

Haitallisten aineiden käytön  
ja prosessiperäisten päästöjen  
aiheuttamien riskien  
vähentämismahdollisuuksista  
kemiallisessa metsäteollisuudessa

**Pekka Ojanen**



Haitallisten aineiden käytön  
ja prosessiperäisten päästöjen  
aiheuttamien riskien  
vähentämismahdollisuuksista  
kemiallisessa metsäteollisuudessa

**Pekka Ojanen**



**KAAKKOIS-SUOMEN  
YMPÄRISTÖKESKUS**  
SYDÖSTRA FINLANDS  
MILJÖCENTRAL

**KAAKKOIS-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 1 | 2006**  
Julkaisija Kaakkois-Suomen ympäristökeskus

Julkaisu on saatavana myös internetistä:  
[www.ymparisto.fi/kas](http://www.ymparisto.fi/kas) > Palvelut, tuotteet ja lomakkeet > Julkaisut

Painokotka Oy, Kotka 2006

ISBN 952-11-2337-0 (nid.)  
ISBN 952-11-2338-9 (PDF)  
ISSN 1796-1815 (pain.)  
ISSN 1796-1823 (verkkoj.)

## ALKUSANAT

Tässä tutkimusraportissa on uudistuvan lainsäädännön pohjalta selvitetty metsäteollisuuden käyttämien kemikaalien ja prosessiperäisten haitallisten aineiden vesistöille aiheuttamaa riskiä. Erityisesti on kiinnitetty huomiota asiaan liittyviin ympäristölupakäytäntöihin ja parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) määrittämiseen. Raportti on tehty jatkotutkimuksena kahdelle samasta aiheesta aiemmin tehdyille raportille (Alueelliset ympäristöjulkaisut 327 ja 376).

Tutkimus tehtiin virkatyönä Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen Lappeenrannan toimipisteessä pääosin vuoden 2005 aikana. Projektin päätutkijana toimi vanhempi tutkija, TkL Pekka Ojanen ja vastuullisena johtajana yli-insinööri, TkL Juha Pesari.

Hanke toteutettiin yhteistyössä Keski-Suomen ympäristökeskuksen tutkimusprofessori Sirpa Herveen johtaman vastaavan hankeen kanssa, sekä osittain Suomen ympäristökeskuksen haitallisten aineiden tutkimusohjelman ja ympäristöasioiden hallintayksikön kanssa. Esitän kiitokseni yhteistyöstä eri osapuolille.

Tutkimus rahoitettiin ympäristöhallinnon keräämistä vesiensuojelumaksuvaroista.

Lappeenrannassa toukokuussa 2006

Pekka Ojanen



## SISÄLLYS

<b>Alkusanat</b> .....	3
<b>1 Johdanto</b> .....	7
1.1 Taustaa .....	7
1.2 Tavoitteet .....	8
<b>2 Lainsäädäntö ja lupa-asiat</b> .....	9
2.1 Ympäristölainsäädännön kehittäminen .....	9
2.1.1 Asetus haitallisista aineista ja ainelista .....	9
2.1.2 Muu ympäristölainsäädäntö .....	10
2.1.3 Kemikaalilainsäädäntö ja kansainväliset sopimukset .....	11
2.2 Haitallisten aineiden huomioon ottaminen BAT:issa ja ympäristöluvuissa .....	12
2.2.1 BAT:in määrittäminen .....	12
2.2.1.1 Kemikaalien käyttö .....	12
2.2.1.2 Jätevesipäästöt .....	13
2.2.1.3 Ilmapäästöt .....	14
2.2.2 Ympäristöluvut ja valvonta .....	14
2.2.2.1 Käyttökemikaalien riskien tarkkailu .....	14
2.2.2.2 Päästöparametrit .....	15
2.2.2.3 Häiriötilanteita ja tarkkailua koskevat määräykset .....	16
<b>3 Kemikaalituotteiden aiheuttaman riskin arviointi</b> .....	18
3.1 Keskeisimmät haitalliset aineet ja niiden ominaisuudet .....	18
3.2 Riskin arviointi ja käytön rajoitukset .....	19
3.2.1 Yleisiä lähtökohtia .....	19
3.2.2 Ainekohtaisia laskelmia .....	22
3.3 BAT-näkökulma kemikaalien käytölle .....	22
<b>4 Prosessiperäisten päästöjen aiheuttamat riskit ja niiden ehkäisymahdollisuudet</b> .....	24
4.1 Suorien vesistö päästöjen arviointi .....	24
4.1.1 Merkittävimpien aineiden tunnistaminen ja ominaisuudet .....	24
4.1.3 BAT-näkökulma .....	28
4.2 Haitallisten aineiden ilmapäästöt .....	28
4.2.1 Metsäteollisuussektorin kannalta oleellisimpien päästöjen tunnistaminen .....	28
4.2.2 Päästöjen synty ja vähentämismahdollisuudet .....	29
4.2.3 BAT-näkökulma .....	32
<b>5 Yhteenveto</b> .....	33
<b>Lähteet</b> .....	34
<b>Käytetyt lyhenteet</b> .....	37
<b>Liitteet</b>	
Liite 1. Valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista vahvistettavat haitalliset aineet .....	38
Liite 2. Valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista vahvistettavat vaaralliset aineet .....	39
Liite 3. Vesiympäristölle haitallisten ja vaarallisten aineiden asetuksen mukaisia haitallisia aineita sisältävät limantorjunta- ja massansäilöntäkemikaalit (Mäkelä 2005) .....	40
<b>Kuvailulehdet</b> .....	42





# 1 Johdanto

1.1

## Taustaa

Vesistöille haitallisten aineiden käyttöä ja vesistöihin päästämistä koskevat säännökset tarkentuvat vuoden 2006 aikana, kun valtioneuvoston asetus vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista astuu voimaan. Asetuksella pannaan täytäntöön muiden muassa vesipolitiikan puitedirektiivin 2000/60/EY (vesipuitedirektiivi, VPD) sen prioriteettiaineita ja muita haitallisia aineita koskevalta osalta sekä sen nojalla annettu päätös 2455/2001/EY vesipolitiikan alan prioriteettiaineiden luettelon vahvistamisesta ja direktiivin 2000/60/EY muuttamisesta. Asetus vaikuttaa osaltaan myös metsäteollisuuden haitallisia aineita sisältävien kemikaalien käyttöön ja osittain myös prosessiperäisiin päästöihin sekä niiden aiheuttamien ympäristöriskien hallitsemiseen.

Kemiallisen metsäteollisuuden kemikaalituotteissa käytetään tehoaineina muutamia vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) mukaisia prioriteettiaineita ja kansallisesti merkittäviä aineita. Näiden aineiden valtakunnalliset käyttömäärät, samoin kuin ominaisuudet vesiympäristön kannalta tiedetään tarkasti. Niiden käyttökohteet metsäteollisuudessa tunnetaan suhteellisen hyvin ja laitoskohtaisista käyttömääristä on myös jonkin verran tietoa. Tehoaineina käytettävien haitallisten aineiden kulkeutumisesta prosesseista ja jätevedenpuhdistamolta vesistöihin on toistaiseksi vasta alustavaa tietoa, ja laitoskohtaisia selvityksiä on aiemmin tehty varsin vähän. Yksittäisillä laitoksilla on tehty laskelmia vesistöön joutuvien aineiden osuuksien määrittämiseksi ja eräillä laitoksilla on tehty haitallisten aineiden näytteenottoja vuoden 2005 aikana.

Olemassa olevien tietojen perusteella on kuitenkin mahdollista tehdä arvio metsäteollisuuslaitosten läheisten vesistöjen kuormittumisesta. Haitallisten aineiden päästöpotentiaalien ja samalla vaikutusten kehittymistä seuraamalla voidaan arvioida aineiden merkityksellisyyttä haitallisten aineiden listojen päivitystä varten. Vesipuitedirektiivin ja sen mukaisen kansallisen lainsäädännön lisäksi myös tuleva EU:n kemikaaliasetus (REACH) asettaa jatkossa lisäpaineita kemikaalien sisältämien haitta-aineiden vaikutusten arvioinnille ja mahdollisen korvattavuuden selvittämiselle.

Tuotantoprosesseista peräisin olevien haitallisten aineiden päästöjen ja niiden aiheuttamien ympäristöriskien selvittäminen on todettu erityisen tärkeäksi osaluueksi erityisesti kansallisesti merkittävien aineiden listan täydentämiseksi. Metsäteollisuuslaitoksilla voi syntyä haitallisten aineiden päästöjä sekä jätevesipäästöinä että ilmapäästöinä. Jätevesien mukana tulevia päästöjä voidaan pitää erityisesti metsäteollisuuden tuotantoprosesseille ominaisina. Näistä merkittävimpiä ovat orgaanisten yhdisteiden päästöt klooriyhdisteiden päästöjen vähennyttyä tuntuvasti viime vuosina. Haitallisimmat ilmapäästöt taas ovat peräisin lähinnä laitosten omasta energiantuotannosta. Niitä ei siten voi pitää erityisesti metsäteollisuuden tuotannolle ominaisina, vaikkakin toimialan energiantuotanto jossain määrin eroaa rakenteellisesti yhdyskuntien energiantuotannosta. Näin ollen haitallisimpien ilmaan pääsevien yhdisteiden päästöjä ja niistä johtuvia riskejä on tarkasteltava osana useamman toimialan kokonaisuutta.

Tässä tutkimusraportissa tarkasteltavan toimialan kannalta ajankohtainen asia on myös parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) uudelleen arviointi aiemmin julkaistun massa- ja paperiteollisuuden BAT-referenssidokumentin (BREF 2000)

pohjalta. Kemikaalien käyttöä ja siihen liittyvää päästöjen hallinta sekä toisaalta haitallisimpien prosessiperäisten päästöjen hallinta tulisi ottaa nykyistä tarkemmin huomioon BREF-dokumentin päivityksessä. Tässä raportissa otetaan kantaa myös BAT-vaatimusten kehittämiseen näillä osa-alueilla.

Tältä aihealueelta on tehty kaksi aiempaa selvitystä (Ojanen 2003; 2005), joissa on alustavasti arvioitu haitallisia aineita sisältävien kemikaalituotteiden ja prosessiperäisten aineiden aiheuttamia riskejä vesistöissä. Näistä ensimmäisessä käytiin myös case-esimerkkinä läpi kaakkoissuomalaisen metsäteollisuusintegraatin kemikaalien käyttöä aiemmin ilmoitettujen tietojen pohjalta. Jälkimmäisessä tarkasteltiin tarkemmin aineiden ominaisuuksia esimerkiksi ympäristölaatumormien (EQS) osalta sekä haitallisimpien prosessiperäisten päästöjen syntymekanismeja ja vähentämismahdollisuuksia.

1.2

## Tavoitteet

Tämän tutkimusprojektin tavoitteena on arvioida kemiallisessa metsäteollisuudessa käytettävien haitallisia aineita sisältävien kemikaalituotteiden ja prosessiperäisten päästöjen aiheuttamat riskit tuotantolaitosten läheisissä vesistöissä sekä mahdollisuudet niiden vähentämiseksi. Prosessiperäisten päästöjen osalta on lisäksi arvioitava tarvetta niiden mukaan ottamiseksi kansallisten haitallisten aineiden listalle listan päivityksen yhteydessä. Haitallisten aineiden merkittävyyttä on arvioitava myös alueellisella tasolla.

Käyttökemikaalien aiheuttama riski arvioidaan edellä mainittujen ominaisuuksien perusteella. Tätä varten olisi tiedettävä vesistöön lopulta päätyvien aineiden osuus mahdollisimman tarkasti. Riskin perusteella voidaan arvioida tarvetta vähentää tiettyjen haitallisten aineiden käyttöä korvaamalla niitä haitattomammilla. Korvaaminen onnistuu käytännössä lähinnä tuotekehittelyn kautta ja siinä on luonnollisesti otettava ennen kaikkea huomioon soveltuvuus käyttötarkoitukseen. Kemikaalien tarpeeseen voidaan osaltaan vaikuttaa myös prosessiratkaisuilla. Jätevedenpuhdistuksella voidaan joissain tapauksissa hajottaa tai muuntaa haitallisia aineita riippuen aineiden ominaisuuksista.

Prosessiperäisten päästöjen aiheuttamaa riskiä voidaan arvioida aiheesta tehtyjen tutkimusten pohjalta. Päästöjen aiheuttaman riskin perusteella voidaan mahdollisesti esittää haitallisimpia aineita lisättäviksi kansallisten haitallisten aineiden listalle tai myöhemmin mahdollisesti laadittaville vesistöaluekohtaisesti merkittävien aineiden listalle. Prosesseista tulevien aineiden aiheuttaman riskin vähentämiseksi voidaan tarkastella erilaisia prosessiratkaisuja ja jätevedenpuhdistuksen tehostamista. Myös tiettyjen aineiden ilmapäästöjen kautta aiheutuvaan riskiin voidaan vaikuttaa oikein valituilla vähentämistekniikoilla.

Hankkeesta saatujen tulosten perusteella voidaan esittää kemikaalien käyttöä ja haitallisten aineiden suoraan veteen tai ilmaan kohdistuvia päästöjä koskevien BAT-määritysten tarkentamista. Kemikaalien käytön osalta tarkennuksia voidaan esittää koskien tiettyjen haitallisimpien tehoaineiden välttämistä ja jätevesipäästöjen osalta voidaan kiinnittää entistä enemmän huomiota haitallisimpien yhdisteiden päästöihin. Samalla saadaan tukea näitä asioita koskevan lainsäädännön ja ympäristölupamääräysten kehittämiseksi. Myös vesipuidedirektiivin toimeenpanon tätä osa-aluetta pystytään edistämään merkittävästi.

## 2 Lainsäädäntö ja lupa-asiat

### 2.1

### **Ympäristölainsäädännön kehittäminen**

#### 2.1.1

#### **Asetus haitallisista aineista ja ainelistat**

Vuoden 2006 aikana voimaan tulevalla valtioneuvoston asetuksella säädetään vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista, aineiden ympäristölaatuunormeista tai kynnysarvoista sekä päästöjen rajoittamisesta. Lisäksi asetuksella säädetään aineiden pitoisuuksien seurannasta ja tarkkailusta pintavesissä. Asetuksella pannaan täytäntöön vesipolitiikan puitedirektiivin 2000/60/EY sen prioriteettiaineita ja muita haitallisia aineita koskevalta osalta sekä sen nojalla annettu päätös 2455/2001/EY vesipolitiikan alan prioriteettiaineiden luettelon vahvistamisesta ja direktiivin 2000/60/EY muuttamisesta. Lisäksi asetuksella pannaan täytäntöön tiettyjen yhteisön vesiympäristöön päästettyjen vaarallisten aineiden aiheuttamasta pilaantumisen annetun Neuvoston direktiivin 76/464/ETY (VAD) ja sen nojalla annettujen tytärdirektiivien velvoitteet.

Asetuksen liitteessä 1 annettu haitallisten aineiden lista (tämän raportin liite 1) sisältää sekä VPD:n liitteen X mukaiset prioriteettiaineet että kansallisessa menettelyssä tunnistetut aineet. Lisäksi on laadittu vaarallisten aineiden lista (liite 2) haitallisimmista yhteisötasolla tunnistetuista aineista. Erikseen on nimetty vaaralliset aineet, joiden päästöt vesiin ja viemäriin on kielletty VAD:n liitteen 1 luettelon 1 eli ns. mustan listan perusteella. Osalle aineista on annettu vesiympäristölle aiheuttavan riskin perusteella ympäristölaatuunormit tai kynnysarvot. Asetuksen perustana on ympäristöministeriön asettaman VESPA-työryhmän mietintö, joka on julkaistu yhdessä asetusesityksen ja perusteluiden kanssa ympäristöministeriön raportissa (Vesiympäristölle haitalliset... 2005). Mietinnössä annetaan ehdotukset teollisuus- ja kuluttajakemikaalien, torjunta-aineiden ja metallien vesiympäristöriskien hallitsemiseksi mukaan lukien seurannan ja tarkkailun.

Kuten edellä on todettu, asetuksen ainelistojen pohjana osaltaan oleva vesipuitedirektiivin 16 artiklan mukainen prioriteettiainelista on vahvistettu Euroopan Parlamentin ja Neuvoston päätöksellä 2455/2001/EY. Lista on lisätty direktiivin liitteeksi X. Yhteisötason prioriteettiainelistalle valittavien aineiden tulee olla merkityksellisiä usean jäsenvaltion alueella. Aineista osa on yksilöity vaarallisiksi prioriteettiaineiksi. Listaa on alun perin ollut tarkoituksena tarkistaa neljän vuoden kuluessa VPD:n voimaantulosta ja sen jälkeen vähintään neljän vuoden välein. Tarkistustyö ei kuitenkaan ole tätä raporttia tehdessä vielä päässyt käyntiin.

Muiden pilaantumisen vaaraa aiheuttavien aineiden valinta asetuksen listoille kansallisella menettelyllä on tehty erityisesti VPD:n liitteessä VIII mainittujen aineiryhmien pohjalta. Kansallisesti tunnistetuilla aineilla on merkitystä usealla vesienhoitoalueella. Näiden lisäksi voidaan vesienhoitoaluekohtaisesti tunnistaa alueellisesti merkittäviä aineita. Tällainen menettely on mahdollista silloin, kun esimerkiksi jonkun tietyn toimialan aiheuttama kuormitus erityisesti painottuu kyseisellä vesienhoitoalueella.

Kemiallisen metsäteollisuuden kemikaaleissa käytetään muutamia VPD:n prioriteettiainelistan mukaisia aineita. Näitä ovat ainakin tuotannollisessa toiminnassa käytettävät nonyyliolenolit ja bentseeni sekä laboratorioskemikaalina käytettävä trik-

loorimetaani. Kansallisen prioriteettiainelistan aineista kemiallisessa metsäteollisuudessa käytetään bronopolia ja nonyylifenolietoksyyliaatteja sekä mahdollisesti myös tiiosyanometyyli-tiobentsotiatsolia eli TCMTB:tä. Näistä aineista ja niiden aiheuttamista riskeistä on tarkemmat kuvaukset tämän raportin luvussa 3.

Aineluetteloiden, samoin kuin ympäristölaatu- ja ainekohtaisten päästölähdeselvitysten säännöllinen tarkistaminen kuuden vuoden välein on tärkeää. Tarkistamisessa käytetään riskinarvion menetelmiä.

