

ARVIOITA METSÄ-FIBREN UUDEN BIOTUOTETEHTAAN JÄTEVESIEN VESISTÖVAIKUTUKSISTA

Jukka Tana
Environmental Consult

Espoossa 9.9.2019

1. Jätevesien vaikutusmallinnus

Metsä-Fibre Oy:n Kemian uudelta biotuotetehtaalta purkautuvien jäähdytys- ja jätevesien vesistövaikutuksia on arvioitu mallinnuksen avulla (Rasmus & Mykkänen 2019). Jäähdytysvesien ja käsiteltyjen jätevesien vaikutuksien mallinnuksessa käytettiin Delft3D-mallinnuspakettia, joka on luonnonolosuhteisiin rannikko-, estuaari- ja jokiympäristöihin kehitetty ohjelmisto veden fysikaalisten ominaisuuksien laskemiseen. Ohjelmisto laskee mallin reunaehtojen ja fysikaalisten pakotteiden mukaan vesialueen virtausnopeudet, pinnankorkeuden, lämpötilan, suolaisuuden, kiintojään muodostuksen sekä erilaisten aineiden kulkeutumisen. Malliohjelmistoa on hyödynnetty lukuisissa rannikkomerialueiden kohteissa ja mallituloksien on todettu toistavan hyvällä tarkkuudella validointimittauksissa esiintyvät virtausolosuhteet, merialueen kerrostuneisuusrakenteen sekä jääolosuhteet.

Mallinnuksessa käytettiin taulukon 1 mukaisia tehdasintegraatin jäähdytys- ja jäteveden ominaisuuksia nykytilassa VE0 sekä uuden biotuotetehtaan laajennetun tuotannon tilanteessa VE1.

Taulukko 1. Tehdasintegraatin jäähdytys- ja jäteveden ominaisuudet nykytilassa VE0 sekä uuden biotuotetehtaan laajennetun tuotannon tilanteessa VE1.

	VE0	VE1		
Integraatin vedenotto Kemijoesta	1,547	8,463	m ³ /s	
JÄÄHDYTYSVESI				
Purku Kurimonhaaran yläaltaaseen	0,087	7,440	m ³ /s	
Purku Vähähaaran yläaltaaseen	0,791	0	m ³ /s	
Jäähdytysveden lämpötilan nousu	15	15	°C	
JÄTEVESI				
Virtaama	0,711	1,023	m ³ /s	
COD	650	450	mg/l	-0,3 %
kok-N	11	8	mg/l	4,7 %
kok-P	0,73	0,5	mg/l	-1,4 %
AOX	6	8	mg/l	92,0 %
Lämpötila kesä	35	35	°C	
Lämpötila talvi	30	30	°C	

Yhteenvedona mallinnuksen tuloksista on seuraava (Rasmus & Mykkänen 2019):

Lämpökuorman vaikutusalueet

Jäähdytys- ja jätevesien lämpökuorman vaikutukset meriveden lämpötilaan näkyvät selvästi kesäkaudella. Talvikaudella vaikutukset jäävät vähäisiksi. Lämpökuorman vaikutusalueen laajuuteen vaikuttaa jäähdytysvesien esijäähdyttäminen ennen mereen purkamista. Kesäkaudella Vähähaaran altaissa esijäähdytyneillä jäähdytysvesillä (VE1a) on selvästi pienempi vaikutus ulottuen Selkäsaaren pohjoisosiin, Kiikelin edustalle ja Kuivanuoron eteläpuolelle, kuin purettaessa jäähdytysvedet suoraan mereen (VE1e), jolloin vaikutusalue laajenee noin kilometrin etelään ja länteen. Vastaavasti myös Kemijoen pääharassa Kurimonhaarassa ja Majapudaksessa esijäähdytyneillä jäähdytysvesillä (VE1d) on merkittävästi pienempi vaikutusalue verrattuna jäähdytysvesien suoraan purkuun Isohaaran voimalaitoksen alapuolelle (VE1c), jolloin koko pääharan alueen ja sen edustan merivedessä nähdään vähäistä lämpenemistä. Jätevesien lämpökuormalla on puolestaan vain vähäinen vaikutus vastaanottavan vesistön lämpötilaan molemmilla purkuvaihtoehdoilla nykytilaan verrattuna.

