

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA II | 2011

Sisävesien pilaantuneet sedimentit

Satu Jaakkonen



Suomen ympäristökeskus

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 11 | 2011

Sisävesien pilaantuneet sedimentit

Satu Jaakkonen

Helsinki 2011

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA II | 2011
Suomen ympäristökeskus
Kulutuksen ja tuotannon keskus

Taitto: Pirjo Lehtovaara

Kansikuva: Satu Jaakkonen

Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

ISBN 978-952-11-3881-2 (PDF)
ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

ALKUSANAT

Suomen vesistöjä ruopataan enenevässä määrin mm. ranta- ja vesirakentamisen ja väylien kunnostamisen vuoksi. Sisävesien sedimenttien tilaa ei kuitenkaan tunneta riittävästi. Suomen ympäristökeskuksessa on vuosina 2009 – 2010 ollut käynnissä hanke, jonka tavoitteena oli selvittää mahdollisesti pilaantuneiden sedimenttien esiintymistä sisävesissä sekä tarkastella pilaantumista aiheuttavia haitta-aineita. Hanke on luonteeltaan esiselvitys ja sen puitteissa myös kartoitettiin alustavasti sisävesien pilaantumista aiheuttaneita tai aiheuttavia kohteita.

Selvitys tehtiin ympäristöministeriön toimeksiannosta ja rahoituksella Suomen ympäristökeskuksessa. Selvityksen teki suunnittelija Satu Jaakkonen. Julkaisun karttakuvat on tehnyt vanhempi tutkija Simo Salo. Kiitän lämpimästi niitä lukuisia SYKEN asiantuntijoita ja tutkijoita, jotka tiedoillaan ja kommentteillaan ovat edesauttaneet selvityksen toteuttamista.

Helsingissä 23.11.2010

Satu Jaakkonen

SISÄLLYS

Alkusanat	3
Sisällys	5
1 Johdanto	7
2 Aineisto ja menetelmät	8
2.1 Toimialakuvaukset ja kohteiden kartoitus	8
2.2 Rajaukset	9
3 Toimialakuvaukset	10
3.1 Metsäteollisuus.....	10
3.1.1 Kemiallinen metsäteollisuus.....	10
3.1.2 Mekaaninen metsäteollisuus	12
3.2 Kaivosteollisuus.....	14
3.3 Metalliteollisuus	16
3.4 Jätteenkäsittely	17
3.5 Jätevedenpuhdistamot	19
3.6 Kemian ja muoviteollisuus	20
3.7 Tekstiiliteollisuus	22
3.8 Nahkateollisuus	23
3.9 Satamat.....	25
3.10 Telakat.....	26
3.11 Räjähdyssaine- ja ammustehtaot.....	26
4 Vesienhoitoalueiden mahdollisia kuormittajia	27
4.1 Vuoksen vesienhoitoalue.....	28
4.2 Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue	30
4.3 Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue.....	35
4.4 Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalue	35
4.5 Kemijoen vesienhoitoalue.....	36
4.6 Tornionjoen kansainvälinen vesienhoitoalue	38
5 Yhteenveto ja suositukset	40
Kirjallisuus	42
Kuvailulehti	47
Presentationsblad	48
Documentation page	49

1 Johdanto

Sisävesien sedimentteihin on kertynyt teollisuudesta ja muusta ihmistoiminnasta peräisin olevia haitallisia aineita. Aiemmin teollisuuden ja yhdyskuntien jätevedet laskettiin vesistöön joko sellaisenaan tai vain osittain puhdistettuna. Monet vesistöjä kuormittavista haitta-aineista ovat hitaasti hajoavia ja niiden hajoaminen hidastuu entisestään hapettomissa oloissa, kuten sedimentissä.

Teollisuuden vesistökuormitus on vähentynyt huomattavasti 1960–1970-lukujen huippuvuosista ja pahiten pilaantuneet sedimentit ovat pääosin jääneet puhtaampien sedimenttikerrosten alle. Tästä syystä pilaantuneet sedimentit eivät yleensä edellytä välitöntä kunnostamista tai käyttörajoituksia. Kuitenkin esimerkiksi ruoppausten ja vesistö rakentamisen yhteydessä sedimentteihin jo sitoutuneet haitta-aineet voivat vapautua uudelleen ympäristöön ja aiheuttaa haittavaikutuksia. Pilaantuneet sedimentit voivat myös kulkeutua virtausten mukana kauas alajuoksulle. Tunnetuimmat esimerkit tästä ovat elohopea, dioksiinit ja furaanit Kymijoen sedimenteissä ja orgaaniset tinayhdisteet Varkauden alapuolella Huruslahden ja Haukiveden sedimenteissä. Kuormitettujen alueiden ruoppausten suunnittelussa ja ruoppausmassojen sijoittamisessa joudutaankin jatkossa ottamaan huomioon sedimenttien mahdollinen pilaantuneisuus. Ranta-alueita rakennettaessa sedimentin tilan tulisi olla tiedossa jo kaavoitusvaiheessa.

Sisävesien pilaantuneita sedimenttejä ei ole kartoitettu kattavasti eikä niiden aiheuttamia riskejä ole arvioitu. Ympäristöhallinnossa selvitettiin mahdollisesti pilaantuneiden järvi- ja rannikkosedimenttien sijaintia ja määrää Suomen saastuneiden sedimenttien kartoitus (SUSASE) -hankkeessa (Salo ym. 1997). Selvityksessä ei kuitenkaan saatu varmuutta sedimenttien pilaantumisesta tai pilaantumisen laajuudesta. Myöhemmin joillakin alueilla sedimenttien tilaa on tutkittu tarkemmin (mm. Pohjois-Savon ympäristökeskus ja Kuopion kaupunki 2008; Keränen 2002; Frisk ym. 2007).

Tämän hankkeen tavoitteena oli tunnistaa todennäköisimmät riskialueet ja arvioida alustavasti sisävesisedimenttien pilaantuneisuuden laatua. Työssä kuvattiin sedimenttejä mahdollisesti pilaavia toimialoja sekä niiden käyttämiä ja niiden toiminnasta syntyneitä tärkeimpiä haitta-aineita. Lisäksi kartoitettiin alustavasti sedimenttejä pilanneita ja pilaavia kohteita. Tältä pohjalta tehtiin vesistöaluekohtainen kuvaus ja määritettiin riskialueita, joilla todennäköisesti on pilaantuneita sedimenttejä. Näillä alueilla sedimentin pilaantuneisuus tulisi aina tutkia, kun niillä esim. tehdään ruoppauksia tai vesistöön rakennetaan.

Hanke on luonteeltaan taustaselvitys. Sen pohjalta voi suunnitella uusia tutkimushankkeita, joissa selvitetään ja arvioidaan tarkemmin riskialueiksi todettujen sedimenttien pilaantuneisuutta ja niistä mahdollisesti aiheutuvia riskejä ympäristölle ja terveydelle.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1

Toimialakuvaukset ja kohteiden kartoitus

Sedimenttejä mahdollisesti pilaavien kohteiden alustavaan kartoitukseen valittiin toimialoja ja toimintoja, joiden tiedettiin tai arvioitiin voivan aiheuttaa sedimenttien pilaantumista. Kutakin toimialaa on kuvattu tarkemmin luvussa 3. Näissä toimialakuvauksissa tarkasteltiin lähemmin alan tärkeimpiä haitta-aineita ja prosesseja, joissa niitä muodostuu. Lähteinä käytettiin erillisselvityksiä, ympäristölupia ja päästötietoja.

Kartoituksen aineisto koottiin Maaperän tilan tietojärjestelmästä, Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmästä (VAHTI) ja useista erillisselvityksistä. Sitä täydennettiin soveltuvilta osin Suomen saastuneiden sedimenttien kartoitus (SUSASE) –hankkeen aineistolla. Kartoitetuista kohteista koottiin toimialakohtaiset Excel-tiedostot, jotka siirrettiin ArcGis –paikkatieto-ohjelmaan.

Valtakunnalliseen Maaperän tilan tietojärjestelmään on koottu tietoja maa-alueista, joilla maaperään on voinut päästä haitallisia aineita alueen nykyisestä tai aikaisemmasta toiminnasta sekä alueista, jotka on tutkittu tai kunnostettu. Ympäristöhallinto on kartoittanut alueita 1980-luvun loppupuolelta lähtien, mutta tietojen kattavuus ja luotettavuus vaihtelevat. Alueelliset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset ylläpitävät ja päivittävät oman toimialueensa tietoja. Tietojärjestelmän etuja ovat sen tyydyttävä kattavuus myös ajallisesti ja poimintojen helppous. Tietojärjestelmästä poimittiin toimialoittain vesistön läheisyydessä sijaitsevat kohteet, joiden arvioitiin voivan aiheuttaa sedimenttien pilaantumista.

Ympäristöhallinnon VAHTI- tietojärjestelmään tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavelvollisten luvista ja päästöistä vesiin. Tietoja ympäristökuormituksesta on tallennettu 1970-luvulta lähtien, mutta niiden kattavuus ja luotettavuus vaihtelevat. Kohteiden sijaintitiedot voivat olla joko tuotantolaitoksen tai esimerkiksi päästöputken koordinaatit. VAHTIn etuja ovat vuositason vesistö-päästötiedot, haittoja rajallinen tieto haitallisista aineista ja vanhoista kohteista. Tietojärjestelmästä poimittiin kartoitettavien toimialojen kohteet.

Suomen saastuneiden sedimenttien kartoitus (SUSASE) –hankkeessa (Salo ym. 1997) selvitettiin mahdollisesti pilaantuneiden järvi- ja rannikkosedimenttien sijaintia ja määrää. Projektin pohjatiedot poimittiin Saastuneiden maa-alueiden selvitys- ja kunnostusprojektin (SAMASE, Ympäristöministeriö 1994) yhteydessä kootusta tietokannasta, teollisuuden vesiensuojelurekisteristä ja teollisuudelle suunnatusta kyselystä (Ruoppa 1977). Alueelliset ympäristökeskukset täydensivät ja päivittivät aineistoa. SUSASE-selvityksen mukaan sedimenttien pilaantumista aiheuttavista toiminnoista merkittävimpiä olivat kaatopaikat ja mekaanisen puunjalostuksen laitokset, kuten sahat ja kyllästämöt. Myös muiden teollisuuden alojen ja jäteveden-

puhdistamoiden todettiin aiheuttaneen sedimenttien pilaantumista. Sedimentteihin kertyneitä haitallisia aineita olivat erityisesti organoklooriyhdisteet, öljyt ja metallit.

SUSASE-kartoitusta käytettiin vain avustavana tietolähteenä, koska Maaperän tilan tietojärjestelmä on kehitetty SAMASE-kartoituksen pohjalta, mutta sitä on täydennetty ja päivitetty. Siten se on kattavampi ja ajankohtaisempi. Nykyisin sedimenttiä pilaaviksi toiminnoiksi on tunnistettu myös monia SAMASE-kartoitukseen kuulumattomia toimialoja. Tässä hankkeessa keskityttiin lisäksi laaja-alaisia ympäristövaikutuksia aiheuttaviin kohteisiin, ts. laitoksiin, joiden jätevesipäästöt ovat merkittäviä. SAMASE-kartoituksen pääpaino oli maaperän pilaantumista aiheuttaneiden kohteiden kartoittamisessa.

Kartoitustietojen ja valtioneuvoston v. 2009 hyväksymien vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmien pohjalta laadittiin vesistöaluekohtainen kuvaus ja määritettiin riskialueet, joilla todennäköisesti on pilaantuneita sedimenttejä.

2.2

Rajaukset

Tässä selvityksessä haitallisilla aineilla tarkoitetaan tuotettuja kemikaaleja ja ympäristössä luonnostaan esiintyviä aineita (esim. raskasmetallit), joilla on todettu tai epäillään olevan haitallisia vaikutuksia ympäristöön tai ihmisiin. Rehevöitymistä ja happamoitumista aiheuttavia, sekä vesien happitaloutteen haitallisesti vaikuttavia aineita ei käsitellä tässä yhteydessä.

Tietojärjestelmistä poimittiin lähellä vesistöä olevat kohteet. Etäisyysrajaus vaihteli 100 – 500 metriin toimialan mukaan. Monissa pinta-alaltaan laajoissa kohteissa tietojärjestelmiin tallennetut kohteen koordinaatit saattavat olla alueen keskeltä, vaikka vesistöä pilaavaa toimintaa olisi myös aivan rannalla. Tällainen kohde olisi voinut jäädä muuten selvityksen ulkopuolelle.

Koska selvitys koskee sisävesien pilaantuneita sedimenttejä, rajattiin rannikolla sijaitsevat ja jätevetensä mereen laskevat teollisuuslaitokset kartoituksen ulkopuolelle. Muutamia jokisuistoissa sijaitsevia kohteita sisällytettiin harkinnanvaraisesti kartoitukseen.

Tausta-aineiston ja käytettävissä olevien resurssien rajallisuuden vuoksi kartoitus ei ole täysin kattava. Tämä hanke on taustaselvitys, jossa pyrittiin luomaan yleiskuva sedimenttien pilaantuneisuudesta ja pilaantumiseen liittyvistä tekijöistä.

3 Toimialakuvaukset

3.1

Metsäteollisuus

Metsäteollisuus jaetaan mekaaniseen ja kemialliseen metsäteollisuuteen. Mekaanisella metsäteollisuudella tarkoitetaan saha-, vaneri- ja levyteollisuutta ja kemiallisella metsäteollisuudella massa- ja paperiteollisuutta. Metsäteollisuus on merkittävä sisävesien kuormittaja. Kemiallisen metsäteollisuuden ympäristövaikutukset ovat suurempia ja laaja-alaisempia kuin mekaanisen metsäteollisuuden.

3.1.1

Kemiallinen metsäteollisuus

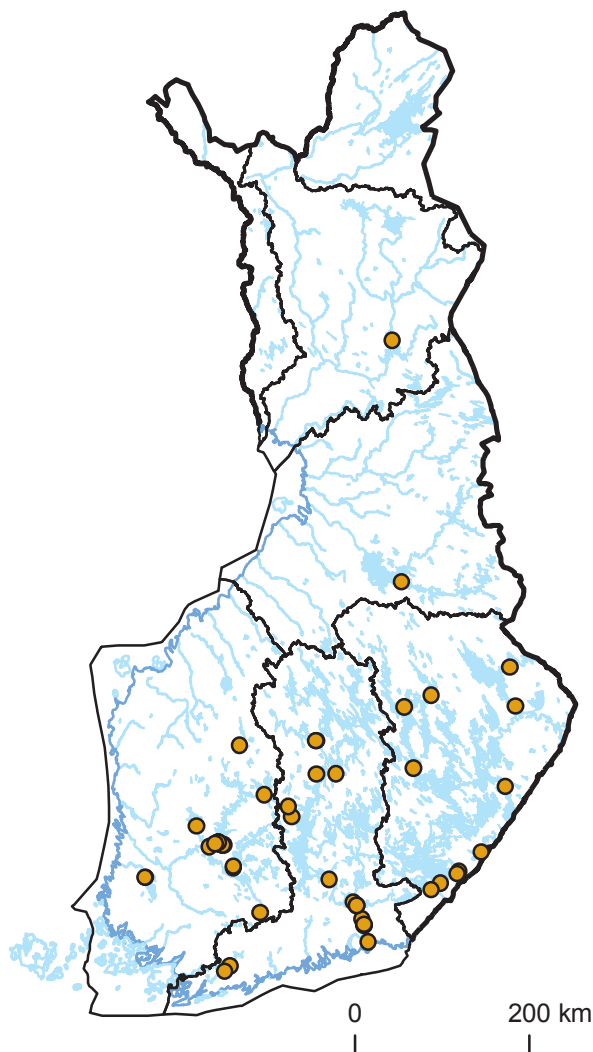
Massa- ja paperiteollisuus tuottaa sellua ja mekaanista massaa sekä näistä edelleen paperia, kartonkia ja jalosteita. Massa- ja paperiteollisuus on sijoittunut vesistöjen rannoille, koska prosesseissa tarvitaan runsaasti vettä, tarvittava puu voidaan kuljettaa uittamalla ja jäteveden poisto vesistöön on helppoa (kuva 1). Kartoituksesta on rajattu pois rannikolla sijaitsevat tai sijainneet kohteet.

Kemiallisen metsäteollisuuden vesistökuormitus oli suurimmillaan 1960–1970-luvuilla. Nykyisin monista ympäristöä kuormittavista kemikaaleista on luovuttu ja menetelmiä kehitetty vähemmän ympäristölle haitallisiksi. Vesistö päästöt ovat nykyisin murto-osa aiemmasta, joten sedimentin suurimmat haitta-ainepitoisuudet ovat yleensä pintakerrosta syvemmillä. Paikalliset virtaukset voivat tosin kuljettaa ja kerrosta sedimenttejä uudelleen.

Prosessit ja niissä käytettyjä haitta-aineita

Kemiallisessa metsäteollisuudessa käytetään eräitä yhteisötason ja kansallisen tason prioriteettialueilla olevia aineita. Vesipuitteiden liitteessä X luetelluista yhteisötason prioriteettiaineista massa- ja paperiteollisuudessa käytetään nykyisin teollisuuspesuaineina nonyyli-fenoleita ja niiden johdannaisia sekä dikloorimetaania (Euroopan unionin... 2001). Kansallisella prioriteettialueilla olevista aineista käytetään mm. limantorjunta-aineena bronopolia ja TCMTB:tä (2-tiosyanometyyli-tio)-bentsotiatsoli) ja teollisuuspesuaineena nonyyli-fenolietoksy-laattia. Myös TCMTB:n hajoamistuote merkaptobentsotiatsoli (MBT) sisältyy listalle (Ojanen 2005).