Asetuksessa säädetään ympäristönsuojelulain (YSL 86/2000) 28 ja 29 §:n mukaisesti toiminnanharjoittajan velvollisuudesta tarkkailla päästöjä ja huuhtoutumia sekä pintavettä, johon vesiympäristölle haitallista tai vaarallista ainetta päästetään tai huuhtoutuu. Lisäksi säädetään alueellisen ympäristökeskuksen velvollisuudesta seurata vesiympäristölle haitallisia ja vaarallisia aineita vesienhoitolain (1299/2004) 9 §:ssä tarkoitetulla tavalla. Seurannassa näytteenoton vähimmäistiheyden tulee olla 12 kertaa vuodessa yhteisötason prioriteettiaineille ja 4 kertaa vuodessa kansallisille aineille 6 vuoden seurantajaksossa. Tarkemmat määräykset esimerkiksi mittauspaikoista ja mallintamisesta käytetyistä menetelmistä tulee antaa tarkkailu- ja seurantaohjelmissa.

## 2.1.2

### Muu ympäristölainsäädäntö

Teollisuuslaitoksilla syntyvien prosessiperäisten päästöjen rajoittamisesta säädetään ympäristönsuojelulaissa ja -asetuksessa (YSA 169/2000) annetuilla yleisillä säädöksillä sekä erällä sektori- ja päästölajikohtaisilla asetuksilla. YSA:n liitteessä 1 on lueteltu aineet, joiden päästöt vesiin tai yleiseen viemäriin ovat ympäristöluvanvaraisia sekä liitteessä 2 tärkeimmät pilaantumista aiheuttavat aineet päästöjen raja-arvoja asetettaessa. Haitallisten aineiden suorien vesistö-päästöjen kannalta keskeisin säädös on tähän asti ollut valtioneuvoston päätös eräiden ympäristölle tai terveydelle vaarallisten aineiden johtamisesta vesiin (363/1994). Tämä säädös kumotaan uuden asetuksen voimaan tullessa.

Ilmapäästöjen rajoittamistoimenpiteistä ja seurannasta säädetään eri päästölähteitä ja -lajeja koskevissa asetuksissa. Yksi tällainen säännös on valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan vähintään 50 megawatin polttolaitosten ja kaasuturbiinien rikki-diksi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen rajoittamisesta (LCP-asetus 1017/2002), jolla pantiin täytäntöön tiettyjen suurista polttolaitoksista ilmaan joutuvien epäpuhtauspäästöjen rajoittamisesta annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/80/EY. Metsäteollisuuslaitoksilla asetuksessa annetut säädökset koskevat niitä energiantuotantoyksiköitä, jotka eivät suoraan liity tuotannolliseen toimintaan, eli kuorikattiloita ja muita apukattiloita sekä kaasuturbiineja. Merkittävimpänä asetuksen tuomana vaatimuksena voidaan pitää jatkuvatoimisten mittausvelvoitteiden lisääntymistä. LCP-asetuksessa ei säädetä erikseen toksisten aineiden seurannasta, mutta hiukkaspäästöjen raja-arvot ja mittausvaatimukset säätelevät jossain määrin myös haitallisten aineiden päästöjä.

Mikäli apukattiloissa poltetaan muita jätteitä kuin jätevedenpuhdistamon lietteitä, on sovellettava valtioneuvoston asetusta jätteenpoltosta (362/2003). Tällä asetuksella pantiin täytäntöön Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2000/76/EY, ja siinä säädetään muun muassa tavanomaisten polttoaineiden polttoa tarkemmista mittausvelvoitteista. Tehdasintegraateihin kuuluvien kemiantehtaiden ja sahojen haihtuvien hiilivetyjen päästöjä rajoitetaan Neuvoston direktiivin 1999/13/EY mukaisella VOC-asetuksella (435/2001). Niiltä osin, kuin massa- ja paperiteollisuuden päästöjä ei säädellä erillisillä asetuksilla, on noudatettava ympäristönsuojelulain ja -asetuksen säädöksiä.

### Kemikaalilainsäädäntö ja kansainväliset sopimukset

Teollisuuden kemikaalien käyttöön vaikuttaa omalta osaltaan myös EY-tason ja kansallinen kemikaalilainsäädäntö. Tällä hetkellä merkittävin kemikaalilainsäädännön uudistamishanke on EY:n komission esityksen (Ehdotus Euroopan... 2003) pohjalta valmisteltu tuleva Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoittamisesta (REACH). Se lisää huomattavasti kemikaalien valmistajien ja loppukäyttäjien velvoitteita aineiden rekisteröintiin ja haittojen arviointiin. Lisäksi vaikutuksiltaan haitallisimmille aineille säädetään luvanvaraisuudesta ja rajoituksista. Tällä ehdotuksella asetukseksi korvataan nykyinen lainsäädäntö, jonka ei ole katsottu voivan kannustaa innovaatioihin vaarattomampien kemikaalituotteiden tai menetelmien kehittämiseksi eikä se näin ollen kykene takaamaan riittävää suojelua kansalaisille ja ympäristölle. Lopullista päätöstä REACH:in toimeenpanosta odotetaan syksyllä 2006.

Metsäteollisuuslaitokset ovat kemikaalien jatkokäyttäjien asemassa, joten jatkokäyttöä koskevat säädökset vaikuttavat niiden toimintaan. Asetuksessa säädetään jatkokäyttäjien huolehtimis- ja tiedonantovelvollisuuksista sekä toisaalta oikeuksista saada tietoa valmistajilta ja maahantuojilta. Huolehtimisella tarkoitetaan tässä yhteydessä ennen muuta velvoitetta mahdollisimman haitattomien kemikaalien valintaan sekä riskien arviointia niissä käyttökohteissa, joita ei ole mainittu valmistajan antamassa käyttöturvallisuustiedotteessa. Tiedonantovelvoitteilla pyritään varmistamaan se, että kemikaalituotteiden loppukäyttäjä eli kuluttaja pystyy käyttämään tuotteita turvallisesti. Jatkokäyttäjän puolestaan tulee tarvittaessa saada tietoa käyttämänsä kemikaalin keskeisimmistä ominaisuuksista altistumisen arviointia ja kemikaaliturvallisuusraportin laadintaa varten. Keskeisiä ominaisuuksia ovat aineen määrä, biologinen hajoavuus ja vesi-oktanoli-jakautumiskerroin.

Asetusesitystä on tarkistettu useilta osin Euroopan Parlamentissa valmistellussa mietinnössä (Ek ja Nassauer 2005). Tarkistuksissa on otettu huomioon useita teollisuuden näkemyksiä liittyen kemikaalien rekisteröintiin, analysointiin ja lupakäytäntöihin. Metsäteollisuuden kannalta merkittävänä tarkennuksena voidaan pitää sitä, että selluloosamassa sekä puutärpätti, raaka mäntyöljy, lignosulfonaatit ja muut puun ainesosat vapautetaan rekisteröintivelvollisuudesta.

Aiemmin voimaan tulleesta kemikaaleja koskevasta lainsäädännöstä yksi teollisuuden kemikaalien käytön kannalta merkittävimmistä säädöksistä on Euroopan parlamentin ja neuvoston biosidivalmisteita koskeva direktiivi 98/8/EY. Siirtymäajan jälkeen markkinoille saa direktiivin mukaisesti luovuttaa vain sellaisia biosidivalmisteita, jotka on hyväksytty tai rekisteröity kyseisessä jäsenvaltiossa ja joiden sisältämät tehoaineet on arvioitu ja sisällytetty direktiivin liitteeseen. Siirtymäaikana Suomessa jatketaan puunsuojaus- ja limantorjuntakemikaalien ennakkohyväksymismenettelyjä, kunnes valmistaiden sisältämien tehoaineiden hyväksymisestä direktiivin liitteeseen on tehty päätös. Biosididirektiivi on Suomessa toimeenpantu muiden muassa lailla kemikaalilain muuttamisesta (1198/1999).

Suhteellisen tuoreita kemikaalien käyttöön ja päästöihin liittyviä asetuksia ovat Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) 648/2004 pesuaineista sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) 850/2004 pysyvistä orgaanisista yhdisteistä. Näistä edellisellä säädellä muiden muassa laitos- ja teollisuuspesuaineilta vaadittavista ominaisuuksista ja niille tehtävistä testeistä. Jälkimmäisellä taas on tavoitteena on suojella kansalaisten terveyttä ja ympäristöä pysyviltä orgaanisilta yhdisteiltä kieltämällä tai lakkauttamalla vaihteittain sellaisten aineiden, joihin sovelletaan pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevaa vuonna 2001 solmittua Tukholman yleissopimusta, tai valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevaan yleissopimukseen (CLRTAP) vuonna 1998 tehtyä pysyviä orgaanisia yhdisteitä

koskevaa pöytäkirjaa, tuotanto, markkinoille saattaminen ja käyttö tai rajoittamalla sitä. Lisäksi pyritään mahdollisuuksien mukaan vähentämään mahdollisimman tehokkaasti tällaisten aineiden ympäristöön päästämistä.

Kemikaaleja koskevaa sääntelyä pyritään jatkossa ohjaamaan 7.2.2006 pidetyssä Dubain ympäristökokouksessa hyväksytyllä YK:n kemikaalistrategialla ja sitä täydentävällä maailmanlaajuisella toimintaohjelmalla. Strategian ja toimintaohjelman tavoitteena on saada kemikaalien käytön terveys- ja ympäristöriskit mahdollisimman vähäisiksi vuoteen 2020 mennessä. Toimintaohjelma nähdään keinona hallita kemikaalien riskejä nykyistä paremmin koko niiden elinkaaren aikana. Siinä korostetaan muun muassa varovaisuusperiaatetta sekä ihmisten oikeutta tietää kemikaalien vaaroista, kaikkein vaarallisimpien kemikaalien korvaamista ympäristöä säästävämmillä yhdisteillä sekä yhteistyötä.

## 2.2

### **Haitallisten aineiden huomioon ottaminen BAT:issa ja ympäristöluvuissa**

#### 2.2.1

##### **BAT:in määrittäminen**

Tässä luvussa on käyty läpi haitallisiin aineisiin liittyvien asioiden käsittelyä alku- peräisessä massa- ja paperiteollisuuden BAT-referenssidokumentissa (BREF 2000). Asiakirjassa on jonkin verran käsitelty haitallisia aineita sisältävien kemikaalien käyttöä massan ja paperin tuotannossa, mutta haitta-aineita ei ole käsitelty kovin yksilöidysti. Tunnetuimpien ilma- ja jätevesipäästöjen muodostumista on tarkasteltu varsin seikkaperäisesti, mutta myrkyllisten aineiden päästöpotentiaaleja ei ole käsitelty kovin tarkasti. BREF-dokumentin tarkistustyö on käynnistetty vuonna 2006. Asiakirjan päivittämisessä huomioon otettaviksi tarkoitetut kommentit on esitetty kunkin aihealueen yhteydessä luvuissa 3.3, 4.1.3 ja 4.2.3.

#### 2.2.1.1

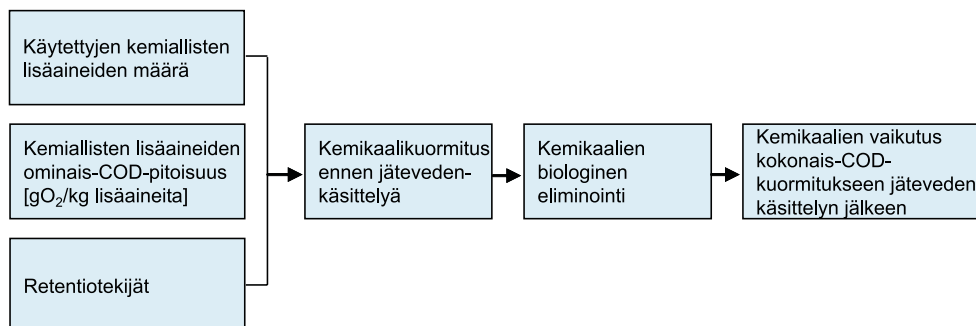
##### **Kemikaalien käyttö**

Referenssidokumentissa (BREF 2000) on määritelty BAT:ksi kaikki käytettävät kemikaalit ja lisäaineet sekä niiden keskeiset ominaisuudet sisältävän tietokannan saatavuus ja korvautuvuusperiaatteen noudattaminen eli haitattomampien tuotteiden käyttäminen silloin, kun se on mahdollista. Onnettomuuksista aiheutuvien päästöjen ehkäisyä vaaditaan kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin yhteydessä. Laitokset tulee lisäksi suunnitella ja ajaa siten, että vaaralliset aineet eivät pääse ulos prosesseista.

Kemikaalituotteiden käyttöä ja niiden potentiaalisia ympäristövaikutuksia on käsitelty muita BREF-dokumentin osioita tarkemmin paperin valmistusta käsittelevässä luvussa. Siinä todetaan muun muassa tarve saada lisää tietoa kemiallisten tuotteiden käyttäytymisestä ympäristössä ja soveltuvista vaihtoehdoista, jotta voidaan paremmin arvioida käytön aikaista ja päästön jälkeistä ympäristökohtaloa ja vaikutuksia. Vesistöön pääsyyn vaikuttavina tekijöinä tuodaan esiin aineiden retentio- eli viipymäaika sekä veteen päätyvien aineiden osalta myrkyllisyys ja biokertyvyys. Potentiaalisesti haitallisten yhdisteiden korvaaminen haitattomammilla on tuotu esiin BAT:in määrittämisessä huomioon otettavana menetelmänä. Tässä yhteydessä kiinnitetään huomiota erityisesti otsonikerrosta tuhoavien, hormonaalisesti vaikuttavien ja CMR-ominaisuuksia omaavien eli karsinogeenisten, mutageenisten ja reproduktiotoksisten eli lisääntymiselle haitallisten aineiden välttämiseen. Orgaanisia hiilivetyjä, kuten bentseeniä, tolueneja ja ksyleeniä sisältävät liuottimet ja puhdistusaineet tulisi korvata vähemmän myrkyllisillä tuotteilla. Tämän BREF-asiakirjan julkaisemisen aikaan

oli jo saatavilla vaihtoehtoisia aineita, kuten estereitä, jotka ovat myös jossain määrin biohajoavia.

COD:na mitattava kuormitus muodostuu useista osatekijöistä. Seuraavassa kuvassa on esitetty kuormituksen muodostumiseen liittyvät tekijät ja eri vaiheiden vaikutus.



Kuva 1. Pragmaattinen lähestymistapa jätevedenpuhdistuksen jälkeisten vaikeasti biohajoavien lisäaineiden määrän arvioimiseksi (Bobek ym. 1997).

BREF-asiakirjan liitteessä I kuvataan kemikaalien käyttöä eri käyttökohteissa. Siinä käydään läpi tärkeimmät käytettävät kemikaalit pitoisuuksineen sekä yleisellä tasolla niiden päästöt vesistöön ja mahdolliset ympäristövaikutukset. Kemikaalien tehoaineita ja niiden ominaisuuksia ei ole juurikaan eritelty, mutta esimerkiksi nonyyli-fenolietoksylaatit on mainittu aineryhmänä, jonka käyttöä tensideissä tulisi välttää. Limantorjunta-aineiksi on esitetty vaihtoehtoja biosideille. Tietoa näistä asioista on esitetty kootusti asiakirjan taulukossa 5.6, jonka sisältöä on esitetty myös Ojasen (2003, 2005) raporteissa.

#### 2.2.1.2

### Jätevesipäästöt

BREF-dokumentissa on käyty läpi jätevesipäästöjen muodostuminen massan ja paperin valmistuksen eri prosessivaiheissa sekä tärkeimmät päästöparametrit. Lisäksi on esitetty erilaisia prosessiratkaisuja ja puhdistusmenetelmiä jätevesikuormituksen vähentämiseksi.

Keskeisinä jätevesipäästöjen parametreina asiakirjassa käsitellään virtausmäärän lisäksi kemiallista hapenkulutusta (COD), biologista hapenkulutusta (BOD), orgaanisia halogeeneja (AOX), kiintoainepäästöjä (TSS) sekä ravinteista fosforia ja typpeä. Näille parametreille on määritetty BAT:in käyttöön perustuvat päästötasot ja niistä muut paitsi ravinteet voivat jossain määrin indikoida myös tässä yhteydessä tarkoitettujen haitallisten aineiden pitoisuuksia. Uuteaineiden muodostumisriski sellun ja mekaanisen massan valmistuksessa todetaan erityisesti puun käsittelyn yhteydessä. Dioksiini- ja furaanipäästöjen muodostumisen epätodennäköisyys asianmukaista valkaisumenetelmää käytettäessä on myös tuotu esiin. Polykloorattujen bifenyyliden (PCB) päästöjen syntymismahdollisuuksia on lyhyesti selvitetty kierrätyspaperin jalostuksen osiossa.

Jätevedenpuhdistus- ja prosessiratkaisut, joilla päästään käsiteltävien päästöparametrien suhteen BAT-tasolle eri tuotteiden valmistuksessa, on esitetty melko yksityiskohtaisesti. Yksi keskeinen osa-alue on jätevesimäärän pienentäminen sulkemalla jätevesikiertoja sisäisten jätevedenpuhdistustekniikoiden avulla. Hartsi- ja rasvahappopäästöjen vähentämisen osalta mainitaan eräiden menetelmien, eli kuivakuorinnan sekä konsentroituneimpien likaislauhteiden strippauksen ja kierrätyksen merkitys BAT-vaatimukset täyttävien menetelmien tarkastelussa. Varsinaisessa BAT:in määrittämisessä ei viitata näiden aineiden päästöjen vähentämiseen tai anneta suositus-tasoa.

### 2.2.1.3

#### **Ilmapäästöt**

Myös ilmapäästöjen muodostuminen eri tuotteiden valmistuksessa ja siihen liittyvässä energiantuotannossa sekä eri vaiheisiin liittyvät tunnetuimmat parametrit on esitetty melko perusteellisesti asiakirjassa. Erilaisten prosessiratkaisujen, polton optimoinnin ja savukaasujen puhdistustekniikoiden vaikutus päästömääriin on niinkään käyty läpi. BAT:in käytön mukaiset päästötasot on esitetty kiintoainehiukkasille (TSP), rikkidioksidille (SO<sub>2</sub>) ja typenoksideille (NO<sub>x</sub>) sekä lisäksi pelkistyneille rikkiyhdisteille (TRS) sulfaattisellun valmistuksen osalta. Näistä kuitenkin vain hiukkas-päästöjä voidaan pitää jossain määrin merkityksellisenä parametrina mahdollisten haitallisimpien aineiden päästöjen tunnistamista varten. Ilmapäästöjen minimoimiseksi on esitetty useita BAT-periaatteiden mukaisia ratkaisuja. Mekaanisen massan valmistuksen luvussa on kiinteän jätteen polton optimointiin liittyen otettu esiin hiilimonoksidin eli häkän (CO) ja hiilivetyjen päästöjen ehkäisy. Häkäpäästöjä on myös pidetty mahdollisena indikaattorina dioksiini- ja furaanipäästöjen syntymiselle. BAT-vaatimuksia tarkasteltaessa on kiinnitetty huomiota dioksiini- ja furaanipäästöjen minimointiin erityisesti kierrätysmassaa käyttävien paperitehtaiden rejektien ja lietteiden polttoa ajatellen. Myös tavallisten paperitehtaiden rejektien polton yhteydessä on käsitelty dioksiinipäästöjen riskiä.