Jätevesikuormituksen vaikutukset veden laatuun

Mallinnettujen vedenlaatuparametrien kuormitusmäärät pysyvät lähellä nykytilaa lukuun ottamatta AOX-kuormitusta. Vedenlaadussa havaitaan siksi vain vähäisiä muutoksia rajautuen pääasiassa nykyisen purkualueen läheisyyteen. Jäteveden purkaminen vaihtoehtoiseen purkupisteeseen lisää luonnollisesti jätevesikuormitusta purkupisteestä etelään rajautuen Selkäsaaren länsipuolelle, samalla kuitenkin jätevesien kuormitus vähenee Selkäsaaren itäpuolella Kiikelistä Kemin keskustan edustan ohi aina Ajoksen kärkeen saakka. AOX-kuormituksen osalta pitoisuudet nousevat, merkittävimmät vaikutukset rajautuvat purkualueen edustalle Selkäsaaren pohjoiskärjen ja Kemin keskustan rajaamalle alueelle. Kemijoesta mitattua jokivesikuormituksen tasoa vastaavia keskimääräisiä vaikutuksia havaitaan tätä laajemmalla alueella Kuivanuoron eteläkärjestä Ajoksen keskelle rajautuvalla linjalla.

2. Jätevesien ja niiden sisältämien yhdisteiden vaikutusarvioita

Tämä selvitys liittyy osana Metsä-Fibren Kemin biotuotetehtaan jätevesien ympäristövaikutusten arviointiin. Metsä-Fibren biotuotetehtaan jätevesien laimentumiseen tehtaan edustan merialueella vaikuttaa selvimmin Kemijoesta tuleva virtaama ja sen lisäksi merialueen pinnan korkeusvaihtelut ja tuulet. Kemijoen keskivirtaama on noin 500 m³/s ja minimivirtaamaksi arvioidaan tässä yhteydessä noin 100 m³/s. Uuden biotuotetehtaan jätevesivirtaama on 1,03 m³/s. Näiden lukujen perusteella jätevesien laimentuminen on Kemijoen keskimääräisillä virtaamilla 500-kertainen ja minimivirtaaman vallitessa noin 100-kertainen.

2.1 Suolaisuus ja tiheyskäyttäytyminen

Metsäteollisuuden jätevesissä on erilaisia ioneja, jotka vaikuttavat veden suolapitoisuuteen ja sitä kautta tiheyteen. Jätevedet sisältävät mm. sulfaattia, kloridia ja natriumia ja ne vaikuttavat jäteveden tiheyteen.

Toinen veden tiheyteen vaikuttava tekijä on lämpötila. Vesi on raskainta +4 °C lämpötilassa. Metsä-Fibren jätevedet ovat varsin lämpimiä lämpötilojen ollessa tasoa +30–+35°C. Talvella pintaan purettavat jätevedet kulkeutuvat aluksi pinnalla. Mallinnustulosten perusteella lämpötilaero vesistöön verrattuna pienenee kuitenkin nopeasti, ja jätevedet ”sukeltavat” tiheyttään vastaavaan vesikerrokseen. Myös kesällä jätevedet kulkeutuvat purkupaikalla pinnalla sekoittuen samalla tehokkaasti koko vesipatsaaseen.

Sulfaatin ainemäärä Metsä-Fibren käsitellyissä jätevesissä, kuten metsäteollisuuden jätevesissä yleensä, on suhteellisen suuri, mutta vaikutukset rajoittuvat kuitenkin vain pienelle alueella purkupaikan läheisyyteen. Tämä on pääteltävissä jätevesien vaikutusmallinnuksen perusteella. Sulfaatti itsessään ei ole vesiympäristössä haitallinen aine – merivedessä sulfaattia on hyvin runsaasti sulfaatin ollessa meriveden toiseksi yleisin anioni kloridin jälkeen. Myös esimerkiksi Vaasan rannikkoseudun purovesissä sulfaattia on runsaasti, 40–100 mg/l (Lahermo, ym. 1996). Vaasan rannikkoseudulla purovesien sulfaatti on peräisin kallioperän primäärisistä sulfidimineralisaatioista sekä happamista rikkipitoisista savista. Sulfaatin haitallisuus vesistössä johtuu välillisistä vaikutuksista eli suolaisuuden aiheuttamasta kerrostuneisuudesta sekä sulfaatin pelkistymisestä hapettomissa oloissa sulfidiksi.

