksen vaihtelun seurauksena syntyneissä runsaissa pitoisuuksissa aiheuttaa jätevesipäästön lisääntymisen heikentämällä biologisen jätevedenpuhdistamon toimintaa. Bakteerimassalle myrkyllisiä saattavat olla liimaus-, kiinnitys- ja lujuusaineet kationisessa muodossa sekä biosidit. Näistä märkälujuusaineet ja biosidit voivat sisältää AOX:ia. Lisäksi vaahdonestoaineet voivat alentaa hapen pääsyä jätevedenpuhdistamolle. Myös selkeytys voi häiriintyä joitain kemikaaleja käytettäessä.



Kuva 2. Biosidien johtuminen paperinvalmistusprosessissa (muokattu lähteestä EIPPCB 2000).

Eri kemikaalien käyttötarkoituksista, aineryhmistä ja vaikutuksista on koottu tietoa BREF-dokumentin (EIPPCB, 2000) taulukkoon 5.6, jonka sisältö on esitetty myös Ojasen (2003) raportissa. Taulukossa 1 on esitetty paperin valmistuksessa käytetyt aineet käytön mukaan ryhmiteltynä sekä niiden tärkeimmät ominaisuudet prosessin ja ympäristövaikutusten kannalta.

Metsäteollisuuden tuotannossa käytettävistä yhteisötason prioriteettiaineista bentseeni haihtuu ilmaan hyvin nopeasti, joten se luokitellaan VOC-päästöksi (EEA, 2004). Bentseeni liukenee veteen vain jossain määrin, mutta sekoittuu useimpien orgaanisten liuottimien kanssa. Myös dikloorimetaani liukenee jossain määrin veteen ja on haihtuva. Nonyylifenolit puolestaan on luokiteltu vaarallisiksi prioriteettiaineiksi vesipuitedirektiivin liitteessä X. Ne on määritetty biologisesti hajoamattomiksi yhdisteiksi, joskin niiden on EU:n riskinarvioinnissa todettu hajoavan luontaisesti silloin, kun bakteereilla on riittävä sopeutumisaika[1]. Nonyylifenolit ovat erittäin myrkyllisiä ja biologisesti kertyviä vesiympäristössä.

Kansallisiin prioriteettiaineisiin lukeutuvia metsäteollisuuskemikaaleissa tehoaineina käytettäviä bronopolia, TCMTB:tä ja nonyylifenolietoksylaatteja käytetään prosessin apuaineissa, joten niistä voi suhteellisen suuren osan olettaa kulkeutuvan jäteveden mukana. Näistä aineista kaikki luokitellaan vaikeasti hajoaviksi, joten biologinen jätevedenpuhdistus ei välttämättä pysty kovin hyvin poistamaan niitä. Näin ollen suuren osan kyseisistä aineista voidaan arvioida päätyvän vastaanottavaan vesistöön. Kyseiset aineet luokitellaan lisäksi erittäin myrkyllisiksi, joten ne voivat aiheuttaa vahinkoa vesieliöstölle jo varsin pienissä pitoisuuksissa. Toisaalta niitä ei luokitella biokertyviksi.

Eri yhdisteiden aiheuttamaa riskiä vesiympäristölle on arvioitu TGD-riskinarviointiohjeeseen (ECB, 2003) pohjautuen. Riskinarviointi koostuu kolmesta osasta: päästömäärän arvioimisesta, ennustetun ympäristöpitoisuuden (PEC) arvioinnista ja sekä riskin luonnehdinnasta PEC/PNEC-suhteen perusteella (Mehtonen, 2004). Päästöjen arvioinnissa on käytetty TGD-ohjeen osan II liitteen I päästökertoimia.

[1] *modified Sturm test, lisätty aktiivilietettä*

TGD-ohjeen osan II liitteessä II esitetyn SimpleTreat -jätevedenpuhdistusmallin perusteella bronopolin on arvioitu jakaantuvan seuraavasti jätevedenpuhdistuksessa: ilmaan 0 %, veteen 100 % ja aktiivilietteeseen 0 %. Aine esiintyy siis täysin vesifaasissa, eikä hajoa puhdistamolla. TCMTB:n vastaavat jakautumisosuudet ovat ilmaan 0 %, veteen 85 % ja aktiivilietteeseen 15 %. Siten tämäkin aine esiintyy hyvin suurelta osin vesifaasissa ja vähäisessä määrin orgaanisessa aineessa.

Taulukko 1. Paperiteollisuuden lisäaineiden ominaisuuksia (EIPPCB, 2000).

Tuotelisäaineet	Ominaisuuksia	Retentio ja reduktio	Huom.
Täyteaineet	Epäorgaaniset täyteaineet periaatteessa liukenemattomia ja reagoimattomia, orgaaniset erittäin heikosti hajoavia	Talteenoton jälkeen retentio tyypillisesti 98 %, poistuvat suurelta osin esiselkeytyksessä, satunnaispäästöjä voi syntyä	
Liimausaineet	Hartsit ovat myrkyllisiä bakteereille ja kertyvät biologisesti kaloihin	Sitoutuvat suurelta osin tuotteeseen tai poistuvat jäteveden käsittelyssä, pintaliimausaineiden retentio lähes 100 %	Suurilla käyttömäärillä tulisi pystyä arvioimaan aineiden päästömäärät vesistöön ja ympäristökohtalo
Kiinnitysaineet	Enimmäkseen kationisia tuotteita, jotka voivat olla myrkyllisiä bakteereille	(Ei tietoa)	
Kuivalujuusaineet	Jotkut aineet voivat olla myrkyllisiä bakteereille kationisina, voivat vaikuttaa BOD-kuormitukseen, enimmäkseen myrkyttömiä ja biohajoavia	Märkäpään retentio 70–90 %, käytetään enemmän liimapuristimella, jossa retentio parempi	Korkeimman retention saavuttavia aineita tulisi käyttää silloin, kun mahdollista
Märkälujuusaineet	Yleensä myrkyllisiä bakteereille, jotkut lisäävät AOX:ia, UF- ja MF-hartsit lievästi myrkyllisiä kaloille ja vain osittain biohajoavia	Retentio paperikoneella arvioitu olevan >90 %, UF- ja MF-hartseille 50–70 %, vapaa formaldehydi helposti biohajoava jv-puhdistamolla	Kuivauksessa haihtuvan veden formaldehydi pääsee ilmaan
Väriaineet	Vaikea poistaa (vaikeasti biohajoavia), jotkut ovat myrkyllisiä, voivat sisältää raskasmetalleja	Retentio 70–98 %, huolellisesti annosteltuna ei pitäisi jäädä prosessivesiin, joissain tapauksissa päästöjä syntynyt	Aineiden suuresta määrästä johtuen täydellistä yhteenvetoa ympäristöriskeistä ei voida antaa
Optiset kirkasteet	Lievästi myrkyllisiä kaloille, hajoavat osittain valokemiallisesti vesistöissä	Retentio tyypillisesti 50–90 %, eivät ole biohajoavia, adsorboituvat osittain jätevesilietteeseen	Aineita tulisi käyttää suurimman retention omaavassa muodossa ja liimauspuristimen yhteydessä silloin kun mahdollista
Päällystyskemikaalit	Sideaineet täytyy destabiloida ennen sekoittamista muuhun jäteveteen, muuten ne voivat häiritä selkeytystä	Normaalin toiminnan aikana ei ko. aineiden päästöjä	Massavirran ollessa suuri VOC-päästöt tulisi kerätä ja polttaa energiantuottoon
Prosessin apuaineet			
Retentioaineet	Myrkyllisiä vesiorganismeille kationisen luonteensa vuoksi, eivät ole helposti biohajoavia	Retentio 97–99 %, päästö vähäinen puhdistuksen jälkeen	Toksisuus vähenee huomattavasti orgaanisen hiilen ollessa läsnä
Musteenpoisto- ja valkaisukemikaalit	Lietteen laskeutus loppuselkeytyksessä voi vaikeutua	(Ei tietoa)	Siistauskemikaalit lisätään yleensä jo massausvaiheessa
Kompleksinmuodostusaineet	Eivät juurikaan hajoa biologisesti normaaliolosuhteissa	Päätyvät yleensä kiertoveteen ja edelleen vesistöön, sellutehtaalla voidaan jossain määrin polttaa soodakattilassa	Päästöjä voidaan vähentää lievästi alkalisella käsittelyllä ja sisäisellä vedenkäsittelyllä
Tensidit	Kaikki tensidit ovat potentiaalisesti vahingollisia solurakenteille, biohajoavuus vaihtelee, voivat aiheuttaa kelluvaa lietettä	Suurimmaksi osaksi kulkeutuu jätevedenpuhdistukseen	Nonyylifenolietoksylaatteja sisältäviä tuotteita tulisi välttää (PARCOM:in suositus 92/8)
Vaahdonestoaineet	Myrkyllisyys kaloille yleisesti ottaen vähäistä, biohajoavuus vaihtelee aineiden mukaan, voivat alentaa hapen pääsyä jätevedenpuhdistamolle	Märkäpäähän lisättävät aineet poistuvat pääosin jäteveden mukana, päällystyksessä käytettävät lisätään suoraan paperiin tai haihtuvat kuivauksessa	Vain täysin biohajoavia tuotteita tulisi käyttää
Biosidit (limantorjunta-aineet)	Voivat aiheuttaa merkittäviä ympäristöhaittoja, jotkut sisältävät AOX:ia, ovat myrkyllisiä jätevedenpuhdistamolla suurissa konsentraatioissa	Suurelta osin pääsevät vesiympäristöön	Aineiden käyttö tulisi pyrkiä minimoimaan muilla vaihtoehdoilla ja prosessiratkaisuilla

3.2 Seurannan ja tarkkailun tarve ja toteutus

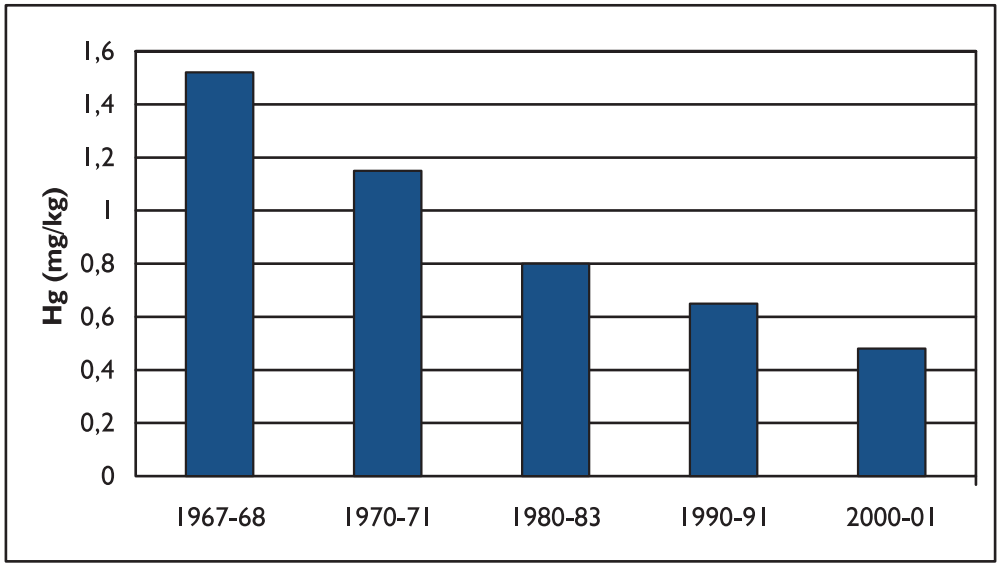
Haitallisten aineiden seurannan nykytilaa ja kehittämistarpeita sekä periaatteita uusien seurattavien aineiden valinnalle on selvitetty ympäristöhallinnon koordinoimassa HAASTE-projektissa. Hankkeen taustalla oli nykyisten seurantamenetelmien riittämättömyys suureen käytössä olevien kemikaalien määrään nähden. Sen tarkoituksena oli kehittää pitkän aikavälin suunnitelma haitallisten aineiden seurannan kehittämiseksi.

3.2.1 Tutkimus- ja asiantuntijalaitosten seuranta

Laki ympäristöhallinnosta (1995/55) velvoittaa Suomen ympäristökeskuksen ja alueelliset ympäristökeskukset seuraamaan ympäristön tilaa. Ympäristöhallinnon ja kuntien perusseuranta tarkoittaa haitallisten aineiden osalta yleensä tausta-alueiden seurantaa, jossa on Suomessa perinteisesti keskitytty pääasiassa muutamien ns. klassisten orgaanisten yhdisteiden (esim. polyklooratut bifenyylit (PCB), dioksiinit ja furaanit) ja raskasmetallien tutkimiseen. Haitallisia aineita koskevaa seurantaa ja tutkimusta tehdään lisäksi muissa tutkimus- ja asiantuntijalaitoksissa. Eri organisaatioiden välinen yhteistyö ja toiminnan koordinaatio on kuitenkin koettu heikoksi.

HAASTE-raportin mukaan ympäristöhallinnossa suoritetaan haitallisten aineiden seurantaa tehdään tällä hetkellä 14 sisävesijärvessä, kahdessa latvajärvessä, kahdeksalla rannikkoalueella ja neljässä Itämereen laskevassa joessa. Seurattavista eläinlajeista otetuista näytteistä on mitattu raskasmetalleja (arseeni, koboltti, kromi, kupari, lyijy, mangaani, nikkeli, sinkki ja vanadiini) sekä orgaanisia klooripestisidejä, dioksiineja, furaaneita ja PCB-yhdisteitä. Seurantajakson pituus on kolme vuotta. Tuoreimmat tulokset ovat seurantajaksolta 2000–2003.

Kalojen elohopeapitoisuuksia on seurattu 1970-luvulta lähtien muun muassa teollisuuslaitosten alapuolisissa vesistöissä. Seurannoissa on voitu havaita elohopeapitoisuuksien laskeneen selvästi seurannan alkuajoista (kuva 3).



Kuva 3. Teollisuuden alapuolisilta vesialueilta pyydystettyjen haukien elohopeapitoisuuksien kehitys viime vuosikymmeninä. (Tarkkailutyöryhmä, 2004; lähde: SYKE)

Kemiallisen metsäteollisuuden jätevesien vaikutusalueilla on tehty yhdeksällä paikalla simpukkasumputuksia vuodesta 1988 lähtien. Sumputuksilla on selvitetty orgaanisten klooriyhdisteiden leviämistä ja kertymistä eliöstöön. Seurattuja yhdisteitä ovat olleet kloorifenolit, kloorianisolit, PCB-yhdisteet, α- ja γ-HCH, HCB, klordaanit, DDT metaboliatuotteineen, klooratut dibentso-p-dioksiinit ja dibentsofuraanit. PCB-pitoisuuksien on yleensä todettu olleen laskussa aiemmin likaantuneilla alueilla, tosin huomattavan hitaasti. Myös päinvastaisesta kehityksestä löytyy yksi esimerkki.

Suomessa on vuodesta 2002 ollut käytössä Euroopan ympäristövirasto EEA:n suositusten mukainen seurantaverkko Eurowaternet, joka sisältää 195 joki- ja 253 järvihavaintopaikkaa. Tätä verkkoa ei kuitenkaan ole rakennettu VPD:n vaatimusten mukaisesti, joten sitä joudutaan mukauttamaan direktiivin täytäntöönpanon tarpeisiin.

Ympäristöhallinnon lisäksi muita pintavesien haitallisten aineiden seurantaa ja tutkimusta tekeviä julkishallinnon organisaatioita ovat muiden muassa Merentutkimuslaitos (MTL) ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL). Näistä MTL:n haitallisten aineiden seurannat tehdään vuosittain pääsääntöisesti Itämeren suojelukomissio HELCOMin ohjeistuksen mukaan ja ne kattavat raskasmetallit (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn) ja ns. klassiset ympäristömyrkyt (PCB, DDT, HCH:t ja HCB). Lisäksi erillisissä tutkimusprojekteissa on selvitetty mm. PAH-yhdisteiden bioakkumulaatiota. RKTL:lla ei ole haitallisia aineita koskevia varsinaisia viranomaisseurantoja, mutta se tekee yhteistyötä Merentutkimuslaitoksen kanssa toimittamalla HELCOM-seurannoissa tarvittavat kalanäytteet. Lisäksi laitos seuraa Itämeren ympäristömyrkkypitoisuuksia kala- ja hyljenäytteiden avulla.

Haitallisten aineiden pitoisuuksia ilmassa ja niiden aiheuttamaa laskeumaa seurataan muiden muassa Ilmatieteen laitoksen (IL) viidellätoista mittausasemalla eri puolilla Suomea. Valtaosa mittauksista liittyy kansainvälisiin seuranta- ja tutkimusohjelmiin, kuten HELCOM:in puitteissa tehtävään seurantaan. Pitoisuuksia mitataan kaasuista, hiukkasista ja niiden yhdistelmistä. IL:n laskeumamittausten piiriin kuuluvat pääionit, raskasmetallit ja hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet (POP). Tarkkailtaviin POP-yhdisteisiin kuuluvat tässä tapauksessa PAH-yhdisteet, DDT, PCB, α-HCH ja γ-HCH.