Ilmapäästöjen BAT-arvot on annettu sellun valmistusprosessille ilman erillistä energiantuotantoa sekä erikseen apukattiloiden päästöille. Tuotantoprosessiin liittyviksi päästöiksi luetaan soodakattilan, meesauunin ja erillisten polttimien päästöt sekä hajapäästöt. Mekaanisen massan tuotannossa ja erillisessä paperin valmistuksessa energiantuotannon osuus ilmapäästöistä on hallitseva. Metsäteollisuuslaitoksilla käytettävien apukattiloiden oletetaan olevan samalla tavalla säänneltävissä kuin muiden vastaavan kapasiteetin voimalaitosten, mistä syystä apukattiloille sovellettava BAT käsitellään vain lyhyesti tässä asiakirjassa.

Koska metsäteollisuuslaitosten omista energiantuotantoyksiköistä varsinaisten tuotantoprosessien ulkopuoliset polttoprosessit kuuluvat LCP-asetuksen piiriin, voidaan niiden toiminnan ja päästöjen BAT-tason määrittelyyn soveltaa myös LCP-laitoksille tehtyä BAT-referenssidokumenttia (BREF 2005a). Siinä on käsitelty tarkemmin erilaisille laitoksille ja polttoaineille soveltuvia polttotekniikoita ja päästöjen vähennystekniikoita sekä niillä saavutettavia päästötasoja. Mikäli laitoksella poltetaan muita jätteitä kuin jätevesilietteitä, on BAT-vaatimukseen sovellettava jätteenpolton referenssidokumenttia (BREF 2005b).

### 2.2.2

#### **Ympäristöluvut ja valvonta**

##### 2.2.2.1

#### **Käyttökemikaalien riskien tarkkailu**

Viimeisimmissä metsäteollisuuslaitoksille myönnettyissä ympäristöluvuissa on eräille laitoksille annettu velvoite selvityksen tekoon viitaten ympäristönsuojeluasetuksen liitteeseen 2 ja Suomen ympäristökeskuksen antamaan esitykseen kansallisesti merkittävien aineiden listasta. Määräykset koskevat kertaluonteisia selvityksiä ja niiden tarkoituksena on kartoittaa aineiden relevanttisuutta seurannan kannalta. Näin menetellen voidaan sulkea laitosten lähivesillä tehtävän seurannan piiristä pois sellaisia aineita, joita ei kyseisillä laitoksilla käytetä tai muodostu prosesseissa. Näiden määräysten antamisen aikoihin ei Suomessa vielä ollut vesipuitedirektiiville toimeenpanevaa lainsäädäntöä, joten VPD:n liitteen X pohjalta ei sinänsä ole voitu antaa selvitysvelvoitteita. Kuitenkin tuolloin voimassa olleen lainsäädännön (YSA, VNp 363/1994) pohjalta on voitu antaa tarvittavat velvoitteet.



Useat metsäteollisuuslaitokset ovat tehneet nykyisen lainsäädännön mukaiset ympäristölupahakemukset vuoden 2004 loppupuolella, ja myös niiden pohjalta myönnettäviin lupiin esitetään velvoitetta selvittää haitallisia aineita sisältävien kemikaalien käyttöä (käyttömäärä, käyttötapa ja ympäristökohtalo), muodostumista teollisuusprosesseissa sekä mahdollisia ympäristöpäästöjä. Lausunnoissa on viitattu vesipuidedirektiivin listaan yhteisötason prioriteettiaineista ja tuolloin valmisteltavana olleeseen kansalliseen listaan. Ajatuksena on ollut, että päästö- ja tarkkailuvelvoite tulisi harkittavaksi käyttötietojen ja päästöarvioiden perusteella.

Vuoden 2005 lopulla myönnettyssä metsäteollisuusintegraatin ympäristöluvassa on annettu velvoite selvityksen tekoon haitallisia aineita sisältävien kemikaalien varastoinnista, käytöstä, muodostumisesta prosesseissa ja mahdollisuudesta päästä vesistöön. Määräyksessä viitataan erityisesti ympäristönsuojeluasetuksen liitteisiin 1 ja 2. Selvityksen perusteella laitoksen on päivitettävä toimintaansa koskeva ympäristöriskikartoitus ja riskinhallintasuunnitelma. Vielä tämänkään luvan myöntämisen aikaan ei vaarallisia ja haitallisia aineita koskeva kansallinen asetus ollut ehtinyt astua voimaan, mutta selvitysvelvoite katsottiin aiheelliseksi käytettävissä olleen tiedon ja aiemman lainsäädännön perusteella.

Aiemmissä vanhan lainsäädännön mukaisissa ympäristöluvuissa laitokset oli velvoitettu antamaan vuosiraportoinnin yhteydessä selvityksen käyttämistään kemikaaleista. Selvityksissä on kuitenkin yleensä esitetty eri aineiden käyttö ryhmittäin, jolloin niistä ei ole käynyt ilmi eri tarkoituksiin käytettyjen tehoaineiden määrät. Tämä on johtunut pitkälti ohjeistuksen vähäisyydestä. Siksi tätä käytäntöä ei ole sellaisenaan voitu pitää riittävänä valvonnan kannalta.

#### 2.2.2.2

#### **Päästöparametrit**

Metsäteollisuuslaitosten ympäristöluvuissa jätevesipäästöjä koskevat parametrit ovat ravinnepäästömääräysten lisäksi summaparametreja ( $BOD_7$ ,  $COD_{Cr}$  ja AOX). Niiden vuorokausipäästöjen keskiarvoille on lupaehdoissa annettu raja-arvot kuukausitasolla ja vuositasolla. Uusia lupia harkittaessa on COD:lle esitetty myös vuorokausikohtaista raja-arvoa erityisesti poikkeustilanteita silmällä pitäen. Lupahakemusten käsittelyssä on näistä parametreista BOD:n ja AOX:in raja-arvojen tarpeellisuus herättänyt jossain määrin keskustelua.

Edellä mainituista summaparametreista ei nähdä suoraan eri aineiden pitoisuuksia, mutta jokainen niistä indikoi osaltaan haitallisia aineita. COD-arvoa voidaan pitää erityisen merkittävänä parametrina keitosta, kuorimolta ja haihduttamolta tulevien toksisten orgaanisten aineiden, kuten hartsi- ja rasvahappojen päästöjen indikaattorina. BOD-arvo nähdään viranomaispuolella edelleenkin tärkeäksi lupaparametrikksi, ja se mittaa myös välillisesti jäteveden biologista myrkyllisyyttä. AOX-raja-arvo katsotaan niinkään tarpeelliseksi asettaa tulevissa luvuissa, koska AOX on edelleen käyttökelpoinen ja paikkansa vakiinnuttanut mittari orgaanisille halogenidihdisteille. Se mittaa muitakin orgaanisia halogenideja kuin klooriyhdisteitä, esimerkiksi halogenideihin kuuluvia bromiyhdisteitä. Vastaavaa korvaavaa mittaria ei ole toistaiseksi löydetty.

Valvontaviranomaisen lausunnoissa on ehdotettu tehtaille asetettavaksi selvitysvelvoite vesipuidedirektiivin mukaisiin haitallisiin aineisiin myös siltä osin kuin niitä mahdollisesti syntyy prosesseissa. Määräyksen tavoitteena olisi saada käsitys, mitä prioriteettiaineita tai muita merkityksellisiä haitta-aineita vesistöön mahdollisesti joutuu. Tavoitteena on myös löytää summaparametreja täsmällisempi mittari indikoidaan haitallisimpia aineita jätevesistä. Tämä on myös otettu huomioon toteutuneissa lupapäätöksissä.

OECD:n julkaisemassa selvityksessä (Environmental requirements... 1999) kar-toitettiin massa- ja paperiteollisuuden lupakäytäntöjä eräissä Euroopan ja Pohjois-Amerikan maissa. Edellä mainittuja parametreja käytetään lähes kaikkien tarkastel-tujen maiden massa- ja paperitehtaiden luvituksessa. Niiden lisäksi vesistöpäästöihin liittyvänä lupaparametrina käytetään useassa maassa TSS:ää, jolla voidaan nähdä merkittävyyttä esimerkiksi kuituihin kiinnittyvien aineiden, kuten esim. harts- ja rasvahapot, päästöriskin mittarina. Suomessa on tämän parametrin käytöstä lupa-parametrina kuitenkin luovuttu biologisen jätevedenpuhdistuksen käyttöönoton yhteydessä sillä perusteella, että puhdistamolta vesistöön pääsevä kiintoaine on pääasiassa biomassaa, jota syntyy muutenkin vesistöissä. Yhdessä maassa käytettiin lupakriteerinä myös TOC-pitoisuutta. Pohjois-Amerikassa oli käytössä raja-arvot myös dioksiineille ja furaaneille TCDD-pitoisuuksina. Niitä ei kuitenkaan voida nähdä tarpeellisiksi vesipäästöjen raja-arvoiksi Euroopan metsäteollisuudessa, jossa on käytännössä luovuttu alkuainekloorin käytöstä. Muutamissa tutkituissa maissa on erikseen säädetty luvissa annettavista maksimiraja-arvoista. Pohjoismaissa ei kuitenkaan ole käytössä tällaisia erillisiä säädöksiä, vaan lupa-arvoista päätetään tapauskohtaisesti.

Ilmapäästöjen osalta lupaparametreista keskeisimpiä ovat erityisesti energian-tuotantoon liittyvät typenoksidien ( $\text{NO}_x$ ), rikkidioksidin ( $\text{SO}_2$ ) ja kiintoainehiukkasten päästöt sekä selluntuotannosta aiheutuvat pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) päästöt. Näistä lähinnä hiukkasten päästöt voivat joissain tapauksissa indikoida toksisten aineiden, kuten polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen eli PAH-yhdistei-den syntyä. Edellä mainittujen parametrien lisäksi usein on annettu raja-arvot myös kuorikattilan hiilimonoksidin (CO) ja PCDD/F-yhdisteiden päästöille. Näiden yhdisteiden raja-arvojen tarpeellisuus on herättänyt keskustelua lupaprosessien yhteydes-sä, mutta valvontaviranomainen on lausunnossaan katsonut, että häkäpäästöarvon määrittäminen on tarpeellista sen vuoksi, että sen avulla on mahdollista arvioida palamisen hyvyttä ja epäsuorasti esimerkiksi PCDD/PCDF- tai PAH-yhdisteiden syntymismahdollisuutta. Dioksiini- ja furaanipäästöjen rajoitus- ja mittausvelvoite nähdään joissain tapauksissa aiheelliseksi siksi, että kyseisillä laitoksilla käytetään edelleen klooripitoisia kemikaaleja ja kattiloissa poltetaan puhdistamolietettä. Toi-saalta muiden tehtailta syntyvien jätteiden poltto on käytännössä loppunut jätteen-polttoasetuksen tultua voimaan, mistä syystä PCDD/F-päästöjen syntymismahdol-lisuudet ovat pienentyneet.

Muutamissa OECD:n selvityksessä tarkastelluissa maissa ilmapäästöjen raja-arvot perustuivat standardeihin. Kaikissa tutkituissa maissa raja-arvot perustuvat ainakin jollain tasolla BAT-vaatimukseen. Suomessa, kuten esimerkiksi Ruotsissa määräykset perustuvat ainekohtaisten BAT-suositusten ohella eräisiin muihin tekijöihin, kun-ten lähiympäristön tarpeisiin ja taloudellisiin tekijöihin. Kyseisessä raportissa ei ole tarkemmin käsitelty toksisuutta aiheuttavia ilmapäästöjä, mutta Yhdysvalloissa on ilman laadulle annetuissa tavoitteissa annettu laatumnormi myös lyijypitoisuudelle.

### 2.2.2.3

#### **Häiriötilanteita ja tarkkailua koskevat määräykset**

Erilaisista häiriö- ja muista poikkeuksellista tilanteista, kuten alas- ja ylösajoista joh-tuvat päästöt ovat merkittävässä osassa sellu- ja paperitehtaiden päästöjen muodostumisessa. Prosesseissa ja puhdistuslaitteissa ilmenevät häiriöt lisäävät huomattavasti myös haitallisimpien aineiden päästöjen riskiä. Ympäristöluvissa annetaan määrä-ykset häiriötilanteisiin varautumiseksi ja toimista niiden aikana. Lisäksi määrätään ilmoitusvelvollisuudesta valvontaviranomaisille.

Uusimmissa Kaakkois-Suomen alueen metsäteollisuuslaitoksille myönnettyissä luvissa on annettu jätevesien päästöraja-arvot kuukausi- ja vuositasolla siten, että niihin sisältyy myös häiriöpäästöt. Häiriötilanteista aiheutuville poikkeamille ei ole

kuitenkaan annettu erillistä raja-arvoa. Polttolaitosten käynnistys- ja alasajoksoja sekä häiriötilanteita ei oteta huomioon päästöraja-arvojen noudattamisen tarkasteluissa. Viimeisimmistä lupahakemuksista antamissaan lausunnoissa valvontaviranomaisena toimiva alueellinen ympäristökeskus on todennut, että lupapäätöksessä olisi selkeästi määriteltävä normaalitilanteen sallitun päästötason lisäksi se, miten menetellään poikkeustilanteissa ja minkälaiset aika- ja päästörajat tällöin hyväksytään. Eräille tuotantolaitoksille on erityisesti häiriötilanteita silmällä pitäen ehdotettu vuorokausikohtaista raja-arvoa COD:lle.

Ympäristöluvuissa annetaan myös määräykset muun muassa päästöjen ja puhdistuslaitteiden toiminnan tarkkailusta sekä raportointivelvollisuudesta. Tarkkailut toteutetaan käytännössä erikseen hyväksytyjen jätevesipäästöjen tarkkailusuunnitelman ja ilmapäästöjen tarkkailusta laaditun suunnitelman mukaisesti. Suunnitelmia voidaan tarkistaa lupamääräyksillä. Ympäristöministeriön julkaisemassa raportissa (Tarkkailujen periaatteet... 2004) annetaan ohjeistusta ja kehittämissuunnitelmia tarkkailulle. Siinä ohjeistetaan myös tarkkailua koskevien lupamääräysten antoa ja hallinnollisia menettelytapoja. Suomen ympäristökeskuksen julkaisemassa haitallisten aineiden ympäristöseurantojen tehostamishankkeen loppuraportissa (HAASTE 2004) annetaan ehdotukset muun muassa ympäristölupamenettelyn kehittämiseksi haitallisten aineiden velvoitetarkkailun kehittämistä varten. Haitalliset aineet tulee ottaa huomioon ympäristölupapäätöksissä ja velvoitetarkkailuohjelmissa ympäristönsuojelulain ja -asetuksen edellyttämällä tavalla. Lisäksi huomiota kiinnitetään esimerkiksi tarpeeseen parantaa tarkkailujen raportointien laatua.

## 3 Kemikaalituotteiden aiheuttaman riskin arviointi

Metsäteollisuudessa käytettävien kemikaalituotteiden sisältämiä tehoaineita ja niiden ympäristöominaisuuksia on käsitelty esimerkiksi Ojasen (2005) raportissa. Siinä on käyty läpi muun muassa kyselytietojen perusteella muutamien haitallisten aineiden esiintymistä tehtailla sekä ympäristölaatonormien määrittämistä eräille yhdisteille aiheesta tehtyjen julkaisujen pohjalta. Tässä raportissa pyritään ennen kaikkea tarkentamaan keskeisimpien myrkyllisten tehoaineiden ympäristökohtaloa ja sen vaikutuksia kyseisten aineiden aiheuttamiin riskeihin.

### 3.1

#### **Keskeisimmät haitalliset aineet ja niiden ominaisuudet**

Vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista annettavassa asetuksessa listatuista aineista ominaisuuksiensa ja käyttömääriensä perusteella keskeisimpinä kemiallisen metsäteollisuuden kemikaalituotteissa käytettävistä tehoaineista voidaan pitää kansallisella menettelyllä tunnistettuja 2-bromi-2-nitropropaani-1,3-diolia (bronopoli), (2-tiosyanometyylitio)-bentsotiatsolia (TCMTB) ja nonyylifenolietoksyylaatteja sekä yhteisötason prioriteettiainelistalle valittuja nonyylifenoleja. Näistä kahta ensimmäistä yhdistettä käytetään lähinnä limantorjunta-aineiden tehoaineina ja kahta jälkimmäistä tensideinä eli kuitumassan pehmytykseen ja / tai ligniinin poistoon sekä puhdistusaineissa. Nonyylifenolit ovat lisäksi etoksyylaatien hajoamistuotteita.

Viimeisimmän sallittujen suojauskemikaalien luettelon (Mäkelä 2005) mukaan bronopolia käytetään tällä hetkellä tehoaineena 12 limantorjuntakemikaalissa 10–19 %:n pitoisuuksissa. TCMTB:tä käytetään yhdessä valmisteessa, joilla ei ole tällä hetkellä voimassa olevaa käyttö lupaa. Näitä tehoaineita sisältävät kemikaalit on esitetty tämän raportin liitteessä 3. Yksi TCMTB:tä sisältävä kemikaali on kielletty edellisen suojauskemikaalilutellon (Moilanen 2005) julkaisemisen jälkeen. TCMTB:tä sisältävän valmisteen luokitus on muuttunut tätä edellisen luettelon (Moilanen 2003) tiedoista.

Kaikki edellä mainitut kansallisella menettelyllä valitut aineet on valittu listalle vTP-ominaisuuksien perusteella, eli ne luokitellaan erittäin myrkyllisiksi ja hitaasti hajoaviksi. Valintamenettely on kuvattu tarkemmin Londesboroughin (2003) raportissa. Eri lähteissä esitetyt arvot etenkin aineiden biokertyvyydelle voivat vaihdella merkittävästikin, mutta kertyvyyden ei ole katsottu olevan merkittävää.

Vesipuidedirektiivin mukaisille prioriteettiaineille on määritetty direktiivin vaatimusten mukaiset ympäristölaatonormit (EQS), joita sovelletaan aineiden pitoisuuksiin pintavedessä sekä niiden ominaisuuksista riippuen sedimentissä ja eliöstössä. Prioriteettiaineiden pitoisuuksien tulisi pysyä annettujen arvojen alapuolella vesistöjen hyvän tilan saavuttamiseksi. Yhteisötason prioriteettiaineiden ympäristölaatonormien määrittäminen on kuvattu Lepperin (2002) raportissa. Myös kansallisella menettelyllä valituista aineista osalle on määritetty EQS-arvot, joita edellytetään vaarallisten aineiden direktiivissä. Niille aineille, joille ei EQS-arvoa voitu riittävästi luotettavasti määrittää, on annettu pitoisuuksien kynnysarvot. Ympäristölaatonormien ja kynnysarvojen määrittäminen on kuvattu Londesboroughin (2005) raportissa ja ympäristöministeriön julkaisemassa mietinnössä (Vesiympäristölle haitalliset... 2005).