Kemiallisessa massanvalmistuksessa eli sellunkeittämisessä muodostuu runsaasti haitallisia jätevesiä. Selluteollisuuden merkittävimmät vesistö päästöt ovat aiheutuneet sellun valkaisuista. Sellua valkaistiin vuoteen 1992 saakka alkuainekloorilla, joka saattoi yhdessä jäteveden orgaanisten aineiden kanssa muodostaa orgaanisia klooriyhdisteitä, kuten dioksiineja ja furaaneja. Sellun kloorivalkaisussa tarvittavan kloorin valmistuksessa käytettiin yleisesti elohopeamenetelmää, jossa elohopealiuos toimi katodina. Elohopeaa käytettiin myös putkistojen limantorjuntaan vuoteen 1968 saakka.



Kuva 1. Kartoitettut kemiallisen metsäteollisuuden kohteet.

Tehtaiden jätevesissä ja alapuolisen vesistön sedimenteissä on tämän seurauksena todettu elohopeaa. Alkuainekloorin käyttö sellun valkaisuissa lopetettiin Suomessa vuonna 1993 ja sen tilalle tulivat happivalkaisu ja klooridioksidivalkaisu (Seppälä ja Jouttijärvi 1997). Nykyisin käytössä ovat mm. kloorikaasuton valkaisu (ECF), jossa käytetään klooridioksidia, happea ja peroksidia, ja täysin klooriton valkaisu (TCF), jossa käytetään happikemikaaleja, kuten happea, peroksidia ja otsonia. Täysin harmitonta valkaisu ei vielä ole. Valkaisuvaiheiden välillä massa pestään edellisen vaiheen kemikaaleista, mistä syntyy runsaasti jätevesiä. Valkaisun jätevedet muodostavat yhä edelleen merkittävimmän osan sellutehtaiden jätevesikuormituksesta.

Massa-, paperi- ja kartonkiteollisuudessa käytetään runsaasti kemikaaleja. Osa näistä kemikaaleista on vesistöille haitallisia. Vuonna 1992 tehdyn selvityksen mukaan massa- ja paperiteollisuudessa käytettiin yli 900 erilaista kemikaalia, joissa oli noin 400 erilaista tehoainetta (Pylkkö 1996). Kemiallisen metsäteollisuuden merkittävimpiä sedimenteissä esiintyviä haitta-aineita ovat elohopea, PCB ja selluloosan valkaisuissa syntyvät orgaaniset klooriyhdisteet, kuten kloorifenolit, dioksiinit ja furaanit (taulukko 1). Biosidejä käytetään kierto-vesijärjestelmissä limantorjuntaan ja ehkäisemään tukkeutumista sekä suojaamaan massoja, täyte- ja pinnoitusainelietteitä pieneliöiden aiheuttamalta pilaantumiselta. Aiemmin biosideinä käytettiin mm. elohopeaa ja tributyyliytinaa (TBT). Heksaklooribentseeniä (HCB) on käytetty paperin impregnointiin. Lisäksi paperiteollisuus oli aiemmin eräs suurimmista ns.

PFAS-yhdisteiden käyttäjistä (Korkki 2006). Niitä käytettiin paperin ja pakkaustarvikkeiden pintakäsittelyaineina. **TBT:tä ja muita organotinayhdisteitä on havaittu useiden metsäteollisuuspaikkakuntien sedimenteistä** (Londesborough (toim.) ym. 2010); Mannio 2009; Pohjois-Savon ympäristökeskus 2008). Kartonkiteollisuus käyttää raaka-aineena valkaistua sellua. Kartonginvalmistuksen haitta-aineita ovat raaka-aineesta peräisin olevien lisäksi mm. biosidit (homeen- ja limantorjunta) ja retentio-, väri- ja laminointiaineet (Mononen 1989).

Massa- ja paperiteollisuuden jätevesien raskasmetallit ovat peräisin puuraaka-aineesta, kemikaaleista ja putkistoista (Seppälä ja Jouttijärvi 1997). Päätöksen 2455/2001/EY liitteessä X näitä ovat nikkeli, lyijy ja kadmium sekä niitä sisältävät yhdisteet. Lisäksi kansalliselle listalle on esitetty kromia, kuparia ja sinkkiä yhdisteineen. (Ojanen 2005.) Kelaatteja (kompleksinmuodostajia), kuten EDTA ja DTPA, käytetään metallien poistamiseen vetyperoksidivalkaisuvaiheessa peroksidin hajoamisen estämiseksi. Kelaattien päästöt voivat vaikuttaa raskasmetallien leviämiseen ja pysyvyyteen vastaanottavassa vesistössä. EDTA ja DTPA on todettu haitallisiksi vesielioille. (Ojanen 2003; Pylkkö 1996.)

Kemiallisen metsäteollisuuden käyttämiä kemikaaleja ja niiden ympäristövaikutuksia on selvitetty useissa tutkimuksissa. SYTYKE-projektissa (Pihlaja (koord.) 1993; Lehtinen ym. 1993; Lehtinen ja Tana 1992) selvitettiin sellutehtaan jätevesien orgaanisen aineen hajoamista ja ympäristövaikutuksia. Organoklooriyhdisteiden esiintymistä ja kulkeutumista ovat tutkineet mm. Paasivirta ym. (1990), Paasivirta (1996) sekä Herve ja Heinonen (1996). Massa- ja paperiteollisuudessa käytettäviä haitallisia aineita ovat selvittäneet mm. Ojanen (2003; 2005) ja Pylkkö (1996). Puunsojaja- ja limantorjuntakemikaalien ympäristövaikutuksia selvitti Elsilä (1990). Päästöjä ovat selvittäneet mm. Jouttijärvi (toim.) (1997) sekä Seppälä ja Jouttijärvi (1997). Seurantaselvityksiä ovat tehneet mm. Nakari ym. (2002) sekä Vuoristo ja Ruoppa (1997)

Taulukko 1. Eräitä kemiallisesta metsäteollisuudesta peräisin olevia, sedimentissä havaittuja haitta-aineita.

Haitta-aine	Prosessi
Elohopea	Sellun kloorivalkaisu (katodina) Homeen- ja limantorjunta
Orgaaniset klooriyhdisteet, kuten kloorifenolit, dioksiinit ja furaanit	Selluloosan kloorivalkaisu
Orgaaniset tinayhdisteet	Putkistojen (kiertovesi-) homeen- ja limantorjunta Massan ja lietteen homeen- ja limantorjunta prosesseissa
DOT	Katalyytti (Mäntässä leivinpaperin valmistus)
PCB	Polttoprosessit Jätevedet Päästöt (esim. Äänekosken Kuhnamo, Kernaalanjärvi)
Heksaklooribentseeni (HCB)	Paperin impregnointi
Raskasmetallit	Peräisin puuraaka-aineesta, kemikaaleista ja putkistoista
PFOS-aineet	Paperin pintakäsittely
Biosidit	Homeen- ja limantorjunta prosesseissa
Kelaatit	Kompleksinmuodostajat

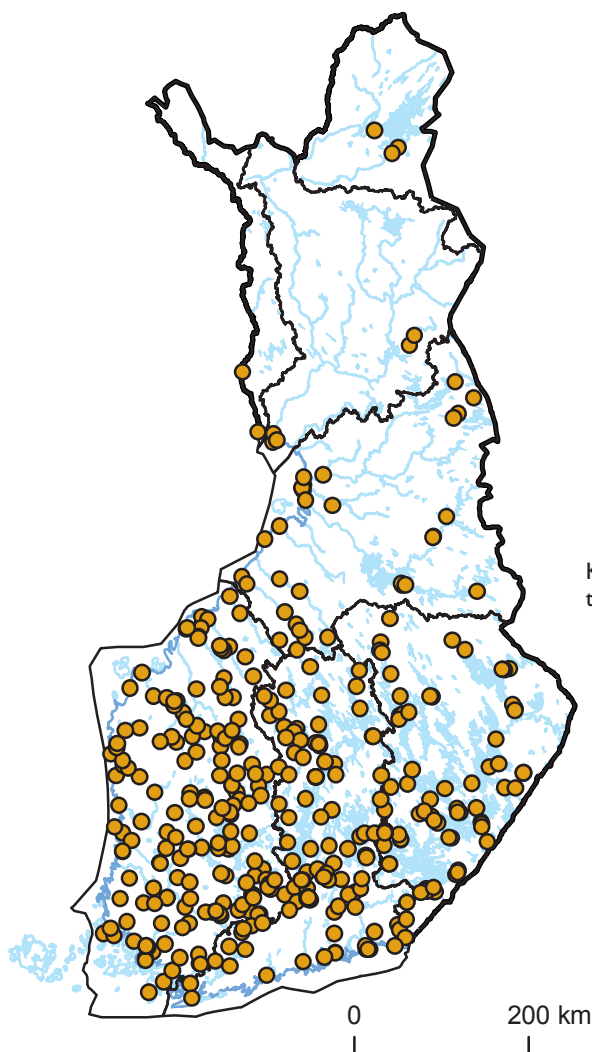
3.1.2

Mekaaninen metsäteollisuus

Mekaaniseen metsäteollisuuteen kuuluvat sahat ja kyllästämöt sekä vaneri- lastulevy- ja kuitulevyteollisuus (kuva 2). Mekaanisessa metsäteollisuudessa puuta jalostetaan pääasiallisesti mekaanisesti, mutta käsittelyyn liittyy usein kemiallisten aineiden,

kuten puunsuoja-aineiden, liimojen ja lakkojen, käyttöä. Puun suojaukseen käytettävät kemikaalit ryhmitellään teollisiin kyllästeisiin, sinistymänestoaineisiin, muihin puunsuoja-aineisiin ja levyjen suoja-aineisiin. Niiden ympäristövaikutuksia ja käyttöä Suomessa on selvitetty mm. Elsilän (1990) kirjallisuusselvityksessä.

Tributyylitinaoksidia on käytetty monissa puunsuojavalmisteissa puutavaran suojaamiseen sinistymistä, hometta ja lahoa sekä vaneri- ja lastulevyjen suojaamiseen termiittejä ja lahoa vastaan. Myös tributyylitinaaftenaattilla on suojattu puuta sinistymiseltä, homeelta ja levän kasvulta.



Kuva 2. Mekaaniseen metsäteollisuuteen kuuluvat kartoitetut kohteet.

Vaneri-, lastulevy- ja kuitulevyteollisuus

Levyteollisuudessa käytetään limantorjunta- ja sinistymisenestoaineita ja muita puunsuojakemikaaleja, liimoja, kovetteita ja pinnoitteita. Levyjä suojataan lahoa, hometta ja hyönteisiä vastaan. Vanerin ja muiden levyjen suojaukseen on käytetty esimerkiksi Fennotox V7F-valmistetta, jonka tehoaineina on ollut mm. heptaklooria, klordaania, tributyylitinaoksidia ja 2,3,4,6-tetrakloorifenolia (Elsilä 1990; Ojanen 2003). VESPA-aineluettelossa mainittua resorsinolia sisältävää liimaa on käytetty vanerin liimauksessa (Ympäristöministeriö 2005). Vanerin liimauksessa käytetään nykyisin fenoliformaldehydi- ja ureaformaldehydiliimoja (Metsäteollisuus ry 2006) ja pinnoitteena mm. fenolifilmiä, muoveja, maaleja tai lakkaa.

Vaneria valmistettiin vielä 1980-luvun alussa yhteensä 30 paikkakunnalla, mutta nykyisin Suomessa toimii enää kymmenen koivuvaneritehdasta, kaksi havuvaneritehdasta, kaksi kertopuutehdasta sekä viilu- ja jalostetehtaat (Metsäteollisuus 2010). Lastulevytehtaita on jäljellä kaksi (Kiteen Puhoksessa ja Kärkölen Järvelässä) samoin kuin kuitulevytehtaita (Heinolassa ja Porissa) (Metsäteollisuus ry 2006).

Sahat ja kyllästämöt

Sahojen ja kyllästämöjen tärkeimmät haitta-aineet ovat peräisin puunsuoja-aineista, kuten sinistymisenesto- ja kyllästysaineista. Sinistymisenestoon käytetty KY5-valmiste sisälsi kloorifenoleja sekä epäpuhtautena dioksiineja ja furaaneja. Suolakyllästeistä CCA-kyllästeet sisältävät arseenia, kromia ja kuparia ja CC-kyllästeet kuparia ja kromia. Ratapölkkyjen ja pylväiden kyllästykseen käytetty kreosoottijäljy on kivihiihterivan tisle, joka sisältää PAH-yhdisteitä, kuten bentso(a)pyreeniä ja vesiliukoista fenolia. Muita puutavaran suojaamiseen lahoa, sinistymistä ja hometta vastaan käytettyjä tehoaineita ovat tributyyliitinaoksidi (TBTO) ja diklofluanidi. (Viitasaari 1991.)

Aiempiä vuosikymmeniä työtavat eivät vastanneet nykyisiä käsityksiä ja suojakemikaalit saatettiin jopa kaataa syksyllä käytön jälkeen maahan. Useiden sahojen ja kyllästämöiden maaperän ja pohjaveden on todettu pilaantuneen ja haitta-aineet ovat voineet helposti valua läheiseen vesistöön aiheuttaen sedimentin pilaantumista. Haitta-aineita on voinut joutua vesistöön myös täyttömaiden ja kuorikasojen mukana.

Vanhojen saha- ja kyllästämöalueiden läheisten vesistöjen sedimenteissä esiintyviä haitta-ainepitoisuuksia on selvitetty eri puolilla Suomea. Tutkimuksissa sedimenteistä on todettu **kloorifenoleita, PAH-yhdisteitä ja raskasmetalleja** ja paikoin pieniä **dioksiini- tai furaanipitoisuuksia** (mm. Lampi ym. 1992; Aspholm 2002; 2005; Närhi 2006; Pohjois-Savon ympäristökeskus ja Kuopion kaupunki 2008).

Kloorifenolit ovat vesiliukoisia ja liikkuvat maaperässä veden mukana. Pintavesiin päästessään ne saattavat kulkeutua pitkiäkin matkoja. Kloorifenolit hajoavat verraten nopeasti auringonvalon ja bakteeritoiminnan ansiosta, mutta niitä havaitaan silti sedimenteissä, vesistöissä ja maaperässä merkittäviä pitoisuuksia, joten hajoaminen ei ole täydellistä. Kloorifenolivalmisteissa epäpuhtauksina esiintyvät dioksiinit ja furaanit sitoutuvat rasvaliukoisina humukseen, saveen ja jopa hiekkaan. PCDD/F-yhdisteet ovat vedessä niukkaliukoisia. Vesistöissä PCDD/F-yhdisteet leviävät kiintoaineen ja liuenneen orgaanisen aineen mukana sekä sedimentoituvat tai sitoutuvat eliöihin. (Lindsberg ym. 2008.)

Keski-Suomessa sijaitsevan Jämsänveden sedimentissä on todettu PAH-yhdisteitä, jotka ovat peräisin rannalla olleesta kreosoottikyllästämöstä (Hyötyläinen ja Oikari 1999). Hyötyläinen (2001) on väitöskirjassaan selvittänyt PAH-yhdisteiden vaikutuksia ja leviämistä Jämsänveden sedimentistä. Lyytikäinen (2004) on selvittänyt KY5-valmisteen ja CCA-kyllästeiden kulkeutuvuutta, biosaataavuutta ja vaikutuksia vesiympäristössä.

Sahojen ja kyllästämöiden kartoituslähteenä käytettiin Maaperän tilan tietojärjestelmää, koska se arvioitiin kattavimmaksi. Tietojärjestelmään on merkitty 844 sahaa ja kyllästämöä, joista 409, eli lähes puolet, on alle 200 metrin etäisyydellä vesistöistä.

3.2

Kaivosteollisuus

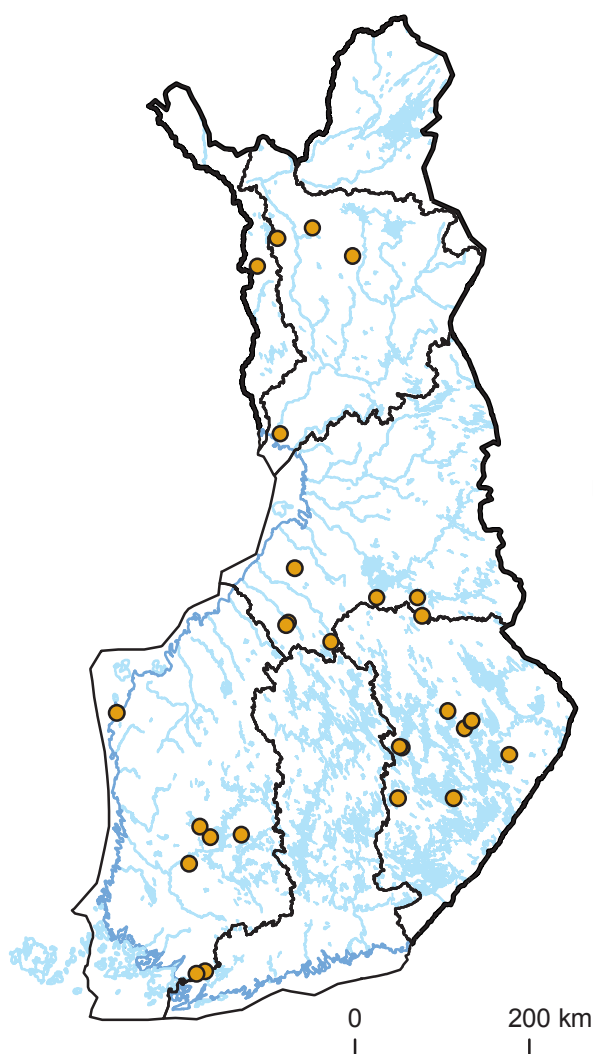
Kaivokset luokitellaan metallimalmi-, karbonaattikivi-, muihin teollisuusmineraali- ja teollisuuskivikaivoksiin. Kaivostoiminnan vaikutukset vesistöihin syntyvät ennen kaikkea metallimalmien louhinnasta ja rikastuksesta. Sulfidimalmikaivoksilla (esim. nikkeli-, kupari-, sinkki- ja lyijykaivoksilla) ja erityisesti niiden rikastushiekka-alueilla muodostuu rikastushiekkan ja jätekipen hapettua happamia, metallipitoisia

valumavesiä (Acid Mine Drainage = AMD). Sulfidien hapettuessa muodostuu rikkihappoa, joka liuottaa jätiehiekasta raskasmineraaleja, jotka pääsevät valumavesien mukana vesistöihin ja pohjasedimentteihin. Hapanta kaivosvaluntaa syntyy myös talkkikaivoksilla, koska talkkiesiintymät liittyvät usein sulfidipitoisiin liuskeisiin. (Toropainen 2006; Heikkinen 2009.)