Ilmatieteen laitoksen lisäksi vuonna 2000 maassamme oli mittausasemia 33 organisaatiolla, joista suurin osa on kuntien ympäristönsuojeluyksiköitä. Kuntien vastuulle kuuluu myös ilmanlaatuun liittyvä reaaliaikainen ja muu tiedotus. SYKE seuraa POP-yhdisteiden esiintymistä kesäkuukausina kolmella tutkimusasemalla sadevedestä tehtävillä pitoisuusmittauksilla. Seurattavia yhdisteitä ovat PAH-yhdisteet, klooripestisidit, dioksiinit, furaanit ja PCB:t.

3.2.2 Toiminnanharjoittajan suorittama tarkkailu

Ympäristönsuojelulain 5 ja 46 §:n nojalla myös toiminnanharjoittajat voidaan velvoittaa seuraamaan toimintaansa ja sen vaikutuksia ympäristöön (kuva 4). Velvoitetarkkailu tuottaa tiedot ympäristönsuojelun päätöksenteon pohjaksi sekä lupaehtojen valvontaan. Metsäteollisuuslaitoksille annetaan ympäristöluvissa määräykset päästöjen tarkkailusta, joka toteutetaan erikseen hyväksyttävän tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmat tehdään erikseen jäte-, vesi- ja ilmapäästöille. Toiminnanharjoittajat voidaan myös tarvittaessa määrätä tarkkailemaan päästöjään yhdessä muiden alueen toimijoiden kanssa.

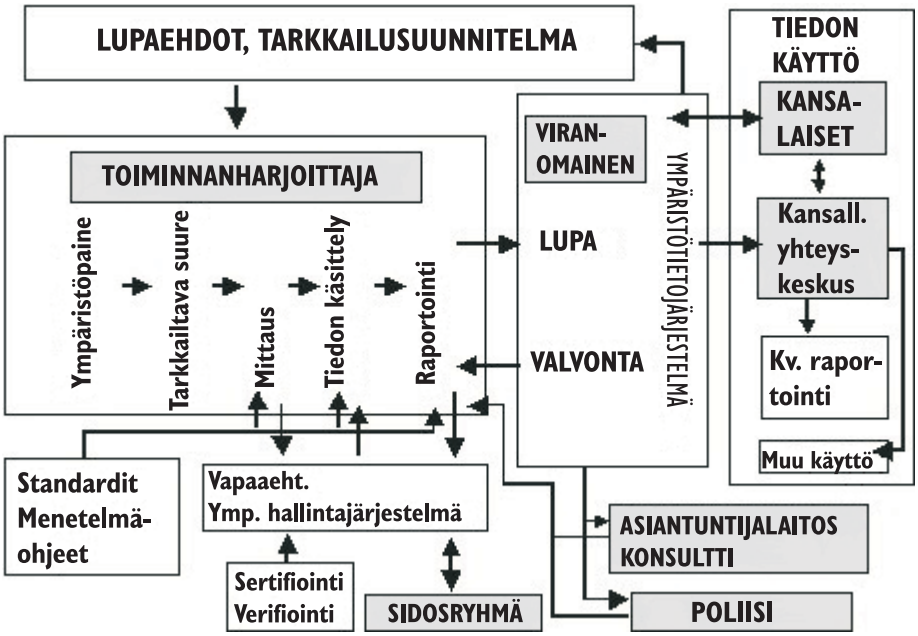
Jätevesipäästöjen tarkkailuohjelmassa määritetään tarkkailtavat suureet ja näytteenottotiheys sekä näytteenotto-, mittaus- ja analyysimenetelmät. Lupaehtojen mukaisten päästöparametrien laskennalle annetaan ohjeet, samoin kuin tarkkailulle poikkeustilanteissa ja normaalin käytön aikana. Myös lupaehtoparamet-

rien mukaisten päästöjen raportoinnista annetaan määräykset. Tarkkailumääräyksiä ja hyväksyttyä tarkkailusuunnitelmaa voidaan tarvittaessa muuttaa luvan voimassaolosta huolimatta.

Jätevesipäästöjen tarkkailuohjelmiin kirjattujen aineiden määrä on kuitenkin tällä hetkellä varsin suppea, ja niihin kuuluvat vain fosfori, typpi ja natrium. Muita tarkkailtavia suureita ovat BOD_7, COD_{Cr}, AOX ja kiintoaine, joihin sisältyy osa kemikaalipäästöistä. Lisäksi seurataan veden virtaamaa, pH:ta, lämpötilaa ja sähkönjohtavuutta. Lisäksi uudemmissa tarkkailuohjelmissa on mukana raskasmetallien (Cd, Hg, As, Cr, Ni, Pb ja Zn) seuranta. Jatkossa on tarkkailtavien aineiden listaa täydennettävä tarpeen ja analytiikan kehittymisen mukaan. Tarkkailun tarvetta voidaan arvioida tuotantolaitosten ilmoittamien kemikaalien käyttömäärän ja aineiden ominaisuuksien perusteella sekä laitosten läheisissä vesistöissä tehtyjen näytteenottojen perusteella. Näin ollen esimerkiksi VPD:n mukaisten prioriteettiaineiden tarkkailun tarve on harkittava tapauskohtaisesti.

Koska myös ilmaan joutuvat päästöt voivat kuormittaa vesistöjä laskeuman kautta, on näidenkin päästöjen tarkkailu tärkeää myös vesiensuojelullista näkökohdista. Metsäteollisuuslaitoksilla on erilliset ilmapäästöjen tarkkailusuunnitelmat, joiden tavoitteena on yleisesti ottaen saada tietoa prosessin toimimisesta ilmansuojelun kannalta hyväksyttävällä tavalla ja päästöille ympäristöluvissa asetettujen rajoitusten toteutumisesta. Suunnitelmissa käydään läpi päästölähteiden prosessikuvaukset, päästöjä aiheuttavien prosessien valvonta ja häiriötilanteissa toimiminen, päästöjen mittaukset, valvominen ja raportointi sekä ilman laadun tarkkailu. Tarkkailtaviin yhdisteisiin kuuluvat osastosta riippuen O_2, CO, SO_2, H_2S, NO_x ja hiukkaset. Merkittävimmille päästölähteille mittaukset suoritetaan jatkuvatoimisesti, muille jaksottaisesti.

Teollisuuslaitokset ovat velvoitettuja ilmoittamaan päästönsä alueellisten ympäristökeskusten ylläpitämään VAHTI-rekisteriin. EU:n tasolla päästötiedot kerätään julkiseen EPER-rekisteriin, josta on annettu Euroopan komission päätös 2000/479/EY. YK:n alaisessa Euroopan talouskomissiossa UN/ECE:ssä vuonna 1998 solmitun Århusin sopimuksen alle on vuonna 2003 tehty Kiovan lisäpöytäkirja päästö- ja siirtorekisteristä (PRTR). Suomi on allekirjoittanut tämän pöytäkirjan ja EPER-raportoinnista ollaan siirtymässä Euroopan PRTR-rekisteriin (E-PRTR), joka kattaa enemmän aineita kuin EPER-rekisteri. Päästörekisterin tietosisällöstä merkittävä osa on jo olemassa VAHTI -rekisterissä ja ilmapäästötietojärjestelmässä.



Kuva 4. Velvoitetarkkailun osapuolet ja vaiheet (Tarkkailutyöryhmä, 2004).

3.2.3 Kehitystarpeet

Sekä julkishallinnon organisaatioiden seurannalle että teollisuuslaitosten velvoitetarkkailulle on HAASTE-raportin mukaan havaittu kehitystarvetta. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että nykyinen haitallisten aineiden ympäristöseuranta ei pääsääntöisesti riitä kattamaan lainsäädännön ja kansainvälisten sopimusten sisältämiä velvoitteita. Kehittämistarpeet liittyvät aineiden valintaan ja seurantajärjestelmään kokonaisuutena.

Ympäristöhallinnon seurannan näytepisteiden lukumäärän arvioidaan olevan vesipuitedirektiivin perusseurantojen järjestämisen näkökulmasta riittävä, mutta ainevalikoimaa olisi selvitysten mukaan laajennettava kattamaan vesipuitedirektiivin nojalla sekä EY:n tasolla että kansallisesti valitut prioriteettiaineet. Tällä hetkellä ympäristöhallinnon vastuulle kuuluvilta tausta-alueilta ei katsota olevan saatavissa riittävästi vesipuitedirektiivissä priorisoituja kaukokulkeutuvia aineita koskevaa vesiympäristöstä mitattua tietoa. Kemiallisen metsäteollisuuden vaikutusalueiden haitallisten aineiden pitoisuuksia selvittävän ns. simpukkaseurannan ohjelma on todettu tarpeelliseksi tarkistaa niin alueiden kuin mitattavien suureidenkin osalta.

Ilmanlaadun seurannan osalta nykyinen seurantaverkko katsotaan HAASTE-raportissa jokseenkin riittävän kattavaksi kansainvälisten ja kansallisten tarpeiden tyydyttämiseksi. Tämänhetkinen ainevalikoima on kuitenkin todettu suppeaksi, joten Ilmatieteen laitoksen ja ympäristöhallinnon kesken tulisi tarkemmin selvittää tarve lisätä POP-yhdisteitä jatkuviin seurantoihin sekä varmistaa ilmanlaadun puitedirektiivin perusteella annettavien uusien seurantavelvoitteiden (tietyt metallit ja PAH-yhdisteet) toteutuminen. Kehitystarpeita nähdään myös menetelmä- ja laadunvarmistuspuolella.

Teollisuuslaitosten tekemän velvoitetarkkailun osalta nähdään keskeiseksi asiaksi ympäristölupamenettelyn kehittäminen niin, että siinä otetaan nykyistä paremmin huomioon haitalliset aineet. Tässä suhteessa voidaan odottaa edistystä uuden kemikaalilomakkeen käyttöönoton ja toiminnanharjoittajille suunnattujen kyselyjen myötä. Haitallisten aineiden pääsyä vesistöihin voidaan arvioida käyttömäärä- ja tapatietojen sekä tiedossa olevien hajoamis- ja muuntumisominaisuuksien perusteella. Näytteenotoista saatujen myrkyllisyysvastetietojen perusteella voidaan etsiä myrkyllisyyttä aiheuttavia aineita.

Prosessiperäisten päästöjen arviointi

4

Tässä luvussa selvitetään haitallisimmiksi arvioitujen metsäteollisuuden tuotanto- ja polttoprosesseissa syntyvien aineiden määriä ja ominaisuuksia sekä niiden vaikutuksia vesistöissä. Rajanveto varsinaisten prosesseissa syntyvien päästöjen ja kemikaali- tai raaka-aineperäisten päästöjen välillä on usein hankalaa. Tässä on kuitenkin pyritty ottamaan huomioon ennen kaikkea sellaiset päästöt, joita ei ole aiemmin käsitelty esimerkiksi yhteisötason tai kansallisten prioriteettiaineiden valinnassa. Toisaalta myös eräiden yhteisötason prioriteettiainelistalla olevien aineiden potentiaalisia prosessiperäisiä päästöjä on tarkasteltu. Raskasmetallipäästöjä ei ole käsitelty tässä yhteydessä, koska niistä on katsottu olevan riittävästi tietoa entuudestaan.

4.1 Aineiden tunnistuksen lähtökohdat

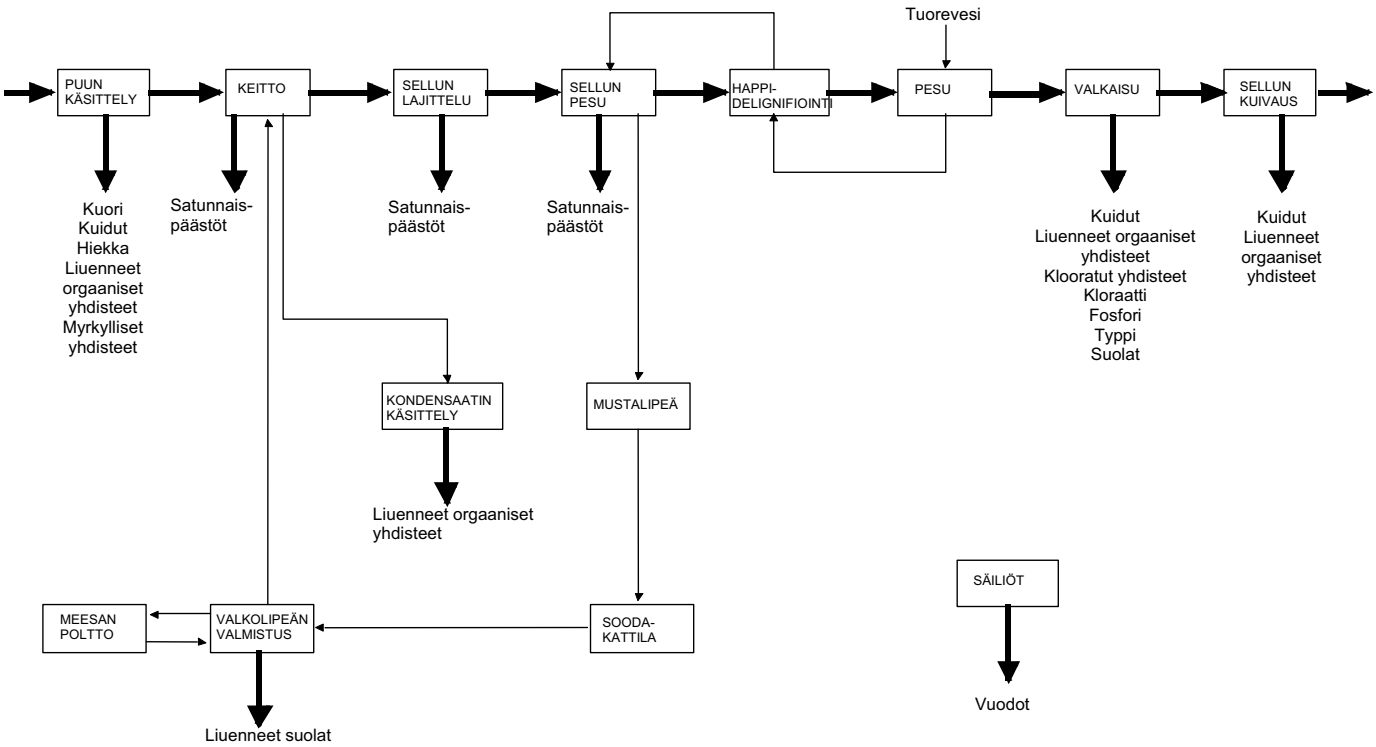
Massan ja paperin tuotannossa ja niitä tukevissa prosesseissa syntyvien haitallisimpien aineiden tunnistamiseksi on tärkeää tuntea aiempiin tutkimuksiin ja selvityksiin nojautuen yleisellä tasolla keskeisimmät prosessipäästöt ja ympäristölupaehtojen mukaisesti tarkkailtavat parametrit. Eri osaprosesseista tulevia päästöjä on käyty läpi esimerkiksi Ojasen (2003) raportissa. Haitallisten aineiden päästöt näkyvät osaltaan tarkkailtavissa parametreissa (COD ja AOX), mutta niitä ei ole juurikaan yksilöity. Tarkasteltavien aineiden valinnassa voidaan käyttää apuna EU:n ja kansallisessa lainsäädännössä sekä kansainvälisissä sopimuksissa annettuja listoja haitallisista aineista.

4.1.1 Päästöt ja niiden lähteet

4.1.1.1 Jätevesipäästöt

Massa- ja paperitehtailta tulee jätevesipäästöjä useista eri päästölähteistä. Kuvassa 5 on esitetty sulfaattisellutehtaan vesiin kohdistuvat päästöt ja niiden lähteet. Kuvasta nähdään, että suurin osa vesistöihin kohdistuvista päästöistä on peräisin puun käsittelystä eli lähinnä kuorimolta sekä valkaisusta. Muista prosessivaiheista voi tulla lähinnä liuenneiden orgaanisten yhdisteiden ja suolojen päästöjä. Erilaisista poikkeustilanteista aiheutuvat satunnaispäästöt ja vuodot ovat merkittävässä osassa useiden osaprosessien osalta.

Sektorikohtaisen BREF-dokumentin (EIPPCB, 2000) mukaan sellutehtaan jätevesipäästöt koostuvat suurelta osin happea kuluttavista yhdisteistä ja ne voidaan mitata BOD:na tai COD:na. Pääasiassa valkaisimolta tulevat klooria sisältävät yhdisteet ovat mitattavissa AOX:ina. Toksisuutta on tutkimuksissa havaittu klooriyhdisteiden lisäksi lähinnä puun käsittelystä tulevista vesistä sekä keiton ja haihdutuksen lauhteissa. Tehtaan aiheuttama jätevesikuormitus riippuu läheisesti prosessiveden käytöstä. Kuormitusta syntyy myös pesuhäviöiden seurauksena sekä vuotoina keitosta, lajittelusta ja pesusta.



Kuva 5. Sulfaattisellutehtaan päästöt vesistöön (EIPPCB, 2000).