Edellä mainituille metsäteollisuudessa esiintyville haitta-aineille on määritetty varsinaisten ympäristölaatonormien sijaan kynnysarvot pitoisuutena vedessä, koska näille aineille ei ollut käytettävissä laadultaan hyväksyttävää analytiikkaa. Seuravassa taulukossa on esitetty näiden aineiden kynnysarvot pitoisuuksille vesissä.

Taulukko 1. Kynnysarvot keskeisimmille metsäteollisuudessa käytettäville haitta-aineille (Vesiympäristölle haitalliset... 2005).

Nimi	CAS-numero	Pitoisuus vedessä; vuosikeskiarvo; makeille vesille, µg/l	Pitoisuus vedessä; vuosikeskiarvo; rannikkovesille, µg/l	Raakavedenottoon tarkoitetuille pintavesille, µg/l
2-(tiosyanometyyli)tiobentsotiatsoli (TCMTB)	21564-17-0	0,018	0,0018	0,018
Bronopoli	52-51-7	4	0,4	4
nonyylifenolit (NP)	25154-52-3	0,3	0,03	0,3
nonyylifenolietoksylaatit (NPE)*	9016-45-9	*	*	*

\* Nonyylifenolin ja nonyyliifenolietoksylaattien kokonaistoksisuuden kynnysarvo on 0,3 µg/l makealle vedelle ja 0,03 µg/l merivedelle. Kokonaistoksisuus lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$= \sum (C_x \cdot \text{TEF}), \text{ jossa}$$

$C_x$  = kunkin nonyyliifenolisen yhdisteen pitoisuus  
TEF = toksisuusekvivalenttikerroin

### 3.2

## Riskin arviointi ja käytön rajoitukset

### 3.2.1

#### Yleisiä lähtökohtia

Ehdotettujen kansallisesti merkittävien aineiden aiheuttamaa riskiä vesiympäristölle on arvioitu vesiympäristöön kohdennetulla riskiin perustuvalla arvioinnilla (Vesiympäristölle haitalliset... 2005). Riskinarviointi pohjautuu teknisen ohjeistusasiakirjan (TGD) ohjeisiin uusien ja käytössä olevien aineiden sekä biosidien riskinarvioinnista (TGD 2003). Riskinarvioinnissa on käytetty sekä mallintamisesta saatua tietoa että mitattua pitoisuustietoa päästöistä ja ympäristön eri osista. Mallintamisosion riskinarviointi tehtiin vesifaasille ja se koostuu neljästä osasta; aineen päästömäärä-arviosta, käyttäytymisestä jätevedenpuhdistamolla, käyttäytymisestä vastaan ottavassa vesistössä sekä riskin luonnehdinnasta aineen mallinnetun PEC-arvon ja ehdotetun haitattoman pitoisuustason (EQS-arvon) suhteen perusteella. Mitattua pitoisuustietoa jätevedessä, pintavedessä, sedimentissä ja kaloissa on verrattu suoraan vastaavan ympäristön osan ehdotettuun EQS-arvoon.

Riskinarvioinnin päästöjen estimoinnissa on käytetty EU:n TGD-riskinarviointiohjeiden osa IV:n mukaisesti ensisijaisesti toimialakohtaisia päästökkenaariodokumentteja (ESD), mutta jos sopivaa ESD:tä ei ole käytettävissä arvioitavalle aineelle, on toissijaisesti käytetty TGD-ohjeiden osa II:n liitteen I yleisluonteisempia päästötaulukkoita. Aineen käyttäytymistä jätevedenpuhdistamolla on arvioitu TGD-ohjeiden osa II:n liitteen II mukaisen Simple Treat-jätevedenpuhdistusmallin perusteella. Tuloksia tarkasteltaessa on huomattava, että TGD-ohjeiden mukainen malli on tehty ns. kunnalliselle standardijätevedenpuhdistamolle (taulukko 2), jossa olosuhteet poikkeavat jossain määrin teollisuuslaitosten jätevedenpuhdistamoista.

Taulukko 2. Paikallisen tason riskinarvioinnissa käytetyn kunnallisen standardijätevedenpuhdistamon ominaisuudet ja niiden oletusarvot (TGD 2003).

Puhdistamotyyppi	Esiselkeytin + biologinen aktiivilietepuhdistamo
Jätevedenpuhdistamon kapasiteetti (asukasta)	10 000
Ominaisjäteveden muodostus (l/(d·asukas))	200
Jäteveden kiintoainepitoisuus (mg/l)	450

Puhdistetusta jätevedestä aiheutuvan kuormituksen oletettiin johdettavan ns. standardivesiympäristöön (taulukko 3). Vesiympäristössä aine sekoittuu täydellisesti vesimassaan ja laimenee sekä voi sitoutua veden kiintoainekseen. Käyttäytyminen vesiympäristössä on arvioitu ainekohtaisesti. Mallinnuksen tuloksena on saatu arvio tarkasteltavasta käyttökohteesta aiheutuvalle aineen liukoiselle pitoisuudelle vastaanottavassa vesistön vesifaasissa purkupaikan läheisyydessä (PEC-arvo).

Taulukko 3. Paikallisen tason riskinarvioinnissa käytetyn standardivesiympäristön ominaisuudet ja niiden oletusarvot (TGD 2003).

Pintaveden kiintoainepitoisuus (mg/l)	15
Pintaveden lämpötila (°C)	12
Pintaveden kiintoaineen orgaanisen hiilen pitoisuus (%)	10
Jäteveden sekoittuminen pintaveteen	täydellinen
Laimentumiskerroin	10

Bronopolin ainekohtaisessa riskinarviossa massan ja paperin valmistus on arvioitu lähes ainoaksi merkittäväksi päästölähteeksi. Päästöriskiä aiheutuu sekä aineen formuloinnista että teollisuuskäytöstä. TGD-ohjeiden mukaisen Simple Treat-jätevedenpuhdistusmallin perusteella aine jakautuu seuraavasti jätevedenpuhdistuksessa: ilmassa 0 %, vedessä 100 %, aktiivilietteessä 0 %. Siten tuotantoprosessin ja jätevedenpuhdistuksen jälkeen jäljelle jäävä aine näyttäisi esiintyvän täysin vesifaasissa. Toisaalta bronopoli näyttäisi eräiden tuotantolaitoskohtaisten selvitysten mukaan hajoavan suurelta osin hydrolyysin kautta ennen vesistöön pääsyä, jolloin vesistöön lopulta päätyvä ainemäärä olisi ympäristövaikutusten kannalta mitätön. Hydrolyysin tehokkuus riippuu suurelta osin viipymistä ennen jätevedenpuhdistamo ja puhdistamolla sekä jäteveden lämpötilasta ja pH:sta. Jäteveden lopullista haitallisuutta arviotaessa on luonnollisesti otettava huomioon myös hydrolyysissä syntyvät tuotteet.

Bronopolin pitoisuuksille ei aiemmin ole ollut saatavilla mitattua tietoa suomalaisilta jätevedenpuhdistamoilta tai vesistöistä. Marraskuussa 2005 pitoisuuksia mitattiin kahdelta kaakkoissuomalaiselta metsäteollisuusintegraatilta jätevedenpuhdistamoiden tulo- ja poistovesistä, lietteistä sekä pintavesistä ja sedimenteistä Pohjoismaiden ministerineuvoston toimeksiannosta tehdyissä näytteenotoissa. Muiden yhteispohjoismaiseen hankkeeseen osallistuneiden maiden näytteenottojen viivästymisestä johtuen tulokset ovat käytettävissä vasta syksyllä 2006.

Myös TCMTB:n riskinarvioinnissa on massan ja paperin valmistus todettu merkittäväksi päästölähteeksi muutamien muiden toimintojen ohella. Simple Treat -mallin perusteella aine jakautuu seuraavasti jätevedenpuhdistuksessa: ilmassa 0 %, vedessä 85 % ja aktiivilietteessä 15 %, joten aine esiintyy pääasiassa vesifaasissa sekä vähäisessä määrin orgaanisessa aineksessa kuten puhdistamolietteessä ja sedimentissä. Lietteeseen sitoutunut aine menee vedenerotuksen jälkeen pääasiassa polttoon sekä osa kaatopaikalle, aumakompostiin tai muuhun hyötykäyttöön, esimerkiksi maa- ja metsämaankäyttöön. Poltossa on olemassa päästöriski ilmaan ja sitä kautta vesistöön. Kaatopaikalta ja aumakompostista ainetta voi joutua valumavesiin ja sitä kautta maaperään ja vesistöön. TCMTB:lle ei toistaiseksi ole mitattua pitoisuustietoa suomalaisilta teollisuuslaitoksilta. Vuonna 2005 tehdyissä näytteenotoissa aineen pitoisuudet

eivät ylittäneet havaitsemiskynnystä yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden tulo- tai poistovesissä, lietteissä tai kaatopaikkojen suotovesissä.

Nonyylifenolien ja nonyylifenolietoksyylaattien yhteisessä riskinarvioinnissa on todettu massan ja paperin valmistus yhdeksi merkittäväksi nonyylifenolietoksyylaattien päästölähteeksi. Lisäksi erikseen on mainittu NPE:n käyttö teollisuuden puhdistusaineissa. EU:n riskinarvioraportin (EU-RAR 2002) pohjalta tehdyn riskinarvion mukaan nonyylifenolietoksyylaattikuormituksesta päätyy vesistöihin nonyylifenoleina sekä nonyylifenolimoetoksyylaattina ja -dietoksyylaattina 35 %, lietteeseen nonyylifenolina 20 % sekä hajoaa 45 %. Metsäteollisuuslaitoksilla yleisimmin käytettävistä lietteenkäsittelymenetelmistä aiheutuu päästöriskkejä, joten nonyylifenolien kuormitusta syntyy myös tätä kautta. Joka tapauksessa merkittävästä hajoavan aineksen osuudesta johtuen nonyylifenolietoksyylaateista aiheutuvan kuormituksen riski on suhteellisesti pienempi kuin muilla metsäteollisuudessa esiintyvillä kansallisen listan aineilla. Nonyylifenolien ja nonyylifenolietoksyylaattien pitoisuuksia on mitattu VESKA-projektin yhteydessä pintavesistä sekä yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla jätevesistä ja lietteistä muutamilla näytteenottopaikoilla eri puolilla Suomea. Pintavesien pitoisuuksissa ei ole havaittu EQS:n ylittäviä arvoja; toisaalta jätevesistä löytyy korkeampia pitoisuuksia.

Kunkin aineen pitoisuutta vesistössä voidaan arvioida seuraavan yhtälön avulla:

$$C_s = \frac{m_s}{q_{Vjv} \cdot L} \quad (1), \text{ jossa}$$

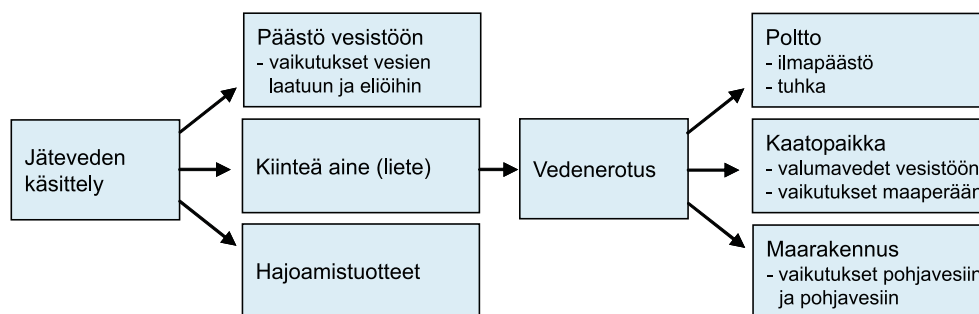
$m_s$  = aineen määrä ulostulevassa jätevedessä (kg/a)

$q_{Vjv}$  = puhdistamolta poistuvan jäteveden kokonaistilavuusvirta (m<sup>3</sup>/a)

$L$  = laimenemiskerroin

Laimenemiskertoimen arvo on ympäristöministeriön raportissa TGD-ohjeen mukaisesti 10.

Edellä käsitellyistä aineista nonyylifenoleille ja nonyylifenolietoksyylaateille on säädetty käytön rajoituksista valtioneuvoston asetuksessa 596/2004 nonyylifenolin ja nonyylifenolietoksyylaatin markkinoille luovuttamisen ja käytön rajoittamisesta. Tämä asetus tuli voimaan vuoden 2005 alusta ja siinä muun muassa kielletään kyseisten aineiden käyttö massan ja paperin valmistuksessa sekä teollisuus- ja laitossiivouksessa. Kuitenkin nonyylifenoleja ja nonyylifenolietoksyylaatteja voidaan edelleen käyttää teollisuus- ja laitossiivoukseen valvotuissa ja suljetuissa kuivapesujärjestelmissä, joissa nestemäinen pesuaine kierrätetään tai poltetaan, sekä puhdistusjärjestelmissä, joissa nestemäinen pesuaine kierrätetään tai poltetaan erikoiskäsittelyssä.



Kuva 2. Haitallisten aineiden kulkeutuminen jätevedenpuhdistamolta.

### Ainekohtaisia laskelmia

Seuraavassa on arvioitu metsäteollisuudessa käytettyjen haitta-aineiden aiheuttamaa kuormitusta tyypillisten käyttömäärien pohjalta. Käyttömäärät on valittu Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (KAS) toteuttaman kyselyn tietojen pohjalta tai tietojen puuttuessa muun arvion perusteella. On huomattava, että laskelmat sisältävät useita oletuksia, joten kuormitusarvioita on pidettävä lähinnä suuntaa antavina.

Bronopolin käyttömäärät eri tehtailla vaihtelevat suuresti esimerkiksi käyttötarkoituksen mukaan. Tavallisimpaan käyttötarkoitukseen eli limantorjunta-aineena bronopolia käytetään joissain tapauksissa melko runsaastikin, mutta tiivistys- ja liimausaineissa sitä esiintyy erittäin pienissä pitoisuuksissa. Edellä kuvatun jakauman perusteella koko käytetyn ainemäärän voidaan olettaa joutuvan vesiympäristöön. Niillä tuotantolaitoksilla, joilla on ilmoitettu käytettävän bronopolia merkittäviksi katsottavia määriä, aineen pitoisuudeksi vesistössä saadaan yhtälön 1 avulla 24,6-42,0 µg/l. Tämä olisi selvästi yli bronopolille ehdotetun (Vesiympäristölle haitalliset... 2005) makean veden kynnsarvon (4,0 µg/l). Tässä laskelmassa ei kuitenkaan ole otettu huomioon bronopolin mahdollista hajoamista hydrolyysin kautta tuotantoprosessissa ja puhdistamolla. Mikäli aine hydrolysoituu riittävästi eri prosessi- ja puhdistusvaiheissa, voi jäljelle jäävä ja vesistöön joutuva pitoisuus eräiden kemikaalivalmistajan yhdessä tuotantolaitoksen kanssa tekemien selvitysten mukaan olla hyvinkin pieni. Tuotantoprosessien ja jätevedenpuhdistuksen olosuhteet voivat vaihdella suuresti eri tuotantolaitosten välillä, joten yleispätevää mallia hydrolysoitumisen vaikutuksille ei ole saatavilla. Jäteveden lämpötila ja pH vaikuttavat merkittävästi bronopolin hydrolysoitumiseen.

TCMTB:n käytöstä metsäteollisuudessa ei ole käytettävissä tarkkoja laitoskohtaisia tietoja. KAS:in kyselyssä sitä ei ilmoitettu käytettävän kyselyn ajankohtana. Näin ollen sille on vaikea arvioida tyypillistä käyttömäärää, mutta ehdotetun ympäristönlaatuormin (0,018 µg/l) perusteella voidaan arvioida määrää, joka aiheuttaisi kynnsarvon ylityksen puhdistamolta poistuvassa jätevedessä. Mikäli arvioidaan suurehkon metsäteollisuuslaitoksen jäteveden virtaamaksi noin 40 000 000 m<sup>3</sup>/a, pitäisi vesistöön joutua TCMTB:tä 720 g/a, jotta kynnsarvo ylittyisi poistuvassa jätevedessä. Kun oletetaan vastaanottavan vesistön laimentavan pitoisuuden kymmenesosaan, tulisi jäteveden TCMTB-kuormituksen olla 7200 g/a. Edellä kuvatun jakauman mukaan lietteeseen sitoutuisi 15 % TCMTB:stä muun osan päätyessä vesistöön. Mikäli oletetaan lietteeseen sitoutuvan osuuden kiinnittyvän käytännössä kokonaan biomassaan, ei vedenerotuksen kautta voida odottaa tulevan lisäkuormitusta puhdistamolalle. Lietteen jatkokäsittelystä ja loppusijoituksesta riippuen on päästöriski mahdollinen myös tätä kautta.

Nonyylifenolietoksyylaatteja on ilmoitettu käytettävän yhdellä Kaakkois-Suomen alueen metsäteollisuuslaitoksella. Kun tiedetään, että tästä aineryhmästä 35 % pääsee riskinarvion mukaan vesistöön, tämän laitoksen käyttömäärien ja puhdistamolalta ulos tulevan jätevesimäärän perusteella vesistössä pitoisuudeksi saadaan (yhtälö 1) 0,12 µg/l nonyyylifenoleina sekä nonyyylifenolimono- ja dietoksyylaatteina. Tämä alittaa makean veden kynnsarvon (0,3 µg/l). Lietteeseen sitoutuneesta aineosasta voi aiheutua lisäpäästöjä ilmaan tai kaatopaikan suotovesiin.



## **BAT-näkökulma kemikaalien käytölle**

Massa- ja paperiteollisuuden BREF-dokumentin kemikaalituotteiden käyttöä koskeviin kuvauksiin (luku 2.2.1.1) voidaan saatavilla olevan tiedon lisääntymisen myötä nähdä täydentämisen tarvetta ennen kaikkea eri käyttökohteisiin tarkoitettujen kemikaalien sisältämien haitallisimpien tehoaineiden ja niiden ympäristöominaisuuksien osalta. Riskinarvioinnin helpottamiseksi myös tiedot eri aineiden kulkeutumisesta prosesseissa, sitoutumisesta tuotteeseen sekä käyttäytymisestä jätevedenpuhdistamolla ja vesiympäristössä, samoin kuin eri olosuhteiden vaikutukset voitaisiin esittää nykyistä tarkemmin. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan arvioinnissa voitaisiin esittää suosituksia vähemmän haitallisten aineiden käytölle sekä arvioida prosessiolosuhteiden merkitystä aineiden vesistöihin pääsyn ehkäisemiseksi.