Rautasulfidien hapettumisen ja mineraalien rapautumisen käynnistyessä rikastushiekka-alueella tai avolouhosten seinämissä, valumavedet happamoituvat asteittain ja metallien/metalloidien pitoisuudet vedessä kasvavat sen mukaan. Hapan kaivosvaluma syntyy 10 - 30 vuodessa (Räisänen 2007).

Suomessa on toiminut satoja pieniä ja pienehköjä sulfidimalmikaivoksia 1500-luvulta lähtien. Ympäristön kannalta merkittävän kokoisia näistä on ollut parisenkymmentä (Toropainen 2006), mutta myös pienet kaivokset ovat voineet aiheuttaa paikallisia haittoja. Puustinen (2003) on koornut Suomen kaivoksista vuosilta 1530–2001 yhteenvedon, jossa on myös tilastotietoja ja karttoja. Suomessa on tuona aikana ollut toiminnassa yhteensä ainakin 1 032 metalli-, teollisuusmineraali- tai karbonaattikaivosta.

Maaperän tilan tietojärjestelmässä on 40 kohdetta, jotka sijaitsevat alle 500 metrin etäisyydellä vesistöistä. Aineisto ei kuvaa hyvin kaivosten vaikutuksia vesistöön, joten vesistövaikutuksia todennäköisimmin aiheuttavat kaivokset kartoitettiin ja arvioitiin erikseen (Kuva 3).



Kuva 3. Kartoitukseen valitut kaivokset.

Sulfidikaivosten alapuolisten vesistöjen sedimenteissä on monin paikoin todettu kohonneita metallipitoisuuksia, jopa useiden kilometrien päässä kaivosalueelta (mm. Sipilä 1994; Parviainen ym. 2006). Malmimineraalien koostumuksesta riippuu, mitä metalleja tai metalloideja ympäristöön pääsee. Tyypillisiä ovat kuparin, sinkin, nikkelin, lyijyn ja arseenin esiintyminen. Talkkikaivosten ja -rikastamoiden alapuolisissa vesistöissä on todettu nikkelin ja arseenin kohonneita pitoisuuksia. Kultakaivoksilla käytetään syanidia kullan rikastukseen.

Suurimmat metallipitoisuudet on mitattu Orijärven lakkautetun kaivoksen viereisestä Orijärvestä, jossa sedimentin kupari-, sinkki- ja lyijypitoisuudet ovat 2 – 3 kertaluokkaa (100 – 1 000 kertaa) taustapitoisuuksia suuremmat (Salonen ym. 2006). Muita järvessä esiintyviä metalleja ovat muun muassa kadmium, nikkeli, koboltti, kromi ja tina. Vaikutus järven eliöstöön näkyy selvästi ja myös läheisessä Määrjärvessä on todettu kohonneita pitoisuuksia. Merkittäviä vesistövaikutuksia on todettu myös Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan ELY-keskusten alueilla sijaitsevien kaivosten läheisyydessä.

Oksidimalmikaivoksilla hapettumisongelmaa ei ole ja niillä suurimmat ympäristövaikutukset syntyvät pölyämisestä. Kalkkikivi- ja teollisuusmineraalikaivokset ovat pääsääntöisesti vähemmän haitallisia ympäristölle kuin metallimalmikaivokset.

3.3

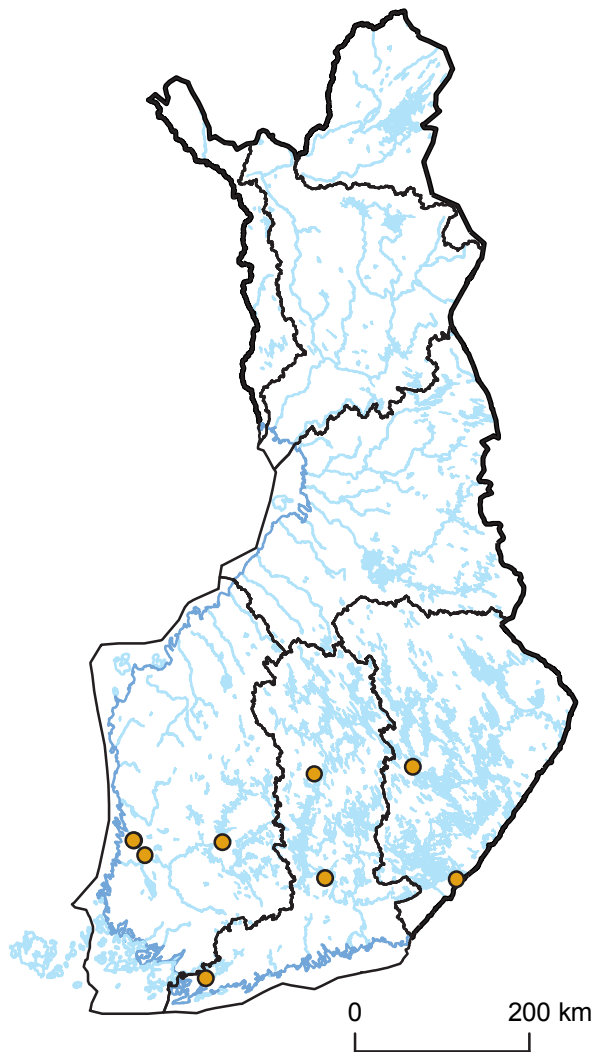
Metalliteollisuus

Metalliteollisuus on toimialana laaja, ja siihen kuuluu hyvin erityyppisiä ja –kokoisia yrityksiä. Esikartoituksessa on keskitytty vain suurimpiin tuotantolaitoksiin, joiden jätevesipäästöillä on todennäköisesti laajempaa vaikutusta sisävesiin. Nämä kohteet on esitetty kuvassa 4. Suomen suurimmat metallinjalostustehtaat sijaitsevat rannikolla ja niiden jätevedet päätyvät mereen, joten ne eivät kuulu tämän selvityksen piiriin.

Maaperän tilan tietojärjestelmässä on kaikkiaan 1153 metalliteollisuuskohtetta. Näistä 209 sijaitsee alle 200 metrin ja 113 alle 100 metrin etäisyydellä vesistöistä. Valtaosa kohteista on konepajoja ja pintakäsittelylaitoksia, mutta joukossa on myös suuria metallinjalostustehtaita. Pienten ja keskisuurten metalliyritysten jätevesimäärät eivät yleensä ole merkittäviä, mutta ne voivat sisältää erityisesti öljyä, metalleja ja liuottimia ja ne voivat vaikuttaa sedimentin laatuun paikallisesti, joten mahdollisessa alueellisessa kartoituksessa ne on syytä huomioida.

Metallinjalostustehtaiden haitta-aineet ovat pääasiassa raskasmetalleja ja öljyjä. Sulfidimalmeissa sinkkiä, kadmiumia, arseenia ja elohopeaa esiintyy yhdessä päämetallin kanssa, joten niitä esiintyy myös päästöissä. Teräksen valmistukselle ovat tyypillisiä kromi- ja nikkelpäästöt (Seppälä ym. 2000). Konepajojen ja muun metalliteollisuuden haitta-aineita ovat raskasmetallit, öljyt ja rasvat sekä erilaiset liuottimet. Kondensaattoritehtaan PCB-päästöjen on todettu pilanneen Tampereen Pyhäjärveä. Dioksiineja ja furaaneja voi päästä ympäristöön romumetallin käsittelystä, metallisulatoilta, rauta- ja terästehtailta sekä kuparin, sinkin ja alumiinin tuotannosta. Syanidia käytetään mm. teräksen karkaisussa ja metallien pintakäsittelyssä.

Finmerac-hankkeessa (Nikkarinen ym. (toim.) 2008) arvioitiin metallien yhdenntettyä kohdekohtaista riskiä mm. Harjavallassa, jossa toimintoina ovat metallisulatto ja nikkelin ja nikkelikemikaalien valmistus. Riskinarvioinnin mukaan **Kokemäenjoen jokisedimenttien pitoisuudet ylittivät vesieliöille haitallisen tason, mutta metallit ovat sedimenteissä todennäköisesti sitoutuneet sulfideihin, mikä vähentää niiden biosaatavuutta.**



Kuva 4. Kartoitetut metalliteollisuuden kohteet.

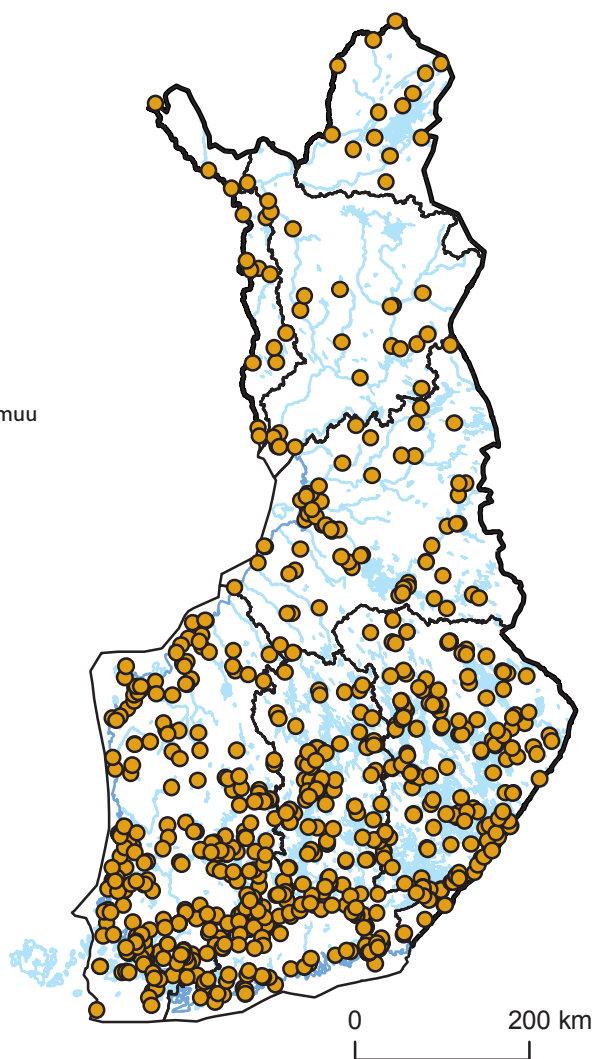
3.4

Jätteenkäsittely

Kaatopaikat ovat yleisimmin haitallisia vesistövaikutuksia aiheuttavien toimintojen joukossa. Etenkin vanhoilta kaatopaikoilta, joille on viety myös teollisuusjätteitä, on voinut kulkeutua haitta-aineita valumavesien mukana vesistöön. Aiemmin kaatopaikkavedet johdettiin suoraan tai ainoastaan tasausaltaan kautta vesistöön. Nykyisin vedet yleensä puhdistetaan kaatopaikan omalla tai kunnallisella jätevedenpuhdistamolla ennen vesistöön purkua (Assmuth ym. 1990).

Maaperän tilan tietokannassa on vesistöä alle 500 metrin etäisyydellä sijaitsevia kaatopaikkoja ja muita jätteenkäsittelypaikkoja yhteensä 760 kappaletta (taulukko 2, kuva 5). Alle 200 metrin etäisyydellä kohteita on 305 ja alle 100 metrin 158 kappaletta. Vesistövaikutuksia voi aiheutua myös muista kuin tässä kartoitetuista kaatopaikoista, koska tietokantaan ei ole aina merkitty etäisyystietoja ja koska niissä ei ole huomioitu puroja, jotka toimivat leviämisreittinä.

Kuva 5. Kartoitetut kaatopaikat ja muu jätteenkäsittely.



Aiemmin ongelmajätteitä sijoitettiin yleisesti suoraan täyttöön muun jätteen sekaan. Vanhojen kaatopaikkojen jätesisällöstä ei useinkaan ole tietoa. Valtakunnallisessa riskikaatopaikkatutkimuksessa (Assmuth ym. 1990) arvioitiin, että vuosina 1945 – 1990 syntyneistä ongelmajätteistä jopa puolet, noin kolme miljoonaa tonnia, on viety kaatopaikoille. Ympäristöön leviävien haitta-aineiden laatu ja määrä riippuvat mm. jätteen laadusta, kaatopaikan iästä, jätetäytön rakenteesta sekä ympäristön olosuhteista. Riskikaatopaikkatutkimuksen mukaan kaatopaikkojen vaikutukset kohdistuvat yleensä melko suppealle alueelle.

Kaatopaikoilta voi päästä ympäristöön **raskasmetalleja, öljyjä sekä pysyviä, myrkyllisiä ja kertyviä aineita, esimerkiksi PCB:tä, HCB:tä ja perfluorattuja alkyyliai- neita (PFAS)**. PCB:tä on käytetty mm. kondensaattoreissa, muuntajissa, saumaus- ja tiivistysmassoissa ja maaleissa. Jätteiden mukana kaatopaikoille on voinut päätyä huomattava osa esimerkiksi saumausmassojen PCB:stä (Hellman ym. 2003). Yhteis- pohjoismaisen tutkimuksen tulosten perusteella kaatopaikat ovat jätevedenpuhdistamojen ohella merkittäviä PFAS-yhdisteiden päästölähteitä (Kallenborn ym. 2004). Esimerkiksi tutkimuksessa mukana olleen Ämmässuon kaatopaikan suotovedessä PFAS-aineiden kokonaispitoisuus oli 700 – 800 ng/l. Kaatopaikkojen suotovesistä on todettu myös HCB:n merkittävästi kohonneita pitoisuuksia (Koskinen ym. 2005). Vesistökuormituksen ja haitallisuuden perusteella suurimpia riskejä aiheuttavia aineita kaatopaikkavesissä ovat kadmium, 1,2-dikloorieteeni ja tolueni.

Taulukko 2. Maaperän tilan tietokannasta kootut, alle 500 m etäisyydellä vesistöistä sijaitsevat kaatopaikat ja muu jätteenkäsittely.

Maaperän tilan tietojärjestelmän toimiala	Kohteiden lukumäärä
Jätteenkäsittely	3
Yhdyskuntajätteen kaatopaikka	586
Teollisuusjätekaatopaikka	150
Ongelmajätteen käsittely	5
Muu jätteen käsittely (kompostointi, lietteen kaatopaikka, jätteen poltto, täyttömaa)	16
Yhteensä	760

3.5

Jätevedenpuhdistamot

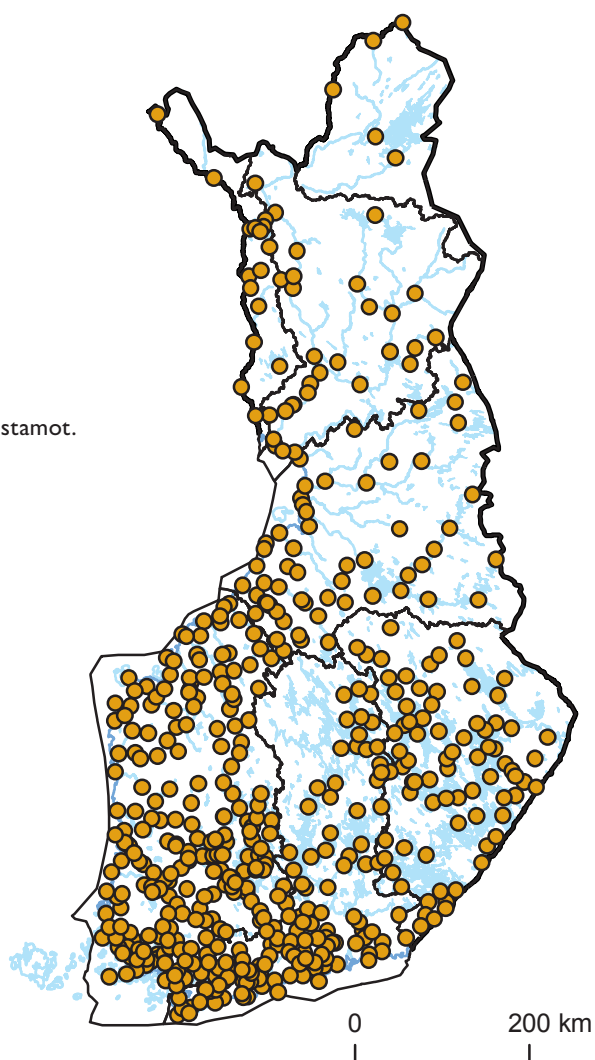
Jätevedenpuhdistamoilla käsitellään ja niiltä johdetaan vesistöihin kotitalouksien jätevesien lisäksi eri teollisuudenalojen jätevesiä. Jätevedenpuhdistamot keräävät toiminta-alueeltaan erilaisia haitta-aineita sisältäviä jätevesiä yhteen kuormituspiiteeseen. Osa käsittelyyn tulevista aineista läpäisee puhdistusprosessin ja kulkeutuu ja mahdollisesti kertyy puhdistamon alapuoliseen vesistöön. (Koskinen ym. 2005; Mannio 2007; Haimi ja Mannio 2008.) Aiemmin ongelmajätteiden johtaminen viemäriin oli yleistä. Suurilla teollisuuslaitoksilla on ollut myös omia jätevedenpuhdistamoita.