Sulfaatin pelkistymisen seurauksena syntyy rikkivetyä, joka on eliöille myrkyllistä. Sulfaattikuormituksella voi olla vaikutusta myös vesistöjen rehevyyteen, koska sulfaatin pelkistymisessä muodostuvat sulfidit voivat vaikuttaa sedimentin raudan kiertoon sitomalla liuenneen ferroraudan (Fe²⁺) pelkistävissä olosuhteissa niukkaliukoiseksi ferrosulfidiksi (FeS tai FeS₂). Sulfaatin pelkistyminen voi siten aiheuttaa myös rautaan sitoutuneen fosforin vapautumisen alusveteen ja edesauttaa rehevöitymistä (Lehtoranta & Ekholm 2013).

Sulfaattikuormitus ei kuitenkaan välttämättä aiheuta rehevöitymistä. Sulfaatin pelkistyminen ja sitä kautta vaikutus rehevöitymiseen edellyttävät sulfaatin pelkistämiseen kykenevien mikrobien läsnäolon, hapettomat olosuhteet ja käyttökelpoista eloperäistä ainesta (Lehtoranta & Ekholm 2013). Myös mm. vesistön hydrodynamiikka ja morfologia vaikuttavat siihen, muodostuvatko olosuhteet otolliseksi sulfaatin pelkistymiselle. Käytännössä Metsä-Fibren edustan merialue on matala (1-7 m syvä) ja veden vaihto on tuulien ja meriveden pinnan korkeusvaihtelujen vuoksi hyvä. Alueen happitilanne on myös hyvä tai tyydyttävä, jolloin olosuhteet sulfidien muodostumiselle ovat heikot. Jätevesien purkualueella ei myöskään esiinny kerrostuneisuutta. Täten jätevesien sulfaattikuormituksella ei ole vaikutusta alueen rehevöitymiselle ja pohjan läheisten vesikerrosten pysyessä hapellisina haitallisia sulfideja ei pääse muodostumaan.

2.2 Happitilanne

Biologinen hapenkulutus (BOD₇) kuvaa jätevesissä olevan helposti hajoavan orgaanisen aineen määrää. Kemiallinen hapenkulutus kuvaa puolestaan hitaammin

hajoavan aineksen aiheuttamaa hapen kulumista. Jätevesien kemiallisen hapenkulutuksen määrittämisessä hapettimena käytetään dikromaattia (COD_{Cr}), joka on varsin voimakas hapetin, eli se hajottaa tehokkaasti erilaisia yhdisteitä, joiden hajoaminen luonnonolosuhteissa voi olla hyvin hidas prosessi. Metsä-Fibren yhteispuhdistamo on suunniteltu sellaiseksi, että helposti hajoava orgaaninen aines hajoaa mahdollisimman tehokkaasti jo jätevedenpuhdistamolla.

Orgaanisen aineen hajoaminen tapahtuu mikrobiologisissa prosesseissa, jotka voivat olla joko aerobisia tai anaerobisia. Hajoamisnopeus riippuu sekä orgaanisen aineen laadusta että olosuhteista, joissa hajoaminen tapahtuu. Jätevedenpuhdistamolla olosuhteet voidaan säätää mahdollisimman optimaaliseksi, joten hajoaminen on nopeampaa kuin luonnon olosuhteissa. Yleisesti orgaanisen aineen hajoaminen on luonnon olosuhteissakin alkuvaiheessa nopeaa. Hajoamisnopeus kuitenkin hidastuu oleellisesti ensimmäisten viikkojen kuluessa, minkä jälkeen hajoamista ei juuri tapahdu. Jätevesien orgaaninen kuormitus on tullut jätevedenpuhdistusprosessin läpi, joten lähes kaikki (98 %) helposti hajoavasta orgaanisesta aineesta on jo ehtinyt hajota.