Valkaisimon jätevedet aiheuttavat suurimman kuormituksen johtuen niiden suuresta määrästä. Kuormitusta voidaan parhaiten vähentää sulkemalla valkaisun vesikiertoja mahdollisuuksien mukaan. Puun käsittelyn jätevesipäästöt tulevat lähinnä kuorimolta ja sisältävät esimerkiksi happea kuluttavia orgaanisia yhdisteitä kuten hartsihappoja ja rasvahappoja, jotka ovat toksisia vesieliöstölle ilman käsittelyä. Kuorinnasta tulevan jäteveden määrä riippuu pitkälti kuorintamenetelmästä, eli BAT:n mukainen kuivakuorinta aiheuttaa huomattavasti vähemmän kuormitusta kuin perinteinen menetelmä. Lauhteet taas ovat peräisin keittimen ja haihduttamon prosessihöyryistä. Niiden COD-kuormitus aiheutuu pääasiassa metanolista sekä etanolista, orgaanisista rikkiyhdisteistä (TRS), tärpätistä ja epäorgaanisista typpiyhdisteistä. Likaislauhde sisältää lisäksi ketoneja, terpeenejä, fenoleja, hartsi- ja rasvahappoja sekä liuenneita kaasuja.

Mekaanisen massan valmistuksessa vesistökuormitus on peräisin pääasiassa valkaisusta riippuen valkaisumenetelmästä sekä kuorinnasta. Kuorimon jätevedet sisältävät fenolisia yhdisteitä ja liukoisia hiilihydraatteja sekä varastointitavasta riippuen mahdollisesti karboksyylihappoja ja alkoholeja. Joillain yhdisteillä, kuten hartsihapolla on havaittu toksisia vaikutuksia. Päästöt riippuvat lopulta paljon prosessien ja jätevedenpuhdistuslaitoksen toiminnasta. Mekaanista massaa valmistavilla tehtailla jätevedenpuhdistuksen tehokkuus on samaa luokkaa kuin sellutehtailla. Tertiäärikäsittelyllä voidaan vähentää etenkin kiintoaineisiin sitoutuneiden pilaavien aineiden päästöjä.

Paperitehtailla jätevesipäästöjä muodostuu massan puhdistuksen rejekteistä, kiertoveden poistoista, jäähdytys- ja tiivistysvesistä sekä tilapäisistä ja häiriöpäästöistä. Orgaanisen aineen päästöt ovat peräisin pääasiassa kolmesta lähteestä. Erityisesti integraateissa niitä voi kulkeutua massan mukana tai siihen sitoutuneena. Erillisissä paperitehtaissa paperikonetta edeltävistä massanjalostusvaiheista tulevat päästöt ovat hallitsevassa asemassa. Kemiallisten lisäaineiden osuutta or-

gaanisen aineen kuormituksesta ei yleisesti tunneta, mutta se riippuu erityisesti aineiden hajoavuudesta. Paperitehtaiden AOX-päästöt ovat peräisin pääasiassa tuotelisäaineista ja vähemmässä määrin prosessiveden puhdistusaineista.

4.1.1.2 Ilmapäästöt

Sellun valmistuksessa syntyy ilmapäästöjä lukuisissa eri lähteissä. Ne koostuvat pääasiassa rikkiyhdisteistä, kuten rikkidioksidista ja TRS-yhdisteistä. Polttoprosesseissa syntyy myös typenoksideja ja kiintoainehiukkasia lentotuhkan muodossa. Lisäksi valkaisussa ja valkaisukemikaalien valmistuksessa voi vuotaa klooriyhdisteiden päästöjä ilmaan. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöjä, lähinnä terpeenejä, pääsee ilmaan prosessin ulkopuolelta hakkeen varastoinnista. Kiintoainehiukkasiin voi joidenkin polttoprosessien yhteydessä kiinnittyä erilaisia haitallisia aineita, kuten PAH-yhdisteitä sekä dioksiineja ja furaaneja.

BREF-dokumentin (EIPPCB, 2000) mukaan mekaanisen massan valmistuksen päästöt ilmaan ovat pääosin yhteydessä VOC-päästöihin, joita muodostuu lähinnä puuhakkeen pesusta, kemikaalien imeytyksestä kemikuumahierteen CTMP:n valmistuksessa sekä lauhteissa. Laitosten omassa energiantuotannossa muodostuu pääosin samoja päästöjä kuin sellutehtaiden apukattiloissa. Haitallisimpien aineiden päästöjä saattaa siten syntyä hiukkaspäästöjen yhteydessä ja epätäydellisessä palamisessa.

Paperitehtaiden ilmapäästöt aiheutuvat pääosin energiantuotannosta ja riippuvat siten pitkälti käytetyistä polttoaineista. USEPA:n (1998) raportin mukaan massan ja paperin tuotannon yhteydessä poltossa syntyviä orgaanisia yhdisteitä ovat asetaldehydi, bentseeni, formaldehydi, metyylietyyliketoni, metyyli-isobutyyliketoni, metanoli, fenoli, styreeni, tolueeni ja ksyleenit. Näillä yhdisteillä on todettu terveysvaikutuksia jonkinasteisen altistuksen yhteydessä. Varsinaisissa tuotantoprosesseissa muodostuu jonkin verran VOC-päästöjä, jotka ovat kuitenkin yleensä varsin vähämerkityksisiä ja alle kansallisten päästörajojen.

4.1.2 Lainsäädäntö ja sopimukset

Ympäristönsuojeluasetuksessa on säädetty aineista, joiden päästöt vesiin tai yleiseen viemäriin ovat ympäristöluvanvaraisia (asetuksen liite 1), sekä tärkeimmistä pilaantumista aiheuttavista aineista päästöjen raja-arvoja asetettaessa (liite 2). Nämä listat koostuvat osin suurista aineryhmistä, joiden sisältämät aineet tulee yksilöidä ja priorisoida tarkemmin niiden aiheuttaman riskin perusteella. Liitteen 1 mukaisista yksittäisistä aineista raskasmetallien lisäksi lähinnä pentakloorifenolia voidaan pitää mahdollisena prosessiperäisenä päästönä. Asetuksen liitteessä 2 luetelluista ilmapäästöistä metsäteollisuuden prosessien kannalta potentiaalisimpia vaarallisten aineiden päästöjä ovat dioksiinit (PCDD) ja furaanit (PCDF) sekä klooriyhdisteet. Lisäksi hiukkaspäästöt ovat merkityksellisiä niihin kiinnittyvien yhdisteiden vuoksi. Samassa liitteessä mainituista vesipäästöistä mahdollisia ovat esimerkiksi kemikaalien käytöstä aiheutuvat biosidien päästöt, mutta yksilöityjä yhdisteitä ei tältä listalta löydy. Listat on esitetty tämän raportin liitteessä 6.

Vesipuitedirektiivin liitteessä X on lueteltu muutamia yhdisteitä, jotka on alustavassa selvityksessä (SYKE, 2004c) katsottu mahdollisesti prosessiperäisiksi päästöiksi. Näitä aineita ovat bentseeni, kloorialkaanit, heksaklooribentseeni, heksaklooributadieeni, heksakloorisykloheksaani, naftaleeni, pentaklooribentseeni, pentakloorifenoli, polybromidifenyylieetteri ja polyaromaattiset hiilivedyt. Näistä lähinnä kloorattuja fenoleja, bentseeniyhdisteitä ja PAH-yhdisteitä voidaan pitää mahdollisina metsäteollisuuden prosessien päästöinä. PAH-yhdisteiden VPD:n

mukaisia indikatiivisia parametreja ovat bentso(a)pyreeni (CAS-numero 50-32-8), bentso(b)fluoranteeni (205-99-2), bentso(g,h,i)peryleeni (191-24-2), bentso(k)fluoranteeni (207-08-9) ja indeno(1,2,3-cd)pyreeni (193-39-5).

Kansainvälisistä sopimuksista HELCOM:in prioriteettiainelistalta (suositus 19/5, liite 3) voidaan mahdollisina metsäteollisuuden aiheuttamina prosessiperäisinä päästöinä mainita heksaklooribentseeni, polysykliset halogenoidut aromaattiset yhdisteet (esimerkiksi PCB, dioksiinit ja furaanit) sekä PAH-yhdisteet. Nämä yhdisteet löytyvät myös Koillis-Atlantin suojelukomission (OSPAR) vastaavalta listalta.

Hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden (POP) käyttöä ja päästöjä on rajoitettu YK:n alaisen Euroopan talouskomission (ECE) kaukokulkeutuvien ilmansaasteiden rajoittamista koskevaan sopimukseen (CLRTAP) vuonna 1998 lisätyllä Århusin pöytäkirjalla (SopS 68/2003) ja vuonna 2001 YK:n ympäristöohjelman (UNEP) puitteissa solmitulla Tukholman sopimuksella POP-yhdisteistä. Århusin pöytäkirjan liitteessä III ja Tukholman sopimuksen liitteessä C on listattu tahattomasti tuotetut aineet, joiden vähentämiseksi esitetään toimenpiteitä. Näitä aineita ovat polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit, heksaklooribentseeni sekä polyklooratut bifenyylit, joita voidaan pitää tämän selvityksen kannalta keskeisimpinä aineina. Näiden sopimusten mukaiset listat on käyty läpi myös Suomen ympäristökeskuksen (2004c) esiselvityksessä.

4.2 Vesistöpäästöjen lähde- ja ainekohtainen tarkastelu

Metsäteollisuusprosesseista aiheutuu jossain määrin suoria toksisuutta sisältäviä päästöjä vesistöihin. Eron tekeminen kemikaalien käytöstä aiheutuvien ja varsinaisten prosessiperäisten päästöjen välillä on vaikeaa, mutta tässä tapauksessa on pyritty tekemään vertailua eri prosessivaiheista tulevien jätevesien ominaisuuksien ja niiden sisältämien aineiden välillä.

4.2.1 Päästölähteiden vertailu

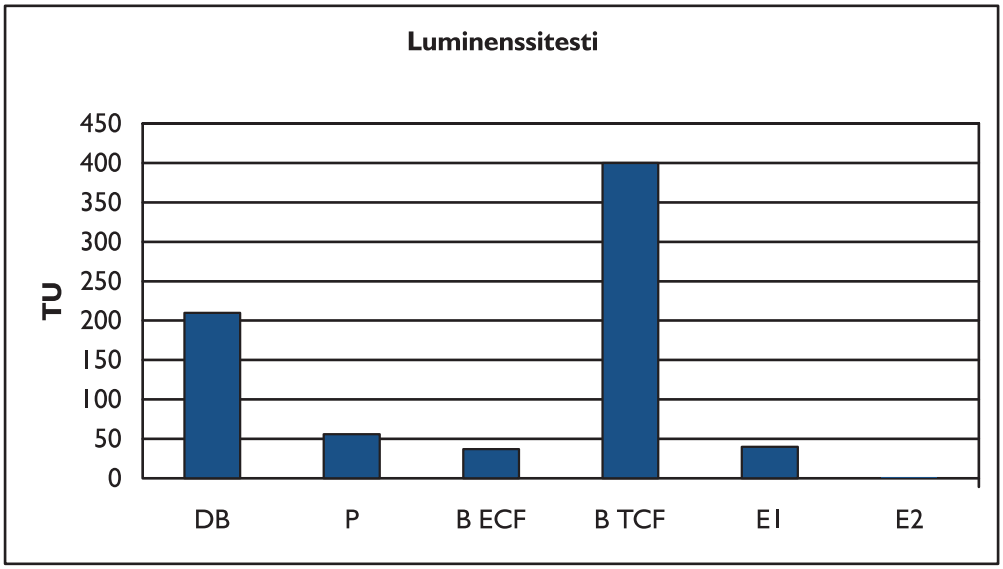
Niin kuin edellä todettiin, merkittävimmät vesistöön kohdistuvat päästöt metsäteollisuussektorilla tulevat yleensä sellutehtaan valkaisimolta ja kuorimolta. Näiden päästöjen lisäksi ainakin mustalipeän lauhteissa on havaittu toksisuutta.

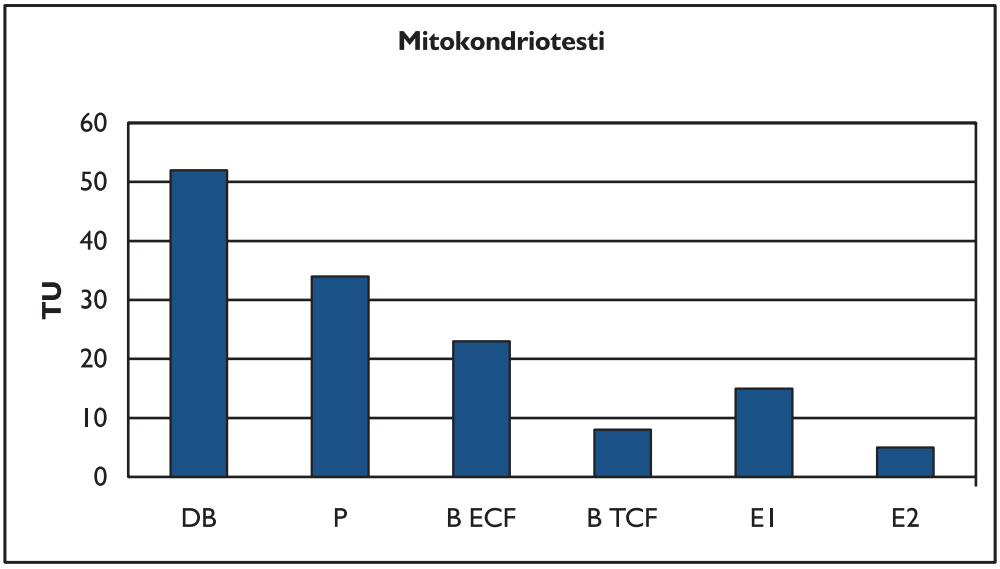
Ahtiaisen et al. (2003) tutkimuksessa arvioitiin suomalaisten sellutehtaiden käsittelemättömien ja aktiivilietelaitoksella käsiteltyjen jätevesien toksisuutta useiden näytteiden avulla standardoidulla luminenssibakteeritestillä (DIN, 1993) ja mitokondriotestillä (kuv. Knobeloch et al., 1994). Käsittelemättömien jätevesien näytteet otettiin kuorimolta, mustalipeän lauhteista ja valkaisun jälkeisistä vaiheista. Testien perusteella voitiin havaita eri tehtaiden eri jätevesien toksisuuden vaihtelevan merkittävästi (kuva 6). Toksisuusyksiköissä ($TU = 100/EC_{50}$) mitattuna toksisimmiksi osoittautuivat kuorimon jätevedet. Myös mustalipeän lauhteet olivat toksisempia kuin ECF-valkaisun jätevedet. Muutamien testattujen TCF-valkaisun näytteiden todettiin olevan erittäin toksisia luminenssibakteereille. Testien vähyydestä johtuen TCF-valkaisun jätevesien toksisuudesta ei kuitenkaan voida vetää pidemmälle meneviä johtopäätöksiä. Toksisuuden arveltiin johtuvan osittain peroksidijäämistä.

Edellä mainitussa ja eräissä aiemmissa tutkimuksissa on huomattu jonkin verran korrelaatiota jätevesien TOC-pitoisuuden ja toksisuuden välillä. Sen sijaan AOX:in ei ole havaittu korreloivan kummankaan edellä mainitun toksisuustestin kanssa.

Kun otettiin huomioon jätevesivirrat (Q), voitiin todeta suurimman toksisena päästömääränä (TER = 100/EC_{50} x Q) mitatun kokonaiskuormituksen olevan peräisin valkaisusta. Keitosta havaittiin luminesenssibakteeritestillä tulevan saman ja mitokondriotestillä isomman kuormituksen kuin kuorimolta.

Jäteveden käsittelyssä suurin osa hiilestä ja toksisista aineista näytti hajoavan, ja poistovesissä havaittiin ainoastaan satunnaisia ja vähäisiä toksisia vasteita. Vaikka toksisuus väheni käsittelyssä merkittävästi, käsitellynkin jäteveden todettiin sisältävän joitain biologisesti aktiivisia yhdisteitä.





DB = kuorinta, P = mustalipeän lauhteet, B ECF = ECF-valkaisu, B TCF = TCF-valkaisu, E1 = käsittelemätön jätevesi, E2 = käsitelty jätevesi

Kuva 6. Jätevesinäytteiden toksisuuskeskiarvot (TU) arvioituna luminenssibakteeritestillä ja mitokondriohiukkastestillä (Ahtiainen et al., 2003).

4.2.2 Ainekohtainen tarkastelu

Koska klooriyhdisteiden päästöt ovat tuntuvasti vähentyneet, massa- ja paperiteollisuuden prosesseista vesistöihin joutuvien toksisten päästöjen tutkimuksessa pääpaino suuntautuu tällä hetkellä luvussa 4.1.1.1 kuvattuihin orgaanisiin yhdisteisiin. Sen lisäksi, että puun uuteaineet aiheuttavat myrkyllisiä päästöjä, niistä on haittaa myös tuotantoprosesseissa, joissa ne kerääntyvät prosessiin vesikiertoja suljettaessa. Myös raskasmetallit aiheuttavat toksisuutta, mutta niitä ei käsitellä tarkemmin tässä yhteydessä.

Orgaanisten aineiden päästöistä ei juurikaan ole kerättyä tietoa. VAHTI-tietokannasta löytyy raskasmetalleja lukuun ottamatta vain yhden tuotantolaitoksen ilmoittamia kyseisten aineiden päästöjä vuodelta 2001. Vajaat 500 000 t sellua vuodessa tuottava tehdas on ilmoittanut hartsihappopäästöksi 2,74 kg/a ja fenolipäästöksi 10,00 kg/a. Orgaanisista vesistöpäästöistä EPER-raportoitaviin aineisiin kuuluvat fenolit, joita ei yksikään suomalainen metsäteollisuuslaitos ole raportoinut EPER:iin. Raportointikynnys on 20 kg/a.