VAHTI-tietojärjestelmässä on 529 jätevedenpuhdistamoita, ja se sisältää kaikki toimivat puhdistamot. Maaperän tilan tietojärjestelmään on merkitty 338 puhdistamoita, joista osan toiminta on loppunut. Kartoituskäytönä käytettiin VAHTI-tietojärjestelmää. Kartoituskohdeet on esitetty kuvassa 6.

VESKA 1 -projektissa kartoitettiin vesipolitiikan puitedirektiivissä (2000/60/EY) priorisoituja kuluttaja- ja teollisuuskäytössä olevia aineita kymmenen kaupungin yhdyskuntajätevesien puhdistamoilta lähtevästä jätevedestä, lietteestä sekä puhdistamojen alapuolisen vesiympäristön vedestä, sedimenteistä ja kaloista. **Lietteistä ja pohjasedimenteistä löydettiin useita aineita, joiden pitoisuudet ylittivät tai olivat lähellä arvioituja haitattomia pitoisuustasoja. Näitä aineryhmiä olivat erityisesti orgaaniset tinayhdisteet. Muita jatkotutkimuksiin nousevia ryhmiä ovat ainakin PAH-yhdisteet (antraseeni), ftalaatit, bromatut difenyylietterit ja mahdollisesti klooribentseenit** (Londesborough (toim.) ym. 2009).

Orgaanisia tinayhdisteitä kulkeutuu puhdistamoille tuleviin jätevesiin muoviteollisuudesta sekä liukenee kotitalouksien muovituotteista ja PVC-vesiputkista (Hallikainen ym. 2008). Haitta-aineita voi päätyä pieninä määrinä jätevedenpuhdistamoille kuluttajatuotteista, esimerkiksi pesuaineista tai tekstiileistä mm. palonestoaineita ja torjunta-aineita, joita Suomessa ei käytetä. Jätevedenpuhdistamot ovat lisäksi merkittäviä PFAS-yhdisteiden päästölähteitä (Kallenborn ym. 2004).

Kuva 6. Kartoitetut jätevedenpuhdistamot.



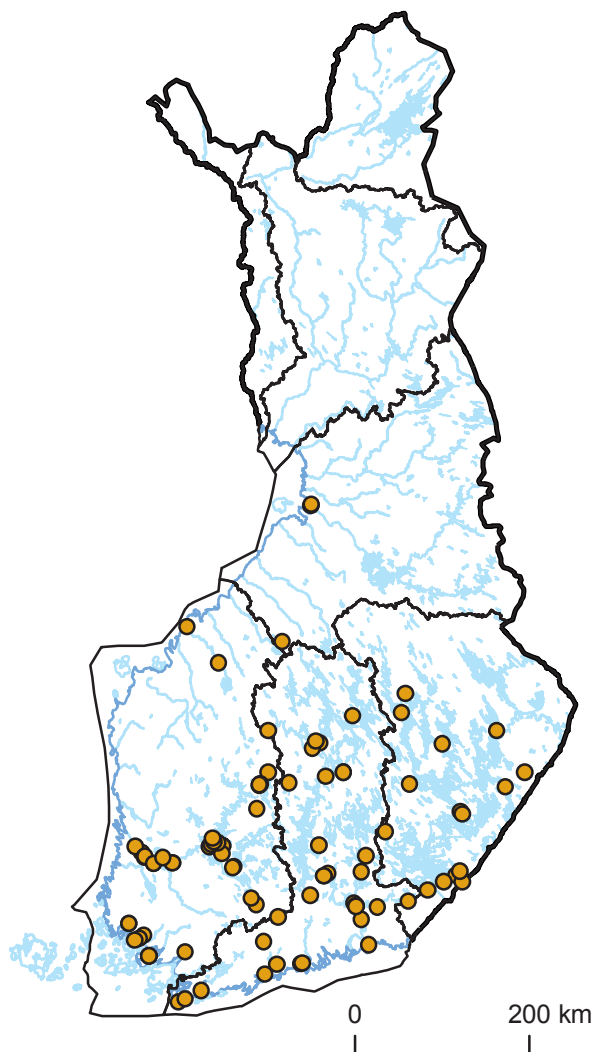
3.6

Kemian ja muoviteollisuus

Kemian ja muoviteollisuus on laaja toimiala, jonka piiriin kuuluu hyvin erityyppisiä tuotantolaitoksia. Siihen kuuluvat kemian perusteellisuuden lisäksi kemian tuoteteollisuuden eri toimialat. Ydinalueita ovat muoviteollisuus, petrokemia, metsäteollisuus- ja maatalouskemikaalien valmistus, biotekniikka, maalliteollisuus ja lääketieteellisyys (Suomalaisen kemianteollisuuden... 2010).

Muoviteollisuus voidaan jakaa muoviraaka-aineiden valmistukseen, lisäaineteollisuuteen (stabiilaattorit ja pigmentit) ja muovituotteiden valmistukseen. Polymeeriteollisuuteen kuuluu lisäksi liimojen, maalien, pinnoitteiden yms. valmistus. (Muoviteollisuuden jätehuolto 1991.) Muoviteollisuuden tuotteista voi liueta käytössä kemikaaleja, kuten pehmittimiä, ja päätyä vesistöihin asumajätevesien mukana.

Maaperän tilan tietojärjestelmässä on 70 sellaista kemian ja muoviteollisuuden kohdetta, jotka sijaitsevat alle 200 metrin etäisyydellä vesistöistä ja VAHTI-tietokannassa 67 kohdetta. Kartoitetut kohteet on yhdistetty näistä aineistoista (kuva 7). Monet suuret kemian tehtaot sijaitsevat rannikolla, joten ne on jätetty pois tästä sisävesiä koskevasta kartoituksesta.



Kuva 7. Kemian ja muoviteollisuuden kartoitetut kohteet.

Kemian ja muoviteollisuudessa käytetään ja tuotetaan runsaasti kemikaaleja, joten niitä esiintyy myös vesistöpäästöissä. Alan laitosten haitta-aineet riippuvat tuotantosuunnasta ja voivat vaihdella suuresti. Esimerkiksi monobutyyliitinaa (MBT) ja dibutyyliitinaa (DBT) käytetään parantamaan PVC-muovien lämmön- ja valonkestävyyttä sekä teollisuuskatalyyttinä polyuretaanien ja silikonimassojen valmistuksessa. Orgaaninen kemianteollisuus voi tuottaa PCB-päästöjä ilmaan ja vesiin. Heksaklooribentseeniä (HCB) on käytetty liuottimena maali- ja muoviteollisuudessa ja sitä muodostuu sivutuotteena valmistettaessa kloorattuja teollisuuskemikaaleja. (Koskinen ym. 2005.)

Kloorialkaliteollisuus on merkittävimpiä elohopean käyttäjiä. Kloorialkaliteollisuudessa käytetään elohopeaa katodina valmistettaessa natriumkloridiliuoksesta klooria elektrolyysimenetelmällä. Vesistöjen elohopeakuormitus on pienentynyt huippuvuosista merkittävästi, mutta elohopeaa joutuu edelleen jätevesiin. Esimerkiksi Kokemäenjoen elohopeakuormitus oli suurimmillaan yli 300 kg/v, kun nykyinen kuormitus on alle 5 kg/v (Sarvala ja Sarvala (toim.) 2005).

Maaliteollisuuden haitta-aineita ovat liuottimet ja metallit. Jätevedet ohjataan useimmiten jätevedenpuhdistamolle. Maalien raaka-aineet ovat sideaineita, pigmenttejä, liuottimia ja apuaineita. Pigmentit sisältävät metalleja, kuten titaania, rautaa, kromia, lyijyä ja sinkkiä. Maaliteollisuuden päästöt vesiin ovat lähinnä pigmenttejä ja sideaineliuoksia. (Estlander ja Leinonen 1991). PCB:tä on käytetty yleisesti maalien pehmentimenä korroosionesto- ja betonilattiamaaaleissa (Hellman ym.2003). Laivojen antifouling-maaleissa käytettiin vuoteen 2003 saakka orgaanisia tinayhdisteitä.

Maaliteollisuus on keskittynyttä ja valtaosan maaleista valmistaa muutama suuri yritys. Estlanderin ja Leinosen (1991) selvityksen mukaan Suomessa oli tuolloin viisi tuotannoltaan merkittävää maali- ja lakkatehdasta ja viisi pientä tuotantolaitosta

Lääketeollisuus jaetaan lääkeainetuotantoon ja lääkevalmistetuotantoon, joista edellisen päästöt ovat suuremmat. Tehtaiden jätevedet ohjataan yleisesti jätevedenpuhdistamolle. Sedimentin pilaantumisen todennäköisyys lienee normaalitilanteissa pieni.

3.7

Tekstiiliteollisuus

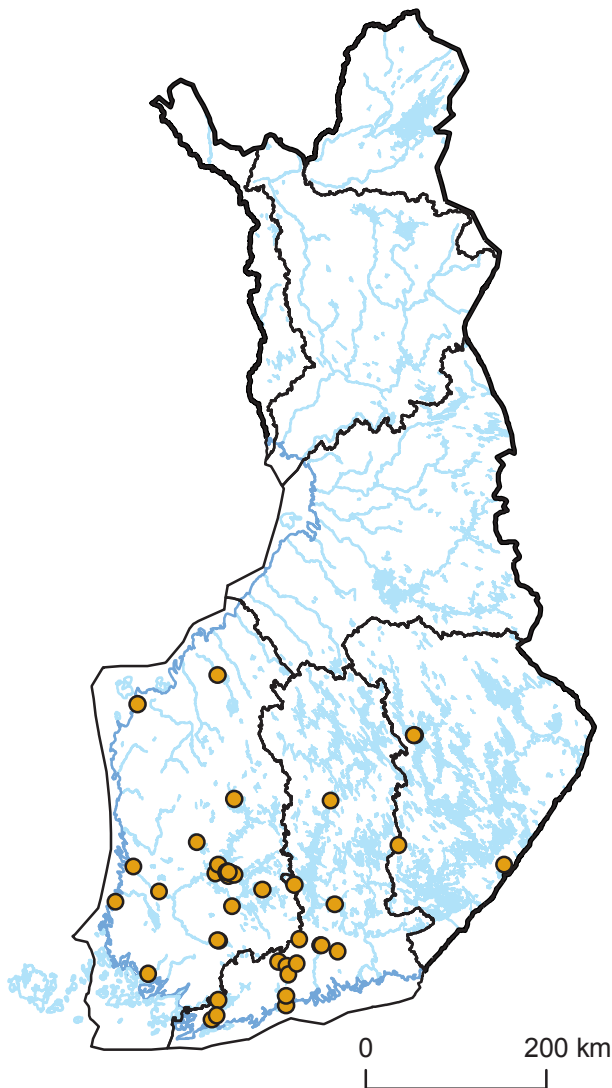
Suurin osa tekstiiliteollisuuden vesistö päästöistä aiheutuu puuvillalankojen valmistuksesta sekä tekstiilien valkaisuista, värjäyksestä, painamisesta ja viimeistelystä. Tekstiiliteollisuuden jätevedet ovat orgaanisten ja epäorgaanisten aineiden seoksia. Tekstiiliteollisuuteen eivät tässä selvityksessä kuulu vaatteiden tai vastaavien ompeluun keskittyvät tuotantolaitokset.

Tekstiiliteollisuutta on etenkin Länsi- ja Etelä-Suomessa, jossa sijaitsee nykyisin 80 % toimialan yrityksistä (Kalliala ja Talvenmaa 2000). Maaperän tila -tietokannassa on alle 500 metrin etäisyydellä vesistöä 37 tekstiiliteollisuuden kohdetta. Lisäksi 11 kohteen etäisyydet puuttuvat. Kartoitettuja kohteita on esitetty kuvassa 8.

Tekstiiliteollisuuden haitta-aineita ovat mm. orgaaniset klooriyhdisteet (valkaisu), raskasmetallit (värjäys) ja PFOS-aineet (pintakäsittely). Erilaisia pintakäsittely- ja viimeistelyaineita käytetään paljon. Tekstiiliteollisuus oli aiemmin suurimpia PFOS-aineiden käyttäjiä, mutta nyt niiden käyttö on kielletty.

Merkittävä osa kokonaispäästöistä johtuu raaka-aineiden apuaineista. Apuaineiden, kuten kehruu- ja neulontaöljyjen, ja esikäsittelyaineiden poistaminen märkäsäilyllä saattaa aiheuttaa paitsi huonosti hajoavien orgaanisten aineiden, kuten mineraaliöljyjen, PAH-yhdisteiden, alkyylifenolietoksyylaattien (APEO) ja biosidien päästöjä (CIRCA 2006). Tekstiiliraaka-aineista voi vapautua jätevesiin pieniä määriä PCB:tä, jota saattaa esiintyä ulkomailla valmistetuissa kankaissa homeenesto- ja säilöntäaineena (Koskinen ym. 2005).

Nykyisin tekstiiliteollisuuden jätevedet puhdistetaan joko tehtaassa tai kunnallisessa puhdistamossa. Kuitenkin vielä vuonna 1974 vain alle kolmannes alan jätevesistä päätyi yleiseen viemäriin (Ruoppa 1977), joten varsinkin vanhojen tekstiilitehtaiden alapuolisten vesistöjen sedimenteissä haitta-aineiden kirjo voi olla laaja.



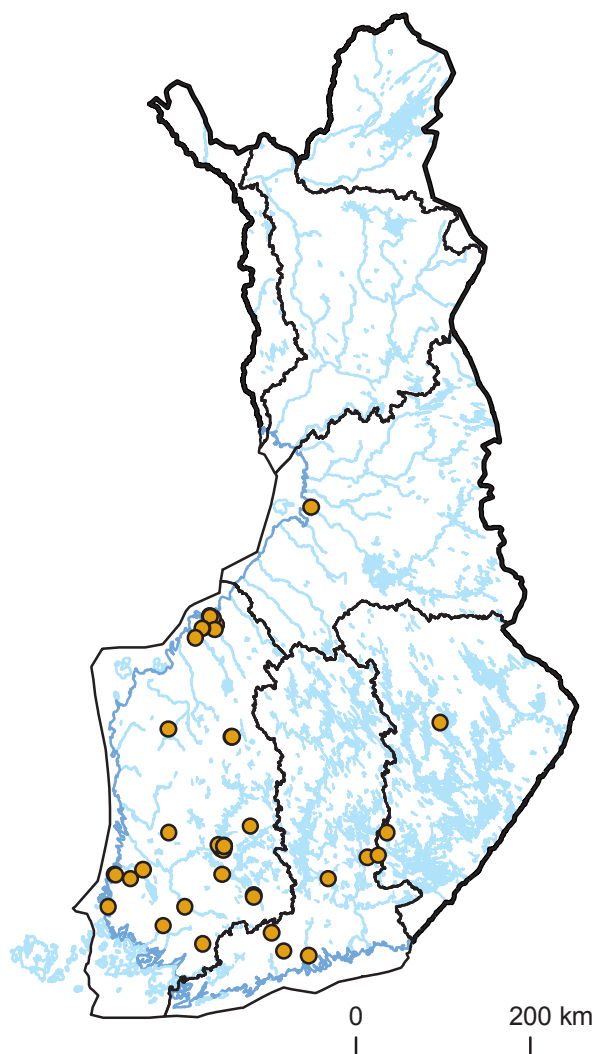
Kuva 8. Tekstiiliteollisuuden kartoitetut kohteet.

3.8

Nahkateollisuus

Suurin osa Suomen nahkatehtaista on kooltaan pieniä. Kustulan ym. (2000) mukaan Suomessa toimii yhdeksän suurempaa tehdasta, joista suurinkin jää alle IPPC-direktiivissä 96/61/EC (1996) esitetyn tuotantorajan. Toisen maailmansodan jälkeen nahkatehtaita oli vielä satakunta. Maaperän tilan tietokannassa on 47 toimivaa tai lakkautettua nahka- tai kenkätehdasta, joiden etäisyys vesistöistä on alle 500 metriä, tai joiden etäisyyttä ei ole ilmoitettu. Osa näistä on kuitenkin kenkätehtaita, jotka eivät itse ole käsitelleet nahkoja. Koska nahan parkitsemisessa käytetään kromisuoloja, kartoitukseen valittu myös pienet ja lakkautetut nahkatehtaat. Suurimmat nahkatehtaat sijaitsevat Länsi-Suomessa (kuva 9).

Kuva 9. Nahkateollisuuden kartoitetut kohteet.



Nahkatehtaat käyttävät raakavuotaa, jonka ne parkitsevat itse, tai puolivalmista nahkaa, jonka ne ostavat joko ulkomailta tai muista suomalaisista nahkatehtaista. Tärkein nahkateollisuuden haitta-aine on kromi, jota käytetään vuotien parkitsemisessa. Yleensä käytetään kromi(III)sulfaattikompleksisuolaa (Vertanen ja Viitasaari 1994). Kromiparkitukselle on yritetty löytää vaihtoehtoja, mutta kasvipöeräiset tai muut kivennäispohjaiset (esim. alumiini-, zirkonium- ja titaanisulolat) eivät sinänsä vähennä ympäristöhaittoja eivätkä tuota samaa lopputulosta (CIRCA 2006).