Jätevesimallinnuksen perusteella (Rasmus & Mykkänen (2019) COD-kuormitus laskee -0,3 % nykytilaan nähden, eikä meriveden COD-pitoisuuksissa ole siten nähtävissä muutoksia lukuun ottamatta jäähdytysveden purkupisteiden edustalla vedenvaihdon voimistumisesta aiheutuvia pitoisuuden laskuja. Jätevesien purkaminen vaihtoehtoiseen purkupisteeseen, Selkäsaaren pohjoispuolelle, lisää merkittävästi COD-kuormitusta purkupisteen läheisyydessä Selkäsaaren länsipuolella ja vähäisiä vaikutuksia havaitaan Selkäsaaren eteläosissa saakka. Samalla nykyisen purkupisteen kuormituksen loppuessa koko rantavyöhykkeen COD-pitoisuus laskee merkittävästi purkualueelta Kemian kaupungin edustalle saakka ja vähäistä laskua havaitaan vielä Ajoksen eteläkärjen tasolla.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että Metsä-Fibren uuden biotuotetehtaan jätevedet eivät tule aiheuttamaan muutoksia tehtaan edustan merialueen happitilanteeseen.

2.3 Ravinteet

Nykytilaan nähden 5 % suurempi kokonaistyyppikuormitus nostaa meriveden keskimääräisiä kokonaistyyppipitoisuuksia pääasiassa vain purkualueen edustalla käytettäessä nykyistä purkupaikkaa (kuvat 30-31). Hetkellisiä vähäisiä muutoksia nähdään laajemmalla alueella Kuivanuoran eteläosan sekä Selkäsaaren ja Kemian keskustan välisen salmen alueella. Sen sijaan jäähdytysvesien purkaminen Kurimonhaaran yläaltaan kautta mereen (VE1a) ja Kuivanuoran eteläkärjestä mereen (VE1e) lisää alueiden vedenvaihtoa ja vähentää jätevesistä aiheutuvaa typpipitoisuuden nousua jäähdytysveden purkualueiden edustalla nykytilaan verrattuna. Jäteveden purkaminen vaihtoehtoiseen purkupisteeseen Selkäsaaren kupeeseen (VE1b) lisää typpikuormitusta purkupisteestä etelään aina Selkäsaaren ja Kuikka-saaren eteläosiin saakka. Samalla kuitenkin typpipitoisuudet laskevat koko rantavyöhykkeellä Kemian sivuhaaroista Kemian kaupungin edustalle ja aina Ajoksen kärkeen saakka ulottuvalla alueella. Rantavyöhykkeelle päätyvän jätevesikuormituksen vähenemisen lisäksi myös jäähdytysvesien vedenvaihtoa voimistava vaikutus vähentää ravinnepitoisuuksia.

Kokonaisfosforikuormituksen vähentyessä -1,4% nykytilaan nähden, ei meriveden fosforipitoisuuksissa nähdä myöskään muutoksia purettaessa jätevedet nykyiseen purkupisteeseen (kuvat 32-33). Pitoisuudet laskevat kuitenkin hieman jäähdytysvesien purkupisteiden (VE1a ja VE1e) edustalla vedenvaihdon voimistuessa. Jätevesien purkamisen vaihtoehtoiseen purkupisteeseen kauemmaksi merelle (VE1b) näkyy kokonaistypen tavoin kokonaisfosforipitoisuuden lievänä nousuna purkupisteen eteläpuolella samalla rantavyöhykkeen pitoisuuksien laskiessa.

2.4 AOX

Metsäteollisuuden jätevesissä AOX-yhdisteet ovat kloorattuja hiilivetyjä, jollaisia esiintyy myös luonnostaan vesistöissä pieninä pitoisuuksina. AOX-yhdisteitä syntyy mm. sellun valkaisuolosuhteissa. Sellun valkaisuolosuhteiden kehittyminen on kuitenkin vähentänyt AOX-päästöjä, eikä välittömiä myrkyllisiä vaikutuksia enää havaita Suomessa massa- ja paperitehtaiden jätevesien purkupaikoilla.