Pessala et al. (2004) ovat jäljittäneet orgaanisia ja metallisia toksisia aineita fraktiointimenetelmällä. Näiden tutkimusten mukaan massa- ja paperitehtaiden poistovesien toksisuus näyttäisi olevan pääasiassa peräisin orgaanisista yhdisteistä. Toksisuuden havaittiin vähenevän pH:ta nostettaessa. Kelatointiaine EDTA:n lisääminen sitä vastoin lisäsi jäteveden toksisuutta yhden näytteen perusteella. Prosessin ajo-olosuhteilla oli myös vaikutusta toksisuuteen, mutta ei niinkään kemiallisella koostumuksella. Orgaaniset toksiset aineet saatiin poistettua tai vähennettyä näytteistä tehokkaasti sekä hydrofobisia että hydrofiilisiä sitomisominaisuuksia omaavilla poistokolonnilla.

Kostamon et al. (2004) tutkimuksessa on tarkasteltu uuteaineista johtuvien päästöjen poistumistehokkuutta massa- ja paperitehtaiden biologisessa jätevedenpuhdistuksessa. Uuteaineiden poistotehokkuutta on tutkittu kolmella suomalaisella metsäteollisuuslaitoksella. Uuteaineiden konsentraatiot laitoksilta ulos tulevissa jätevesissä vaihtelivat välillä 0,4–11 kg/t sellua tai mekaanista massaa. Pitoisuudet laskivat jätevedenkäsittelyssä yli 95 %. Hajoamis- ja poistumismekanismien osalta todettiin seuraavaa:

- 1–64 % uuteaineista adsorboituu lietteeseen
- 35–99 % aineista hajoaa tai muuttuu aktiivilieteprosessissa
- 74–99 % uuteainepäästöistä tapahtuu partikkelien mukana poistuvista uuteaineista, joten kiintoaineen parempi poistotehokkuus parantaisi uuteaineidenkin poistotehokkuutta
- uuteaineiden poisto jätevedenkäsittelylaitoksessa oli tehokasta myös käyttöhäiriöstä johtuneen korkean kuormituksen aikana.

Osalla muuttuneista tuotteista todettiin olevan edelleen myrkyllisiä vaikutuksia. Korkeimmat vesistöön joutuvat hartsihapon pitoisuudet voivat aiheuttaa kroonisia vaikutuksia kaloissa. Sen sijaan sterolien pitoisuuksien todettiin olevan sen verran alhaiset, ettei niistä pitäisi aiheutua hormonaalisia vaikutuksia vesieliöissä.

Seuraavissa taulukoissa on esitetty lukuja eri uuteaineiden pitoisuuksille vedessä ja kiintoaineessa ennen ja jälkeen sekundäärisen jätevedenkäsittelyn (taulukko 2) sekä aineiden hajoamis-, muuntumis- ja adsorboitumismekanismeja (taulukko 3). Taulukosta 2 voidaan panna merkille uuteaineiden selvästi heikompi poistuminen kiintoaineesta kuin vedestä. Taulukosta 3 taas voidaan havaita eroja aineiden poistumisessa eri tuotantoprosesseissa.

Taulukko 2. Rasvahappojen, hartsihappojen ja sterolien pitoisuudet (µg/l) vesifaasissa ja kiintoaineissa ennen käsittelyä aktiivilietelaitoksessa ja ulos tulevassa jätevedessä (Kostamo et al., 2004).

	Tehdas A[1]		Tehdas B[2]		Tehdas C[3]	
	Vesi	Kiintoaine	Vesi	Kiintoaine	Vesi	Kiintoaine
Rasvahapot (sisään)	4 851	1 182	757	16 514	5 540	15 690
Rasvahapot (ulos)	78	64	64	354	92 (82)[4]	4 563 (318)
Hartsihapot (sisään)	2 259	320	7 853	30 653	11 598	24 088
Hartsihapot (ulos)	1,5	9	9,1	29	39 (18)	2 034 (147)
Sterolit (sisään)	1 055	770	131	2 830	192	5 422
Sterolit (ulos)	4,4	17	2,3	47	11 (4,5)	1 294 (56)

[1] sulfaattisellutehdas, ECF-valkaisu

[2] mekaanista massaa (TMP, PGW) ja paperia tuottava integraatti

[3] sulfaattisellua, mekaanista massaa (TMP, PGW) ja paperia tuottava integraatti, TCF-valkaisu

[4] suluissa olevat konsentraatiot 3 kuukautta viherlipeätestin jälkeen

Taulukko 3. Hajonneiden tai muuntuneiden sekä lietteeseen adsorboituneiden uuteaineiden osuudet, % (Kostamo et al., 2004).

	Hajonnut tai muuntunut			Adsorboitunut		
	Tehdas A	Tehdas B	Tehdas C	Tehdas A	Tehdas B	Tehdas C
Primäärikäsittely:						
Rasvahapot	37	33	82	6,4	17	2,1
Hartsihapot	59	13	78	3,9	34	4,5
Sterolit	21	51	76	4,0	15	2,4
Skualeeni	21	0	0	4,6	43	0
Triterpenyylialkoholit	0,8	–	–	14	–	–
Sekundäärikäsittely:						
Rasvahapot	51	76	72	44	22	6,4
Hartsihapot	92	99	92	7,0	1,1	2,4
Sterolit	61	79	70	37	19	7,3
Skualeeni	72	56	0	22	30	0
Triterpenyylialkoholit	35	–	–	64	–	–

Seuraavaan taulukkoon on koottu edellisissä taulukoissa mainitun tehtaan A aktiivilietelaitokselle johdettuja ja sieltä vesistöön joutuneiden orgaanisten yhdisteiden päästöjen määriä sellutonnia kohti sekä niiden pohjalta lasketut poistotehokkuudet. Puhdistamolle johdetaan orgaanisia aineita kuorimolta ja tuotantoprosessista.

Taulukko 4. Uuteaineiden käsittelyn tehokkuus sulfaattisellutehtaan aktiivilietelaitoksella (muokattu lähteestä Kostamo et al., 2004).

	Käsittelyyn menevä päästö (g/t_s)	Käsittelystä tuleva päästö (g/t_s)	Erotustehokkuus (%)
Hartsihappo	283	0,43	99,85
Rasvahappo	249	6,0	97,59
Sterolit	100	0,87	99,13
Triterpenyylialkoholi	119	2,8	97,65

Biologisilla puhdistusmenetelmillä on havaittu olleen vaikeuksia etenkin hartsihappojen käsittelyssä erilaisten toiminnallisten häiriöiden, kuten mustalipeävuodoista aiheutuvien pH:n vaihteluiden, alhaisen lämpötilan aiheuttaman mikrobimassan nälkiintymisen ja tehtaan ajossa tapahtuneista muutoksista johtuvan hartsihappojen konsentraation kasvun takia. Puhdistuslaitoksen toimintaa voidaan parantaa bioaugmentoinnin avulla eli käyttämällä mikrobipopulaation parantamiseksi valittuja mikro-organismeja, jotka pystyvät pilkkomaan hartsihappoja inhibiittorien ollessa läsnä. Yu & Mohn (2001) ovat tutkineet laboratoriokokeilla kahden bakteerin (BKME-9 ja DhA-35) vaikutusta hartsihappojen hajotustehokkuuteen pH-shokin alaisessa aktiivilietteessä, nälkiintyneessä lietteessä sekä korkeassa yleisimmän hartsihapon eli dehydroabietiinihapon (DhA) pitoisuuksissa. Molempien bakteerien havaittiin lisäävän hartsihapon poistumista, mutta ei TOC-pitoisuuden vähenemistä. Hartsihapon poistuminen lisääntyi myös korkeissa pitoisuuksissa. Molemmat bakteerit osoittautuivat aktiivisiksi kaikissa tutkituissa tapauksissa. Lisäksi ne olivat kilpailukyisiä ja kestäviä aktiivilieteyhteisössä ja eivät vahingoittaneet alkuperäistä mikrobiyhteisöä. Siten tutkitut bakteerit täyttivät onnistuneen bioaugmentoinnin kriteerit.

4.3 Ilmapäästöjen ainekohtainen tarkastelu

4.3.1 Dioksiinit ja furaanit

4.3.1.1 Ominaisuuksia

Polyklooratut dibentso-para-dioksiinit ja polyklooratut dibentsofuraanit (PCDD/F) ovat tasomaisia kolmirenkaisia yhdisteitä, joilla on hyvin samankaltainen rakenne ja ominaisuudet. PCDD/F-yhdisteet voivat sisältää 1–8 klooriatomia.

Dioksiinit ja furaanit ovat ympäristöhallinnon (2003) www-sivujen mukaan erittäin myrkyllisiä vesieliöille. Niiden eri isomeerien myrkyllisyys vaihtelee. Jotta pystytään vertaamaan eri isomeerien myrkyllisyyttä, on otettu käyttöön myrkyllisyysekvivalentti I-TEQ. Eri isomeerien myrkyllisyys suhteutetaan myrkyllisimpään isomeeriin, joka on 2,3,7,8-TCDD. Tutkimuksissa on todettu, että dioksiinien akuutti myrkyllisyys vaihtelee eri eläinlajeilla.

Dioksiinit ovat niukkaliukoisia veteen. Niiden vesiliukoisuus laskee klooripitoisuuden kasvaessa. Jotkut dioksiinit ja furaanit ovat kohtalaisen haihtuvia ja voivat kulkeutua ilmassa pitkiäkin matkoja. Ne ovat ympäristössä erittäin pysyviä. TCDD:n puoliintumisajaksi maaperässä on arvioitu 10–12 vuotta. Pysyvyytensä lisäksi ne ovat erittäin kertyviä (log K_{ow}-arvot vaihtelevat klooripitoisuuden mukaan välillä 4,7– 8,2). Kokeellisesti mitatuiksi 2,3,7,8-TCDD:n BCF-arvoiksi on saatu kalalle 26 710.

4.3.1.2 Päästöjen muodostuminen

Polykloorattuja dioksiineja ja furaaneja ei ole valmistettu teollisiin tarkoituksiin, vaan ne esiintyvät epäpuhtauksina muissa kemikaaleissa, kuten PCB:ssä, kloorifenoleissa ja fenoksihapoissa, ja niitä syntyy orgaanisten aineiden ja kloorin reagoidessa tietyissä olosuhteissa poltto- ja teollisuusprosesseissa.

Tukholman sopimuksen liitteessä C on mainittu merkittävimpinä potentiaalisina päästölähteinä (osa II) muiden muassa massan valmistus käyttäen alkuainekloori a sekä alkuainekloorin valmistus valkaisua varten. Nämä eivät kuitenkaan

ole tänä päivänä käytännössä mahdollisia päästölähteitä Suomen metsäteollisuudessa. Omana kategorianaan oli mainittu myös jätteenpoltto mukaan lukien jätevesilietteen yhteispolton. Muina mahdollisina päästölähteinä (osa III) on mainittu fossiilisten polttoaineiden käyttö ja teollisuuskattilat sekä puun ja muun biomassan polttaminen. UNEP:in (1999) raportissa on yhtenä päästölähteenä mainittu myös kaatopaikkakaasun polttaminen. Massa- ja paperiteollisuudessa on dioksiini- ja furaanipäästöjen muodostuminen edellä sanotun perusteella mahdollista laitosten energiantuotannossa. Ostosähkön kulutuksesta aiheutuvia välillisiä päästöjä ei käsitellä tässä raportissa.

Dioksiinien ja furaanien syntymiselle suotuisia tekijöitä ovat korkeat lämpötilat, alkaliset väliaineet, UV-valo ja radikaalien läsnäolo reagoivassa seoksessa tai kemiallisessa prosessissa (Hutzinger & Fiedler, 1993). Taulukossa 5 on esitetty eri kemikaalien dioksiinipitoisuuksia. Näitä kemikaaleja sisältävien tuotteiden voidaan olettaa sisältävän myös PCDD/F-yhdisteitä.

Taulukko 5. Kemiallisten tuotteiden PCDD/F-pitoisuuksia (UNEP, 1999).

Aine	Pitoisuus (μg I-TEQ/kg)
PCP	≤ 2,320
PCP-Na	≤ 450
PCB - Clophen A 30	11
PCB - Clophen A 60	2,179
2,4,6-trikloorifenoli	680
Trikloorибentseeni	0,023
Hostaperm Violet RL	1,2
Violet 23	19
Blue 106	56

Massa- ja paperitehtailla on aiemmin havaittu syntyvän dioksiini- ja furaanipäästöjä veteen ja maaperään. Yhdysvaltain ympäristövirasto (USEPA) on arvioinut maan massa- ja paperitehtaiden vuotuisiksi päästöiksi 1990-luvun lopulla 20 g I-TEQ. Lisäksi PCDD/F-yhdisteitä on havaittu lopputuotteessa ja lietteissä. Pitoisuuksia on saatu pienennettyä kehittyneellä valkaisutekniikalla. Saksassa on tuontisellussa havaittu pitoisuuksia välillä 0,2–1,3 ng TEQ/kg ka. Neitseellisestä kuidusta valmistetuissa paperituotteissa pitoisuuksien on todettu olleen alle 1 ng TEQ/kg ka. Kierrätyskuidusta valmistetun paperin dioksiinipitoisuudet ovat olleet 5–10 ng TEQ/kg.

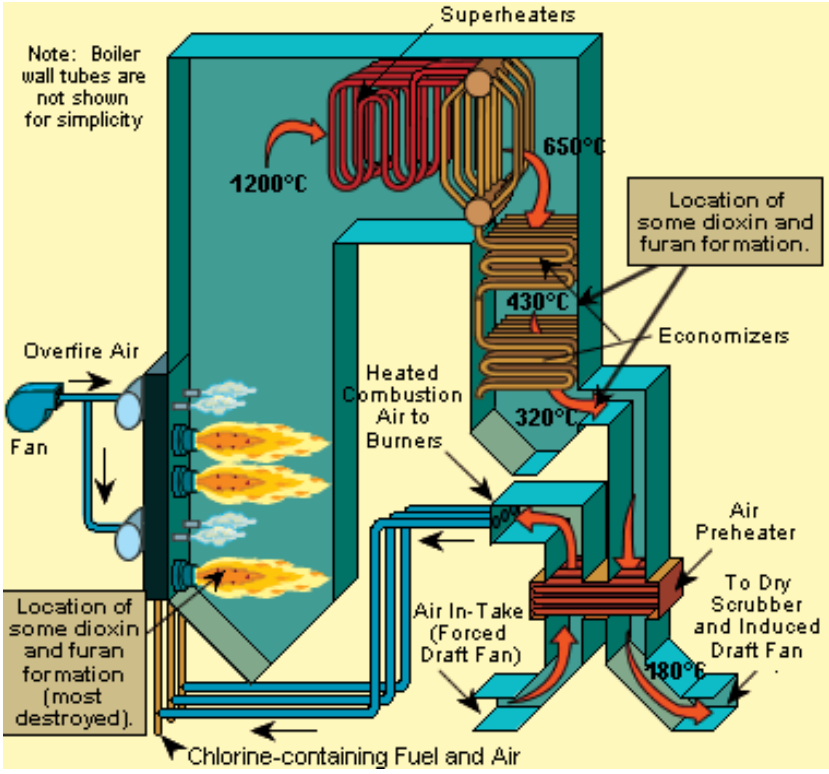
Koska tuotantoprosessien aiheuttamat päästöt ovat laskeneet merkittävästi takavuosista, nykyään voidaan energiantuotantoa pitää potentiaalisimpana dioksiini- ja furaanipäästöjen lähteenä myös massa- ja paperiteollisuuden sisällä. Polttoprosesseista tuotantoon liittyy ainoastaan sellun valmistukseen olennaisena osana kuuluva soodakattilaprosessi. Myös energiantuotantosektorin dioksiini- ja furaanipäästöt ovat vähentyneet oleellisesti niille asetettujen raja-arvojen myötä.

UNEP:in (1999) raportissa todetaan, että PCDD/F-yhdisteiden muodostumisesta poltossa ei ole täyttä yksimielisyyttä. Niiden muodostumiselle on esitetty kolme eri mahdollisuutta (Hutzinger & Fiedler, 1988):

- jätteet sisältävät dioksiineja ja furaaneja, jotka muuntuvat epätäydellisesti poltossa
- PCDD/F muodostuu klooratuista prekursoreista, kuten PCB, kloorifenolit ja klooratut bentseenit
- PCDD/F muodostuu niin sanotun de novo -synteesin kautta eli kemiallisesti toisentyyppisten aineiden, kuten PVC:n tai muiden kloorattujen hiiliyhdisteiden pyrolyysillä ja/tai kloorittoman orgaanisen aineen, kuten selluloosan, ligniinin tai hiilen poltossa klooripitoisten aineiden läsnä ollessa.