Nahanvalmistuksessa tarvitaan lisäksi paljon muita kemikaaleja, joiden käyttömäärät vaihtelevat nahan käyttötarkoituksen ja raaka-aineen mukaan. Eniten käytetään kromi-, ammonium- ja sulfidiyhdisteitä, happoja, värejä ja kalkkia (Kustula ym. 2000). Värjäys- ja rasvauskemikaalien tarve riippuu värien sitoutuvuudesta ja siitä, onko kyseessä pinta- vai läpivärjäys (Vertanen ja Viitasaari 1994). Vuotien parkitsemisen jälkeisessä rasvauksessa käytettiin 1980-luvun puoliväliin saakka rasvoja, jotka sisälsivät orgaanisia, synteettisiä klooriyhdisteitä (Vertanen ja Viitasaari 1994). Halogenoituja orgaanisia yhdisteitä käytetään monissa parkitusprosessin vaiheissa (CIRCA 2006.) Ulkomailta tuoduissa vuodissa on voitu käyttää orgaanisia klooriyhdisteitä homeenestoaineina. Parkitusprosesseissa käytetään myös pinta-aktiivisia aineita, joista yleisin on NPE (nonyylifenolietoksyylaatti) ja kompleksinmuodostajia, kuten EDTA:ta (eteenidiamiinitetraetikkahappoa) ja NTA:ta (nitrilotrietikkahappoa). Bromia ja antimonia sisältävistä palonestoaineista ollaan nykyisin jo luopumassa. (CIRCA 2006.)

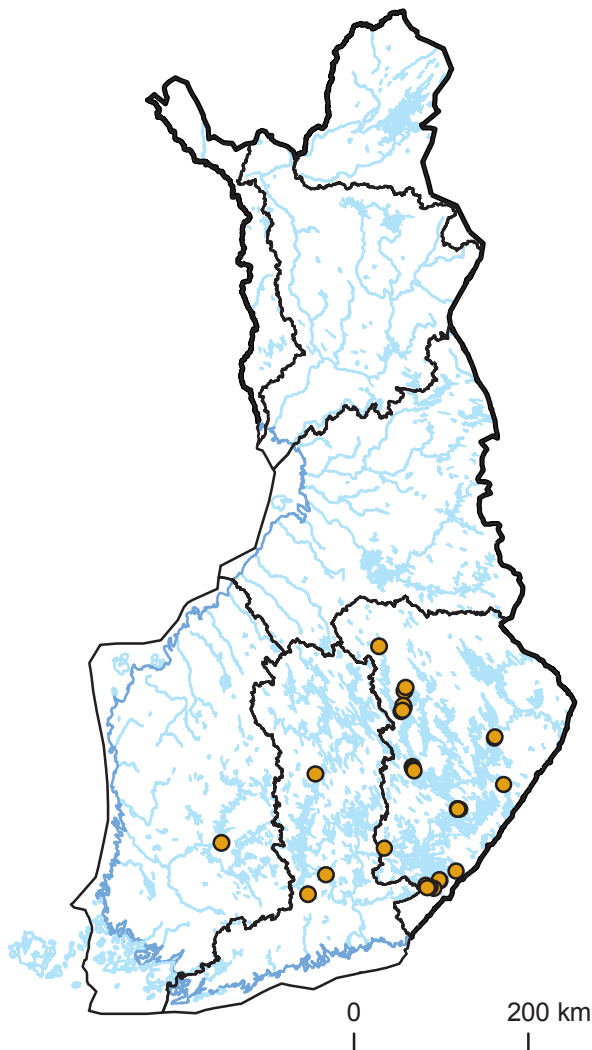
Nahkateollisuuden jätevedet johdetaan nykyisin jätevedenpuhdistamoille, usein esikäsittelyn jälkeen, mutta aiemmin jätevedet päätyivät suoraan vesistöön (CIRCA 2006; Vertanen ja Viitasaari 1994). Vuonna 1974 arvioitiin nahkateollisuudesta päätyvän kromia ja kromiyhdisteitä vesistöön noin 30 t/v (Ruoppa 1977).

3.9

Satamat

Suomessa on runsaat 60 tilastoitua kaupp- ja teollisuussatamaa sekä lastauspaikkaa. Näistä noin 50 on rannikkosatamia ja loput sisävesisatamia. Merkittävimmät tavaraliikenteen käytössä olevat sisävesisatamat sijaitsevat Saimaan syväväylästä varrella. Saimaan kanavan kautta kulkeva tavaraliikenteen määrä on yli 2 miljoonaa tonnia, josta noin 70 % on metsäteollisuuden kuljetuksia (Merenkululaitos 2008). Matkustajasatamien liikenne ei useinkaan ole yhtä vilkasta kuin teollisuussatamissa, mutta monet niistä ovat toimineet pitkään ja saattaneet aiemmin olla myös rahtisatamia.

Kartoitukseen otettiin suurimmat kunnalliset ja teollisuuden sisävesisatamat sekä suurimmat sisävesien matkustajasatamat. Kartoitettuja satamia on yhteensä 28 kappaletta 16 paikkakunnalla. Niistä 11 on teollisuuden omia teollisuussatamia, kaksi yksityistä ja kuusi kunnallista satamaa. Matkustajasatamia on yhdeksän (kuva 10).



Kuva 10. Kartoitetut satamat.

Sisävesisatamien läheisyydessä **sedimenteistä on todettu mm. raskasmetalleja, orgaanisia tinayhdisteitä, PAH-yhdisteitä ja PCB-yhdisteitä. Aiemmin sisävesilläkin liikkuvissa laivoissa ja veneissä on käytetty TBT-pitoisia pohjamaaleja, mikä näkyy satamien ja pienvenesatamien sedimenttien kohonneina organotinapitoisuuksina** (mm. Autio 2004; Jyväskylän kaupunki 2008; Pohjois-Savon ympäristökeskus ja Kuopion kaupunki 2008). Sisävesisatamien liikennöintimäärät eivät kuitenkaan ole samaa luokkaa kuin merisatamien, joten antifouling-maaleista peräisin olevien organotinayhdisteiden määrä ei ole yhtä suuri kuin merisatamissa.

3.10

Telakat

Sisävesien telakat ovat pääasiassa pientelakoita, mutta monet niistä ovat toimineet samalla paikalla hyvin pitkään. Usein ne ovat toimineet korjaustelakoina, jolloin aluksia on hiekkapuhallettu ja maalattu. Suuremmat telakat, esimerkiksi Varkaudessa, ovat olleet myös konepajoja.

Maaperän tilan tietokannassa telakoita ei ole luokiteltu erikseen, vaan tietokannan kaksi sisävesitelakkaa on merkitty satamat -luokkaan. Suurehkoja sisävesitelakoita on toiminut mm. Savonlinnassa ja Varkaudessa. Venetelakoita ei ole kartoitettu Suomessa kattavasti, vaikka joitakin alueellisia kartoituksia on tehty (Pitkäranta 2008; Penttinen ja Kauppila 2001).

Venetelakoilla käytetyt maalit ja muut veneidenhoitokemikaalit ovat sisältäneet ympäristölle haitallisia aineita. Pitkärannan (2008) mukaan venetelakoiden kriittisiä haitta-aineita ovat raskasmetallit (kupari, lyijy, sinkki, arseeni ja elohopea), orgaaniset tinayhdisteet, PAH-yhdisteet, PCB-yhdisteet ja jäähdytinnesteenä käytetty monoetyleeniglykoli. Puualusten ja -veneiden suojaukseen on käytetty puunsuojakemikaaleja, joiden tehoaineina on ollut mm. raskasmetalleja, pentakloorifenolia, TCMTB:tä, MBT:tä ja kreosottiöljyä.

Sisävesitelakoiden edustoja on tutkittu vain satunnaisesti, esimerkiksi ruoppauksen yhteydessä, joten kattavaa kuvaa haitta-aineista ei ole. **Jyväskylässä todettiin telakan edustalla mineraaliöljyä ja kohonneet PCB-, kadmium-, sinkki- ja arseenipitoisuudet** (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2004). Todennäköistä on, että sisämaan telakoiden edustoilla haitta-aineet ovat samoja kuin rannikon venetelakoilla.

3.11

Räjähdysaine- ja ammustehtaot

Sisävesien varrella sijaitsee vain muutamia räjähdysaine- ja ammustehtaita. Räjähdysainetehtailla käytetään mm. TNT:tä (trinitrotolueeni), joka on hyvin pysyvää ja myrkyllistä vesieliöille. Yleinen räjähdysaine aniitti sisältää TNT:n lisäksi ammoniumnitraattia ja alumiinia. Ammustehtaiden haitta-aineita ovat etenkin raskasmetallit.

Merkittävin alan laitosten keskittymä on Laukaan Vihtavuorella, jonne perustettiin vuonna 1922 valtion ruutitehdas ja jossa nykyisin toimii useita alan yrityksiä. Vihtajärven Vihtajärven upotettiin 1950-luvulle saakka viallisia räjäytysnaljeja ja alueen toiminnanharjoittajat laskivat siihen jätevetensä vuoteen 1997 saakka. **Vihtajärven sedimenttiin on tämän seurauksena kertynyt lyijyä ja elohopeaa** (Keski-Suomen ympäristökeskus 2006).

4 Vesienhoitoalueiden mahdollisia kuormittajia

Vesienhoitoa suunnitellaan Suomessa vesienhoitoalueittain. Perustana on EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi. Manner-Suomi jakautuu viiteen vesienhoitoalueeseen, joiden lisäksi on kaksi kansainvälistä vesienhoitoaluetta (kuva 11). Ahvenanmaa muodostaa oman vesienhoitoalueensa ja se vastaa itse vesipuitedirektiivin toimeenpanosta. Valtioneuvosto hyväksyi vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmat 10.12.2009.



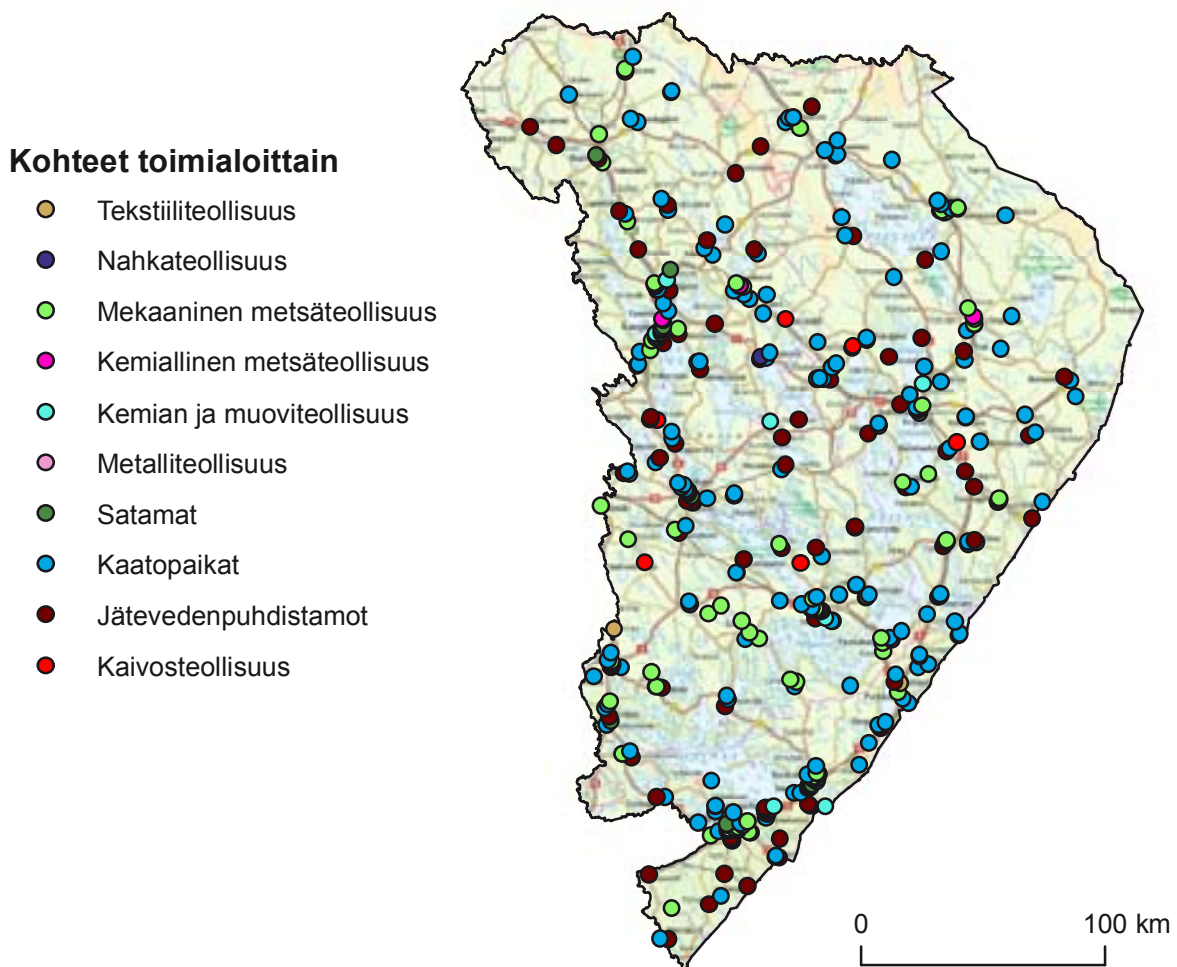
Kuva 11. Suomen vesienhoitoalueet.

1. Vuoksen vesienhoitoalue, 2. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue, 3. Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue, 4. Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue, 5. Kemijoen vesienhoitoalue, 6. Tornionjoen alue (yhdessä Ruotsin kanssa), 7. Tenon, Näätämöjoen ja Paatsjoen alue (yhdessä Norjan kanssa).

Vuoksen vesienhoitoalue

Vuoksen vesienhoitoalue (VHA1) sijoittuu pääosin Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan maakuntien alueille (kuva 12). Vesienhoitoalueella on kymmenen päävesistöaluetta. Suurin vesistö on Saimaa osa-altainen, muita suuria järviä ovat Pielinen, Kallavesi ja Höytiäinen (Kotanen ym. 2009).

Vesistökuormituksen kannalta alueen keskeisin teollisuuden toimiala on puunjalostusteollisuus ja erityisesti kemiallinen metsäteollisuus. Alueen suurimmat massa- ja paperiteollisuuslaitokset sijaitsevat Kaakkois-Suomessa Imatralla, Lappeenrannassa ja Joutsenossa. Muita suuria tehtaita on Varkaudessa, Joensuussa, Enossa ja Kuopiossa. Ristiinassa on suuri vaneritehdas, jossa valmistettiin vuoteen 1996 saakka myös lastulevyä. Kuormitus näkyy erityisesti Kaakkois-Suomessa itäisellä Pien-Saimaalla ja Hiitolanjoen-Kokkolanjoen alaosassa sekä Etelä-Savossa Varkauden alapuolisella Haukivedellä (Kotanen ym. 2009). Kallavettä kuormittaa Kuopion Sorsasalon sellu- ja paperitehdas ja Pielisen Pyhäselkää Uimaharjun sellutehdas. Kemiallisen metsäteollisuuden haitta-aineita ovat mm. kloorivalkaisusta peräisin olevat elohopea ja orgaaniset klooriyhdisteet (mm. EOX, dioksiinit ja furaanit) sekä putkistojen liman- ja homeentorjuntaan käytetty TBT. Elohopeaa on käytetty myös limantorjuntaan. Lisäksi esiintyy esimerkiksi PCB:tä, heksaklooribentseeniä (HCB), raskasmetalleja ja PFOS-aineita (vrt. luku 3.1.1).



Kuva 12. Vuoksen vesienhoitoalue ja alueen kartoitetut kohteet toimialoittain.

Sellu- ja paperitehtaalta peräisin olevia **orgaanisia tinayhdisteitä** todettiin Varkauden Huruslahden ja Haukiveden sedimenteissä (Pohjois-Savon ympäristökeskus 2008; Ramboll Finland 2009). Myös Etelä-Saimaan Tuosasta on todettu sedimentissä **TBT:tä** (Mannio 2009). Kaakkois-Suomessa Hiitolanjoen sedimenteissä ja kaloissa on todettu Simpeleen (Rautjärvi) metsäteollisuudesta peräisin olevia korkeita **elohopeapitoisuuksia**.

Lappeenrannan Joutsenossa on kloorialkalitehdas, jonka jätevedet lasketaan Saimaan Kolarinlahteen. Tehdas on 1980-luvun alkupuolelta lähtien käyttänyt kloorinvalmistuksessa membraanimenetelmää. Vesistöön on aiemman toiminnan aikana päässyt **elohopeaa ja kromia**.

Kaivosteollisuus sijoittuu Pohjois-Savossa Juojärven reitin ja Kallaveden-Sorsaveden alueelle sekä Pohjois-Karjalassa Viinijärven-Höytiäisen alueelle ja Pielisen reitille (vrt. luku 3.2).

Esimerkiksi Outokummun Sysmäjärven pohjasedimentteihin on kertynyt happaman kaivosvalunnan seurauksena runsaasti raskasmetalleja, vedessä niitä on myös ympäristölaatuun ylittävinä pitoisuuksina (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2009). Kaivosten ja rikastamoiden jätealueilta vesistöihin joutuu mm. **nikkeliä, arseenia ja kuparia**. Sulfidimalkaivosten lisäksi päästöjä syntyy talkinrikastuksesta.

Imatralla on mittavaa metallinjalostusteollisuutta, josta on voinut joutua vesistöön **raskasmetalleja ja öljyä**. Varkaudessa on ollut suuria telakoita ja konepajoja, joiden haitta-aineita edellisten lisäksi ovat erilaiset **liuottimet**.

Suomen merkittävimmät sisävesisatamat sijaitsevat Saimaan syväväylästä varrella. Kunnallisten ja teollisuussatamien lisäksi on useita vilkkaita matkustajasatamia. Öljytuotteiden kuljetukset on nykyisin kielletty sisävesillä, mutta satamasedimentteistä on havaittu **öljy-yhdisteiden** lisäksi mm. **raskasmetalleja, orgaanisia tinayhdisteitä ja PAH-yhdisteitä** (Jyväskylän kaupunki 2008; Pohjois-Savon ympäristökeskus ja Kuopion kaupunki 2008). Vuosittain Saimaalla liikkuu noin 2000 rahtialusta (Merenkulkulaitos 2008). Vuonna 2005 Saimaan kanavan kautta kulkevasta lastista 97 % oli ulkomaanliikennettä (Merenkulkulaitos 2006), joten aiemmin syväväylää liikennöineiden alusten pohjamaalit sisälsivät TBT:tä.