AOX on summaparametri, joka sisältää useita erilaisia yhdisteitä. Menetelmän luonteesta johtuen AOX-analyysillä ei saada tietoa tutkitussa näytteessä esiintyvistä kemiallisista yhdisteistä tai yhdisteseoksista. AOX ei korreloi yhdisteiden pysyvyyden tai bioakkumulaation kanssa, eikä huomio sitä, että organoklooriyhdisteiden toksisuus ja biologiset ominaisuudet vaihtelevat suuresti. Vähemmän kloorautuneet yhdisteet aiheuttavat vähemmän vaikutuksia ja riskejä kuin yhdisteet, joiden kloorausaste on suurempi (Solomon ym. 1993).

Suurin osa valkaistua sellua tuottavien tehtaiden jätevesien sisältämästä orgaanisesta aineesta on suurimolekyylisessä fraktiossa (molekyylipaino, MW > 1 000). Tutkimusten mukaan nykyaikaisten sellutehtaiden valkaisuolosuhteista peräisin olevan suurimolekyylisen aineen kloorausaste on pieni (Mörck, ym. 1991). Sellutehtaan jätevesissä suurimolekyylisessä aineessa esiintyvät klooratut fenolit ovat rakenteeltaan samanlaisia kuin luonnossa humuspitoisissa vesissä tavattavat vastaavat yhdisteet (Dahlman ym. 1993). Myös sellutehtaan jätevesissä esiintyvien pienimolekyylisten (MW < 1 000) yhdisteiden kloorautumisaste on pieni (Dahlman & Mörck 1993).

Yhdisteiden kyky bioakkumuloida eli kertyä eläviin liittyy yhdisteen rasvaliukoisuuteen. Tutkimusten mukaan metsäteollisuuden jätevesissä esiintyvien kloorattujen orgaanisten yhdisteiden suurimolekyylisen fraktion rasvaliukoisuus on pieni (oktanolivesi jakautumiskerroin on alle 1 (Yan 1994 ja Dierick & Banerjee 1993)), mikä tarkoittaa sitä, että näillä AOX-yhdisteillä on suurempi suuntautuvuus veteen kuin oktanoliin ja siten kyseiset yhdisteet eivät kerry eläviin eliöihin. AOX-pitoisuudelle ei ole Suomessa olemassa ohje- tai raja-arvoa. Vesistöistä AOX-pitoisuutta ei kovin yleisesti mitata. Esimerkiksi Kemin edustan merialueen AOX-pitoisuuksia ei ollut saatavilla jätevesien vaikutusmallinnusta varten. Osaksi tämä johtuu siitä, että merivedessä ja murtovedessä AOX-mittaus häiritsevät kloridi-ionit. Ruotsalaisessa tutkimuksessa vuodelta 1991 (Grimvall Ym. 1991) modifioitiin AOX-mittaus siten, että myös Itämeren murtovedestä saatiin mitattua AOX-pitoisuuksia. Tämän tutkimuksen mukaan Perämeren AOX-pitoisuus oli noin 20 µg/l.

Metsäteollisuuden kuormittamista vesistöistä AOX-pitoisuuksia on mitattu esimerkiksi Äänekosken alapuolelta sekä Vuoksesta Imatralta. Äänekosken alapuolella Kapeenkoskella keskimääräinen pitoisuus 2000-luvulla on ollut 66 µg/l ja vaihteluväli 30–110 µg/l. Vuoksesta AOX-tuloksia on kolmelta mittauspisteeltä Imatran ylä- ja alapuolelta. Keskimääräinen AOX-pitoisuus Vuoksessa on ollut 2000-luvulla 30 µg/l vaihteluvälin ollessa 5–181 µg/l. 1980–1990-lukujen vaihteessa Vuoksen AOX-pitoisuudet olivat yleisesti noin 100–125 µg/l maksimitason ollessa lähes 250 µg/l. (Tulosten lähde: Ympäristöhallinnon Herttatietokanta).

Metsä-Fibren uuden biotuotetehtaan jätevesien arvioitu AOX-kuormitus on vuosikeskiarvona laskettuna 700 kg/vrk ja pitoisuus 8 mg/l. Metsä-Fibren jätevedenpuhdistusprosessi poistaa noin 70 % AOX kuormituksesta. Biologinen puhdistus pystyy poistamaan alhaisemman molekyylipainon yhdisteitä, jotka hajoavat biologisesti ja jäteveteen jäävä jae on vaikeasti hajoavia suuremman molekyylipainon yhdisteitä. Metsä-Fibren jätevesikuormituksen aiheuttamat AOX:n pitoisuuslisäyksen voi arvioida olevan noin 20 µg/l Kemijoen keskivirtaaman aikana ja noin 80-100 µg/l Kemijoen minivirtaaman aikana. Tämä arvio vastaa mallinnuksesta saatuja AOX-pitoisuuksien muutoksia kun huomioidaan, että mallinnuksessa nykytilan AOX-arvona pidettiin nollaa.