Näistä jälkimmäisintä vaihtoehtoa voidaan pitää todennäköisimpänä metsäteollisuuslaitoksilla käytettäville polttoprosesseille. Tämä tarkoittaa käytännössä kuoren ja muun ylijäämäpuun polttoa yhdessä klooripitoisen jätevesilietteen sekä mahdollisten muiden tukipolttoaineiden kanssa. Näitä päästöjä voidaan seurata mittausten avulla, joita metsäteollisuuslaitokset on ympäristöluvissa määrätty tekemään.

Seuraavassa kuvassa on esitetty PCDD/F-päästöjen mahdollisten muodostumispaikkojen sijainti kattilassa. On kuitenkin huomattava, että päästöjä voi muodostua useilla eri mekanismeilla ja erilaiset kattilaratkaisut vaikuttavat muodostumispaikkoihin.



Kuva 7. PCDD- ja PCDF-päästöjen mahdolliset muodostumispaikat voimalaitoskattilassa (UNEP, 2004; muokattu lähteestä Richards, 2004).

Selluvalmistusprosessin osana toimivan soodakattilan mustalipeän poltosta aiheutuville PCDD/F-päästöille on UNEP:in (2003) raportissa annettu kertoimeksi 0,07 $\mu g/t_{pa}$. Mikäli arvioidaan soodakattilassa poltettavan mustalipeää tyypillisesti noin 1 000 000 t/a, saadaan kokonaispäästöksi noin 0,07 g/a eli 70 mg/a.

Mitatuista päästöistä voidaan esimerkkinä mainita suomalaisen metsäteollisuusintegraatin kuorta, jätevesilietettä ja vähäisiä määriä raskasta polttoöljyä käyttävältä kuorikattilan dioksiini- ja furaanipäästöt, joita syntyy 3+6 pg I-TEQ/m^3(n). Tuotantolaitoksen ilmoittamien kaasuvirtaus- ja käyttöaikatietojen perusteella saadaan dioksiinien vuosipäästöksi n. 6 mg I-TEQ ja furaaneille vastaavasti n. 12 mg I-TEQ. Polttoainemäärien perusteella ominaispäästöksi saadaan noin 0,05 μg I-TEQ/t_{pa}, joka jää selvästi alle UNEP:in (2003) raportissa kuorikattilalle annetun päästökertoimen (0,4 $\mu g/t_{pa}$). UNEP:in (1999) raportissa kiinteiden polttoaineiden päästökertoimeksi on annettu 0,10 μg I-TEQ/t_{pa} ja teollisuuspolton osalta kaikille polttoaineille mukaan lukien puupolttoaine 1,0 μg I-TEQ/t_{pa}.

Kattilan tuottamaan energiamäärään suhteutettu ominaispäästö on 0,0065 mg I-TEQ/TJ, mikä on jotakuinkin UNEP:in (1999) raportissa ilmoitettujen saksalaisten teollisuuspolttolaitosten kiinteiden fossiilisten polttoaineiden päästöjen luokkaa, mutta selvästi alle puun poltolle ilmoitetun ominaispäästön (0,27 mg I-TEQ/TJ). Toisella integraatilla tehdyissä mittauksissa on dioksiinipäästöille saatu samansuuruisia, mutta furaanipäästöille jonkin verran suurempia arvoja. Lietteen poltolla on havaittu olevan vaikutusta dioksiinipäästöjen lisääntymiseen, mutta ei juurikaan furaanipäästöihin.

Vuodelta 2002 Suomi on ilmoittanut kansallisessa inventaarioraportissa UNECE/CLRTAP:ille massan ja paperin tuotannon aiheuttamiksi PCDD/F-päästöiksi 1,227 g I-TEQ. Tämä on n. 3,8 % ilmoitetuista kansallisista kokonaispäästöistä. Tässä tapauksessa on energiantuotannon päästöjen laskemiseen käytetty UNEP:in (1999) päästökertoimia, paitsi puun polton osalta on käytetty USEPA:n (1997) antamia ja turpeelle Ruuskasen (2000) määrittämiä kertoimia. EU:n EPER-raportointiin Suomi ei ole vuoden 2001 osalta ilmoittanut massa- ja paperiteollisuuden päästöjä. Tältä pohjalta voidaan olettaa, että yhdenkään tämän toimialan laitoksen päästöt eivät ylittäneet EPER-raportointirajaa (1 g/a).

4.3.1.3 Rajoitus- ja vähennystoimenpiteet

Dioksiinien ja furaanien päästöille ilmaan on asetettu raja-arvoja monissa maissa. Suomessa on lietettä kuoren ja muun puuaineksen seassa polttaville metsäteollisuuslaitoksille määrätty raja-arvoksi 0,1 ng/m^3 I-TEQ. Tämä raja-arvo vastaa jätteenpolttodirektiivissä (2000/76/EY) annettua säädöstä, joka on pantu täytäntöön valtioneuvoston asetuksella 362/2003. Tämä raja-arvo normaalisti alittuu selvästi kuorikattiloilla.

Laitoksille on asetettu myös PCDD/F-päästöjä koskevia mittausvelvoitteita. Vanhan lainsäädännön aikana annetuissa luvissa on kuorikattiloiden PCDD/F-päästöt määrätty mitattaviksi vähintään viiden vuoden välein tai silloin, jos palamis- tai savukaasujen käsittelyolosuhteet muuttuvat oleellisesti. Mittausten yhteydessä on määrätty selvitettäväksi myös vastaava pitoisuus tuhkassa ja polttoaineissa. Dioksiini- ja furaanipäästöjen mittauksissa sovelletaan standardia EN 1948. Jätteenpolttoasetuksessa on säädetty dioksiini- ja furaanipäästöjen mittausväliksi kaksi kertaa vuodessa tai erityistapauksissa kerran vuodessa. Koska metsäteollisuuden ns. kasviperäisten jäte- ja sivuaineiden poltto ei kuulu tämän asetuksen soveltamisalaan, ei mittausmääräyksiä voida antaa suoraan sen pohjalta.

Niin kuin muillekin polttoprosesseissa syntyville ilmapäästöille, myös PCDD/F-päästöille on olemassa primäärisiä ja sekundäärisiä vähennyskeinoja. Yleensä ne kuitenkin liittyvät ensisijaisesti muiden ilmapäästöjen, kuten rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen vähentämiseen. Primäärisiin dioksiini- ja furaanipäästöjen vähentämiskeinoihin voidaan UNEP:in (1999) raportin mukaan lukea

- tuotantoprosessiin joutuvien haitallisten aineiden korvaaminen haitattomammilla
- laitoksen toimintaparametrien (esimerkiksi palamisaika, lämpötila, virtausolosuhteet) muuttaminen
- muutokset laitoksen suunnittelussa.

UNEP:in (2004) julkaisemassa ohjeluonnoksessa parhaaksi käytettävissä olevaksi tekniikaksi Tukholman sopimuksen toimeenpanemiseksi on esitetty seuraavat primääriset toimenpiteet ja prosessin optimointimenetelmät, joilla päästään puun ja biomassan polton PCDD/F-päästöjen tasossa alle 0,1 ng/m^3 I-TEQ:

- optimoitu polttotekniikka: kaasujen ja lentotuhkan loppupolton parantaminen ja hiukkaspitoisuuden alentaminen
  - ilmaylimäärän vähentäminen (ilmakerroin $\lambda < 1{,}5–2$)
  - kaasun ja ilman sekoittuminen
  - riittävä viipymäaika palamisvyöhykkeessä
  - mahdollinen SNCR-menetelmän käyttö NO_x:ien vähentämiseen

- toimenpiteet kattilassa:
  - mahdollisimman vähäinen viipymäaika lämpötila-alueella 180–500 °C ja pölykerrostumien ehkäiseminen

- laitoksen käytön optimointi:
  - kehittyneiden säätötekniikoiden käyttö polton optimoimiseksi
  - tasainen käyttö, nopeiden lämmönvaihtelujen estäminen.

Fiedlerin (1998) mukaan seuraavilla sekundäärisillä menetelmillä voidaan päästä jätteenpoltossa raja-arvon alapuolelle:

- PCDD/F-päästöjen adsorptio aktiivihiileen
- kuivapesurit, joissa käytetään kalkkia ja aktiivihiiltä + kuitusuodatin
- selektiivinen katalyyttimenetelmä (SCR); NO_x-päästöjen vähennysmenetelmä.

Lähinnä rikinpoistoon tarkoitettua adsorptiomenetelmää ei käytännössä käytetä kuorikattiloissa, koska niissä ei tarvita rikinpoistoa johtuen rikin vähäisyydestä polttoaineessa, eikä myöskään SCR-menetelmää ole käytössä. Sen sijaan ei-katalyyttistä typenpoistoa (SNCR) sovelletaan esimerkiksi eräiden ruotsalaisten metsäteollisuuslaitosten kuorikattiloissa, ja silläkin voidaan jossain määrin vaikuttaa PCDD/F-päästöihin. Lisäksi märkäpesureita käytetään yleisesti kuorikattiloissa ja soodakattiloissa.

Jätteenpolton BREF-dokumenttiluonnoksessa (EIPPCB, 2004) todetaan, että hyvin hallittu polttoprosessi on PCDD/F-päästöjen pääasiallinen vähennyskeino. Tähän liittyvät osaltaan seuraavat tekijät:

- jätepolttoaineen esikäsittely
- poltettavassa aineessa olevien PCDD/F:n ja prekursoreiden hävittäminen sekä prekursoreiden muodostumisen estäminen polttoprosessissa
- dioksiinien muodostumisen estäminen energian talteenoton yhteydessä.

Näistä ensin mainittu voisi metsäteollisuuden voimantuotannossa tarkoittaa käytännössä lietteiden kuivaamista entistä korkeampaan kuiva-ainepitoisuuteen. Vastaava esikäsittely kuin varsinaiselle jätteenpoltolle ei ole tarpeen. Polton hallinnassa on optimoitava kaasujen viipymäajat, palamislämpötilat, kaasuvirtausten turbulenssi ja happipitoisuudet.

Edellä mainitussa asiakirjassa on mainittu useita PCDD/F-päästöjen vähentämiseen soveltuvia tekniikoita. On kuitenkin huomattava, että metsäteollisuuden voimantuotannossa ei yleensä tarvita vastaavia puhdistusmenetelmiä. Ulkoisina ilmapäästöjen vähentämiskeinona kuorikattiloissa käytettävillä sähkösuodattimilla ja pesureilla yhdessä polttoteknisten ratkaisujen kanssa saavutetaan tavallisesti riittävän alhainen dioksiinien ja furaanien päästötaso.

4.3.2 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt

4.3.2.1 Ominaisuuksia

Polysyklisissä aromaattisissä hiilivedyissä (PAH) on useampi kuin yksi aromaattinen rengas. Niistä monet on luokiteltu karsinogeenisiksi yhdisteiksi ja ne luokitellaan vaikutustensa ja kaukokulkeutuvuuden perusteella POP-yhdisteiksi. Ne ovat yleensä kiinnittyneinä pienhiukkasiin. Puhtaat PAH-yhdisteet ovat valkoisia tai kellertäviä kiteisiä kiintoaineita (EEA, 2004). Ne ovat veteen liukenemattomia, mutta hajoavat helposti rasvassa ja öljyissä. VPD:n liitteessä X PAH-yhdisteet luokitellaan vaarallisiksi prioriteettiaineiksi.

Århusin pöytäkirjan mukaisesti raportoidaan neljä PAH-yhdistettä: bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni ja indeeni(1,2,3-cd)pyreeni. EPER:iin raportoidaan lisäksi bentso(ghi)peryleeni ja fluoranteeni.

4.3.2.2 Päästöjen muodostuminen

PAH-yhdisteitä muodostuu erityisesti epätäydellisessä poltossa sekä fossiilisia polttoaineita että puuperäisiä polttoaineita poltettaessa. Näin ollen myös metsäteollisuudessa voidaan kyseisten aineiden päästöjen olettaa tulevan pääasiassa voimantuotannosta.

PAH-yhdisteiden päästöistä on yleisestikin ottaen saatavilla tietoa varsin rajoitetusti paremmin tunnettuihin yhdisteisiin verrattuna. Siitä johtuen PAH:eille tehtyjen päästökertoimien epävarmuudet ovat suuria ja niillä on laaja vaihteluväli, eikä tietojen laatua pidetä kovin korkeana. Metsäteollisuuslaitoksilta ei ole kerättyä tietoa PAH-päästöistä esimerkiksi VAHTI-tietokannassa, joten päästöarviot ovat laskennallisia.

EEA:n (1999) raporttiin on koottu eri päästölähteiden PAH-päästökertoimia. Puun teolliselle poltolle tehokkaalla puhdistusmenetelmällä varustetussa suuressa voimalaitoksessa on esitetty Radian Corporationin (1995) raportista saatu bentso(a)pyreenin päästölle kerroin 2 mg/t_{pa}. Tämä on huomattavasti suurempi kuin esimerkiksi hiilen poltolle annettu vastaava kerroin. Muille UNECE:n POP-pöytäkirjan mukaisesti raportoitaville PAH-yhdisteille on EEA:n (1999) raportissa annettu kertoimet suhteessa bentso(a)pyreeniin. Mikäli arvioidaan kuorikattilan tyypilliseksi kuoren käytöksi noin 300 000 t/a, saadaan edellä mainituilla kertoimilla kokonais-PAH-päästöksi 1620 g/a. Suurten polttolaitosten (LCP) BREF-dokumenttiluonnoksessa (EIPPCB, 2003) on biomassaa käyttäville 100–300 MW_{th}:n ilmanpaineista leijukerrospolttoa käyttäville laitoksille arvioitu PAH-päästöksi 0,1 mg/m^3(n). Tämä arvo on kuitenkin määritetty yksittäiselle biopolttoaineelle, eikä sitä voida pitää yleisesti edustavana tämäntyyppisille laitoksille.

Suomi on ilmoittanut UNECE/CLRTAP:ille massan ja paperin tuotannon PAH-päästöiksi 317 kg/a, mikä on noin 1,9 % kokonaispäästöistä. Energiantuotannon osalta päästöt on laskettu käyttäen EMEP/CORINAIR päästöinventaariohjeen (EEA, 1999) päästökertoimia ja laskentaperiaatteita, paitsi öljyn polton päästökertoimet perustuvat UBA:n (1998) ja turpeen polton kertoimet KTM:n (1998) ohjeisiin. EPER:iin ei metsäteollisuuden PAH-päästöjä ole ilmoitettu. Laitoskohtainen raportointikynnys on 50 kg/a ilmapäästöille ja 5 kg/a vesipäästöille.

4.3.2.3 Rajoitus- ja vähennystoimenpiteet

Tietyillä toimialoilla PAH-yhdisteiden päästöille voidaan määrätä raja-arvoja ja mittausvelvoitteita. Metsäteollisuuslaitosten ympäristöluvissa niitä ei kuitenkaan ole erikseen rajoitettu, eikä niille ole myöskään mittausvelvoitteita. Näin ollen erityisesti PAH-yhdisteiden vähentämistä ei voida pitää keskeisenä tavoitteena metsäteollisuuden ympäristönsuojelussa.

PAH-yhdisteiden päästöjä on joka tapauksessa mahdollista vähentää kehittämällä polttotekniikkaa ja ulkoisia ilmapäästöjen vähennystekniikoita. Poltossa tulee PAH-päästöjen ehkäisemiseksi keskittyä parantamaan palamisen täydellisyyttä. Tähän voidaan päästä osaltaan parantamalla polttoaineen laatua esikäsittelyn, kuten ylijäämäpuun homogenisoinnin, lietteen kuivauksen, soodakattilan mustalipeän kiintoainepitoisuuden nostamisen ja kaasutustekniikoiden avulla. Polton onnistumista voidaan parantaa ilman vaiheistuksella ja lämpötilan säädöllä.

Koska PAH-yhdisteet pääsevät ilmaan yleensä kiinnittyneinä hiukkasiin, voidaan niiden syntyä ehkäistä ennen kaikkea tehostamalla hiukkaserotinlaitteiden toimintaa. Kuorikattiloilla on hiukkaserotinmenetelmänä käytössä tavallisimmin sähkösuodatin sekä usein myös savukaasupesuri. Soodakattiloilla on yleensä käytössä molemmat edellä mainitut tekniikat. Sähkösuodattimilla on yleisesti havaittu päästävän yli 99,5 %:n erotustehokkuuteen hiukkasten kokonaismäärästä. Pienimmille, halkaisijaltaan alle 1 μm:n hiukkasillekin erotusaste on yli 96,5 % (EIPPCB, 2003).

4.3.3 Muut ilmapäästöt

Edellä kuvattujen päästölajien lisäksi puuperäisiä polttoaineita käyttävässä energiantuotannossa voi jossain määrin syntyä myös muita vaarallisiksi aineiksi luokiteltavien aineiden päästöjä.

Trikloori bentseenit on ryhmänä luokiteltu vesipuitedirektiivin liitteessä X yhteisötason prioriteettiaineiksi ja ehdollisesti myös vaarallisiksi prioriteettiaineiksi. Niiden yhtä isomeeriä käytetään Suomessa laboratoriokemikaalina, mutta prosessiperäisistä päästöistä ei yleensä ole paljoakaan tietoa saatavilla. Niistä ei myöskään ole annettu mittaus- tai muita selvitysmääräyksiä ympäristöluvissa. Erään metsäteollisuusintegraatin kuorikattilan savukaasujen trikloori bentseenin pitoisuudeksi on kertaluonteisissa mittauksissa saatu 13 ng/m^3(n). Tässä tapauksessa kattilan vuosipäästöksi saadaan 25,8 g/a. Trikloori bentseenipäästöjen raportointiraja EPER:iin on 10 kg/a. Massa- ja paperiteollisuus ole ilmoittanut kyseisten aineiden päästöjä koko EU:n alueelta, eikä niitä ole myöskään suurten polttolaitosten päästötiedoissa.