## 4 Prosessiperäisten päästöjen aiheuttamat riskit ja niiden ehkäisymahdollisuudet

Tässä luvussa käsitellään merkittävimpien metsäteollisuuden prosessiperäisten päästöjen syntyä ja niiden aiheuttamaa riskiä vesiympäristössä. Lisäksi kartoitetaan päästöjen vähentämismahdollisuuksia BAT-näkökulmasta. Haitallisimpien prosessiperäisten päästöjen syntyä ja vähentämismahdollisuuksia on aiemmin arvioitu Ojaseen (2005) raportissa kirjallisuuden ja eräiden ilmoitettujen päästötietojen pohjalta. Eri tuotannonalojen prosesseissa syntyviä orgaanisten aineiden päästöjen syntyä on selvitetty laajemmin Suomen ympäristökeskuksen koordinoiman HAPROS-projektin loppuraportissa (Koskinen ym., 2005).

### 4.1

#### Suorien vesistö päästöjen arviointi

##### 4.1.1

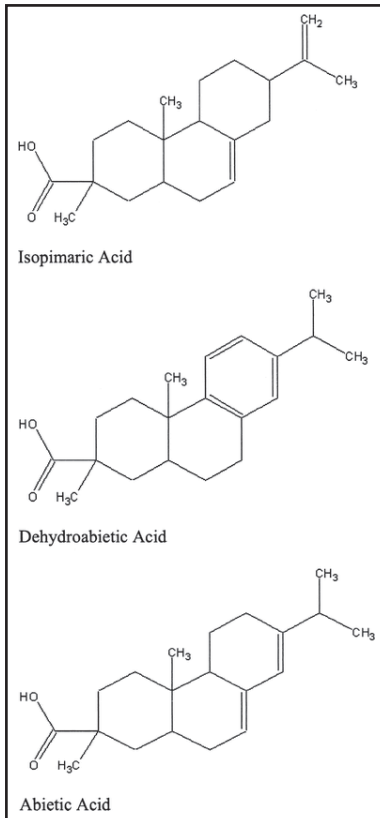
#### Merkittävimpien aineiden tunnistaminen ja ominaisuudet

Suoraan vesistöön joutuvien metsäteollisuuden prosessiperäisten päästöjen merkittävyttä toksisuuden lisääjinä on arvioitu muiden muassa Ojaseen (2005) raportissa. Eri aineita koskevien tutkimusten painopiste on muuttunut tuotannossa tapahtuneiden prosessimuutosten, erityisesti valkaisumenetelmien muuttumisen myötä.

Samoin kuin käyttökemikaalien aiheuttamia riskejä, myös prosessiperäisiä jätevesipäästöjä ja niiden aiheuttamia vaikutuksia voidaan havainnoida useilla erilaisilla menetelmillä. Kuitenkin kemiallisen analytiikan avulla voidaan analysoida vain tiettyjä tunnettuja aineita. Tästä syystä esimerkiksi sellutehtaiden orgaanisten aineiden aiheuttaman kuormituksen havainnointiin tarvitaan myrkyllisyystestejä, joilla saadaan selville myös tuntemattomien aineiden vaikutuksia ja eri aineiden yhteisvaikutuksia. Tavallisimpia testejä ovat luminesenssi-bakteeritesti, pseudomonas-bakteerin kasvutesti, levä- ja kirpputestit sekä aktiivilietteen inhibiitotestit. Jäteveden myrkyllisyyden mittaamiseen erilaisissa tilanteissa on käytetty myös vibrio fischeri- ja photobacterium phosphoreum-bakteerien käyttöön perustuvaa Microtox<sup>®</sup>-järjestelmää, jonka periaatteet käydään läpi käsikirjassa (Microtox<sup>®</sup> Test Manual 1998). Tutkimusten esimerkiksi Araújo ym. (2005) perusteella järjestelmä vaikuttaa sopivalta menetelmältä myrkyllisyyden havainnointiin, ja sitä voidaan myös käyttää jätevedenkäsittelylaitoksen myrkyllisyyden vähenemisen tarkkailuun.

Ahtiainen (2002) tutkimuksessa todettiin, että yksinkertaisetkin biologiset myrkyllisyystestit näyttäisivät sopivan hyvin sellutehtaiden puhdistetun jäteveden myrkyttömyyden rutiinitarkkailuun. Toisaalta Pessalan ym. (2003) tutkimuksessa on katsottu, että tavanomaiset akuutin toksisuuden testit eivät aina riitä jäteveden haitallisuuden arviointiin, vaan niiden lisäksi on tarpeen määrittää jäteveden ja sen eri jakeiden genotoksisuutta, hormonaalisia vaikutuksia ja biokertyvyyspotentiaalia.

Tiettyjen puuperäisten orgaanisten yhdisteiden, kuten hartsi- ja rasvahappojen sekä sterolien merkittävyys metsäteollisuuden jätevesien toksisuuden aiheuttajana on tunnettu jo pitkään. Viimeisimpien tutkimusten, kuten Ahtiainen ym. (2003) ja Pessala ym. (2004) sekä eri asiakirjojen pohjalta, esimerkiksi BREF (2000) on voitu todeta, että kyseisten aineiden päästöt muodostavat nykyään selvästi suurimman osan sellun ja mekaanisen massan valmistuksen aiheuttamasta toksisesta kuormituksesta.



Kuva 3. Pimaarihapon, dehydroabietiinihapon ja abietiinihapon rakenne (Quinn ym. 2003).

karboksyylihappoja, joiden tyydyttyneisyysaste vaihtelee. Steroleja esiintyy useina yhdisteinä männyssä, kuusessa, koivussa ja haavassa (Lehtinen ja Tana 2001). Kahdessa jälkimmäisessä puulajissa esiintyy lisäksi triterpeenialkoholeja. Fenolisista yhdisteistä massan valmistukseen käytettävissä puulajeissa esiintyy useita lignaaneja, joilla epäillään tai tiedetään olevan estrogeenisia vaikutuksia. Fenoleja syntyy myös puun sideaineen ligniinin hajoamistuotteina (Amat ym. 2005). Ligniini aiheuttaa poistoveteen joutuessaan korkeita liuennon orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuksia sekä vedessä tummanruskean värin ja hajuja (Chang ym. 2004). Seuraavassa taulukossa on esitetty keskeisimmille myrkyllisille aineille mitattuja toksisuusarvoja.

Taulukko 4. Keskeisimpien uuteaineiden LC50-arvot (Verta ym. 1996).

Yhdiste	LC50 (mg/l)
Fenolit	0,15–10,5
Rasvahapot	0,32–8,2
Hartsihapot	0,32–1,7

Valkaisusta tulee määrällisesti suurimmat jätevesipäästöt. Klooriyhdisteiden merkitys toksisen kuormituksen aiheuttajana on kuitenkin vähentynyt huomattavasti sen jälkeen, kun alkuainekloorin käytöstä luovuttiin valkaisuissa. Dioksiini- ja fuuraaniyhdisteiden pitoisuudet ovat pudonneet normaalisti alle havaittavan tason; klooridioksidin epäpuhtaudet, so. korkeat  $Cl_2$ -pitoisuudet ja korkea kappaluku voivat lisätä näiden yhdisteiden muodostumisriskiä (BREF 2000). Yleisimmin käytetyllä alkuainekloorista vapaalla valkaisu menetelmällä (ECF) päästään kokonaisuutenakin suhteellisen alhaisiin klooripäästöihin. Tämä voidaan nähdä 1990-luvun puolivälistä selvästi vähentyneinä AOX-päästöinä. Klooripäästöjä ei synny lainkaan käytettäessä täysin kloorivapaata valkaisu (TCF). Klooripäästöjä kuvaavan AOX-arvon ei ole

Erityisesti sterolien on havaittu häiritsevän ve-siorganismien hormonaalista toimintaa ja vaikuttavan niiden kehitykseen, lisääntymiseen ja kasvuun (esim. Mattson ym. 2001; Lehtinen ym. 1999). Myös hartsihapoilla ja tyydyttymättömillä rasvahapoilla on useissa tutkimuksissa havaittu vaikutuksia vesieliöihin (esim. Werker ja Hall 1999). Näitä päästöjä syntyy sellun ja mekaanisen massan valmistuksen eri vaiheissa, erityisesti kuorimolla sekä sellunkeiton ja haihdutuksen lauhdeissa.

Hartsihapot ovat diterpenoideja karboksyylihappoja, joiden tehtävä on suojata puuta mikrobeilta ja hyönteisiltä (Makris 2003). Tämä selittää niiden myrkyllisyyden. Hartsihapot esiintyvät havupuussa niin sanotuissa hartsikanavissa ja puun hartsitaskuissa sekä kuoressa (Lehtinen ja Tana 2001). Lehtipuussa niitä ei esiinny. Jätevesissä hartsihapot esiintyvät yleensä kolmirenkaisessa muodossa. Yleisimmin esiintyviä muotoja ovat isopimaarihappo, dehydroabietiinihappo eli DHA ja abietiinihappo (kuva 3). Monet rekalsinoivat ja toksiset aineet ovat hartsihappojen johdannaisia (Bicho ym. 1997). Rasvahapot taas muodostuvat massan valmistuksen aikana estereiden hydrolyysin kautta. Ne ovat pitkäketjuisia

tutkimuksissa (esim. Ahtiainen ym. 2003) havaittu juurikaan korreloivan toksisuuden kanssa, mistä syystä klooripäästöjä ei tässä raportissa käsitellä tarkemmin.

4.1.2

## **Myrkyllisten päästöjen synty, vaikutukset ja vähentämismahdollisuudet**

Sellun valmistuksessa eniten toksista kuormitusta aiheuttavia puuperäisten orgaanisten uuteaineiden päästöjä syntyy kuorimolla sekä keiton ja haihduttamon prosessihöyryjen lauhteissa (BREF 2000). Kuorimolta jätevedenpuhdistamolle tulevan päästön suuruus riippuu suurelta osin käytetystä kuorintamenetelmästä, koska kuivakuorintaa käyttämällä kokonaisjätevesipäästöt jäävät huomattavasti vähäisemmiksi kuin perinteisellä kuorinnalla. Lauhteiden puhdistamolle aiheuttama kuormitus taas riippuu niiden mahdollisesta käytöstä eri osaprosesseissa ja samalla prosessien sulkemisasteesta. Haitallisimpia aineita eli hartsi- ja rasvahappoja on lähinnä likaislauhteissa. Hartsihappojen pitoisuudet ovat suurempia mekaanisen massan valmistuksessa kuin sellun valmistuksessa (Makris 2003), mikä johtuu tietyistä sellun valmistukseen liittyvistä prosesseista, kuten kemikaalien kierrätyksestä ja mäntyöljyn keräämisestä. Myös mekaanisen massan valmistuksessa myrkyllisten orgaanisten aineiden päästöt tulevat pääasiassa kuorimolta. Paperin valmistuksessa orgaaniset aineet kulkeutuvat massan mukana ja niitä voi vapautua paperikonetta edeltävässä massanjalostuksessa.

Myrkyllisten orgaanisten aineiden päästöjä voidaan vähentää suhteellisen tehokkaasti jätevesien aktiivilietepuhdistuksella. Eteläisen Saiman alueella tehtyjen tutkimusten (Oikari ja Soimasuo 1998) mukaan puun uuteaineiden ja kloorifenolisten yhdisteiden pitoisuudet jäte- ja järvivesillä vähenivät 95–99 % tehtailla tehtyjen muutosten jälkeen. 1990-luvulla tehtyjä muutoksia olivat siirtyminen klooridioksidivalkaisuun ja happidelignifointiin sekä jätevesien aktiivilietepuhdistuksen käyttöönotto. Näistä erityisesti jätevedenpuhdistuksen parantumisen voidaan olettaa vähentäneen uuteaineiden päästöjä ja alkuainekloorista luopumisen vastaavasti kloorifenolisten yhdisteiden päästöjä. Tehtaiden lähistöllä mitattu kalojen maksan vierasainemetabolijärjestelmään kuuluvan entsyymin aktiivisuutta kuvaava EROD-aktiivisuus oli kaksinkertainen vertailupaikkojen arvoihin nähden, kun se yhden tehtaan lähistöllä oli 13-kertainen ennen muutoksia. Jätevesien sisältämien haitta-aineiden havaittiin kuitenkin edelleen saattavan vaikuttaa epäedullisesti eräisiin kalojen keskeisiin biologisiin toimintoihin, kuten lisääntymiseen. Siksi tämän aiheen tutkimista katsottiin tarpeelliseksi jatkaa.

Eri tutkimuksissa havaituille hormonaalisille vaikutuksille ei ole aina löytynyt tietyille aineille tai aineryhmille kohdistettavaa selkeää syy-seuraus-suhdetta (Lehtinen ja Tana 2001). Tämä johtuu eroavuuksista laboratorio- ja kenttäkokeissa käytetyissä lajeissa, altistuksen kestossa ja muutoksista herkkyydessä. Yhdelle yhdisteelle eli  $\beta$ -sitosterolille oli kuitenkin varmuudella löydetty estrogeenisia vaikutuksia. Tuotantolaitoksilla tehtyjen muutosten on voitu yleisesti nähdä vähentävän tehtaiden haitallisia vaikutuksia lisääntymiselle, mutta varmuudella ei ole voitu sanoa, mitkä muutokset ovat olleet edullisimpia tässä suhteessa. On huomattava esimerkiksi, että suuri osa tutkimuksista oli tuolloin tehty vanhanaikaisten tehtaiden läheisyydessä Pohjois-Amerikassa, eikä tuloksia voitu yleistää modernien pohjoismaisten laitosten lähivesistöihin. Vasteiden ei kuitenkaan ole nähty korreloivan valkaisu prosessin, kloorin käytön tai sekundäärisen jätevedenkäsittelyn kanssa.

Kostamon ja Kukkonen (2003) tutkimuksessa todettiin ECF-valkaisua käyttävällä sellutehtaalla syntyvien puun uuteaineiden pitoisuuksien pienenevän 97 % jätevedenkäsittelyn aikana. Aktiivilietekäsittelyssä yli 94 % hartsihapoista ja yli 41 % steroleista hajosi tai muuntui muiksi aineiksi. Alle 5 % hartsihapoista ja yli 31 % steroleista poistui biolietteen mukana. Suurin osa uuteaineiden päästöistä tuli kiintoaineiden mukana. Edellä mainitun tehtaan lisäksi myös mekaanista massaa ja paperia sekä TCF-valkaisua käyttävällä sellua, mekaanista massaa ja paperia tuottavalla integraatilla saatiin jäteveden puhdistuksessa poistettua yli 90 % uuteaineista (Kostamo ym. 2004). Tavallista korkeampia uuteainepitoisuuksia havaittiin toisella integraatilla viherlipeäsakkatestin aikana. Testin jälkeen pitoisuudet kuitenkin asettuivat muiden laitosten vastaavalle tasolle jätevedenpuhdistuksen toimiessa koko ajan. Korkeimmilla tässä tutkimuksessa havaituilla hartsihappojen pitoisuuksilla todettiin olevan vaikutuksia kaloihin. Sen sijaan steroleilla ei havaittu pitoisuuksia, joilla olisi ollut vaikutuksia vesieliöihin. Tutkituilla kolmella tehtaalalla 74–99 % päästöistä tuli kiintoaineen mukana, minkä vuoksi kiintoaineen poiston tehostamisen voitiin nähdä parantavan myös uuteaineiden poistumista.

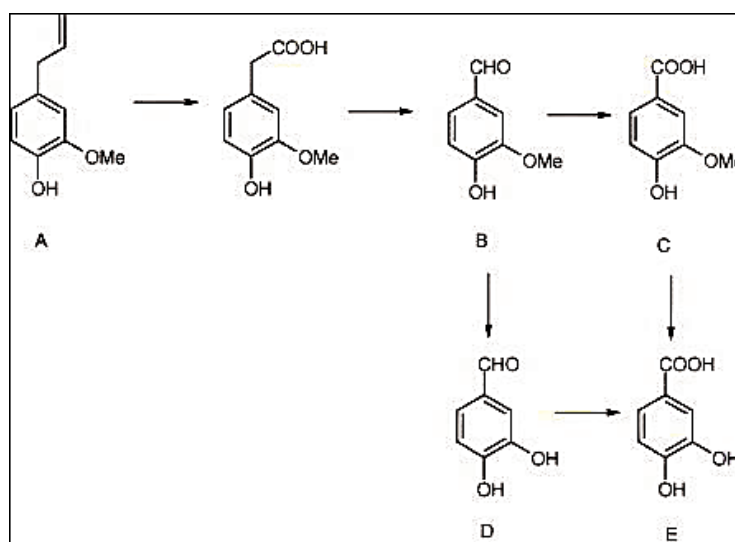
Biologisessa jätevedenpuhdistuksessa on toisinaan ollut ongelmia uuteaineista etenkin hartsihappojen poistamisessa tiettyjen häiriötilanteiden, kuten mustalipeävuotojen ja niistä johtuvien pH:n vaihteluiden, mikrobimassan nälkiintymisen ja hartsihappopitoisuuksien kasvun takia. Puhdistamon toimintaa tällaisissa tilanteissa voidaan parantaa Yun ja Mohnin (2001) tutkiman bioaugmentaation avulla, eli lisäämällä mikrobipopulaatioon tarkoin valittuja mikrobeja, jotka pystyvät pilkkomaan hartsihappoja inhibiittorien ollessa läsnä. Tietyillä bakteerilajilla (DhA-35) voidaan palauttaa mikrobien kyky poistaa hartsihappoja, erityisesti dehydroabietiinihappoa (DHA) sekä matalan (3) että korkean (10) pH:n aiheuttamassa kuormituksessa (Yu ja Mohn 2002).

Makrisin (2003) väitöskirjatutkimuksessa on etsitty sopivia menetelmiä harts- ja rasvahappojen poiston tehostamiseksi. Tutkimuksessa havaittiin, että harts- ja rasvahapot yleensä sekä erityisesti yleisin hartsihappo DHA saattavat kulkeutua läpi jätevedenkäsittelyjärjestelmän hydrofobisten kiintoaineiden läsnä ollessa ja päätyä poistoveteen myrkyllisyyskynnystä lähentelevissä pitoisuuksissa. Koska saatujen tulosten mukaan korkeat kiintoainepitoisuudet haittaavat harts- ja rasvahappojen poistamista biologisessa käsittelyssä, tulisi kiinnittää erityistä huomiota kiintoaineiden poistoon primäärikäsittelyssä. Harts- ja rasvahapot kiinnittyvät kiintoaineisiin, etenkin kuituihin ja poistuvat osittain selkeytyksessä. TSS:n vähentämisen osuudeksi niiden vähentämisessä saatiin 63 %.