Jätevedenpuhdistamot ovat pistekuormittajia, joiden vaikutus näkyy lähialueilla. Vesienhoitoalueella on noin 100 toimivaa yhdyskuntien jätevedenpuhdistamo (Kotananen ym. 2009).

Vesienhoitoalueella on runsaasti muita toimintoja, jotka ovat voineet pilata sedimenttejä ainakin paikallisesti. Näitä ovat erilaisten teollisuuslaitosten lisäksi mm. kaatopaikat, sahat, venesatamat ja ranta-alueiden (jäte)täytöt. Kallaveden sedimenttien haitta-ainetutkimuksessa Kuopiossa (Pohjois-Savon ympäristökeskus ja Kuopion kaupunki 2008) todettiin useassa kohteessa kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Merkittävimmät haitta-aineet olivat öljyhiilivedyt, raskasmetallit ja PAH-yhdisteet, mutta venesatamissa todettiin myös orgaanisia tinayhdisteitä. Sedimentti oli pilaantunut paikallisesti eikä laaja-alaista pilaantuneisuutta esiintynyt. Suurimmat pitoisuudet todettiin lahdessa, jossa oli aiemmin toiminut öljysatama ja joka nyt oli rahtiliikenteen käytössä. Aiemmissa tutkimuksissa on todettu kahden entisen saha-alueen sedimenteissä dioksiineja ja furaaneja korkeina pitoisuuksina.

Vuoksen vesienhoitoalueen riskialueiksi alustavasti arvioidaan taulukossa 3 mainitut alueet.

Taulukko 3. Vuoksen vesienhoitoalueen riskialueet. Näillä alueilla on todettu tai epäillään olevan pilaantuneita sedimenttejä.

Alue	Pilaava toiminto	Haitta-aineet
Etelä-Saimaa, Riutanselkä ja Päihäniemenselkä	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, elohopea, TBT
Etelä-Saimaa, Kolarinlahti	Kloorialkaliteollisuus	Elohopea, kromi
Huruslahti ja Haukivesi	Metsäteollisuus	TBT, elohopea, PCB
Hiitolanjoki	Metsäteollisuus	Elohopea
Juojärven reitti ja Kallaveden-Sorsaveden alue	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit ja arseeni
Viinijärven-Höytiäisen alue ja Pielisen reitti	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit ja arseeni
Pielisen Pyhäselkä	Metsäteollisuus	Elohopea, orgaaniset klooriyhdisteet
Outokummun Sysmäjärvi	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit ja arseeni

4.2

Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue

Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue (VHA2) koostuu yhteensä 13 päävesistöalueesta, rannikon pienistä vesistöistä sekä Suomenlahden rannikkovesistä (kuva 13). Vesistöalueista selvästi suurin on Kymijoen vesistö. Muista vesistöalueista suurimmat ovat Karjaanjoen, Vantaanjoen ja Porvoonjoen vesistöalueet. Alueen suurin järvi on Päijänne. Muita suuria järviä ovat mm. Keitele, Puula, Konnevesi, Nilakka ja Iisvesi. (Karonen ym. 2009).

Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueella on paljon vesistöjä kuormittavaa teollisuutta, vaikka kuormitustilanne onkin parantunut aiemmista vuosikymmenistä. Sedimenttien tiedetään tai epäillään pilaantuneen monin paikoin. Taulukkoon 4 on koottu alueen alustavasti arvioituja riskialueita.

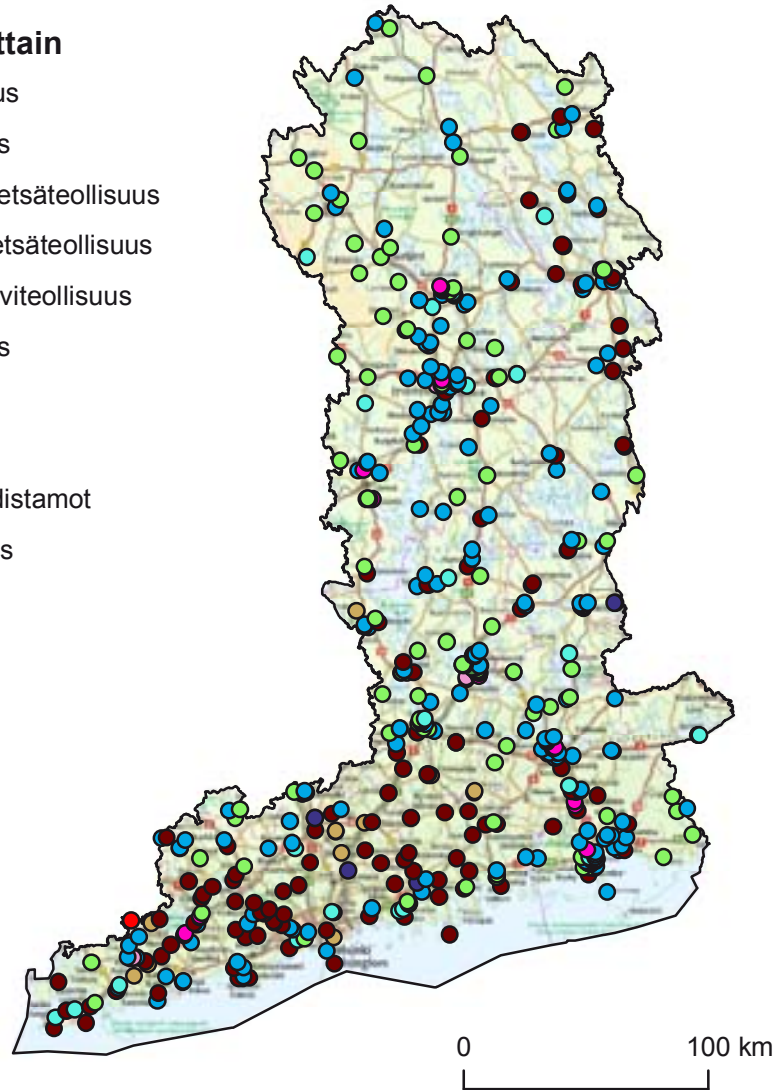
Vesienhoitoalueella on useita suuria metsäteollisuuslaitoksia, jotka ovat kuormittaneet erityisesti Kymijokea, mutta myös Päijännettä. Suurimmat metsäteollisuuspaikkakunnat ovat Kouvola (Kuusankoski, Voikkaa, Anjalankoski), Jyväskylä, Äänekoski, Laukaa (Lievestuore), Jämsä (Jämsänkoski, Kaipola) sekä rannikolla sijaitsevat Hamina ja Kotka. Näistä Kouvolan metsäteollisuus kuormittaa Kymijokea, Jyväskylän, Lievestuoreen ja Äänekosken metsäteollisuuden kuormitus on kohdistunut pohjoiselle Päijänteelle ja Jämsänjokilaakson teollisuuden Jämsänjokeen ja keskiselle Päijänteelle. Lohjanjärveä kuormittavat kaksi paperitehdasta, joista toinen valmisti vuoteen 1979 saakka myös sellua, viilutehdas sekä Kerto-tehdas. Asutuksen ja teollisuuden jätevedet laskettiin 1960-luvulle saakka puhdistamattomina Lohjanjärveen.

SYKEN sedimenttitutkimuksissa Äänekosken Kuhnamon, Jämsän Lehtiselän ja Jyväskylän Jyväsjärven sedimenteissä todettiin metsäteollisuudesta peräisin olevia **orgaanisia tinayhdisteitä** (Mannio 2009). Orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet vähenivät pintaa kohti, mikä viittaa siihen, että tributyyliä on liuennut ja hajonnut sedimentin pinnasta ja että puhtaampi sedimentti on peittänyt pilaantuneimmat kerrokset. Sedimenteissä todettiin pääosin mono- (MBT), di- (DBT) ja tributyyliä (TBT).

Kouvolan Kuusankoskella sijaitseva kloorialkalitehdas on merkittävä elohopeakuormittaja, vaikka päästöt ovat nykyisin vähentyneet. Sama tehdas valmisti vuoteen 1984 torjunta-aine KY5:ä, jonka sivutuotteena syntyi polykloorattuja dibentso-*p*-dioksiineja (PCDD) ja dibentsofuraaneja (PCDF). Kymijoen sedimentit ovat voimakkaasti pilaantuneet **elohopealla** sekä **dioksiineilla** ja **furaaneilla**. Kymijoen pilaantuneista

Kohteet toimialoittain

- Tekstiiliteollisuus
- Nahkateollisuus
- Mekaaninen metsäteollisuus
- Kemiallinen metsäteollisuus
- Kemian ja muoviteollisuus
- Metalliteollisuus
- Satamat
- Kaatopaikat
- Jätevedenpuhdistamot
- Kaivosteollisuus



Kuva 13. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue ja alueen kartoitetut kohteet toimialoittain.

sedimenteistä on julkaistu useita tutkimuksia (mm. Verta ym. 1999; 2009, Salo ym. 2008).

Jyväsjärveä ovat kuormittaneet ennen kaikkea sen rannalla sijainneet paperi- ja lastulevytehtaat sekä jätevedenpuhdistamo (Keränen 2002). Sedimentissä on todettu mm. **orgaanisia tinayhdisteitä, elohopeaa ja PCB:tä**. Jyväsjärven sedimenttiin on varastoitunut runsaasti asuma- ja teollisuusjätevesistä peräisin olevaa PCB:tä (Keränen 2002). Jyväskylän Lutakon sataman sedimenteissä on todettu **kadmiumia, kuparia, lyijyä, sinkkiä ja TBT:tä** (Jyväskylän kaupunki 2008).

Vesienhoitoalueella suurimmat sisämaan jätevedenpuhdistamot ovat Jyväskylän Nenäinniemen ja Kouvolan Mäkikylän puhdistamot.

Laukaan Vihtajärven rannalla on räjähdysaine- ja ammusteollisuutta, jotka vuoteen 1997 saakka laskivat jätevetensä Vihtajärveen (Keski-Suomen ympäristökeskus 2006). Lisäksi 1920 - 1950-luvuilla järveen upotettiin viallisia räjähdenalajeja. Sedimenttiin on kertynyt tämän seurauksena **elohopeaa ja lyijyä**. Vihtajärvi on pienehkö järvi, jolla on puroyhteys Leppäveden, mutta ongelmat jäävät paikallisiksi.

Kaivosteollisuuden vaikutus näkyy Salossa Lounais-Suomessa, missä Orijärven sedimenteissä on mitattu jopa **100 – 1000-kertaisia raskasmetallipitoisuuksia** normaaliin verrattuna (Salonen ym. 2006). Pilaantuminen on levinnyt myös läheiseen Määrjärveen.

Taulukko 4. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen riskialueet. Näillä alueilla on todettu tai epäillään olevan pilaantuneita sedimenttejä.

Alue	Pilaava toiminto	Haitta-aineet
Kymijoki	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, elohopea, PCB
	Kloorialkaliteollisuus	Elohopea
	KY5-tehdas	Dioksiinit ja furaanit, kloorifenolit
Päijänne (Pohjois-Päijänne, keskinen Päijänne, Jämsänjoki)	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, elohopea, PCB orgaaniset tinayhdisteet
Jyväsjärvi	Metsäteollisuus	Elohopea, orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, PCB, liimat
	Jätevedenpuhdistamo	PCB (asuin- ja teollisuusjätevedet)
	Metalliteollisuus	Raskasmetallit, öljyt
Lohjanjärvi	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, elohopea
	Puutuoteteollisuus	Liimat, suoja-aineet
Vihtajärvi	Ammus- ja räjähdeteollisuus	Lyijy, elohopea, muut raskasmetallit
Orijärvi ja Määrjärvi	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit

4.3

Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue

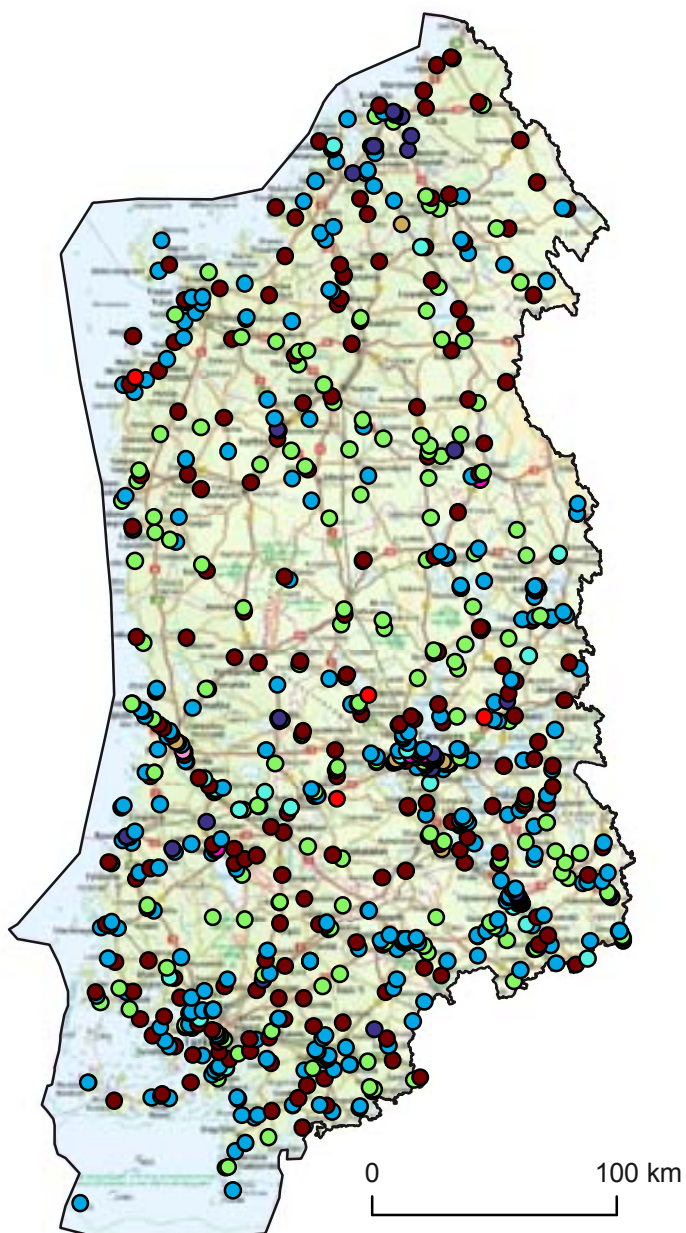
Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella (VHA 3) on 30 päävesistöaluetta, joista suurin on Kokemäenjoen vesistöalue (kuva 14). Alueen suurimmat järvet ovat Näsijärvi, Pyhäjärvi, Längelmävesi ja Vanajavesi. Alueeseen kuuluvat myös Saaristomeren, Selkämeren ja Merenkurkun rannikkovedet. (Rautio ym. 2009.)

Sisämaassa suurimmat teollisuuskuormittajat sijaitsevat Tampereen seudulla, Valkeakoskella, Mänttä-Vilppulassa ja Harjavallassa. Metsäteollisuuden päästöt kuormittavat mm. Tampereen seutua, Mäntän alapuolista reittiä, Valkeakosken alapuolista vesistöä, Kokemäenjokea, Eurajokea ja Kernaalanjärveä. Taulukkoon 5 on koottu vesienhoitoalueen alustavasti arvioituja riskialueita.

Tampereen Pyhäjärveen on kohdistunut runsaasti eri teollisuudenalojen kuormitusta ja mahdollisten haitta-aineiden kirjo on suuri. Tampereella on ollut kemiallisen metsäteollisuuden ja metalliteollisuuden lisäksi useita tekstiili- ja kenkätehtaita. Alueella on neljä jätevedenpuhdistamoa, joista Viinikanlahden puhdistamo on suurin. Pyhäjärven sedimenteissä on useissa tutkimuksissa todettu **PCB:tä**, joka on todennäköisesti peräisin läheiseltä kondensaattoritehtaalta. Tehtaan jätevedet laskettiin 1960- ja 1970-luvuilla puhdistamattomina Viinikanlahden (Juntanen ym. 2009). PCB:tä kulkeutuu edelleen virtausten mukana Viinikanlahdesta kauemmas Pyhäjärveen (Frisk ym. 2007). Sedimentissä on todettu myös orgaanisia tinayhdisteitä (Tampereen kaupunki 2010).

Kohteet toimialoittain

- Tekstiiliteollisuus
- Nahkateollisuus
- Mekaaninen metsäteollisuus
- Kemiallinen metsäteollisuus
- Kemian ja muoviteollisuus
- Metalliteollisuus
- Satamat
- Kaatopaikat
- Jätevedenpuhdistamot
- Kaivosteollisuus



Kuva 14. Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue ja alueen kartoitetut kohteet toimialoittain.

Taulukko 5. Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen riskialueet. Näillä alueilla on todettu tai epäillään olevan pilaantuneita sedimenttejä.