Myös polykloorattuja bifenyylejä eli PCB-yhdisteitä voi periaatteessa syntyä puuperäisten aineiden poltosta. PCB:n muodostumisen poltossa on havaittu olevan osin samanlaista kuin dioksiini- ja furaanipäästöillä, eli niitä voi muodostua kaasufaasissa sekä esimerkiksi de novo -synteesin kautta hiilestä ja kloorista kontaktissa partikkelituhkan kanssa (Dyke, 2004). PCB-päästöistä ei ole annettu mittaus- tai seurantavelvoitteita metsäteollisuuslaitoksille, eikä niistä ole kerättyä tietoa. LCP-BREF-luonnoksessa (EIPPCB, 2003) on biomassaa käyttäville 100–300 MW_{th}:n ilmanpaineista leijukerrospolttoa käyttäville laitoksille arvioitu PCB-päästöksi 11 mg/m^3(n). Tätä arvoa ei kuitenkaan voida pitää yleisesti edustavana tämäntyyppisille laitoksille.

Polttoprosesseissa voi lisäksi muodostua muiden muassa heksaklooribentseenejä (HCB) ja pentakloorifenolia (PCP), jotka molemmat luetaan POP-yhdisteisiin. Kyseiset yhdisteet kuuluvat myös EPER-raportoinnin piiriin, mutta niiden

päästöjä ei ole raportoitu massa- ja paperiteollisuuden eikä suurten polttolaitosten sektoreilta. Molempien yhdisteiden raportointikynnys on 10 kg/a ilmapäästöille. Yleisesti ottaen niiden muodostumisesta metsäteollisuuteen liittyvien polttoprosessien yhteydessä ei ole riittävästi tietoa.

5 Johtopäätöksiä ja jatkotoimenpiteiden tarve

Prioriteetti- ja haitallisten aineiden kartoitus on tulevaisuudessakin olennainen osa vesipuitedirektiivin täytäntöönpanotyötä. Näin ollen merkittäviksi ympäristön kuormittajiksi tunnettujen teollisuuden alojen, kuten metsäteollisuuden aiheuttaman kuormituksen arviointi ja seuranta on tärkeää. Tietoja eri aineiden kuormituksesta ja riskeistä tarvitaan muun muassa päivitettäessä yhteisötason ja kansallisen tason prioriteettiainelistoja sekä alueellisen riskinarvioinnin yhteydessä. Jatkossa myös tulevan EU:n kemikaaliasetuksen (REACH) odotetaan lisäävän teollisuuden velvollisuuksia käyttämiensä kemikaalien riskien tunnistamiseen.

Kemiallisen metsäteollisuuden kemikaaleissaan käyttämien prioriteettiaineiden aiheuttamaa riskiä eri vesistöalueilla on arvioitava aineiden määrän ja ominaisuuksien perusteella. Kemikaalien käyttömääristä ja haitallisten aineiden pitoisuuksista on joidenkin tuotantolaitosten osalta tarkkojakin tietoja. Muille laitoksille voidaan tehdä suuntaa antavia arvioita kyselyssä ja ympäristölupahakemuksessa ilmoitettujen sekä tuoterekisterin tietojen pohjalta. Vesistövaikutusten kannalta olennaista on saada selville vesistöön lopulta päätyvien haitallisten aineiden määrä. Eri aineiden hajoavuudesta jätevedenpuhdistuksessa sekä niiden sitoutumisesta kiintoaineeseen on olemassa alustavaa tietoa. Muista merkityksellisistä ominaisuuksista (toksisuus, biokertyvyys ja pysyvyys) on riittävästi tietoa. Kuormituksen aiheuttamien riskien arvioinnissa keskeisimpiä tarkasteltavia parametreja ovat päästön suuruuden ohella ainekohtainen PEC-arvo sekä riskin luonnehdinnassa käytettävä PEC/PNEC-suhde.

Tärkein menetelmä käyttökemikaalien sisältämien haitallisten aineiden aiheuttaman kuormituksen vähentämisessä on haitallisten tehoaineiden korvaaminen haitattomammilla. Tähän voidaan päästä säädösten ja osin niihin pohjautuvan tuotekehityksen avulla. Koska metsäteollisuuskemikaalien tehoaineina käytettävät prioriteettiaineet ovat hitaasti hajoavia, ei jäteveden puhdistusta kehittämällä välttämättä pystytä merkittävästi alentamaan näiden aineiden aiheuttamaa kuormitusta.

Prosessiperäisten aineiden aiheuttamaa kuormitusta voidaan arvioida toiminnanharjoittajien ilmoittamien laskennallisesti tai mittaamalla saatujen tietojen perusteella sekä kirjallisuudesta saatavien kertoimien avulla. Valmiita tietoja potentiaalisimmista haitta-ainepäästöistä on käytössä verraten niukasti, joten useimmissa tapauksissa on päästöt arvioitava tutkimuksissa saatujen tietojen sekä eri prosesseille ja erotuslaitteille määriteltyjen päästökertoimien perusteella.

Vesistöjä kuormittavia prosessiperäisiä haitallisten aineiden päästöjä syntyy sekä suorina jätevesipäästöinä että ilmapäästöinä. Suorat vesistöpäästöt muodostuvat klooriyhdisteistä ja orgaanisista yhdisteistä. Koska klooriyhdisteiden päästöt ovat vähentyneet merkittävästi sen jälkeen, kun alkuainekloorin käytöstä luovuttiin valkaisussa, ovat orgaanisten yhdisteiden päästöt nousseet entistä keskeisempään asemaan.

Orgaanisten yhdisteiden, kuten hartsihappojen, rasvahappojen ja sterolien päästöt pystytään hyvin suurelta osin poistamaan biologisessa jätevedenkäsittelyssä. Kuitenkin jotkut muuntumistuotteetkin voivat olla myrkyllisiä vesistöissä. Niiden haitallisuuden toteamiseksi on tarkoitus tehdä myrkyllisyystestejä tulevissa ympäristöhallinnon tutkimuksissa. Orgaanisten aineiden päästöjen vähentä-

mistä haittaavien puhdistamon toimintahäiriöiden ehkäisemiseksi on tutkimuksissa löydetty menetelmiä, joilla voidaan tehostaa biologista prosessia myös poikkeuksellisissa tilanteissa.

Metsäteollisuuslaitosten haitallisia aineita sisältävät ilmapäästöt ovat pääasiassa peräisin tehtaiden omasta energiantuotannosta. Näistä merkittävimpiä ovat hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet eli POP-yhdisteet. Niistä dioksiineja ja furaaneja voi syntyä erityisesti kuorikattilassa lietettä poltettaessa. Tuotantolaitoksille onkin annettu ympäristöluvissa raja-arvoja ja mittausmääräyksiä näitä päästöjä koskien. Myös PAH-yhdisteiden synty on mahdollista etenkin polttoprosessien häiriötilanteissa, mutta niitä ei ole katsottu erityisen merkityksellisiksi metsäteollisuuden toimialalla. Lisäksi eräiden muiden POP-yhdisteiden, kuten PCB ja HCB, muodostuminen on periaatteessa mahdollista, mutta niiden päästöistä ei juurikaan ole toimialakohtaista tietoa. Näitäkin päästöjä voidaan kuitenkin jossain määrin arvioida kirjallisuustietojen perusteella.

POP-päästöjen mahdollista vähentämistarvetta tulee tarkastella laitoskohtaisesti. Näille yhdisteille ei ole varsinaisesti omia vähennystekniikoita, mutta niiden vähentämiseksi voidaan soveltaa muiden ilmapäästöjen vähennystekniikoita. Dioksiineja ja furaaneja voidaan vähentää useilla tekniikoilla, mutta metsäteollisuuslaitoksilla tavanomaiset vähennystekniikat, kuten sähkösuodatin ja pesuri käytännössä riittävät päästöjen hallintaan. PAH-päästöjen syntyä voidaan ehkäistä hyvällä palamisen hallinnalla, minkä lisäksi niitä voidaan vähentää hiukkaserottimilla.

Prosessiperäisten yhdisteiden mahdolliseksi sisällyttämiseksi kansalliselle prioriteettiainelistalle on niiden riskit kartoitettava selvittämällä kyseisten aineiden joutuminen vesistöihin ja niiden muuntuminen mahdollisimman kattavasti. Kemiallisen metsäteollisuuden osuus on erityisen suuri puuperäisten uuteaineiden päästöissä, joten näiden aineiden aiheuttama kokonaisriski voidaan määrittää varsin pitkälle tämän toimialan päästöarvioinnin perusteella. Muiden aineiden, kuten dioksiinien ja furaanien aiheuttamien riskien arvioinnissa metsäteollisuuden päästöt on arvioitava osana useamman toimialan kokonaisuutta.

Prioriteetti- ja muiden haitallisten aineiden aiheuttamien riskien tunnistamisen avulla voidaan jatkossa ohjata lainsäädännön ja lupakäytännön kehittämistä. Lisäksi haitallisia aineita koskevat asiat voidaan ottaa entistä kattavammin huomioon massa- ja paperiteollisuuden BAT-määrityksissä sekä käyttökemikaalien että prosessiperäisten päästöjen osalta.

Lähteet

Ahtiainen, J., Ruoppa, M., Nakari, T. & Verta, M. Toxicity screening of novel pulping influents and effluents in Finnish pulp mills. 2003. In: Struthridge, T.R., van den Heuvel, M.R., Marvin, N.A., Slade, A.H. & Gifford, J. (eds.). Environmental Impacts of Pulp and Paper Waste Streams. SETAC Books. Pensacola, FL. Society of Environmental Toxicology and Chemistry. pp. 96–100.

DIN. 1993. DIN 38412, Teil 34. Deutsches Institut fur Normung e.V.

Dyke, P. 2004. PCB and PAH Releases from Incineration and Power Generation Processes, R&D Technical Report P4-052. Environment Agency, Bristol UK. http://www.pops.int/documents/implementation/nips/guidance/en/techrep.pdf

ECB. 2003. Technical Guidance Document (TGD) on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Parts I, II, III & IV. Ispra: European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. Available in internet: http://ecb.jrc.it/

EEA. 1999. An approach to estimation of PAH emissions. In: EEA. 2004. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 3rd edition, September 2004 update. Technical Report No 30. European Environment Agency.

EEA. 2004. EPER. The European Pollutant Emission Register. www-dokumentti. http://www.eper.cec.eu.int/eper/

EIPPCB. 2000. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. Seville: European IPPC Bureau. Available in Internet: http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

EIPPCB. 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Draft Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. Draft March 2003. Seville: European IPPC Bureau. Available in Internet: http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

EIPPCB. 2004. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Draft Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration. Draft March 2004. Seville: European IPPC Bureau. Available in Internet: http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

EUCEPA. 1997. 26th EUCEPA Conference together with ZELLCHEMING Annual Meeting and Expo '97. The Sustainable Paper Cycle – A Challenge, Baden-Baden 23–26 June, 1997, Conference Issues. Das Papier 6A/1997.

Euroopan yhteisöjen komissio. 2003. Ehdotus Euroopan Parlamentin ja Neuvoston asetukseksi kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoittamisesta (REACH), Euroopan kemikaaliviraston perustamisesta ja direktiivin 1999/45/EY ja pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan asetuksen (EY) muuttamisesta. Ehdotus Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiiviksi neuvoston direktiivin 67/548/ETY muuttamisesta sen mukauttamiseksi kemikaalien rekisteröintiä, arviointia, lupamenettelyjä ja rajoittamista koskevaan Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseen (EY). KOM(2003) 644 lopullinen. Bryssel 29.10.2003.

Fiedler H. 1998. Thermal Formation of PCDD/PCDF – A Survey. Environ. Eng. Sci. 15/1, 49–58.

Hutzinger, O. & Fiedler, H. 1988. Emissions of Dioxins and Related Compounds from Combustion and Incineration Sources. Pilot Study on International Information Exchange on Dioxins and Related Compounds. NATO/CCMS Report No. 172.

Hutzinger, O. & Fiedler, H. 1993. From Source to Exposure: Some Open Questions. Chemosphere 27, p. 121–129.

Kivelä, P. 2004. EU:n kemikaalipolitiikan uudistus – REACH-asetuksen keskeiset elementit ja valmisteluaikataulu. Esitelmä. Helsinki: Kemikaalipäivät 10.–11.5.2004.

Knobeloch, L., Blondin, G. & Harkin, J. 1994. A rapid bioassay for toxicity assessment of chemicals. In: Environmental Toxicology and Water Quality 9: 79–82.

Korhonen, H. & Londesborough, S. (toim.). 2004. Haitallisten aineiden ympäristöseurantojen tehostaminen – HAASTE-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 722. Helsinki: Edita Prima Oy. ISBN 952-11-1819-9 (nid.). ISBN 952-11-1820-2 (PDF). ISSN 1238-7312. Saatavilla myös Internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut

Kostamo, A., Holmbom, B. & Kukkonen, J.V.K. 2004. Fate of wood extractives in wastewater treatment plants at kraft pulp mills and mechanical pulp mills. Water Research 38: 972–982.

KTM. 1998. National total emissions from energy production. Ministry of Trade and Industry. Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto, D:162.1998.

Lepper, P. 2002. Towards the Derivation of Quality Standards for Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive. Final Report of the Study contract No. B4-3040/2000/30637/MAR/E1: Identification of quality standards in the field of water policy. Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology.

Londesborough, S. 2003. Proposal for a Selection of National Priority Substances fulfilling the requirements set by the Dangerous Substances Directive (76/464/EEC) and the Water Framework Directive (2000/60/EC). The Finnish Environment 622. Helsinki: Finnish Environment Institute. ISBN 952-11-1386-3. ISBN 952-11-1387-1 (PDF). ISSN 1238-7312. Also available in Internet: http://www.environment.fi/publications

Londesborough, S. 2004. Proposal for Environmental Water Quality Standards for Proposed National Priority Substances in Finland. Final Draft Report. Version 1.0. Helsinki: Finnish Environment Institute.

Mehtonen, J. 2004. Ehdotettujen kansallisten prioriteettiaineiden riskinarviointi – teollisuus- ja kuluttajakemikaalit. Sisäinen asiakirja. Suomen ympäristökeskus. 30.9.2004.

Moilanen, M. (toim.). 2003. Luettelo sallituista suojauskemikaaleista. Päivitetty 23.10.2003. Suomen ympäristökeskuksen moniste 291. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. ISBN 952-11-1520-3(PDF). ISSN 1455-0792. Saatavissa vain Internetistä: http://www.ymparisto.fi/julkaisut

Nikunen, E. 2002. Ympäristölle vaaralliset kemikaalit – riskinarviointi ja luokitus. Kemianteollisuus ry. 139 s.

Ojanen, P. 2003. Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöt. Esimerkkinä kaakkoissuomalainen metsäteollisuusintegraatti. Alueelliset ympäristöjulkaisut 327. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus.

Pessala, P., Schultz, E., Nakari, T., Joutti, A. & Herve, S. 2004. Evaluation of wastewater effluents by small-scale biotests and a fractionation procedure. Ecotoxicology and Environmental Safety 59: 263–272.

Radian Corporation. 1995. Locating and estimating air emissions from sources of polycyclic organic matter. Report number Radian No. 298-130-43. Prepared for US EPA.

Richards, J. 2004. Basic Concepts in Environmental Sciences. http://www.epin.ncsu.edu/apti/ol_2000/module6/dioxins/control/contfram1.htm

Ruuskanen, J. 2000. Environmental protection technology for reducing dioxine emissions in the 1990´s. Ympäristö ja terveys 3:2000.

Suomen ympäristökeskus. 2004a. Pintavesiä kuormittavan ja muuttavan toiminnan alustava tunnistaminen & Veden hankinnan ja tarpeen ennusteet. 12.8.2004.

Suomen ympäristökeskus. 2004b. Kemikaalit ympäristöluvassa. http://www.ymparisto.fi/default.asp?node= 1093&lan=fi; www.ymparisto.fi > Yritykset ja yhteisöt > Kemikaaliasiat > Kemikaalit ympäristöluvassa

Suomen ympäristökeskus. 2004c. Prosessi- ja polttoperäisten haitallisten aineiden (POP-yhdisteet) päästöt – esiselvitys. Luonnos.

Tarkkailutyöryhmä. 2004. Tarkkailujen periaatteet ja menettelytavat. Työryhmän raportti 10.9.2004.

UBA. 1998. Investigation of emissions and abatement measures for persistent organic pollutants in the FRG, research report 295 44 365, UBA-*FB 98-115/e, 75/98. Umwelt Bundesamt.

UNEP. 1999. Dioxin and furan inventories. National and regional emissions of PCDD/PCDF, May 1999. Geneva: United Nations Environment Programme.

UNEP. 2003. Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases. United Nations Environment Programme. http://pops.gpa.unep.org/01what.htm

UNEP. 2004. Guidelines on Best Available Techniques (BAT) and Guidance on Best Environmental Practice (BEP) relevant to the provisions of Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention. Draft July 2004. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants POPs. United Nations Environment Programme.