Edellä mainitussa tutkimuksessa todettiin myös, että biologinen käsittely ei pystynyt riittävästi reagoimaan mustalipeävuodon aiheuttamiin kuormituspiikkeihin DHA:n tai muiden harts- ja rasvahappojen poistamiseksi. Perustuen harts- ja rasvahappojen fysikaalis-kemiallisiin ominaisuuksiin valittiin flotaatio todennäköisesti soveltuvaksi erotustekniikaksi, jonka tehokkuutta testattiin erilaisissa olosuhteissa. Todettiin, että optimiolosuhteilla eli muodostamalla pienempiä kuplia, suuremmalla kaasun pintanopeudella ja lisäämällä käsittelyaikaa voitiin pienentää konsentraatioita 25 %. Erotuskykyä voidaan edelleen parantaa käyttämällä keräimiä ja flokkulointia. Flotaation lisäksi muiden muassa saostus, ultrasuodatus ja kemiallinen käsittely nähtiin harts- ja rasvahappojen vähentämiseen soveltuviksi tekniikoiksi.

Eräissä tutkimuksissa (esim. Amat ym. 2005) on selvitetty otsonoinnin ja ultraviolettisäteilyn käytettävyyttä jäteveden puhdistuksessa erityisesti sellaisissa tapauksissa, joissa vesikiertojen sulkemisen aiheuttama haitallisten aineiden konsentroituminen on heikentänyt puhdistamon toimintaa. Ligniinistä peräisin olevien fenolien havaittiin hajoavan täydellisesti. Sen sijaan tärkkelyksen hajoamistuotteiden, kuten karboksyylihappojen ja sakkariidien aiheuttamaa orgaanista kuormitusta pystyttiin vähentämään, mutta ei täysin poistamaan. Myös todellisilla kartonkitehtaan jäteve-

sillä tehdyissä kokeissa todettiin, että myrkylliset yhdisteet, kuten fenolit hapettuivat helpommin kuin biohajoavat yhdisteet, kuten glukoosi ja rasvahapot. Alla olevassa kuvassa on kuvattu yhden ligniiniperäisen fenolin otsonoitumisen ensivaiheet. Ligniniin aiheuttamien haittojen vähentämistä tutkittiin Chengin ym. (2004) hankkeessa. Siinä todettiin, että fotokemiallisella UV/TiO<sub>2</sub>-menetelmällä voitiin vähentää poistuvan jäteveden DOC-pitoisuutta ja väriä paremmin kuin pelkällä UV-käsittelyllä. Neutraaleissa olosuhteissa saavutettiin molemmissa 88 %:n vähennys lisäämällä TiO<sub>2</sub>:a 10 g/l.



Kuva 4. Eugenolin otsonoinnin ensimmäiset vaiheet (Amat ym. 2005).

#### 4.1.3

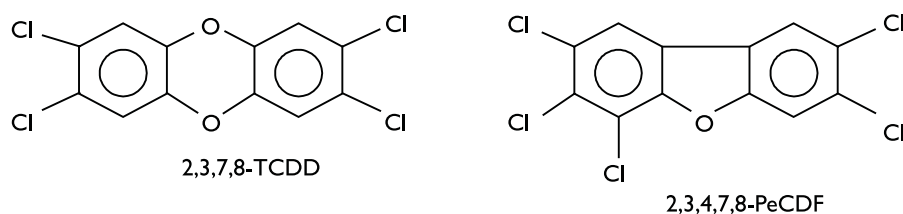
### BAT-näkökulma

Edellä käsiteltyjen haitallisten aineiden päästöjä ja niiden ehkäisyä on käsitelty melko niukasti alkuperäisessä massa- ja paperiteollisuuden BAT-referenssidokumentissa (BREF 2000). Niistä aiheutunut kuormitus näkyy osaltaan summaparametreissa, lähinnä COD:issa, mutta tämä ei riitä myrkyllisten päästöjen aiheuttamien riskien arviointiin. Siksi päästötasoja olisi aiheellista tarkastella myös sellaisenaan ja asettaa niille tavoitearvot. Päästöjen BAT-tason määrittämisessä ja vaadittavien teknikoiden määrittämisessä on luonnollisestikin otettava huomioon myös kustannukset suhteessa saavutettavaan päästövähennykseen. Uusia päästöjä vähentäviä ratkaisuja, joita on esitelty esimerkiksi edellä kuvatuissa tutkimuksissa, voitaisiin tuoda esiin uusien teknikoiden osioissa. Lisäksi voisi olla hyödyllistä tarkastella tavallisempien jätevedenkäsittelytekniikoiden sekä esimerkiksi haihdutus- ja kalvotekniikoiden avulla toteutettavan vesikiertojen sulkemisen ja sillä saavutettavan jäteveden kokonaispäästöjen vähentämisen vaikutuksia uuteaineiden päästöihin.

## Haitallisten aineiden ilmapäästöt

### Metsäteollisuussektorin kannalta oleellisimpien päästöjen tunnistaminen

Potentiaalisimpia haitallisten aineiden ilmapäästöjä metsäteollisuudessa ovat pääosin laitosten omassa energiantuotannossa syntyvät hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden (POP) päästöt. Näistä merkittävimpiä ovat myrkyllisiksi, hitaasti hajoaviksi ja biologisesti kertyviksi yhdisteiksi todetut polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit (PCDD/F, esimerkkikuva alla), joita syntyy jonkin verran polttoprosessien yhteydessä. Tässä yhteydessä käsitellään pääosin näiden päästöjen syntyä ja vähentämiskeinoja. Polttoprosesseissa voi tietyissä olosuhteissa syntyä lisäksi PAH-yhdisteitä sekä mahdollisesti myös esimerkiksi PCB-yhdisteitä, heksaklooribentseeniä (HCB) ja pentakloorifenolia (PCP). Näiden yhdisteiden muodostuminen on kuitenkin käytännössä hyvin vähäistä, eikä niitä siten voi pitää metsäteollisuuden toimialan kannalta keskeisinä kuormitusparametreina. Edellä mainituista yhdisteistä PAH-yhdisteet, HCB ja PCP kuuluvat tulevan haitallisten ja vaarallisten aineiden asetuksen piiriin.



Kuva 5. 2,3,7,8-tetraklooridibentsodioksiinin ja 2,3,4,7,8-pentaklooridibentsofuraanin rakennekuvat (Synopsis on... 1999).

Yleisesti ottaen teollisuuden osuus myös dioksiinipäästöjen aiheuttajana on selkeästi pienentynyt viimeisen 20 vuoden aikana (Quaß ym. 2004). Ei-teollisten päästölähteiden osuuden dioksiinipäästöistä arvellaan lähitulevaisuudessa ylittävän teollisuuden osuuden EU:n alueella. Tämä johtuu siitä, että teollisuudessa on pystytty pienentämään päästöjä huomattavastikin, kun taas esimerkiksi pienpoltossa ei olla päästy vastaaviin päästövähennyksiin. Kuitenkin myös teollisten polttoprosessien päästöjä on edelleen tarpeellista seurata ja kiinnittää huomiota niiden vähentämiseen parhailla käytettävissä olevilla menetelmillä.

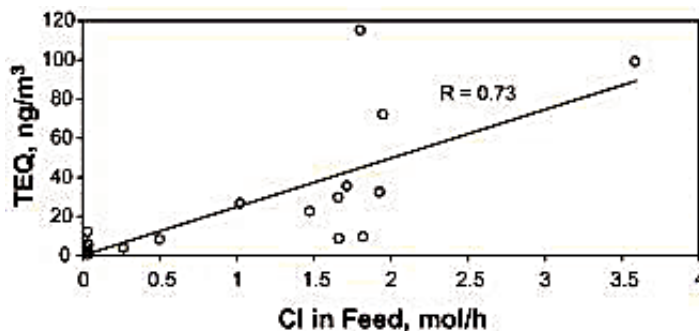
### Päästöjen synty ja vähentämismahdollisuudet

Metsäteollisuuden varsinaisissa tuotantoprosesseissa ei synny mainittavia määriä tässä yhteydessä käsiteltävien haitallisten aineiden ilmapäästöjä. Ainoastaan sellun valmistuksen osaprosessina toimivassa soodakattilassa tiedetään syntyvän jossain määrin dioksiini- ja furaanipäästöjä. Merkittävimmät päästöt oletetaan kuitenkin yleensä syntyvän kuorikattilassa poltettaessa klooria sisältäviä lietteitä yhdessä puupolttoaineen kanssa. Yleisesti ottaenkin puun poltosta arvioidaan tulevan selvästi suuremmat ominaispäästöt kuin fossiilisten polttoaineiden poltosta. Tähän asti on myös apukattiloissa yhdessä puupolttoaineen kanssa poltettavalla jäteaineksella, kuten muoveilla, voinut olla osuutensa päästöjen muodostumiseen (esim. Anthony ym. 2001). Vuoden 2005 lopussa olemassa olevilla kattilalaitoksilla sovellettavaksi tullut jätteenpolttoasetus kuitenkin estää jatkossa jätteen rinnakkaispolton niissä kattiloissa,

joille ei ole hankittu asianmukaista lupaa ja toteutettu vaadittavia investointeja. Tämä on tilanne useimmissa tapauksissa.

PCDD/F-yhdisteiden muodostumispotentiaalin on eräillä kuorikattilalaitoksilla havaittu olevan siinä määrin merkittävä, että niille on ympäristöluvissa määrätty raja-arvot ja mittausvelvoite määrävuosina. Raja-arvoksi on annettu  $0,1 \text{ ng/m}^3(\text{n})$ , joka on esimerkiksi eräiden kaakkoissuomalaisen metsäteollisuuslaitosten kuorikattiloilla alittunut selvästi. Viimeisimpien laitosten tekemien ilmoitusten mukaan mitatut arvot näyttäisivät olevan alle eräiden kirjallisuudessa esitettyjen ominaispäästöarvojen, esimerkiksi YK:n ympäristöohjelma UNEP:in julkaiseman (Standardized Toolkit... 2003) kuorikattilalle määritetyn arvon ( $0,4 \mu\text{g/t}_{\text{pa}}$ ). Myös energiayksikköä kohti lasketuna mitatut päästöt jäävät alle esimerkiksi Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston USEPA:n raportissa (Locating and... 1997) arvioidun puun polton ominaispäästön ( $0,021 \text{ mg/TJ}$ ), jota käytetään ympäristöhallinnon julkaisemissa taulukoissa (Energiantuotannon aineistoa 2005). Päästöjä arvioidaan myös laskennallisesti kirjallisuustietojen avulla silloin, kun mittaustietoja ei ole käytettävissä. Euroopan päästöresteriini (EPER) ei ole toistaiseksi ilmoitettu dioksiini- ja furaanipäästöjä suomalaisista metsäteollisuuslaitoksilta, joten raportointikynnyksen ( $1 \text{ g/a}$ ) ei ole arvioitu ylittyneen yhdelläkään laitoksella.

PCDD/F-yhdisteiden muodostumiselle poltossa on esitetty eri mahdollisuuksia (esim. Hutzinger ja Fiedler 1988). Esitetyistä vaihtoehdoista sellu- ja paperitehtaiden yhteydessä oleville polttoprosesseille todennäköisimpänä voidaan pitää prosessia, jossa dioksiinit ja furaanit muodostuvat niin sanotun de novo -synteesin kautta eli kemiallisesti toisentyyppisten aineiden, kuten kloorittoman orgaanisen aineen, esimerkiksi selluloosan, ligniinin tai hiilen poltossa klooripitoisten aineiden läsnä ollessa. Pilot-mittakaavan koelaitoksella tehdyissä tutkimuksissa (Preto ym. 2005) on havaittu, että mitä suurempi klooripitoisuus on syöttömateriaalissa poltettaessa puuainesta, sitä enemmän muodostuu PCDD/F-päästöjä (kuva 6). Sen sijaan epätäydellisellä palamisella ei saman tutkimuksen mukaan näyttäisi olevan juurikaan vaikutusta näihin päästöihin, sillä dioksiini- ja furaanipäästöt eivät korreloineet hiilimonoksidipäästöjen kanssa.



Kuva 6. PCDD/F-päästöjen riippuvuus syöttöaineen klooripitoisuudesta (Preto ym. 2005).

PCDD/F-päästöjen muodostumiselle optimaalinen lämpötila näyttäisi myös Preton ym. (2005) tutkimuksen mukaan olevan välillä  $250\text{--}400 \text{ }^\circ\text{C}$ . Aiemmissä tutkimuksissa (Luthe ym. 1997) on havaittu, että kattilan tuottamasta toksisuusekvivalentteina (TEQ) mitattavasta kokonaiskuormituksesta 75 % on peräisin sähkösuodattimen tuhkasta, kun taas korkeammissa lämpötiloissa muodostuvan osuuden on arvioitu olevan alle 25 %. Yli 99 % kattilassa syntyneistä dioksiineista jää sähkösuodattimen ja multisyklonien erottamiin tuhkiin (Luthe ym. 1998). Näiden tulosten perusteella suuri osa dioksiineista ja furaaneista muodostuu lentotuhkan pinnalle matalissa lämpötiloissa. Preto ym. (2005) tutkimuksessa todettiin, että kuitusuodatin saattoi edistää PCDD/F-päästöjen muodostumista johtuen lähellä optimaaluetta olevasta

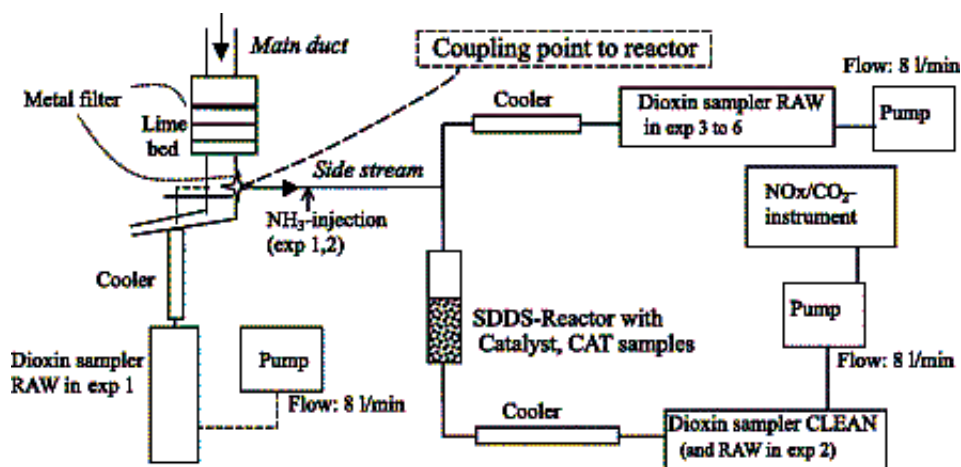


lämpötilasta sekä laitteen isosta koosta johtuvasta pitkästä lentotuhkan ja savukaasun viipymäajasta.

Dioksiini- ja furaanipäästöjen vähentämiseksi on esitetty useita erilaisia poltto- ja kattilateknisiä sekä sekundäärisiä menetelmiä. Preton ym. (2005) tutkimuksessa havaittiin, että päästöjä voitiin tehokkaasti vähentää pitämällä kuitusuodattimen lämpötila päästöjen muodostumisen optimialueen ulkopuolella. Yli 400 °C:ssa PCDD/F-yhdisteet hajoavat termisesti tuhkan pinnalla ja homogeenisissa reaktioissa syntyneet yhdisteet voidaan poistaa kuitusuodattimessa. Alle 250 °C:ssa vastaavasti voidaan välttää PCDD/F-päästöjen lisämuodostuminen ja samalla edistää niiden adsorboitumista tuhkan pinnalle, minkä jälkeen kuitusuodattimen tuhkaan jääneet yhdisteet voidaan polttaa uudelleen. Lisäksi TEQ-kuormitusta voitiin vähentää merkittävästi lisäämällä rikkiä joko SO<sub>2</sub>:n muodossa polttoaineen syötön yhteydessä tai ainesosana apupolttoaineena käytettävässä hiilessä.

Leijupetipolttua mallintavan koepolttolaitoksen avulla tehdyssä tutkimuksessa (Andersson ja Marklund 1998) havaittiin biopolttoaineen poltossa syntyvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen huomattavasti lisääntyvän, kun polttoaineeseen oli lisätty muuta puuainesta heikkolaatuisempaa polttoainetta eli kuorta. Myös palamisolosuhteilla ja kattilatyyppillä todettiin olevan merkitystä. Erityisen tärkeäksi nähtiin savukaasujen mahdollisimman lyhyt viipymäaika päästöjen muodostumisen kannalta kriittisellä lämpötila-alueella (300–450 °C).

Dioksiinien ja furaanien sekä muiden orgaanisten aineiden yhdisteiden (PAH, PCB) päästöjen vähentämisen tehostamista on tutkittu erityisesti jätteen polttoa silmällä pitäen. Jätteen poltolle asetettavat vaatimukset koskevat metsäteollisuuslaitosten polttoprosesseja vain siinä tapauksessa, että niissä poltetaan muita jätteitä kuin puuperäisiksi luokiteltuja oman jätevedenpuhdistamon lietteitä. Siksi erityisesti POP-yhdisteiden vähentämiseen tarkoitettuja tekniikoita ei tavallisesti tarvita. Mikäli tällaisia tekniikoita kuitenkin esimerkiksi jätteen rinnakkaispolton vuoksi tarvitaan, on tähän tarkoitukseen kehitetty erilaisia vaihtoehtoja. Näitä ovat muiden muassa adsorptio aktiivihieleen, pesurit ja katalyytit. Kierrätysmassaa käyttävillä paperitehtailla poltetaan muiden muassa siistauslietteitä ja paperin valmistuksen rejektejä, jolloin dioksiinien muodostuminen pyritään minimoimaan ruiskuttamalla aktiivihieleen ja zeoliitin seosta savukaasuihin (BREF 2000). Liljelind ym. (2001) ovat tutkineet laboratoriolaitteistolla katalyyttisen SDDS-menetelmän tehokkuutta dioksiini- ja furaanipäästöjen sekä muiden orgaanisten aineiden poistamisessa (kuva 7). Katalyyttisen poiston osuuden tutkittujen yhdisteiden poistosta verrattuna adsorptioon todettiin nousevan, kun savukaasujen lämpötila nostettiin 150 °C:een ja siitä



Kuva 7. SDDS-katalyyttimenetelmän koelaitteiston kokoonpano ja kytkentä koereaktoriin (Liljelind ym. 2001).

yli. PCDD/F-päästöille saavutettiin yli 98 %:n poistotehokkuus kaikissa tutkituissa lämpötiloissa (100–230 °C).