Alue	Pilaava toiminto	Haitta-aineet
Tampereen Pyhäjärvi	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, elohopea, PCB
	Tekstiiliteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, raskasmetallit, PFOS-aineet
	Nahkateollisuus	Kromi, orgaaniset klooriyhdisteet
	Metalliteollisuus	Raskasmetallit, öljyt
Näsijärvi	Metsäteollisuus	Kromi ja muut raskasmetallit, orgaaniset klooriyhdisteet, PCB
	Kaatopaikat	Ei tiedossa
Kokemäenjoki	Metalliteollisuus	Raskasmetallit
	Kemianteollisuus	Ei tiedossa
	Kloorialkaliteollisuus	Elohopea
Vanajavesi	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, elohopea, PCB
	Kuitutehdas	Sinkki
Mäntän alapuolinen vesistö	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, elohopea, PCB, DDT
Kernaalanjärvi	Metsäteollisuus	PCB

Näsijärvi oli vielä 1980-luvun alussa voimakkaasti metsäteollisuuden jätevesien likaama, mutta kuormitus on vähentynyt Lielahden tehtaiden lopetettua sellunvalmistuksen v. 1985 ja Mäntän seudun kuormituksen vähennyttä 1990-luvun alussa. Sellutehtaan toiminta-aikana kuitulietettä johdettiin käsittelemättömänä Lielahden. Lielahden sedimentissä on todettu **elohopeaa, kromia ja muita raskasmetalleja** (Pirkanmaan ympäristökeskus 2006). Kromi on peräisin v. 2008 toimintansa lopettaneesta ligniinitehtaasta. Lielahden rannalla on lisäksi sahan ja sellutehtaan vanhat kaatopaikat, lieteallas, muovitehdas, aaltopahvitehdas ja sellutehtaan jälkeen aloittanut kemihierretehdas.

Valkeakoskella alapuolista vesistöä kuormittavat paperi- ja sellutehtaan sekä kartonkitehtaan jätevedet. Mallasveden sedimentistä on havaittu **orgaanisia tinayhdisteitä** (Mannio 2009). Viskoosikuituja valmistaneen tehtaan jätevedet sisälsivät **sinkkiä** ja tehtaan alapuolella sedimentti on voimakkaasti sinkillä pilaantunutta.

Metsäteollisuus on kuormittanut myös Eurajokea ja Hämeenkyrön Kirkkojärveä sekä Mäntän alapuolista vesistöä. SYKEN tutkimuksissa (Mannio 2009) Mäntänlahden ja Melasjärven sedimenteissä havaittiin **orgaanisia tinayhdisteitä**, joista vallitsevina olivat **dibutyylitina (DBT) ja dioktyylitina (DOT)**. DOTia on käytetty katalyyttinä leivinpaperin valmistuksessa. Melasjärvässä on lisäksi todettu selvästi kohonneita **PCB- ja DDT-pitoisuuksia** (Keski-Suomen ympäristökeskus 2002).

Harjavallan kemianteollisuus (lannoitetehtaat) ja metalliteollisuus (kuparisulatto sekä nikkelin ja nikkelikemikaalien valmistus) kuormittavat Kokemäenjokea. Metallikuormituksen ympäristöriskiä on arvioitu Finmerac-hankkeessa (Nikkarinen ym. (toim.) 2008), jossa todettiin jokisedimenttien **kupari- ja nikkelpitoisuuksien** ylittävän haitallisen tason, mutta koska metallit ovat todennäköisesti sitoutuneet sulfideihin, eivät ne aiheuttaisi ekologisia vaikutuksia.

Kokemäenjoen sedimentissä on todettu Sastamalan, Äetsän ja Harjavallan väliltä korkeita **elohopeapitoisuuksia**, jotka ovat peräisin Äetsän kloorialkalitehtaalta. Kokemäenjoen elohopeakuormitus oli suurimmillaan ennen 1970-luvun alkua, yli 300 kg/v, kun sen nykyään on alle 5 kg/v (Sarvala ja Sarvala (toim.) 2005).

Janakkalan Kernaalanjärven sedimentit ovat pilaantuneet **PCB:illä**. PCB-öljyjä päästettiin järveen erikoispaperitehtaan tutkimuslaboratoriosta vuosina 1956-1984 yhteensä noin 900 litraa (Hurme ja Puhakka 1999).

Vesienhoitoalueella on muutamia kaivoksia, joiden vaikutus näkyy alapuolisessa vesistöissä. Parosjärven kaivoksen jätealueelta virtaa runsaasti **arsenia ja raskasmetalleja** sisältävää vettä Parosjärveen ja vaikutukset ovat nähtävissä Vahantajokea pitkin aina Näsijärvessä saakka (Pirkanmaan ympäristökeskus 2003). Aijalan kaivoksen vaikutus on nähtävissä Kiskojoen sedimenteissä ja Vammalan kaivoksen vaikutus alapuolisessa Rautavedessä.

Hämeenlinnan suuren metallitehtaan vaikutukset näkyvät tarkkailutulosten mukaan Vanajaveden Miemalanselän sedimentissä kohonneina **kromi-, sinkki- ja kobolttipitoisuuksina** (Hämeen ympäristökeskus 2007).

Yllä mainittujen toimialojen lisäksi paikallista kuormitusta voi aiheutua mm. saha-alueilta, kaatopaikoilta ja jätevedenpuhdistamoilta.

4.4

Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue

Oulujoen-Lijoen vesienhoitoalueen (kuva 15) suurimmat teollisuuslaitokset sijoittuvat rannikolle (Oulussa kemiallista metsäteollisuutta ja kemian teollisuutta ja Raahessa metallinjalostusta) ja niiden vesistövaikutukset kohdistuvat merialueelle. Vesienhoitoalueella on runsaasti kaatopaikkoja ja sahoja, joista osa on jo lakkautettuja ja joiden vaikutus voi näkyä paikallisesti. Taulukkoon 6 on koottu vesienhoitoalueen alustavasti arvioituja riskialueita.

Kajaanin Tihisenniemessä toimi sellutehdas vuosina 1910-1982 ja paperitehdas vuosina 1919-2008. Tehtailta oli oma teollisuuskaatopaikka. Alueella toimii edelleen saha. Tehtaiden jätevedet laskettiin pitkään käsittelemättöminä, Kajaaninjokeen, josta ne kulkeutuivat edelleen Oulujärven aiheuttaen voimakasta vedenlaadun huononemista. On mahdollista, että Kajaaninjoen ja Oulujärven sedimenteissä on toiminnan seurauksena orgaanisia kloori- ja tinayhdisteitä ja elohopeaa, mahdollisesti myös PCB:tä.

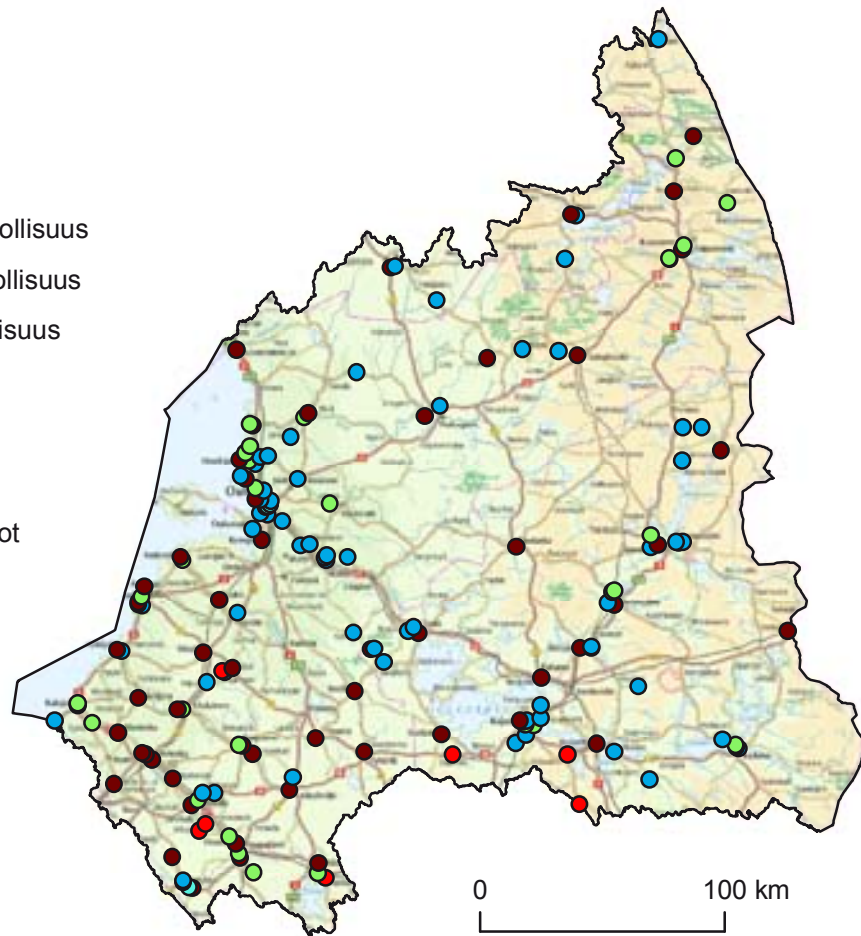
Vesienhoitoalueella on useita kaivoksia ja niiden vaikutukset näkyvät monin paikoin alapuolisessa vesistöissä. Pyhäjärven Junttiselän sedimentin **kupari-, sinkki- ja kadmiumpitoisuudet** ja Nivalassa Kalajoen sedimentin **nikkelipitoisuudet** ovat koholla (Laine ym. 2009). Myös Vihannissa ja Kajaanin Otanmäessä on lakkautetut kaivokset. Sotkamon talkki-nikkelikaivoksen jätevedet johdetaan Lahnasjoen kautta Nuasjärveen. Sedimentteihin on kerrostunut **nikkeliä ja arsenia**. Sotkamossa on myös uusi, vuonna 2008 toimintansa aloittanut kaivos, jonka valumavedet johdetaan sekä Oulujoen että Vuoksen vesistöihin.

Taulukko 6. Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen riskialueet. Näillä alueilla on todettu tai epäillään olevan pilaantuneita sedimenttejä.

Alue	Pilaava toiminto	Haitta-aineet
Kajaaninjoki – Oulujärvi	Kemiallinen metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, elohopea, PCB
Pyhäjärvi	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit
Kalajoki	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit
Nuasjärvi	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit

Kohteet toimialoittain

- Tekstiiliteollisuus
- Nahkateollisuus
- Mekaaninen metsäteollisuus
- Kemiallinen metsäteollisuus
- Kemian ja muoviteollisuus
- Metalliteollisuus
- Satamat
- Kaatopaikat
- Jätevedenpuhdistamot
- Kaivosteollisuus



Kuva 15. Oulujoen – lijoen vesienhoitoalue ja alueen kartoitetut kohteet toimialoittain.

Rannikolla on happamia sulfiittimaita (ks. luku 4.3) ja Kainuussa sekä Oulujoen alaosalta Kiiminkijoen alaosalle ulottuvalla vyöhykkeellä mustaliuskeita. Ne aiheuttavat vesistöihin luontaista metallikuormitusta.

4.5

Kemijoen vesienhoitoalue

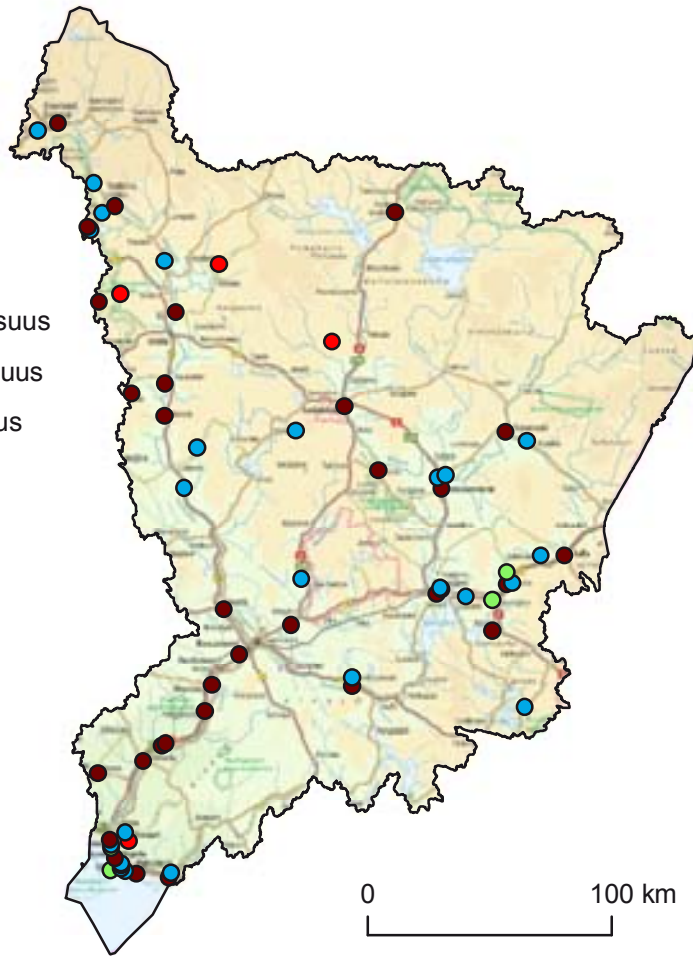
Kemijoen vesienhoitoalue (VHA 5) muodostuu Perämereen laskevista Kemijoen, Simojoen ja Kaakamojoen valuma-alueista sekä Kemin ja Simon edustan merialueesta (kuva 16). Suurimmat joet ovat Kemijoki, Ounasjoki, Raudanjoki, Kitinen, Luuro ja Simojoki. Suurimmat järvet ovat Kemijärvi, Suolijärvet ja Simojärvi sekä Lokan ja Porttipahdan tekojärvet (Lapin ympäristökeskus 2009a).

Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamia vesialueita ovat Kemijärvi ja merialue Kemin edustalla. Kemijärven sellutehdas oli toiminnassa vuosina 1965 - 2008. Toiminnan haitta-aineita ovat mm. orgaaniset klooriyhdisteet, elohopea ja TBT. Tehtaan vanhalta kaatopaikalta ja jätevesialtaalta on myös voinut päätyä haitallisia aineita Kemijärveen.

Muu teollisuus keskittyy Kemin lisäksi Rovaniemelle, jonka kuormitus kohdistuu Kemijokeen. Pistekuormitusta aiheutuu jätevedenpuhdistamoista, joista suurimmat ovat Rovaniemellä, Kemissä, Kemijärvellä ja Levillä.

Kohteet toimialoittain

- Tekstiiliteollisuus
- Nahkateollisuus
- Mekaaninen metsäteollisuus
- Kemiallinen metsäteollisuus
- Kemian ja muoviteollisuus
- Metalliteollisuus
- Satamat
- Kaatopaikat
- Jätevedenpuhdistamot
- Kaivosteollisuus



Kuva 16. Kemijoen vesienhoitoalue ja alueen kartoitetut kohteet toimialoittain.

Kaivosteollisuutta on Kemissä, Kittilässä ja Sodankylässä sekä lopetettu kaivos Kolarissa. Kemien kromikaivoksen ja Kittilän Suurikuusikon vesistövaikutusten arvioidaan olevan kohtalaisia, muiden pieniä ja paikallisia.

Taulukkoon 7 on koottu vesienhoitoalueen alustavasti arvioituja riskialueita.

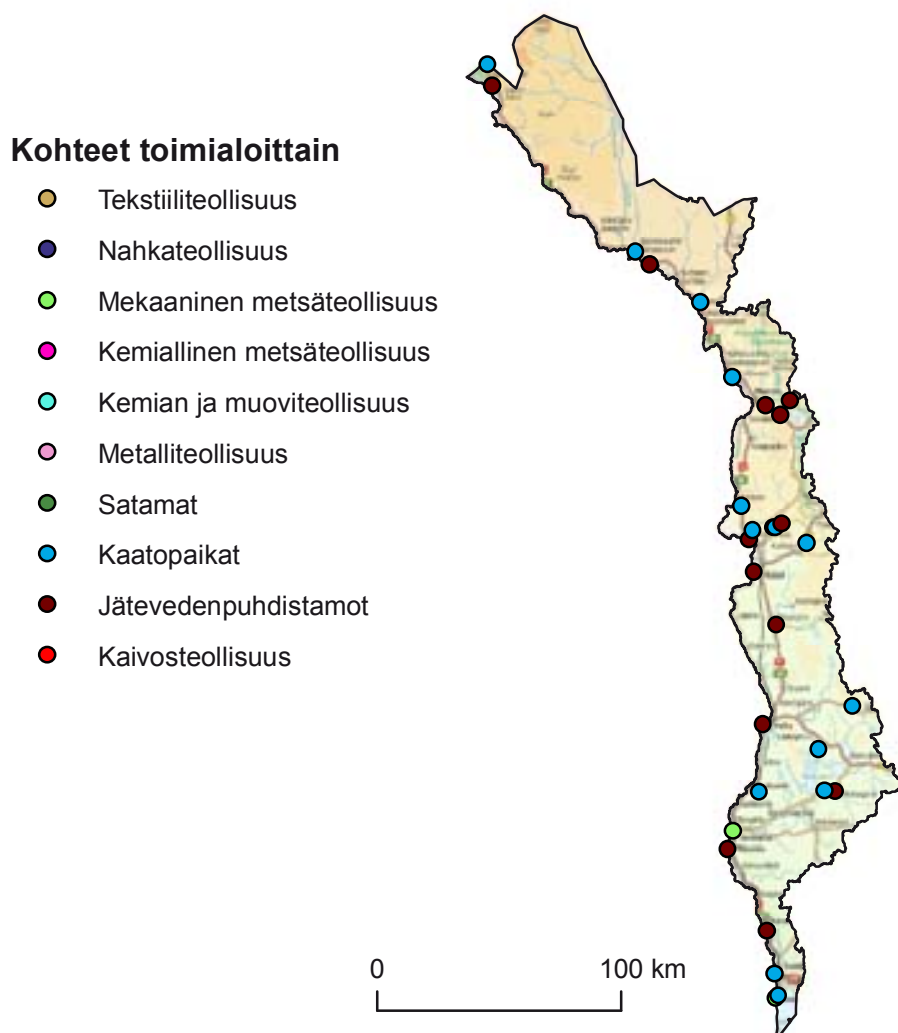
Taulukko 7. Kemijoen vesienhoitoalueen riskialueet. Näillä alueilla on todettu tai epäillään olevan pilaantuneita sedimenttejä.