USEPA 1997. Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Dioxins and Furans. May 1997. United States Environmental Protection Agency. Office of Air Quality Planning and Standards.

USEPA. 1998. Federal Register. Part II. 40 CFR Part 63. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants; Proposed Standards for Hazardous Air Pollutants From Chemical Recovery Combustion Sources at Kraft, Soda, Sulfite, and Stand-Alone Semichemical Pulp Mills; Proposed Rule. United States Environmental Protection Agency.

Ympäristöhallinto. 2003. Dioksiinit ja furaanit. www-dokumentti. http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=2549&lan=fi. Päivitetty 22.7.2003.

Ympäristöministeriö. 2004. Pm. vesiympäristölle haitallisista aineista ja niiden ympäristönlaatunormeista. VESPA-työryhmän väliraportti. Muistio 15.6.2004.

Yu, Z. & Mohn, W. 2001. Bioaugmentation with resin-acid-degrading bacteria enhances resin acid removal in sequencing batch reactors treating pulp mill effluents. Water Research 35: 883–890.

Liite 1. Asetuksella vahvistettavat kansalliset aineet sekä niiden ympäristönlaatunormit ja analyysimenetelmät (Ympäristöministeriö 2004).

Kansalliset haitalliset aineet, joille on saatavilla standardisoitu tai muu luotettavuudeltaan vastaava analyyttinen menetelmä ja joille voidaan siten vahvistaa ympäristönlaatunormi:

Nimi	CAS-numero	Ympäristönlaatunormi (pitoisuus vedessä; vuosikeskiarvo, µg/l)	Analytiikka standardisoitu tai muu vastaava menetelmä MR = määritysraja
Teollisuus- ja kuluttajakemikaalit ja biosidit:			
klooribentseeni	108-90-7	9,3	ISO 15680:2003; MR = 0,01 µg/l
diklooribentseeni, 1,2-	95-50-1	7,4	ISO 15680:2003; MR = 0,01 µg/l
diklooribentseeni, 1,4-	106-46-7	20	ISO 15680:2003; MR = 0,01 µg/l
butyylibentsyyliftalaatti (BBP)	85-68-7	10	ISO/PRF 18856; MR = 0,02 µg/l
dibutyyliftalaatti (DBP)	84-74-2	10	ISO/PRF 18856; MR = 0,02 µg/l
4-kloori-3-metyylifenoli	59-50-7	9	ISO 8165-1:1999; MR = 0,1 µg/l ISO 8165-2:1999; MR = 0,1 µg/l
Torjunta-aineet:			
dimetoaatti	60-51-5	0,7	EN 12918:1999; MR = 0,01 µg/l
MCPA	94-74-6	1,6	ISO 10695:2000; MR = 0,05 µg/l
metamitroni	41394-05-2	32	MR = 0,05; Lahden tutkimuslaboratorio
prokloratsi	67747-09-5	1	MR = 0,5 µg/l; Lahden tutkimuslaboratorio

Kansalliset haitalliset aineet, jotka voidaan hyväksyä ympäristönlaatunormeineen kansallisten prioriteettiaineiden luetteloon, jos niille löytyy standardisoitu tai muu luotettavuudeltaan vastaava analyyttinen menetelmä:

Nimi	CAS	Ympäristönlaatunormi (pitoisuus vedessä; vuosikeskiarvo, µg/l)	Analytiikka
Teollisuus- ja kuluttajakemikaalit ja biosidit:			
2-(tiosyanometyylitio)bentsotiatsoli (TCMTB)	21564-17-0	0,018	
merkaptobentsotiatsoli(MBT)	149-30-4	0,8	
merkaptobentsotiatsolidisulfidi (MBTS)	120-78-5	0,8	
oktametyylisyklotetrasiloksaani (OMCTS)	556-672	0,1	
resorsinoli	108-46-3	0,25	
bronopoli	52-51-7	4	
Torjunta-aineet:			
mankotsebi	8018-01-7	–	
– etyleenitiourea, ETU[1]	96-45-7	200	
tribenuroni-metyyli	101200-48-0	0,1	

[1] mankotsebin hajoamistuote

Nonyylifenoliset yhdisteet:

Nonyylifenolinen yhdiste	CAS	Toksisuusekvivalentti-kerroin (TEF) suhteessa nonyylifenoliin[2]	Analytiikka
nonyylifenoli (NP)		1	ISO-standardi kehitteillä
nonyylifenolimonoetoksylaaatti (NP1EO)	9016-45-9	0,5	
nonyylifenolidietoksylaatti (NP2EO)	27176-93-8	0,5	
nonyylifenoksi etikkahappo (NP1EC)	–	0,005	
nonyylifenoksietoksietikkahappo (NP1EC)	–	0,005	

[2] Näytteen kokonaistoksisuus ei saa ylittää nonyylifenolin yhteisötasolla asetettavaa laatunormia (ehdotus 0.33 µg/l).

Näytteen kokonaistoksisuus lasketaan kaavalla:

$$= \Sigma(Cx \times TEF), \text{ jossa}$$

Cx = kunkin nonyylifenolisen yhdisteen pitoisuus,
TEF = toksisuusekvivalenttikerroin

Nonyylifenolietoksylaattien laatunormin kohdalla ehdotetaan lisättäväksi seuraava huomio: jos voidaan määrittää vain ketjunpituudeltaan erikokoisten nonyylifenolietoksylaattien kokonaispitoisuus, niin näytteen kokonaistoksisuus lasketaan olettaen, että määritetty etoksylaattien kokonaispitoisuus koostuu yksinomaan mono- ja dietoksylaateista.

Kansalliset haitalliset yhdisteet, joille sovelletaan muuta laatunormia talousveden valmistukseen tarkoitetuissa pintavesissä:

Nimi	CAS	Laatunormi raaka-vedenottoon tarkoitetuille pintavesille, µg/l	Analytiikka
torjunta-aineet (kokonaispitoisuus)	–	1 (VNp 366/1994)	Lahden tutkimuslaboratorion monijäämämenetelmän torjunta-aineet
klooribentseeni	108-90-7	3	ISO 15680:2003; MR = 0,01 µg/l
1,2-diklooribentseeni	95-50-1	0,3	ISO 15680:2003; MR = 0,01 µg/l
1,4-diklooribentseeni	106-46-7	0,1	ISO 15680:2003; MR = 0,01 µg/l

Liite 2. Kansallisen prioriteettiainelistan mukaisia prioriteettiaineita sisältävät limantorjunta- ja massansäilöntäkemikaalit (Moilanen 2003).

Valmiste – tehoaineet, pitoisuus	Valmistaja tai maahantuoja	Käyttötarkoitus	Päätös ja luokitus[1]
Bansan 215 – bronopoli, 12–17 %	Bayer Oy (markkinoija Banmark Oy)	Limantorjuntakemikaali jäähdytys- ja kiertovesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaanisen massan säilönnässä	SYKEp SY99P0194 21.12.1999 C R22-34
Bansan 257 – bronopoli, 13 % – 5-kloori-2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni (0,9–1,1 %) – 2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni (0,3–0,4 %)	Bayer Oy (markkinoija Banmark Oy)	Limantorjuntakemikaali jäähdytys- ja kiertovesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaanisen massan säilönnässä	SYKEp SY99P0195 21.12.1999 C R22-34-43
Busan 1228 – bronopoli, 18,2 %	BASF Oy (markkinoija Buckman Laboratories S.A. Suomi, sivukonttori)	Paperi- ja selluteollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 X_n R21/22-37/38-41
BIM MC 4916 (ent. Cedes 116) – bronopoli, 18,2 %	BASF Oy (markkinoija Cellkem Oy)	Paperi- ja selluteollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 X_n R21/22-37/38-41
Fennosan S 18 – bronopoli, 19 %	Kemira Chemicals Oy	Paperi- ja selluteollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-147-042 28.4.2003 X_n R21/22-37/38-41
Nalco 74739 – bronopoli, 18 %	Ondeo Nalco Finland Oy	Paperi- ja selluteollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-142-042 28.4.2003 X_n R21/22-37/38-41
Nopco ENA-248 – bronopoli, 10 % – 5-kloori-2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni, 0,8 % – 2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni, 0,3 %	Nopco Paper Technology Oy	Paperi- ja selluteollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-3-042 11.7.2002 C R20/22-34-37-43
Praestacid BR 20 – bronopoli, 18,2 %	BASF Oy (markkinoija Stockhausen Nordic Oy)	Paperi- ja selluteollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 X_n R21/22-37/38-41
Preventol P-72 N – bronopoli, 12-17 %	Bayer Oy	Limantorjuntakemikaali jäähdytys- ja kiertovesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaanisen massan säilönnässä	SYKEp SY99P0194 27.8.2001 C R22-34
Preventol P-109 N – bronopoli, 12-13 % – 5-kloori-2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni, 0,9–1,1 % – 2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni, 0,3–0,4 %	Bayer Oy	Limantorjuntakemikaali jäähdytys- ja kiertovesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaanisen massan säilönnässä	SYKEp SY99P0195 27.8.2001 C R34-22-43
Protectol BN 18 (ent. Myacide S1) – bronopoli, 18,2 %	BASF Oy	Paperi- ja selluteollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 X_n R21/22-37/38-41
Spectrum RX7811 – bronopoli, 18,2 %	Hercules Oy	Paperi- ja massateollisuudessa käytettävä limantorjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-143-042 29.4.2003 X_n R21/22-37/38-41
Busan 1009[2] – metyleeni-bis(tiosyanaatti), 11 % – (2-tiosyanometyylitio)-bentsotiatsoli, 11 %	Buckman Laboratories S.A. Suomi, sivukonttori		X_n R20-21/22-36-43
Fennosan MT2[2] – metyleeni-bis(tiosyanaatti), 10 % – (2-tiosyanometyylitio)-bentsotiatsoli, 10 %	Kemira Chemicals Oy		C R20/22-34-42/43

1) Valmisteen kohdalle merkitty luokitus ei useissa tapauksissa ole viranomaisten tarkistama, vaan se perustuu valmistajan tai maahantuojan ilmoitukseen.
2) Osa kemikaaleista on sallittu kemikaalilain siirtymäsäännösten nojalla, eikä niistä ole vielä tehty päätöstä. Näiden valmisteiden kohdalla ei siten ole merkintää käyttötarkoituksesta eikä päätöksestä.

Merkinnät:

SYKEp = Suomen ympäristökeskuksen päätös

Yhdisteiden luokitus:

N = vaarallinen ympäristölle
T+ = erittäin myrkyllinen
T = myrkyllinen
Xn = haitallinen
Xi = ärsyttävä
C = syövyttävä

Vaaraa osoittavat standardilausekkeet:

R20 = Terveydelle haitallista hengitettynä.
R21 = Terveydelle haitallista joutuessaan iholle.
R22 = Terveydelle haitallista nieltynä.
R34 = Syövyttävää.
R36 = Ärsyttää silmiä.
R37 = Ärsyttää hengityselimiä.
R38 = Ärsyttää ihoa.
R41 = Vakavan silmävaurion vaara.
R42 = Altistuminen hengitysteitse voi aiheuttaa herkistymistä.
R43 = Ihokosketus voi aiheuttaa herkistymistä.

Liite 3. Massa- ja paperiteollisuudessa käytettävien kansallisten prioriteettiaineiden ominaisuudet.

Tässä esitetyt tiedot perustuvat pääosin SYKE:n Kemikaaliyksikön laatimiin ainekohtaisiin tietokortteihin. Luokitus perustuu Ympäristölle vaaralliset kemikaalit -julkaisuun (Nikunen, 2002).

Bronopoli (CAS 52-51-7)

Muuttuja	Arvo	Luokitus / arvio
Molekyylikaava	$C_2H_6BrNO_4$	
Molekyylipaino [g/mol]	199,9	
Sulamispiste [°C]	130–133	
Kiehumispiste [°C]	152	
Liukoisuus veteen [mg/l]	280	Liukeneva
Haihtuvuus, höyrynpaine [Pa]	0,0017	Heikosti haihtuva
Haihtuvuus vedestä, Henryn lain vakio [Pa m^3/mol]	0,0012	Heikosti haihtuva vedestä
TGD-riskinarvioinnissa käytetty hajoavuusluokitus [1]		Ei biohajoava
Kulkeutuvuus maassa, K_{OC}	37–1416	Erittäin – hieman kulkeutuva
Biokertyvyys kalaan, BCF [l/kg]	–	–
Biokertyvyys, log K_{ow}	0,18	Ei kertyvä
EQS vesifaasissa [μg/l]	4 (ehdotus)	

2-(tiosyanometyylitio)bentsotiatsoli (TCMTB, CAS 21564-17-0)

Muuttuja	Arvo	Luokitus / arvio
Molekyylikaava	$C_9H_6N_2S_3$	
Molekyylipaino [g/mol]	238	
Sulamispiste [°C]	$<$ -10	
Kiehumispiste [°C]	$>$ 149	
Liukoisuus veteen [mg/l]	40	Liukeneva
Haihtuvuus, höyrynpaine [Pa]	0,0005	Heikosti haihtuva
Haihtuvuus vedestä, Henryn lain vakio [Pa m^3/mol]	$1,65 \times 10^{-3}$	Hyvin heikosti haihtuva vedestä
TGD-riskinarvioinnissa käytetty hajoavuusluokitus [1]		Ei biohajoava
Kulkeutuvuus maassa, K_{OC}	1150–1610	Hieman kulkeutuva
Biokertyvyys kalaan, BCF [l/kg]	184–253	Kohtalaisen kertyvä
Biokertyvyys, log K_{ow}	3,2	Hieman kertyvä
EQS vesifaasissa [μg/l]	0,018 (ehdotus)	

Nonyylifenolietoksylaatit
– nonyylifenoli-isomeeriseos (CAS 25154-52-3)
– 4-nonyylifenoli (CAS 104-40-5)

Muuttuja *	Arvo	Luokitus / arvio
Molekyylikaava	$C_{15}H_{24}O$	
Molekyylipaino [g/mol]	220,34	
Sulamispiste [°C]	noin -8	
Kiehumispiste [°C]	290–300	
Liukoisuus veteen [mg/l]		
– nonyylifenolietoksylaatit	> 1000	Hyvin liukeneva
– nonyylifenoli-isomeeriseos	6,0	Niukkaliukoinen
– 4-nonyylifenoli	liukenematon	Hyvin niukkaliukoinen
Dissosioituminen, pK_a	~10	Heikko happo, ympäristössä käytännössä dissosioitumaton
Haihtuvuus, höyrynpaine [Pa]	0,3	Kohtalaisen haihtuva
Haihtuvuus vedestä, Henryn lain vakio [Pa m^3/mol]	11	Haihtuva
TGD-riskinarvioinnissa käytetty hajoavuusluokitus [1]		
– nonyylifenolietoksylaatit		Nopeasti biohajoava
– nonyylifenoli		Luontaisesti biohajoava
Kulkeutuvuus maassa, K_{OC}	5360	Kulkeutumaton
Biokertyvyys kalaan, BCF [l/kg]	1280	Hieman kertyvä
Biokertyvyys, log K_{ow}	4,5	Kohtalaisen kertyvä
EQS vesifaasissa [μg/l]	0,33 ** (ehdotus)	

* Tulokset ovat nonyylifenolille, jos ei muuten ole ilmoitettu

** NF:n ja NFE:n kok.toksisuussumma

[1] Aineen biohajoavuus vedessä -luokitus, jota käytetään TGD-ohjeisiin perustuvassa riskinarvioinnissa, kasvavan hajoavuuden mukaisesti:

– ei biohajoava
– luontaisesti biohajoava
– täyttää nopeasti biohajoavan yhdisteen kriteerit lukuun ottamatta ”10-päivän ikkunaa”
– nopeasti biohajoava l. täyttää biohajoavan yhdisteen kriteerit.

Liite 4. Raskasmetallien ominaisuuksia.