Metsäteollisuuslaitosten ylimääräistä puuainesta, lietteitä ja paperin valmistuksen sivutuotteita on poltettu myös yhteispolttona kiinteitä fossiilisia polttoaineita käyttävillä voimalaitoksilla (BREF 2000; 2005a). Dioksiinien muodostumisen ei ole havaittu lisääntyneen tällaisissa tapauksissa.

#### 4.2.3

### BAT-näkökulma

Referenssidokumentissa (BREF 2000) on PCDD/F-päästöjen muodostumisen riskiä käsitelty lähinnä jätejakeiden polttoon liittyen. Päästöriski onkin suurin poltettaessa jätteitä. Kuitenkin parhaan käytettävissä olevan tekniikan arvioinnissa myös esimerkiksi kuoren ja lietteen polton yhteydessä syntyvää mahdollista päästöriskiä ja sen vähentämistä voisi käsitellä nykyistä tarkemmin. Lisäksi polton hallintaan ja vähennystekniikoihin liittyviä asioita tulisi käsitellä nykyistä yhdennetympin. Viimeisimmät tutkimustulokset ja innovaatiot on tuotava esiin uusien tekniikoiden esittelyssä myös näitä päästöjä koskevin osin.

Massa- ja paperiteollisuuden BREF-dokumentin ilmapäästöjen osuutta täydennettäessä olisi aiheellista kiinnittää entistä enemmän huomiota toksisimmista päästöistä erityisesti mahdollisiin dioksiini- ja furaanipäästöjen lähteisiin sekä näiden päästöjen havaitsemiseen, ehkäisyyn ja vähentämiseen. Tässä voitaisiin käyttää hyväksi esimerkiksi LCP-laitosten referenssiasiakirjaa (BREF 2005a) valmisteltaessa hankittuja tietoja. Muiden vähemmän tunnettujen päästöjen, kuten PAH- ja PCB-yhdisteiden päästöpotentiaalia voitaisiin käsitellä nykyistä laajemmin mahdollista jätteiden rinnakkaispolttoa koskevin osin. Varsinaisen tuotannon ulkopuolisesta energiantuotannosta aiheutuvia päästöjä voitaisiin käsitellä nykyistä yhdennetympin, koska ne ovat usein yhteisiä sellun, mekaanisen massan ja paperin tuotannolle.

## 5 Yhteenveto

Niin käyttökemikaaleista kuin prosessiperäisistä päästöistä peräisin olevien haitallisten aineiden aiheuttamat riskit vesiympäristölle ovat entistä tarkemman silmälläpidon alaisena myös kemiallisessa metsäteollisuudessa. Tulevia toiminnanharjoittajien ja samalla viranomaisten velvollisuuksia selkiyttää osaltaan tuleva valtioneuvoston asetus vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista. Samalla vesiputedirektiivin haitallisia aineita koskevat määräykset tulevat toimeenpannuiksi.

Myös metsäteollisuuslaitoksilla on paneuduttu viime vuosina entistä enemmän kemikaalien sisältämien haitallisiksi tai vaarallisiksi luokiteltujen tehoaineiden ja jossain määrin myös niiden vesistöihin joutumisen riskien selvittämiseen osin yhteistyössä kemikaalien valmistajien kanssa. Jatkossa myös ympäristöluvut velvoittavat entistä perusteellisempien selvitysten tekemiseen. Selvitysten avulla voidaan kartoittaa tulevia seuranta- ja tarkkailutarpeita. Samalla voidaan arvioida tarvetta sisällyttää uusia aineita asetuksen listoille tai karsia niitä. Selvitysten tukena voidaan tarvittaessa käyttää laitoksilla tehtäviä näytteenottoja.

Prosessiperäisiä päästöjä on tässä vaiheessa otettu tulevan asetukseen piiriin hyvin vähän. Tämä johtuu lähinnä siitä, että kansallinen valintamenettely ei kattanut niitä. Jatkossa myös näitä aineita voidaan sisällyttää listoille, mikäli tiettyjen aineiden aiheuttamat riskit arvioidaan riittävän suuriksi. Aineiden merkittävyys on yleensä arvioitava usean toimialan muodostaman kokonaiskuormituksen perusteella. Tässä raportissa käsitellyistä myrkyllisistä yhdisteistä metsäteollisuuden osuus dioksiinien ja furaanien päästöistä on suhteellisen vähäinen, minkä vuoksi niiden mahdollista listalle sisällyttämistä varten tulee arvioida myös muiden toimialojen päästöriskejä. Sen sijaan puuperäisten uuteaineiden eli hartsihappojen, rasvahappojen ja sterolien päästöt aiheutuvat suurelta osin kemiallisessa metsäteollisuudessa. Eri yhdisteiden päästöjen mahdollinen tarkkailu- ja vähentämistarve tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Massa- ja paperiteollisuuden BAT-referenssidokumentin tulevassa päivitystyössä ja sitä kautta parhaiden käytettävissä olevien tekniikoiden määrittämisessä olisi otettava huomioon sekä haitallisten aineiden käytön että tiettyjen prosessiperäisten päästöjen vesistöille aiheuttamat riskit entistä tarkemmin. Tarkennuksille antaa hyvät edellytykset tiedon lisääntyminen erilaisten tutkimusten ja selvitysten kautta. Myös muiden toimialojen BREF-asiakirjojen valmistelussa tehtyä taustatyötä voitaneen hyödyntää tarkistettaessa vaatimuksia. Esimerkiksi energiantuotannolle lukuun ottamatta prosessin sisäisiä toimintoja voidaan soveltuvin osin soveltaa suurten polttolaitosten BAT-vaatimuksia. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan tason täsmentäminen tältä osin selkeyttää sekä toiminnanharjoittajien että viranomaisten toimintaa riskien hallinnan kehittämisessä.

## LÄHTEET

- Ahtiainen, J. 2002. Microbiological tests and measurements in the assessment of harmful substances and pollution. Helsinki, Finnish Environment Institute. Monographs of the Boreal Environment Research 22. ISBN 952-11-1205-0. ISBN 952-11-1206-9 (PDF). <http://www.ymparisto.fi/eng/orginfo/publica/electro/mb22/mb22.htm>
- Ahtiainen, J., Ruoppa, M., Nakari, T. ja Verta, M. 2003. Toxicity screening of novel pulping influents and effluents in Finnish pulp mills. CE 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: 96-100. SETAC Books. Pensacola, FL. Society of Environmental Toxicology and Chemistry
- Amat, A.M., Arques, A., Miranda, M.A. ja López, F. 2005. Use of ozone and/or UV in the treatment of effluents from board paper industry. CE Chemosphere 60: 1111-1117. <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>
- Andersson, P. ja Marklund, S. 1998. Emissions of organic compounds from biofuel combustion and influence of different control parameters using a laboratory scale incinerator. CE Chemosphere 36(6): 1429-1443.
- Anthony, E.J., Jia, L. ja Granatstein, D.L. 2001. Dioxin and furan formation in FBC boilers. CE Environ. Sci. Technol. 35: 3002-3007.
- Araújo, C.V.M., Nascimento, R.B., Oliveira, C.A., Strotmann, U.J. ja da Silva, E.M. 2005. The use of Microtox® to assess toxicity removal of industrial effluents from the industrial district of Camaçari (BA, Brazil). CE Chemosphere 58: 1277-1281. <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>
- Bicho, P., Liss, S. ja Sadler, J. 1997. Microbiology and Biodegradation of Resin Acids in Pulp Mill Effluents: A Minireview. CE Canadian Journal of Microbiology 43(7): 599-611.
- Bobek, B., Hamm, U. ja Göttching, L. 1997. Biodegradability of chemical additives for papermaking and paper converting (in German only: Biologische Abbaubarkeit von chemischen Hilfsstoffen zur Papierherstellung und Papierverarbeitung). Final Report AiF-No: 10213. Institute of Paper Science and Technology. Darmstadt, Germany.
- BREF 2000. Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. Seville, European IPPC Bureau. <http://eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm>
- BREF 2005a. Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. Seville, European IPPC Bureau. <http://eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm>
- BREF 2005b. Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration. Seville, European IPPC Bureau. <http://eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm>
- Chang, C.-N., Ma, Y.-S., Fang, G.-C., Chao, A.C., Tsai, M.-C. ja Sung, H.-F. 2004. Decolorizing of lignin wastewater using the photochemical UV/TiO<sub>2</sub> process. CE Chemosphere 56: 1011-1017. <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>
- 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 2003. 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, Euroopan yhteisöjen komissio.
- Ek, Lena ja Nassauer, Hartmut 2005. Mietintö ehdotuksesta 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) N:o .../... muuttamisesta (KOM(2003)0644 – C5-0530/2003–2003/0256(COD)). Lopullinen. Euroopan Parlamentti. A6-0315/2005.
- Energiantuotannon aineistoa 2005. Päivitetty 18.11.2005. Ympäristöhallinto. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Yritykset ja yhteisöt > Päästöt > Päästörekitterit > Aineistoa päästöjen määrittämiseen > Energiantuotannon aineistoa. [www-dokumentti.viitattu.30.11.2005](http://www-dokumentti.viitattu.30.11.2005).
- Environmental requirements for industrial permitting 1999. Case study on the pulp and paper sector. Part one. Environment Directorate. Environment Policy committee. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- EU-RAR 2002. European Union Risk Assessment on 4-nonylphenol (branched) and nonylphenol. Final report.
- HAASTE 2004. Haitallisten aineiden ympäristöseurantojen tehostaminen HAASTE-hankkeen loppuraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 722. ISBN 952-11-1819-9 (nid.). ISBN 952-11-1820-2 (PDF). ISSN 1238-7312. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>
- Hutzinger, O. ja 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.

- Koskinen, Pertti, Silvo, Kimmo, Mehtonen, Jukka, Ruoppa, Marja, Hyytiä, Hille, Silander, Sirpa ja Sokka, Laura 2005. Esiselvitys tiettyjen haitallisten orgaanisten yhdisteiden päästöistä. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 810. ISBN 952-11-2135. ISBN 952-11-2136-X (PDF). ISSN 1238-7312. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>
- Kostamo, A., Holmbom, B. ja Kukkonen, J.V.K. 2004. Fate of wood extractives in wastewater treatment plants at kraft pulp mills and mechanical pulp mills. *CE Water Research* 38: 972–982. <http://www.elsevier.com/locate/watres>
- Kostamo, A. ja Kukkonen, J.V.K. 2003. Removal of resin acids and sterols from pulp mill effluents by activated sludge treatment. *CE Water Research* 37: 2813–2820. <http://www.elsevier.com/locate/watres>
- Lehtinen, K.-J., Mattson, K., Tana, J., Engstrom, C., Lerche, O. ja Hemming, J. 1999. Effects of wood-related sterols on the reproduction, egg survival, and offspring of brown trout (*Salmo trutta lacustris* L.). *CE Ecotoxicol. Environ. Saf.* 42: 9–40.
- Lehtinen, Karl-Johan ja Tana, Jukka 2001. Review of endocrine disrupting natural compounds and endocrine effects of pulp and paper mill and municipal sewage effluents. Helsinki, Finnish Environment Institute. *The Finnish Environment* 447. ISBN 952-11-0832-0. <http://www.environment.fi/publications>
- Liljelind, P., Unsworth, J., Maaskant, O. ja Marklund, S. 2001. Removal of dioxins and related aromatic hydrocarbons from flue gas streams by adsorption and catalytic destruction. *CE Chemosphere* 42: 615–623.
- Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Dioxins and Furans 1997. United States Environment Protection Authority. Office of Air Quality Planning And Standards.
- Londesborough, Susan 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). Helsinki, Finnish Environment Institute. *The Finnish Environment* 622. ISBN 952-11-1386-3. ISBN 952-11-1387-1 (PDF). <http://www.environment.fi/publications>
- Londesborough, Susan 2005. Proposal for Environmental Water Quality Standards for Proposed National Priority Substances in Finland. Helsinki, Finnish Environment Institute. *The Finnish Environment* 749. ISBN 952-11-1950-0. ISBN 952-11-1951-9 (PDF). <http://www.environment.fi/publications>
- Luthe, C., Karidio, I. ja Uloth, V. 1997. Towards controlling dioxins emissions from power boilers fuelled with salt-laden wood waste. *CE Chemosphere* 35: 557–574.
- Luthe, C., Karidio, I. ja Uloth, V. 1998. Dioxins formation in salt-laden power boilers: a mass balance. *CE Chemosphere* 36: 231–249.
- Makris, Stephen 2003. Removal of Resin and Fatty Acids from Pulp Mill Wastewater Streams. A Dissertation Presented to The Academic Faculty. Georgia Institute of Technology. [http://etd.gatech.edu/theses/available/etd-01062004-132204/unrestricted/makris\\_stephen\\_p\\_200405\\_phd.pdf](http://etd.gatech.edu/theses/available/etd-01062004-132204/unrestricted/makris_stephen_p_200405_phd.pdf)
- Mattson K., Lehtinen K.-J., Tana J., Harding J., Kukkonen J., Nakari T. ja Engstrom C. 2001. Effects of pulp mill effluents and restricted diet on growth and physiology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *CE Ecotoxicol. Environ. Saf.* 49: 144–154.
- Microtox® Test Manual 1998. Carlsbad, CA, USA, Microbics Corporation.
- Moilanen, Marianne (toim.) 2003. Luettelo sallituista suojauskemikaaleista. Päivitetty 23.10.2003. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 291. ISBN 952-11-1520-3(PDF). <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>. Verkkojulkaisu.
- Moilanen, Marianne (toim.) 2005. Luettelo sallituista suojauskemikaaleista. Päivitetty 15.2.2005. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 320. ISBN 952-11-1944-6(PDF). <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>. Verkkojulkaisu.
- Mäkelä, Saara (toim.) 2005. Luettelo sallituista suojauskemikaaleista. Päivitetty 15.12.2005. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 346. ISBN 952-11-2139-4 (PDF). <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>. Verkkojulkaisu.
- Oikari, Aimo ja Soimasuo, Markku 1998. Ekotoksikologinen tutkimuskokonaisuus Etelä-Saimaalla ("EKOTASE"-hanke 1990-1993 ja "ESAITOX"-hanke 1995-1997). Jyväskylä.
- Ojanen, Pekka 2003. Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöt. Esi-merkkinä kaakkoissuomalainen metsäteollisuusintegraatti. Kouvola, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 327. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>
- Ojanen, Pekka 2005. Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta. Kouvola, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 376. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>
- Pessala, P., Schultz, E., Nakari, T., Joutti, A. ja Herve, S. 2004. Evaluation of wastewater effluents by small-scale biotests and a fractionation procedure. *CE Ecotoxicology and Environmental Safety* 59: 263–272.
- Preto, F., McCleave, R., McLaughlin, D. ja Wang, J. 2005. Dioxins/furans emissions from fluidized bed combustion of salt-laden hog fuel. *CE Chemosphere* 58: 935–941. <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>
- Quaß, U., Fermann, M. ja Bröker, G. 2004. The European Dioxin Air Emission Inventory Project – Final Results. *CE Chemosphere* 54: 1319–1327. <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>

- Quinn, B.P., Booth, M.M., Delfino, J.J., Holm, S.E. ja Gross, T.S. 2003. Selected resin acids in effluent and receiving waters derived from bleached and unbleached kraft pulp and paper mill. *CE Environmental Toxicology and Chemistry* 22(1): 214–218. Setac Press. <http://entc.allenpress.com/entconline/?request=get-archive>
- Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases 2003. United Nations Environment Programme. <http://pops.gpa.unep.org/01what.htm>
- Synopsis on dioxins and PCBs 1999. Päivitetty 17.9.1999. Kansanterveyslaitos. <http://www.ktl.fi/dioxin/tablefig.html>. www-dokumentti, viitattu 15.12.2005.
- Tarkkailujen periaatteet ja menettelytavat 2004. Tarkkailutyöryhmän raportti 10.9.2004.
- TGD 2003. Technical Guidance Document 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. <http://ecb.jrc.it/>
- Verta, M., Ahtiainen, J., Nakari, T., Langi, A. ja Talka, E. 1996. The Effect of Waste Constituents of TCF and ECF Pulp Bleaching Effluents. *CE Servos, M.R., Munkittrick, K.R., Carey, J.H. & Van Der Kraak, G. Environmental Fate and Effects of Pulp and Paper Mill Effluents: 41-51. St. Lucie Press, Delray Beach, FL.*
- Vesiympäristölle haitalliset ja vaaralliset aineet pintavesissä 2005. Helsinki, Edita Prima Oy. Ympäristöministeriön moniste 159. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>
- Werker, A.G. ja Hall, E.R. 1999. The influence of pH on the growth linked biodegradation kinetics of selected resin acids found in pulp mill effluent. *CE Tappi Journal* 82(7): 169–77.
- Yu, Z. ja Mohn, W. 2001. Bioaugmentation with resin-acid-degrading bacteria enhances resin acid removal in sequencing batch reactors treating pulp mill effluents. *CE Water Research* 35: 883–890. <http://www.elsevier.com/locate/watres>
- Yu, Z. ja Mohn, W. 2002. Bioaugmentation with the resin acid-degrading bacterium *Zoogloea resiniphila* DhA-35 to counteract pH stress in an aerated lagoon treating pulp and paper mill effluent. *CE Water Research* 36: 2793–2801. <http://www.elsevier.com/locate/watres>

## KÄYTETYT LYHENTEET

AOX	adsorboituvat orgaaniset halogeeniyhdisteet (Adsorbable Organic Halogens)
BAT	paras käytettävissä oleva tekniikka (Best Available Technology)
BOD	biologinen hapenkulutus (Biological Oxygen Demand)
BREF	BAT-referenssiasiakirja (BAT Reference Document)
CLRTAP	kaukokulkeutuvien ilmansaasteiden rajoittamista koskeva sopimus (Convention for Long-Range Transboundary Air Pollution)
CMR	karsinogeeninen, mutageeninen ja reproduktiotoksinen (Carcinogenic, Mutagenic and toxic for Reproduction)
COD	kemiallinen hapenkulutus (Chemical Oxygen Demand)
DOC	liuennut orgaaninen hiili (Dissolved Organic Carbon)
EIPPCB	Euroopan IPPC-toimisto (European IPPC Bureau)
ECF	alkuainekloorista vapaa (Elemental Chlorine Free)
EPER	Euroopan päästörekisteri (European Pollutant Emission Register)
EQS	ympäristölaatu normit (Environmental Quality Standards)
EROD	etoksiresorufiini-O-de-etylaasi
ESD	päästökkenaariodokumentti (Emission Scenario Document)
HAASTE	Haitallisten aineiden seurannan tehostaminen -hanke
HCB	heksaklooribentseeni
KAS	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
L	laimenemiskerroin
LC	letaali pitoisuus (Lethal Concentration)
LCP	suuret polttolaitokset (Large Combustion Plants)
NP	nonyylifenolit
NPE	nonyylifenolietoksyylit
PAH	polysykliset aromaattiset hiilivedyt
PCB	polyklooratut bifenyylit
PCP	pentakloorifenoli
PCDD/F	polyklooratut dibentsodioksiinit ja -furaanit
PEC	ennustettu ympäristöpitoisuus (Predicted Environmental Concentration)
POP	hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet (Persistent Organic Pollutants)
REACH	kemikaalien rekisteröinti, arviointi, lupamenettelyt ja rajoittaminen (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)
SDDS	katalyyttinen dioksiininpoistojärjestelmä (shell dedioxin system)
TCDD	tetrakloorattu dibentsodioksiini
TCF	täysin kloorivapaa (Total Chlorine Free)
TCMTB	2-(tiosyanometyyli)tiobentsotiatoli; (bentsotiatoli-2-yyli)tiometyyli-tiosyanaatti
TEF	toksisuusekvivalenssikerroin (Toxicity Equivalence Factor)
TEQ	toksisuusekvivalenssi (toxicity equivalence)
TGD	kemikaalien riskinarvioinnin tekninen ohje (Technical Guidance Document)
TRS	pelkistyneet rikkiyhdisteet (Total Reduced Sulphur)
TSP	kiintoainehiukkaset (Total Solid Particles)
TSS	kiintoainepitoisuus (Total Suspended Solids)
UNEP	YK:n ympäristöohjelma (United Nations Environment Programme)
VESKA	vesipuitteidirektiivin prioriteettiaineiden kartoitusohjelma
VESPA	vesiensuojeludirektiivien haitallisia aineita ja prioriteettiaineita koskevien säädösten toimeenpanoa varten asetettu työryhmä
VNp	Valtioneuvoston päätös
VPD	vesipolitiikan puitteidirektiivi
vTP	hyvin myrkyllinen ja hitaasti hajoava aine (very toxic and persistent)
YSA	ympäristönsuojeluasetus
YSL	ympäristönsuojelulaki

### Alaindeksit:

50	50 prosenttia populaatiosta
Cr	dikromaattimenetelmään perustuva mittaus
ju	jätevesi
s	aine (substance)
7	7 päivän näytteenotto

Liite I. Valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista vahvistettavat haitalliset aineet.