Arvioidut pitoisuudet ovat samaa tasoa kuin metsäteollisuuden kuormittamista vesistöistä mitatut pitoisuudet 2000-luvulla. AOX-yhdisteet ovat rakenteeltaan luonnossa tavattavien yhdisteiden kaltaisia ja biohajoavia.

Ympäristöön päätyvien orgaanisten klooriyhdisteiden aiheuttaman huolestuneisuuden vuoksi useiden maiden lainsäädännössä on asetettu rajoituksia valkaistua massaa tuottavien laitosten AOX-päästöille. Euroopan Unionin ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämisen direktiivin (IPPC-direktiivi) mukaan AOX-päästöjen tulisi olla alle 0,20 kg/tonni massaa. USA:n ympäristövirasto (US EPA) määrittää kuukausikeskiarvon AOX-päästöille 0,272 kg/tonni massaa (2). Pohjoismaissa AOX-päästöistä säädetään tehtaiden ympäristöluvuissa ja vielä 2000-luvun alussa AOX-päästörajat olivat tasolla 0,25 – 0,40 kg/tonni massaa. Nykyisin AOX-päästörajat lähes kaikilla Suomen tehtailla ovat tasolla 0,20 kg/tonni massaa.

Taulukko 2. AOX päästörajoiden vertailua (kg/tonni massaa).

	Raja-arvo AOX-yhdisteille (kg/tonni massaa)
Metsä-Fibre	0,17
IPPC, vuosikeskiarvo (EU BAT)	<0,20
US EPA, New Resource Performance Standard (kuukausikeskiarvo)	0,272
Skandinavian tehtaot, nykyhetki	0,15 – 0,25
Joutsen-merkki, painotettu vuosikeskiarvo selluntuottajille	0,17

3. Nykyisten sellutehtaiden jätevesien biologisista vesistövaikutuksista.

Kuten jo aiemmin todettiin metsäteollisuuden jätevedet ovat olleet laajan ja kattavan tieteellisen tutkimuksen kohde. Näistä tutkimuksista ja niiden tuloksista on laadittu säännöllisesti yhteenvetokatsauksia. Näiden katsausten perusteella koottiin tietoa ECF valkaisu käyttävien tehtaiden ympäristövaikutuksista vesiympäristössä sekä Metsäteollisuus ry:lle että Pohjoismaiselle Joutsen ympäristömerkille (Tana ym. 2009 ja 2011). Näiden selvitysten johtopäätökset olivat seuraavat:

Valkaisujätevesien ja tehtaiden kokonaisjätevesien ympäristövaikutuksia on arvioitu monissa katsauksissa, joissa on analysoitu suuri määrä laboratorio- ja kenttätutkimuksia, tutkimuskokonaisuuksia ja jätevesien kemiallisia analyyseja 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa. Suuri määrä näistä tutkimuksista on keskittynyt ECF-valkaisu käyttävien tehtaiden jätevesivaikutuksiin.

Näiden tutkimusten pääasialliset johtopäätökset ovat olleet seuraavat:

- ECF-valkaisu käyttävien massa- ja paperitehtaiden käsitellyissä jätevesissä ei käytännössä ole dioksiineja tai muita pysyviä bioakkumuloituvia myrkyllisiä yhdisteitä.*
- ECF-valkaisusta aiheutuvat klooria sisältävät orgaaniset yhdisteet ovat luonnonyhdisteiden kaltaisia, hajoavat luonnollisesti, eivät ole pysyviä luonnossa eivätkä aiheuta ympäristölle haitallisia riskejä vesiekosysteemeissä.*
- Nykyaikaisten tehtaiden kokonaisjätevesien toksisuus on yleisesti hyvin pieni eikä korreloi AOX-pitoisuuksien kanssa.*
- Tällä hetkellä ei ole olemassa todisteita osoittamaan, että jätevesien AOX-pitoisuuden vähentäminen tasosta 0.5 kg/tonni massaa johtaisi osoitettavissa oleviin ympäristöetuihin.*
- AOX:n päästörajoihin ei ole kansainvälistä konsensusta.*
- Nykyaikaisista tehtaista aiheutuvia vaikutuksia (esim. subletaali toksisuus vesieliöihin) ei voida ennustaa pelkästään valkaisujakeiden perusteella. Ympäristövaikutusten arviointien tulisi tulevaisuudessa kohdentua tehtaan tuotannon muihin osiin kuin valkaisu (esim. puunkäsittely, keitto, pesu, tilapäisiin vuotoihin ja kondensaatteihin)*
 - Massan sisältämät orgaaniset halogeenit (OX) on sovelias parametri arvioitaessa ECF-massan ympäristöystävällisyyttä.*

Viimeisten viiden vuoden aikana ei ole julkaistu tutkimuksia, joissa samassa laajuudessa olisi selvitetty ECF-valkaistun massan tuotannosta aiheutuvia jätevesiä. Kanadassa on viime aikoina tutkittu massa- ja paperitehtaiden jätevesien aiheuttamia vaikutuksia. Tämä tutkimustoiminta on keskittynyt pääasiassa

kalojen lisääntymistä koskeviin vaikutustutkimuksiin sekä ympäristötarkkailuun menetelmäkehittelyyn ja ekosysteemitason vaikutuksiin.

Viimeaikaisissa tutkimuksissa ei kuitenkaan ole tullut esille mitään sellaista, joka muuttaisi edellä esitettyjä johtopäätöksiä vuosien 1990-2002 tutkimuksista. Nykyisen tietämyksen perusteella ei ole osoitettavissa eroja ympäristövaikutuksissa suhteessa AOX-päästöihin, jotka ovat välillä 0.2 – 0.05 kg/tonni massaa.

Perämeren alueelta on raportoitu 1990-luvulta lähtien lisääntymishäiriöitä, joiden syy-seuraussuhteita ei ole kuitenkaan pystytty osoittamaan. Vuosien 2001-2015 kalataloustarkkailujen mukaan kutukyvyyttömiä kalalajeja on edelleen suuri määrä Perämeren alueella, mutta kutukyvyyttömyyttä aiheuttavaa tekijää ei ole voitu esittää. Vastaavanlaisia ilmiöitä ei ole raportoitu muista metsäteollisuuden jätevesiä vastaanottavista vesistöistä Itämeren alueella. Kalataloustarkkailujen mukaan vuosina 2001-2015 Kemian edustan merialueella tehdyissä ahvenseurannoissa ei ole havaittu haitallisia vaikutuksia kannan uusiutumiseen tai morfologisia vammoja, jotka liittyisivät metsäteollisuuden jätevesipäästöihin. Kanadalaisessa tutkimuksessa (Martel ym. 2017) päädyttiin johtopäätökseen, että metsäteollisuuden jätevesien biologisen (BOD₅) hapenkulutuksen ollessa alle 20 mg/l vaikutuksia kalojen lisääntymiseen ei myöskään esiintynyt. Metsä-Fibren uuden biotuotetehtaan jätevesien BOD on alle 20 mg/l.

Kalajen makuvirheitä metsäteollisuuden alapuolisissa vesistöissä ei ole tutkittu enää useisiin vuosiin sen jälkeen kun todettiin jo 1980-luvulla, että nykyisten jätevesien käsittelytoimenpiteiden ansiosta makuvirheitä mahdollisesti aiheuttavien yhdisteiden päästöt ovat poistuneet ja nykyiset jätevesipäästöt ovat tasolla, joissa niiden aiheuttamia makuvirheitä ei enää esiinny. (Kovacs 1985).