Metalli	Priorisointi [1]	CAS-numero	Esiintyminen massa- ja paperiteollisuudessa	Luokittelu	R-lauseke
Kadmium	VPD	7440-43-9	Jätevedet, kiinteät poisteet, ilmapäästöt poltosta	X_n, N	R50-53
Lyijy	VPD	7439-92-1	Jätevedet, kiinteät poisteet, ilmapäästöt poltosta	T, N, Re_1, Re_3	R61, R62, R50-53
Elohopea	VPD	7439-97-6	Kiinteät poisteet, ilmapäästöt poltosta	T, N	R50-53
Nikkeli	VPD	7440-02-0	Jätevedet, kiinteät poisteet, ilmapäästöt poltosta	X_n, Ca_3	– [2]
Kromi	KPA	7440-47-3	Jätevedet, kiinteät poisteet, ilmapäästöt poltosta	O, T, C, N, Ca_1 (CrO_3)	R49, R50-53 (CrO_3)
Kupari	KPA	7440-50-8	Jätevedet, kiinteät poisteet, ilmapäästöt poltosta	X_n, X_i, N ($CuSO_4$)	R50-53 ($CuSO_4$)
Sinkki	KPA	7440-66-6	Jätevedet, kiinteät poisteet, ilmapäästöt poltosta, sinkkikloridi jäähdytysveden käsittelyssä ja kopiopaperin valmistuksessa, sinkkistearaatti väriaineissa	C, N (ZnCl)X_i, N ($ZnSO_4$) (ZnCl ja $ZnSO_4$)	R50-53

[1] VPD = vesipuitedirektiivin (2000/60/EY) liitteen X mukainen aine, KPA = kansalliselle prioriteettiainelistalle ehdotettu aine

[2] metallille ei sellaisenaan ole R-lauseketta, mutta sen yhdisteille on määritetty ko. lausekkeet

Yhdisteiden luokitus

O = hapettava
N = vaarallinen ympäristölle
T = myrkyllinen
T+ = erittäin myrkyllinen
Xn = haitallinen
Xi = ärsyttävä
C = karsinogeeninen
Ca_n = karsinogeeninen, kategoria n
Re_n = reprotoksinen, kategoria n

Vaaraa osoittavat standardilausekkeet

R49 = Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa hengitettynä (Ca_1 ja Ca_2)
R50 = Erittäin myrkyllinen vesiorganismeille
R53 = Voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristölle
R61 = Vaarallista sikiöille
R62 = Voi mahdollisesti heikentää hedelmällisyyttä

Liite 5. Kemiallisessa metsäteollisuudessa esiintyvien prioriteettiaineiden ympäristölaatunormit (Lepper 2002; Londesborough 2004).

Yhteisötason aineet:

Kemikaali	CAS-tunnus	Ehdotettu kokonais-AA-EQS µg/l	AA-EQS, sisävedet µg/l	AA-EQS, rannikko- ja alue vedet µg/l	MAC-QS µg/l
nonyylifenolit	25154-52-3		0,33	0,033	2,1
kadmium yhdisteineen	7440-43-9		MPA = 0,08 µg/l, H = 40–100 mg/l MPA = 0,15 µg/l, H = 100–200 mg/l MPA = 0,25 µg/l, H > 200 mg/l	MPA ei määritettävissä, koska meriveden toksisuusdataa ei ollut saatavilla	
lyijy yhdisteineen	7439-92-1	MPA = 1 µg/l MAC-MPA = 2 µg/l			
elohopea yhdisteineen	7439-97-6	Kokonais-MPA ei määritettävissä Pelagiset yhteisöt: MPA = 0,036 µg/l			MAC-MPA = 0,07 µg/l
Nikkeli yhdisteineen	7440-02-0	MPA = 0,6 µg/l			MAC-MPA = 1,3 µg/l

Kansalliset aineet:

Kemikaali	CAS-tunnus	Ehdotettu kokonais-AA-EQS µg/l	AA-EQS, sisävedet µg/l	AA-EQS, Itämeri µg/l	MAC-EQS, sisävedet µg/l
2-(tiosyanometyylitio)bentsotiatsoli (TCMTB)	21564-17-0	0,018	0,018	0,0018	0,2
Nonyylifenolietoksylaatit; NPE:t	EQS:ksi esitetään toksisuusekvivalenssin perusteella laskettua summaparametria. Se perustuu nonyylifenolille yhteisötasolla esitettyyn EQS-arvoon (0,33 µg/l) ja toksisuusekvivalenssitekijöihin.				
Bronopoli; 2-Bromo-2-nitropropaani-1,3-dioli	52-51-7	4	4	0,4	–

Merkinnät:

MPA= suurin sallittu lisäys (maximum permissible addition)
NR = tieto ei ole tarpeellinen (not required)
H = veden kovuus (hardness)

Liite 6. Ympäristönsuojeluasetuksen liitteen 2 mukaiset tärkeimmät pilaantumista aiheuttavat aineet päästöjen raja-arvoja asetettaessa.

Päästöt ilmaan

1) rikin oksidit ja muut rikkiyhdisteet;
2) typenoksidit ja muut typpiyhdisteet;
3) hiilimonoksidi;
4) haihtuvat orgaaniset yhdisteet;
5) metallit ja niiden yhdisteet;
6) hiukkaset;
7) asbesti, suspendoituneet hiukkaset ja kuidut;
8) kloori ja sen yhdisteet;
9) fluori ja sen yhdisteet;
10) arseeni ja sen yhdisteet;
11) syanidit;
12) aineet ja valmisteet, joilla osoitetaan olevan karsinogeenisia, mutageenisia tai lisääntymiseen vaikuttavia ominaisuuksia;
13) polyklooratut dibentsodioksiinit ja polyklooratut dibentsofuraanit.

Päästöt vesiin

1) orgaaniset halogeeniyhdisteet ja aineet, jotka vesiympäristössä voivat muodostaa sellaisia yhdisteitä;
2) organofosforiyhdisteet;
3) orgaaniset tinayhdisteet;
4) aineet ja valmisteet, joilla osoitetaan olevan karsinogeenisia, mutageenisia tai lisääntymiseen vaikuttavia ominaisuuksia;
5) pysyvät hiilivedyt ja pysyvät sekä biokertyvät myrkylliset orgaaniset aineet;
6) syanidit;
7) metallit ja niiden yhdisteet;
8) arseeni ja sen yhdisteet;
9) biosidit ja kasvinsuojeluaineet;
10) suspendoituneet aineet;
11) rehevöitymistä aiheuttavat aineet, erityisesti nitraatit ja fosfaatit;
12) happitasapainoon epäedullisesti vaikuttavat aineet.

Kuvailulehti

Julkaisija	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus Julkaisuaika: helmikuu 2005
Tekijä(t)	Pekka Ojanen
Julkaisun nimi	Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisua on saatavana myös Internetistä http://www.ymparisto.fi/kas >Palvelut ja tuotteet >Julkaisut Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöt. Esimerkkinä kaakkoissuomalainen metsäteollisuusintegraatti
Tiivistelmä	Tämä tutkimusraportti tehtiin jatkotutkimuksena aiemmalle metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisia aineita käsitelleelle julkaisulle. Tämän raportin tavoitteena oli tunnistaa alustavasti metsäteollisuuden käyttämien haitallisia aineita sisältävien kemikaalien sekä merkittävimpien prosessiperäisten haitta-ainepäästöjen aiheuttamat ympäristöriskit teollisuuslaitosten lähivesistöissä. Raportin alussa on käsitelty ajankohtaisia haitallisia aineita koskevia vesi- ja muun ympäristölainsäädännön muutoksia. Lisäksi on nostettu esiin suunnitellun kemikaalilainsäädännön uudistuksen vaikutukset. Käyttökemikaalien aiheuttaman riskin arvioinnissa on käytetty hyväksi kemikaalituotteiden käyttökohteista ja -määristä sekä ominaisuuksista aiemmista selvityksistä ja tuotantolaitoksilta saatuja tietoja. Prosessiperäisten päästöjen tarkastelu tehtiin erikseen vesi- ja ilmapäästöille aiempien tutkimusten, eri prosessien BAT-vaatimusten ja kyselytietojen pohjalta. Metsäteollisuuslaitosten käyttämissä kemikaalituotteissa on tehoaineina muutamia vesipuitedirektiivin mukaisia yhteisötason prioriteettiainelistan tai myöhemmin vahvistettavan kansallisen listan prioriteettiaineita. Niiden käyttäytymisestä jätevedenpuhdistuksessa ja joutumisesta vesistöihin on vasta alustavaa tietoa. Prosessiperäisten aineiden päästöjä voidaan arvioida aiempien tutkimustulosten sekä päästökertoimien ja joissain tapauksissa myös mitattujen tietojen avulla. Näiden aineiden mahdollista sisällyttämistä kansalliselle prioriteettiainelistalle varten tulisi päästöt saada kartoitettua mahdollisimman kattavasti eri vesistöalueilla. Käyttökemikaalien riskejä voidaan tehokkaimmin vähentää korvaamalla haitallisimmat tehoaineet haitattomammilla. Prosessiperäisiä päästöjä voidaan vähentää tuotantoprosesseja ja erotustekniikoita kehittämällä. Jatkossa olisi tarpeellista ottaa haitallisten aineiden käyttö sekä eräiden prosessiperäisten päästöjen synty nykyistä paremmin huomioon myös massa- ja paperiteollisuuden BAT-vaatimuksissa.
Asiasanat	prioriteettiaineet, haitalliset aineet, kemikaalit, prosessin päästöt, metsäteollisuus
Julkaisusarjan nimi ja numero	Alueelliset ympäristöjulkaisut 376
Julkaisun teema	
Projektihankkeen nimi ja projektinumero	Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta, D5475
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus (vesiensuojelumaksuvarat)
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot	
	ISSN 1238-8610; ISBN 952-11-1938-1; 952-11-1939-X (PDF)
	Sivuja 60; Kieli suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen; Hinta 11 euroa (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus puh. (05) 75 441, faksi (05) 371 0893 Edita Oyj, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita, puh.020 450 05, faksi 020 450 2380, sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket
Julkaisun kustantaja	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
Painopaikka ja -aika	Painokotka Oy, Kotka 2005

Presentationsblad

Utgivare	Sydöstra Finlands miljöcentral Datum: februari 2005
Författare	Pekka Ojanen
Publikationens titel	Kartläggningen och uppföljningen av den kemiska skogsindustrins utsläpp av prioritetsämnen och skadliga ämnen
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på Internet: www.ymparisto.fi/kas >Palvelut ja tuotteet >Julkaisut Prioritets- och menliga ämnenas utsläppen av kemiska skogsindustrin. Belägget skogsindustrianläggningen i Sydöstra Finland
Sammandrag	Den här rapporten är en fortsättningsstudie till den tidigare publikationen om prioritets- och skadliga ämnen inom skogsindustrin. Målsättningen med denna rapport var att identifiera preliminära miljörisker av skadliga ämnen i vattendrag nära industrin. I början av rapporten behandlas aktuella förändringar inom vattenlagstiftningen och den övriga miljölagstiftningen. Dessutom lyfter publikationen fram effekterna av reformen inom kemikalielagstiftningen. I riskbedömningen har används information från tidigare utredningar och från industrin. Undersökningen av de ämnen som härstammar från processerna, skilt för utsläpp till luften och till vattendragen, gjordes på basen av titigare undersökningar, de olika processernas BAT-krav och på basen av förfrågningar. Skogsindustriverken använder ett antal ämnen som finns på vattenramdirektivets prioritetsämneslista eller den inte ännu fastställda, nationella listan över prioritetsämnen. Det finns bara preliminär information om hur dessa ämnen verkar och i vilken mån de hamnar i vattendragen. Storleken av dessa processutsläpp kan uppskattas med hjälp av tidigare forskning samt med hjälp av utsläppsfaktorer och i vissa fall med mätningsresultat. För att dessa ämnen eventuellt skulle fogas till den nationella prioritetsämneslistan borde utsläppen kartläggas så noga som möjligt Riskerna med brukskemikalierna kan bäst minskas genom att byta ut dem mot mindre skadliga ämnen. Processutsläppen kan minskas genom att utveckla produktionsprocesserna och separationsteknikerna. I framtiden skulle det vara nödvändigt att i ännu högre grad ta till hänsyn användningen av skadliga ämnen, samt uppkomsten av vissa processbundna ämnen, i BAT-kraven.
Nyckelord	prioritetsämnen, skadliga ämnen, kemikalier, processutsläppen, skogsindustrin
Publikationsserie och nummer	Regionala miljöpublikationer 376
Publikationens tema	
Projektets namn och nummer	Projekts namn och nummer: Kartläggningen och uppföljningen av den kemiska skogsindustrins utsläpp av prioritetsämnen och skadliga ämnen., D5475
Finansiär/ uppdragsgivare	Sydöstra Finlands miljöcentral
Organisationer i projektgruppen	
	ISSN 1238-8610 · ISBN 952-11-1938-1 · 952-11-1939-X (PDF)
	Sidantal 60 · Språk finska
	Offentlighet offentlig · Pris 11 euro (innehåller mervärdsesskatten 8 %)
Beställningar/ districution	Sydöstra Finlands miljöcentral, telefon (05) 754 41, telefax (05) 371 0893 Edita Publishing Ab, PB 800, 00043 Edita, växel 020 450 00, Postförsäljningen: Telefon 020 450 05, fax 020 450 2380. Internet: http://www.edita.fi/netmarket
Förläggare	Sydöstra Finlands miljöcentral
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Painokotka Oy, Kotka 2005

Documentation page

Publisher	Southeast Finland Regional Environment Centre Date: February 2005
Author(s)	Pekka Ojanen
Title of publication	Survey and follow-up of priority and hazardous substances in chemical forest industry
Parts of publication/ other project publications	The Publication is available in the Internet: http://www.ymparisto.fi/kas >Palvelut ja tuotteet >Julkaisut Priority and hazardous emissions in chemical wood industry. Case integrated wood industry plant in South Eastern Finland.
Abstract	This report was made as an extension for the previous publication concerning priority and hazardous substances in forest industry. The aim of this report was to identify preliminarily environmental risks caused by chemicals containing hazardous substances as well as the most significant process related emissions of hazardous substances in watercourses near industrial plants. In the beginning of the report is handled current changes in water and other environmental legislation concerning hazardous substances. Furthermore is adduced the effects of the planned reform of chemical legislation. In assessment of the risk caused by the chemicals used in mills is used information gained from previous examinations and from industrial plants. Process related emissions were reviewed based on previous examinations, BAT-requirements and inquiry answers. There are a few priority substances of Water Framework Directive or national list used as effective substances in chemical products of forest industry. There is only preliminary knowledge of their conducting to watercourses from wastewater treatment. Emissions of process related substances can be estimated by results from previous studies and emission coefficients and in some cases by measurement information. For possible including of these substances to the national priority substance list the emissions should be surveyed as comprehensively as possible in various watercourses. Risks of the used chemicals can be reduced most effectively by substituting the most hazardous substances with less harmful. Process related emissions can be minimized by developing production processes and separation techniques. In future it will be necessary to take use of the hazardous substances and formation of process related emissions into account in determining BAT-requirements more precisely than now.
Keywords	substances, hazardous substances, chemicals, process related emission, forest industry
Publication series and number	Regional Environmental Publications 376
Theme of publication	
Project name and number, if any	Survey of priority and hazardous substances in chemical forest industry, D5475
Financier/ commissioner	Southeast Finland Regional Environment Centre
Project organization	
	ISSN 1238-8610 / ISBN 952-11-1938-1 / 952-11-1939-X (PDF)
	No. of pages: 60 / Language: Finnish
	Restrictions: For public use / Price: 11 Euro (include value added tax 8 %)
For sale at/ distributor	Southeast Finland Regional Environment Centre, tel. +358 5 754 41, telefax +358 5 371 0893 Edita Publishing Ltd., P.O.Box 800, FIN-00043 Edita, Finland, phone +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380. Internet: http://www.edita.fi/netmarket
Financier of publication	Southeast Finland Regional Environment Centre
Printing place and year	Painokotka Oy, Kotka 2005

Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta

Tässä tutkimusraportissa tarkastellaan erityisesti kemiallisessa metsäteollisuudessa käytettävien vesipuitedirektiivin mukaisten prioriteettiaineiden ja kansallisesti merkittävien aineiden aiheuttamaa riskiä vesiympäristössä ja niiden seurannan tarvetta. Lisäksi on selvitetty haitallisimpien prosessiperäisten päästöjen syntyä suorina vesipäästöinä tai ilmapäästöinä. Raportti on tehty jatkotyönä aiemmalle samaa aihepiiriä käsitelleelle julkaisulle.

Eri tarkoituksiin käytettävissä kemikaalituotteissa esiintyy muutamia prioriteettiainelistojen aineita. Niiden ominaisuuksista ja vaikutuksista vesiympäristössä on melko runsaasti tietoa, mutta kaikkien aineiden käyttäytymisestä tuotantoprosesseissa ja jätevedenpuhdistamolla ja sitä kautta joutumisesta vesistöihin ei aina ole tarkkaa tietoa. Käytettävistä määristä on tarkkaa tietoa osalle laitoksista, ja sitä pyritään jatkossa täydentämään. Riski voidaan ainakin alustavasti arvioida edellä mainittujen tekijöiden perusteella.

Tuotantoprosesseissa ja niitä tukevissa toiminnoissa voi syntyä haitallisten aineiden päästöjä joko suorina vesistöpäästöinä tai ilmapäästöinä. Vesistöpäästöistä on aiempaa tutkimustietoa, jonka perusteella voidaan arvioida tietyntyyppisten laitosten potentiaalisia päästöjä. Tämän tutkimushankkeen kannalta merkittävimmät ilmapäästöt syntyvät pääasiassa laitosten omassa energiantuotannossa. Niistä ei aina ole tarkkaa toimialakohtaista tietoa, mutta niitä voidaan tarvittaessa arvioida eri polttoaineiden poltolle annettujen päästökertoimien avulla. Prioriteettiainelistoja päivitettäessä on prosessiperäisten päästöjen huomioon ottamista pidettävä erityisen tärkeänä.

Julkaisu on saatavissa myös Internetissä:
http://www.ymparisto.fi/kas >Palvelut ja tuotteet >Julkaisut

ISBN 952-11-1938-1
ISBN 952-11-1939-X (PDF)
ISSN 1238-8610

Myynti:
Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
Kauppamiehenkatu 4, 45100 Kouvola
puh. (05) 754 41
Edita Oyj:n asiakaspalvelu
puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380