Nimi	CAS-numero
<b>Teollisuuskemikaalit:</b>	
bentseeni	71-43-2
di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP)	117-81-7
dikloorimetaani	75-09-2
naftaleeni	91-20-3
oktyylifenolit	1806-26-4
bromatut difenyylietterit	-
klooribentseeni	108-90-7*
1,2-diklooribentseeni	95-50-1*
1,4-diklooribentseeni	106-46-7*
dibutyyliftalaatti (DBP)	84-74-2*
bentsyylibutyyliftalaatti (BBP)	85-68-7*
bentsotiatsoli-2-tioli (MBeT)	149-30-4*
(bentsotiatsoli-2-yyli-tio)metyylitiosyanaatti (TCMTB)	21564-17-0*
nonyylifenolit	25154-52-3
nonyylifenolietoksylaatit (NPE)	9016-45-9*
resorsinoli eli 3-hydroksifenoli	108-46-3*
Bronopoli	52-51-7*
<b>Torjunta-aineet:</b>	
alakloori	15972-60-8
atrasiini	1912-24-9
diuroni	330-54-1
endosulfaani	115-29-7
isoproturoni	34123-59-6
klorfenvinfossi	470-90-6
klorpyrifossi	2921-88-2
simatsiini	122-34-9
trifluraliini	1582-09-8
dimetooatti	60-51-5*
etyleenitiourea (mankotsebi hajoamistuote)	96-45-7*
4-kloori-2-metyylifenoksetikkahappo (MCPA)	94-74-6*
metamitroni	41394-05-2*
prokloratsi	67747-09-5*
tribenuronimetyyli	101200-48-0*
<b>Metallit:</b>	
nikkeli ja sen yhdisteet	7440-02-0
lyijy ja sen yhdisteet	7439-92-1
<b>Prosessiperäiset aineet:</b>	
antraseeni	120-12-7
fluoranteeni	206-44-0

\*) kansallisessa menettelyssä tunnistetut aineet



Liite 2. Valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista vahvistettavat vaaralliset aineet.

Vesipuitteidirektiivin liitteen X nojalla vahvistetut vaaralliset aineet:

Nimi	CAS-numero
<b>Teollisuuskemikaalit:</b>	
Pentabromidifenyylieetteri	32534-81-9
Pentaklooribentseeni	608-93-5
C10-13-kloorialkaanit	85535-84-8
Tributyylitinayhdisteet	688-73-3
<b>Metallit:</b>	
kadmium ja sen yhdisteet	231-152-8
elohopea ja sen yhdisteet	231-106-7
<b>Prosessiperäiset yhdisteet:</b>	
PAH-yhdisteet	–
(bentso(a)pyreeni)	50-32-8
(bentso(b)fluoranteeni)	205-99-2
(bentso(g,h,i,)peryleeni)	191-24-2
(bentso(k)fluoranteeni)	207-08-9
(indeno (1,2,3-cd)pyreeni)	193-39-5

Vaarallisten aineiden direktiivin liitteen 1 luettelon 1 nojalla vahvistetut vaaralliset aineet, joiden päästöt vesiin ja viemäriin on kielletty:

Nimi	CAS-numero
<b>Teollisuuskemikaalit:</b>	
1,2-dikloorietaani	107-06-2
Heksaklooribentseeni	118-74-1
Heksaklooributadieeni	87-68-3
Hiilitetrakloridi	56-23-5
Pentakloorifenoli	87-86-5
Tetrakloorieteeni	127-18-4
Triklooribentseeni	12002-48-1
Trikloorieteeni	79-01-6
Trikloorimetaani	67-66-3
<b>Torjunta-aineet:</b>	
Aldriini	309-00-2
Dieldriini	60-57-1
Endriini	72-20-8
Isodriini	465-73-6
DDT	–
heksakloorisykloheksaani (lindaani)	608-73-1

LIITE 3/I

Liite 3. Vesiympäristölle haitallisten ja vaarallisten aineiden asetuksen mukaisia haitallisia aineita sisältävät limantorjunta- ja massansäilöntäkemikaalit (Mäkelä 2005).

Valmiste – tehoaineet, pitoisuus	Valmistaja tai maahantuojaja	Käyttötarkoitus	Päätös ja luokitus <sup>1</sup>
Bansan 215 – bronopoli, 12–17 %	Bayer Oy (markkinoija Banmark Oy)	Limantorjuntakemikaali jäähdytys- ja kierto- vesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaani- sen 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 kierto- vesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaani- sen 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 selluteollisuus- dessa käytettävä liman- torjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 Xn R21/22-37/38-41
BIM MC 4916 (ent. Cedes 116) – bronopoli, 18,2 %	BASF Oy (markkinoija Cellkem Oy)	Paperi- ja selluteollisuus- dessa käytettävä liman- torjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 Xn R21/22-37/38-41
Fennosan S 18 – bronopoli, 19 %	Kemira Chemicals Oy	Paperi- ja selluteollisuus- dessa käytettävä liman- torjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-147-042 28.4.2003 Xn R21/22-37/38-41
Nalco 74739 – bronopoli, 18 %	Ondeo Nalco Finland Oy	Paperi- ja selluteollisuus- dessa käytettävä liman- torjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-142-042 28.4.2003 Xn 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 selluteollisuus- dessa käytettävä liman- torjuntakemikaali	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 selluteollisuus- dessa käytettävä liman- torjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 Xn R21/22-37/38-41
Preventol P-72 N – bronopoli, 12–17 %	Bayer Oy	Limantorjuntakemikaali jäähdytys- ja kierto- vesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaani- sen 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 kierto- vesijärjestelmissä, paperiteollisuudessa sekä sellu- ja mekaani- sen massan säilönnässä	SYKEp SY99P0195 27.8.2001 C R34-22-43
Protectol BN 18 (ent. Myacide SI) – bronopoli, 18,2 %	BASF Oy	Paperi- ja selluteollisuus- dessa käytettävä liman- torjuntakemikaali	SYKEp SYKE-2002-P-64-042 28.4.2003 Xn 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 Xn R21/22-37/38-41
Busan 1009 <sup>2</sup> – metyleeni-bis(tiosyanaatti), 11 % – (2-tiosyanometyyli)-bentsotiatsoli, 11 %	Buckman Laboratories S.A. Suomi, sivukonttori		Xn N R20-21/22-36-43-50/53

- 1) Valmisteen kohdalle merkitty luokitus ei useissa tapauksissa ole viranomaisten tarkistama, vaan se perustuu valmistajan tai maahantuojan ilmoitukseen. Luokitus saattaa olla muuttunut tai muuttumassa.
- 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.  
R50 = Erittäin myrkyllistä vesiliöille.  
R53 = Voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä.

## KUVAILULEHTI

Julkaisija	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus			Julkaisu-aika	toukokuu 2006
Tekijä(t)	Pekka Ojanen				
Julkaisun nimi	<b>Haitallisten aineiden käytön ja prosessiperäisten päästöjen aiheuttamien riskien vähentämismahdollisuuksista kemiallisessa metsäteollisuudessa</b>				
Julkaisusarjan nimi ja numero	Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1 / 2006				
Julkaisun teema					
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	<p>Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöt. Esimerkkinä kaakkoissuomalainen metsäteollisuusintegraatti. Alueelliset ympäristöjulkaisut 327.</p> <p>Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta. Alueelliset ympäristöjulkaisut 376.</p> <p>Julkaisuja on saatavana myös internetistä  <a href="http://www.ymparisto.fi/kas">http://www.ymparisto.fi/kas</a> &gt; Palvelut, tuotteet ja lomakkeet &gt; Julkaisut</p>				
Tiivistelmä	<p>Tämä tutkimusraportti tehtiin jatkotutkimuksena kahdelle aiemmalle samaa aihepiiriä käsitelleelle julkaisulle. Raportin tavoitteena oli selvittää vesi-ympäristölle riskejä aiheuttavien päästöjen muodostumista ja keinoja niiden ehkäisemiseksi. Lisäksi tarkasteltiin parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) määritelmien soveltamista haitallisten aineiden päästöriskihin.</p> <p>Raportin alussa on käsitelty haitallisten aineiden riskien hallintaan liittyvää lainsäädäntöä ja sen ajankohtaisia muutoksia. Muutoksista keskeisin on tuleva valtioneuvoston asetus vesi-ympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista. Käyttökemikaalien sisältämien tehoaineiden aiheuttamaa riskiä on arvioitu niille tehtyjen mallien pohjalta. Prosessiperäisten päästöjen hallinnan parantamisen edellytyksiä on tarkasteltu tutkimustulosten pohjalta.</p> <p>Parhaan käytettävissä olevan tekniikan määritelmien ajanmukaistaminen ajankohtaista massa- ja paperiteollisuudessa. Myös haitallisten aineiden riskien hallinnan entistä perusteellisempi mukaan ottaminen BAT-työhön on tarpeellista. Tässä raportissa on otettu kantaa määritelmien kehittämiseen näiltä osin.</p>				
Asiasanat	haitalliset aineet, päästöt, metsäteollisuus, paras käytettävissä oleva tekniikka				
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus (vesiensuojelumaksuvarat)				
	ISBN 952-11-2337-0 (nid.)	ISBN 952-11-2338-9 (PDF)	ISSN (pain.) 1796-1815	ISSN (verkkokj.) 1796-1823	
	Sivuja 44	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis. alv 8 %) 10 €	
Julkaisun myynti/ jakaja	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, asiakaspalvelu 020 690 165, faksi 020 490 4300				
Julkaisun kustantaja	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus				
Painopaikka ja -aika	Painokotka Oy, Kotka 2006				

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Sydöstra Finlands miljöcentral			Datum Maj 2006
Författare	Pekka Ojanen			
Publikationens titel	<b>Haitallisten aineiden käytön ja prosessiperäisten päästöjen aiheuttamien riskien vähentämismahdollisuuksista kemiallisessa metsäteollisuudessa</b> (Möjligheter för minskningen av risker förorsakad av användningen av skadliga ämnen och processutsläppen i kemiska skogsindustrin)			
Publikationsserie och nummer	Sydöstra Finlands miljöcentrals rapporter 1 / 2006			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	<p>Prioritets- och menliga ämnenas utsläppen av kemiska skogsindustrin. Belägget skogsindustrianläggningen i Sydöstra Finland.</p> <p>Kartläggningen och uppföljningen av den kemiska skogsindustrins utsläpp av prioritetsämnen och skadliga ämnen.</p> <p>Publikationen finns tillgänglig på Internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/kas">www.ymparisto.fi/kas</a> &gt; Palvelut, tuotteet ja lomakkeet &gt; Julkaisut</p>			
Sammandrag	<p>Den här rapporten var gjort som en fortsättningsstudie till två tidigare publikationer om samma temat. Målsättningen med denna rapport var att utforska bildningen av emissioner, som bringar risker till vattendragen och metoder för att förhindra dem. Dessutom var betraktad tillämpningen av definitioner om den bästa användbara tekniken (BAT) till emissionrisker av skadliga ämnen.</p> <p>I början av rapporten har behandlats lagstifningen om skadliga ämnen och dess aktuella förändringar. Den mest relevanta förändringen är den kommande författningen om skadliga och farliga ämnen för vattendragen. Risker av kemikal användningen är bedömd på grund av modeller. Förutsättningar för att minska emissioner från processer har betraktats på grund av forskningsresultaten.</p> <p>Updateringen av definitioner om den bästa användbara tekniken är aktuellt i massa- och pappersindustrin. Mer grundlig beaktningen av risker av skadliga ämnen i BAT-bedömningen är också befogad. I denna rapporten har avgetts kommentarer för utvecklingen av definitioner om den här frågan.</p>			
Nyckelord	skadliga ämnen, utsläppen, skogsindustrin, den bästa användbara tekniken			
Finansiär/ uppdragsgivare	Sydöstra Finlands miljöcentral			
	ISBN 952-11-2337-0 (hft.)	ISBN 952-11-2338-9 (PDF)	ISSN (print) 1796-1815	ISSN (online) 1796-1823
	Sidantal 44	Språk finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 10 €
Beställningar/ distribution	Sydöstra Finlands miljöcentral, telefon 020 690 165, telefax 020 490 4300			
Förläggare	Sydöstra Finlands miljöcentral			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Painokotka Oy, Kotka 2006			

## DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Southeast Finland Regional Environment Centre			<i>Date</i> May 2006
<i>Author(s)</i>	Pekka Ojanen			
<i>Title of publication</i>	<b>Haitallisten aineiden käytön ja prosessiperäisten päästöjen aiheuttamien vähentämismahdollisuuksista kemiallisessa metsäteollisuudessa</b> (Potentiality for minimizing risks caused by use of hazardous substances and process related substances in chemical forest industry)			
<i>Publication series and number</i>	Reports of Southeast Finland Regional Environment Centre I / 2006			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	Priority and hazardous substances in chemical wood industry. Case integrated wood industry plant in South Eastern Finland.  Survey and follow-up of priority and hazardous substances in chemical forest industry  The Publications are also available in the Internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/kas">http://www.ymparisto.fi/kas</a> > Palvelut, tuotteet ja lomakkeet > Julkaisut			
<i>Abstract</i>	<p><i>This report was made as an extension for two previous publications of the same item. The aim of the report was to clarify formation of emissions causing risks to water environment and methods to prevent them. Furthermore was examined applying best available technology (BAT) to emission risks of hazardous substances.</i></p> <p><i>In the beginning of the report is handled legislation concerning risk management of hazardous substances and its current changes. The most essential change is the upcoming decree of hazardous and dangerous substances to water environment. Risk caused by hazardous substances containing chemicals is estimated based on modelling. Prerequisites for improving controlling of process related substances has been examined based on research results.</i></p> <p><i>Updating definitions of the best available technology is a topical issue in pulp and paper industry. More fundamental considering of risk management of hazardous substances in BAT-evaluation is also advisable. In this report has been given comments for developing definitions in this respect.</i></p>			
<i>Keywords</i>	hazardous substances, emissions, forest industry, best available technology			
<i>Financier/ commissioner</i>	Southeast Finland Regional Environment Centre			
	ISBN 952-11-2337-0 (pbk.)	ISBN 952-11-2338-9 (PDF)	ISSN 1796-1815 (print)	ISSN 1796-1823 (online)
	No. of pages 44	Language Finnish	Restrictions For public use	Price (incl. tax 8 %) 10 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Southeast Finland Regional Environment Centre, tel. +358 20 690 165, telefax +358 20 490 4300			
<i>Financier of publication</i>	Southeast Finland Regional Environment Centre			
<i>Printing place and year</i>	Painokotka Oy, Kotka 2006			

Tässä tutkimusraportissa tarkastellaan kemiallisen metsäteollisuuden kemikaaleissa käytettävien haitallisten aineiden sekä prosessiperäisten päästöjen aiheuttamia riskejä vesistöille. Raportti on tehty jatkokyönä kahdelle aiemmalle samaa aihepiiriä käsitelleelle julkaisulle.

Haitallisten aineiden käyttöä ja päästöjä säädelään jatkossa tulevalla valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista. Tämän uskotaan selkiyttävän sekä toiminnanharjoittajien että viranomaisten toimintaa. Asetuksessa liitteinä olevien ainelistojen voidaan odottaa helpottavan ympäristölupamääräysten antamista. Asetuksella pannaan samalla täytäntöön vesipolitiikan puitedirektiivin haitallisia aineita koskevat vaatimukset ja sen ainelistoja tullaan päivittämään säännöllisesti.

Kemikaalien sisältämien haitallisten aineiden vesistöille aiheuttamaa riskiä voidaan arvioida laskennallisilla menetelmillä ja näytteenotoilla. Sekä suoraan veteen että ilmaan kohdistuvien prosessiperäisten päästöjen muodostumisesta, niiden ympäristöriskeistä ja vähentämismahdollisuuksista on käytettävissä runsaasti tutkimustietoa. Näiden tietojen pohjalta voidaan haitallisten aineiden riskit ottaa entistä paremmin huomioon myös parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) arvioinnissa.



**KAAKKOIS-SUOMEN  
YMPÄRISTÖKESKUS**  
SYDÖSTRA FINLANDS  
MILJÖCENTRAL

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus  
Kauppiamiehenkatu 4  
PL 1023, 45101 Kouvola  
Asiakaspalvelu 020 690 165

**ISBN 952-11-2337-0 (nid.)**

**ISBN 952-11-2338-9 (PDF)**

**ISSN 1796-1815 (pain.)**

**ISSN 1796-1823 (verkkokj.)**