Lisäksi voidaan vielä todeta, että Kanadassa on jo 1990-luvun lopussa kehitetty mittava metsäteollisuuden tarkkailuohjelma, joka perustuu siihen laajaan tieteelliseen aineistoon, joka on ollut viranomaisien, teollisuuden ja tutkijoiden käytössä. Tässä ohjelmassa on todettu, että mikäli sellutehtaan jätevesien laimennus on 100-kertainen tai suurempi 250 metriä purkukohdasta, tarkkailututkimuksia ei tarvitse tehdä. Toiseksi, tällä hetkellä ehkä laajin vesistövaikutusten tarkkailu tapahtuu nykyisen UPM:n Fray Bentosin tehtaan alapuolisessa vesistössä Rio Uruguaiassa, Uruguaiassa. Näissä tarkkailututkimuksissa selvitetään veden laatua, pohjasedimentin laatua, planktonia, pohjaeläimiä ja vaikutuksia kaloihin ja kalastoon sekä alapuolella sijaitsevan Fray Bentosin kaupungin raakaveden laatuun. Vuodesta 2007 asti jatkuneissa tutkimuksissa ei ole todettu mitään sellaisia vaikutuksia, jotka korreloisivat tehtaan jätevesipäästöihin (Ecometrix 2010; Tana ym. 2014)

Ecometrix , 2010. Orion Pulp Mill, Uruguay Independent Performance Monitoring as required by the International Finance Corporation Environmental Performance Review 2010 Monitoring Year,

Dahlman, O., & Mörck, R., 1993. Chemical composition of the organic material in bleached kraft mill effluents. In. Södergren, A. (ed). Bleached pulp mill effluents. Composition, fate and effects in the Baltic Sea. Final Report from Environmental/Cellulose II. Swedish Environmental Protection Agency Report 4047.

Dahlman, O., Reiamann, A., Ljunquist, P., Mörck, R., Johansson, C., Boren, H. & Grimvall, A., 1993. Characterization of chlorinated Aromatic structures in high molecular weight BKME-materials and in fulvic acids from industrial unpolluted waters. 4th IAWQ Symposium on Forest Industry Wastewaters. Tampere, Finland, June 8-11, 1993. Proceedings.

Diericks, R. & Banerjee, S., 1993. Lipophilicity of synthetic bleached kraft effluent. Environ. Sci. Technol. 27(12) 2427.

Grimvall, A., Asplund, G., Boren, H. & Jonsson, S., 1991. Origin of Adsorbable Organic Halogens (AOX) in Aquatic Environments. Organic Micropollutants in the Aquatic Environment, ISBN 978-94-010-5483-6.

Kovacs, T., 1985. Effects of bleached kraft mill effluents on freshwater fish: A Canadian perspective.

Lehtoranta. J. & Ekholm, P. 2013. Sulfaatti – salakalava rehevöittäjä. Vesitalous 2/2013: 40–42.

Martell, P.H., O'Connor, B.I., Kovacs, T.B., van den heuvel, M.R., Parrott, J.L., McMaster, M.E., Maclatchy, D.L., Van Der Kraak, G.J. & Hewitt, L.M., 2017. The relationship between organic loading and effects on fish reproduction for piulp mill effluents across Canada. Environ Sci. Technol. 51,6.

Rasmus, K & Mykkänen, J., 2019. Kemin uudelta biotuotetehtaalta purettavien jäte- ja jäähdytysvesien vaikutuksien mallinnus. Luode Consulting Oy. Raportti 1.9.2019.

Solomon, K., Bergman, H., Huggest, R., Mackay, D. & McKague, B., 1993. A review and assessment of the ecological risks associated with the use of chlorine dioxide for the bleaching of pulp. Report prepared for the Alliance for Environmental Technology, October 1993.

Tana, J., Grotell, C. & Pitkäranta, S., 2011. A short review of environmental impacts of ECF and TCF mill effluents. ÅF-Report ENVIR-64. ÅF-Consult Oy, May 13, 2011. Vantaa, Finland.

Tana, J. & Grotell, C., 2009. Chlorine discharges from pulp and paper industry – recent knowledge and opinion research of different stakeholders in Nordic countries. ÅF-Report ENVI-510. ÅF-Consult Oy, September 25, 2009, Vantaa, Finland

Tana, J., Teixeira, F., Gonzalez, I., D'Anatro, A., 2014. Fish community and species diversity in Rio Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2014

Yan, G. & Allen, D.G., 1994. Biosorption of high molecular weight organochlorines in pulp mill effluent. *Water Research* 28(9) 1933–1941.