Alue	Pilaava toiminto	Haitta-aineet
Kemijärvi	Metsäteollisuus	Orgaaniset klooriyhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet, elohopea
	Jätevedenpuhdistamo	Ei tiedossa
Kemijoki	Jätevedenpuhdistamo	Ei tiedossa
Hepolahti	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit
Seurujoki	Kaivosteollisuus	Raskasmetallit

Tornionjoen kansainvälinen vesienhoitoalue

Tornionjoen vesienhoitoalue (kuva 17) muodostuu Tornionjoen–Muonionjoen vesistöalueesta ja se ulottuu Perämeren rannikolta Pohjois-Lapin käsivarteen saakka (Lapin ympäristökeskus 2009c). Se on yhdessä Ruotsin kanssa muodostettu kansainvälinen vesienhoitoalue. Torniossa olevan ferrokromi- ja terästehtaan ja Tornion jätevedenpuhdistamon jätevedet ohjataan merialueelle. Sisämaassa vesienhoitoalueella ei ole riskialueiksi arvioituja alueita.

Vesienhoitoalueella on lakkautettu rautamalmikaivos, jonka alueelta vedet kulkeutuvat Muonionjokeen. Kaivoksen vesistövaikutuksen arvioidaan olevan pieni. Alueella on Maaperän tilan tietojärjestelmän mukaan 13 suljettua ja kaksi (Torniossa) toimivaa kaatopaikkaa. Suljetut kaatopaikat ovat olleet lähinnä pieniä yhdyskuntajätteen kaatopaikkoja, mutta niiden suotovesillä saattaa silti olla paikallisia vaikutuksia. Vesienhoitoalueella ei ole riskialueiksi arvioituja alueita.



Kuva 17. Tornionjoen kansainvälinen vesienhoitoalue ja alueen kartoitetut kohteet toimialoittain.

Tenon, Näättämojoen ja Paatsjoen kansainvälinen vesienhoitoalue

Tenon–Näättämojoen–Paatsjoen kansainvälinen vesienhoitoalue (kuva 18) kattaa Tenojoen, Näättämojoen, Uutuanjoen ja Paatsjoen vesistöalueiden, sekä Venäjälle laskevan Tulomajoen latvavesistöalueen (Lapin ympäristökeskus 2009b). Se on yhdessä Norjan kanssa muodostettu kansainvälinen vesienhoitoalue. Suurin järvi on Inarijärvi.

Alueella on Maaperän tilan tietojärjestelmän mukaan 14 suljettua kaatopaikkaa ja kolme sahaa. Kohteiden ei arvioida aiheuttaneen vesistökuormitusta, mutta koska jätteen laadusta ei ole tarkkoja tietoja, ne saattavat silti aiheuttaa paikallisia vaikutuksia. Vesienhoitoalueella ei ole riskialueiksi arvioituja alueita.

Kohteet toimialoittain

- Tekstiiliteollisuus
- Nahkateollisuus
- Mekaaninen metsäteollisuus
- Kemiallinen metsäteollisuus
- Kemian ja muoviteollisuus
- Metalliteollisuus
- Satamat
- Kaatopaikat
- Jätevedenpuhdistamot
- Kaivosteollisuus



Kuva 18. Tenon–Näättämojoen–Paatsjoen kansainvälinen vesienhoitoalue ja alueen kartoitetut kohteet toimialoittain.

5 Yhteenveto ja suositukset

Tämän selvityksen tavoitteena oli luoda yleiskuva Suomen sisävesien sedimenttien pilaantuneisuudesta ja tuoda esille tähän pilaantumiseen liittyvien ongelmien yleisyyttä ja moninaisuutta. Sedimenteissä on todennäköisesti jossain määrin haitta-aineita lähes kaikilla ihmistoiminnan kuormittamilla vesistöalueilla, mutta varsinaiset pilaantuneet sedimentit sijoittuvat voimakkaan kuormituksen alueille. Haitta-aineiden kulkeutumisen seurauksena sedimenttien pilaantumisesta voi aiheutua paikallisten ympäristö- tai terveysvaikutusten lisäksi laaja-alaisempiakin vaikutuksia, kuten Kymijoella ja Huruslahdella.

Teollisuuden jätevesipäästöt ovat vähentyneet merkittävästi 1960- ja 1970-lukujen huippuvuosista (mm. Silvo ym. 2002). Sedimenteissä tämä on havaittavissa siten, että voimakkaimmat haitta-ainepitoisuudet on monin paikoin todettu pintakerrosta hieman syvemmällä, ts. pilaantunut sedimentti on peittynyt puhtaampien sedimenttien alle (esim. Mannio 2009; Hallikainen ym. 2004). Pinnalla oleva puhtaampi sedimentti osin estää haitta-aineiden uudelleen liukenemistä ja kulkeutumista. Sedimentin sisältämät haitta-aineet voivat päätyä uudelleen kiertoon, jos virtaukset kuluttavat ja uudelleen kerrostavat sedimenttiä tai jos aluetta ruopataan.

Kuormituksen vähenemisestä huolimatta sedimentteihin kertyy edelleen haitallisia yhdisteitä. Vanhojen haitta-aineiden lisäksi vesistöihin päätyy uudempiä teollisuus- ja kuluttajakemikaaleja, joiden vaikutuksia ja käyttäytymistä ei aina tunneta. Kyse ei siis ole menneestä ongelmasta.

Kartoitukseen valittiin toimialoja, joiden tiedettiin tai epäiltiin aiheuttavan tai aiemmin aiheuttaneen sedimenttien pilaantumista. Kunkin toimialan pääasialliset haitta-aineet ja niitä synnyttävät prosessit kuvattiin. Valituilla toimialoilla käytetään haitallisia kemikaaleja ja ne käyttävät prosesseissaan runsaasti vettä, jonka seurauksena jätevesipäästöt ovat suuria. Tällaisia toimialoja ovat mm. tekstiili- ja nahkateollisuus, kemiallinen metsäteollisuus, metallinjalostus ja kemian teollisuus. Pilaantumiskäsitteet voivat aiheuttaa myös toiminnat, joiden alueelta joutuu haitta-ainepitoisia valumavesiä suoraan vesistöön, kuten kaivosalueet ja kaatopaikat. Jätevedenpuhdistamot ovat pistekuormittajia, koska niille tulee runsaasti erilaisia kemikaaleja esimerkiksi kotitalouksista ja pk-yrityksistä eikä kaikkia jäteveden sisältämiä haitallisia yhdisteitä kyetä käsittelyssä poistamaan.

Sedimenttitutkimuksissa yleisimmin todettuja haitta-aineita ovat raskasmetallien lisäksi PAH- ja PCB-yhdisteet, öljy sekä orgaaniset tina- ja klooriyhdisteet. Useiden näiden aineiden käyttö on nykyisin kielletty, mutta koska monet niistä hajoavat hitaasti, erityisesti sedimentin vähähappisissa ja kylmissä olosuhteissa, tai ovat metallien tapaan hajoamattomia, ne säilyvät sedimentissä pitkään kuormituksen päätymisen jälkeenkin.

Toimialakartoituksen, taustamateriaalin ja vesienhoitosuunnitelmien perusteella määritettiin kunkin vesienhoitoalueen riskialueet. Riskialueiden sedimenteissä tiedetään tai epäillään olevan haitta-aineita siinä määrin, että tarkemmat tutkimukset ovat

tarpeen. Tutkimuksia tulisi tehdä varsinkin, jos alueella aiotaan tehdä ruoppauksia tai ranta-alueita rakentaa.

Ruoppauksia ja vesistö-rakentamista varten tehdyissä sedimenttitutkimuksissa ei aina analysoida riittävän monia haitta-aineita. Usein tutkitaan vain yleisimmät haitta-aineet, kuten öljyt ja raskasmetallit, jolloin mahdollinen muu pilaantuminen voi jäädä havaitsematta. Alueellinen kartoitustieto ja ohjeistus tutkimusten hyvistä käytännöistä ja eri tapauksissa suositeltavista analyyseistä lisääisi tutkimusten luotettavuutta.

Haitallisten aineiden esiintymistä ympäristössä, myös sedimenteissä, on tutkittu mm. ympäristöhallinnon VESKA- ja VESKA2-hankkeissa (Suomen ympäristökeskus 2008, 2009). Niistä on saatu arvokasta tietoa, mutta niiden lisäksi tarvitaan systemaattista ja aluekohtaista tietoa. Pilaantuneiden sedimenttien selvitystyö onkin vasta aluillaan ja tietojen luotettavuuden ja kattavuuden parantaminen edellyttää sedimenttejä mahdollisesti pilaavien kohteiden tarkempaa kartoittamista ja arviointia sekä näytetuloksia riskialueilta. Jossain määrin tilannetta parantaa jatkossa Suomen ympäristökeskuksen Kertymärekisteri, johon tullaan tallentamaan seurantojen ja muiden tutkimusten tuloksia. Tieto alueen mahdollisista riskeistä hyödyttäisi myös yksittäisiä ruoppaus- ja rakennushankkeita.

Selvitystyön pohjalta suositellaan seuraavia toimenpiteitä:

- Aluekohtaista mahdollisesti pilaantuneiden sedimenttien kartoitusta tässä hankkeessa kerätyn tausta-aineiston sekä alueellisen tiedon pohjalta
- Sedimentin pilaantuneisuuden kattavaa selvittämistä ruoppaus- ja vesirakennushankkeissa ja riskialueilla olevien ranta-alueiden kaavoituksen yhteydessä
- Ohjeistusta ruoppaus- ja vesirakennushankkeiden yhteydessä toteutettavista tutkimuksista ja ns. hyvistä käytännöistä (mitä haitta-aineita tulee tutkia, laajat paketit; lähialueiden toiminta ja virtausolosuhteet)
- Vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmissa esitettyjen lisätoimenpide-ehdotusten ja ohjauskeinojen kehittämiseksi esitettyjen ehdotusten toteuttaminen.

KIRJALLISUUS

- Aspholm, J. 2002. Yrityksen saha, Seinäjoki. Tutkimusraportti ja kunnostussuunnitelma. Länsi-Suomen ympäristökeskus, ympäristönsuojeluosasto. 63 s.
- Aspholm, J. 2005. Viitalan saha Taivalmäet Oy, Seinäjoki. Tutkimusraportti. Länsi-Suomen ympäristökeskus, ympäristönsuojeluosasto. 25 s, 7 liitettä.
- Assmuth, T., Poutanen, H., Strandberg, T., Melanen, M., Penttilä, S. ja Kalevi, K. 1990. Kaatopaikkojen ongelmajätteiden ympäristövaikutukset. Riskikaatopaikkatutkimuksen pääraportti. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja sarja A 67. 214 s.
- Autio, L. 2004. TBT- ja raskasmetallikartoitus telakoiden ja venesatamien edustoilta Helsingissä vuonna 2003. Helsingin kaupunki, Helsinki. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 2/2004. 9 s. http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/32badf004a171f719deefd3d8d1d4668/moniste02_04.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=32badf004a171f719deefd3d8d1d4668.
- CIRCA (Communication & Information Resource Centre Administrator). 2006. Created 30.11.2006. IPPC BREFs translation. BREF Textile. http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ippc_brefs/library>BREFTextile>TextilesFI.doc. [Viitattu 11.5.2010.]
- Elsilä, A. 1990. Puun suoja- ja limantorjuntakemikaalien ympäristövaikutukset. Kirjallisuusselvitys. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston selvitys 84/1990. 52 s.
- Estlander, A. & Leinonen, V. 1991. Maali- ja lakkateollisuuden sekä lääketeollisuuden ympäristönsuojelu. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosasto, selvitys 93. 82 s.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös n:o 2455/2001/EY, tehty 20. päivänä marraskuuta 2001, vesipolitiikan alan prioriteettiaineiden luettelon vahvistamisesta ja direktiivin 2000/60/EY muuttamisesta. 2001. Euroopan yhteisön virallinen lehti L 331. S. 1-5. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=8848&lan=fi>
- Frisk, T., Bilaletdin, Ä., Kaipainen, H., Paananen, A. & Peltonen, A. 2007. Pyhäjärven kunnostustarpeen selvitys. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. Pirkanmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2007. 65 s. <http://www.pirmk.fi/kalatalo/kuvat/Pyhajarven%20kunnostustarpeen%20selvitys%202007.pdf>
- Haimi, & Mannio, J. 2008. Haitallisten aineiden näytteenotto ja esiintyminen jätevedenpuhdistamoilla. Kirjallisuusselvitys. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 5/2008. 57 s. Julkaisu on saatavana vain internetissä: www.ymparisto.fi/syke/julkaisut. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=89397>.
- Hallikainen, A., Airaksinen, R., Rantakokko, P., Vuorinen, P., Mannio, J., Lappalainen, A., Vihervuori, A. & Vartiainen, T. 2008. Orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet Itämeren kalassa ja kotimaisessa järvikalassa. Elintarviketurvallisuusvirasto, Helsinki. Eviran tutkimuksia 6/2008. 69 s.
- Hallikainen, A., Kiviranta, H., Isosaari, P., Vartiainen, T., Parmanne, R. & Vuorinen, P.J. 2004. Kotimaisen järvi- ja merikalan dioksiinien, furaanien, dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden ja polybromattujen difenyylieteereiden pitoisuudet. Elintarvikevirasto, Helsinki. Elintarvikeviraston julkaisuja 1/2004. 47 s. + liitt. http://www.palvelu.fi/evi/files/55_519_300.pdf
- Heikkinen, P. 2009. Active sulphide mine tailings impoundments as sources of contaminated drainage: controlling factors, methods of characterisation and geochemical constraints for mitigation. Academic dissertation. Geological Survey of Finland, Espoo. 38 s.
- Hellman, S., Priha, E., Sorvari, J., Kukkamäki, M. & Suortti A.-M. 2003. Elementtitalojen piha-alueiden PCB-tutkimukset, riskinarviointi ja riskinhallinta. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. Alueelliset ympäristöjulkaisut AY313. 99 s.
- Herve, S. & Heinonen, P. 1996. Orgaanisten klooriyhdisteiden esiintyminen selluteollisuuden jätevesien purkuvesistöissä v. 1984-93. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 44. 29 s.
- Hurme, T. & Puhakka, J. 1999. Characterization and fate of polychlorinated biphenyl contaminants in Kernaalanjärvi sediments. Boreal Environment Research 4, 331– 342. <http://www.borenav.net/BER/pdfs/ber4/ber4-331-342.pdf>
- Hyötyläinen, T. & Oikari, A. 1999. The toxicity and concentrations of PAHs in creosote-contaminated lake sediment. Chemosphere 38 (5):1135-1144. Department of Biology and Environmental Sciences, University of Jyväskylä.
- Hyötyläinen, T. 2001. Assessment of ecotoxicological effects of creosote-contaminated lake sediment and its remediation. Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science 99. 135 s.
- Hämeen ympäristökeskus. 2007. Päätös Rautaruukki Oyj:n ympäristönsuojelulain 35 §:n mukaisesta hakemuksesta, joka koskee Hämeenlinnan kaupungissa sijaitsevien teräksen jatkojalostuslaitosten toimintaa. Päätös Nro YSO/130/2007, Dnro HAM-2003-Y-600-111. Annettu 30.11.2007. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=78674&lan=fi>
- IPPC-direktiivi. 1996. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31996L0061:en:HTML>
- Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2004. Kuokkalan pienvenesataman rakentaminen, ruoppaus ja ruoppausmassojen läjittäminen vesialueelle, Jyväskylän kaupunki ja Jyväskylän maalaiskunta. Päätös Nro 91/04/1, Dnro ISY-2004-Y-103. Annettu 29.9.2004. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=24135&lan=sv>

- Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2009. Hautalammen kaivoksen ympäristölupa ja kaivokseen ker-
tyvän pohjaveden pumppaaminen sekä ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset luvat toiminnan
ja töiden aloittamiseen, Outokumpu ja Liperi. Päätös Nro 79/09/2, Dnro ISY-2008-Y-185. Annettu
6.7.2009. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=105738&lan=fi>
- Jouttijärvi, T. (toim.) 1997. Suomen metsäteollisuuden luonnonvarojen käyttö ja päästöt. Suomen ympä-
ristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 77. 88 s.
- Junntanen, S., Järvinen, K., Kosonen, L., Laihosalo, K., Salovaara, M. & Palomäki, R. 2009. Ympäristön
tila Tampereella 2008. Tampereen kaupunki, Tampere. Ympäristönsuojelun julkaisuja 2/2009. 96 s.
<http://www.tampere.fi/tiedostot/5FyzXk4qZ/Ymparistontila2008.pdf>
- Jyväskylän kaupunki. 2008. Lutakon satama - yleissuunnitelma. http://www3.jkl.fi/tekpa/kapu/in-vestoinnit/lutakonsatama/raportti_010408.pdf
- Kaakkois-Suomen ELY. 1.2.2010 (päivitetty). Kymijoen saastuneet sedimentit. www.ymparisto.fi > Kaak-
kois-Suomi > Ympäristön tila > Maaperä ja pohjavesi > Kymijoen saastuneet sedimentit. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=350588&lan=FI> [Viitattu 31.8.2010.]
- Kallenborn, R., Berger, U. & Järnberg, U. 2004. Perfluorinated alkylates substances (PFAS) in the Nordic
environment. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. TemaNord 2004: 552. 112 s. http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2004-552/at_download/publicationfile
- Kalliala, E. & Talvenmaa, P. 2000. The Finnish Background Report for the EC documentation of Best
Available Techniques for Wet Processing in Textile Industry. Finnish Environment Institute, Helsinki.
Finnish Environment 426. 33 p. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=10954&lan=en>
- Karonen, M., Nylander, E., Mäntykoski A. & Kinnunen T. 2009. Kymijoen-Suomenlahden vesien-
hoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015. Uudenmaan ympäristökeskus, Etelä-Savon
ympäristökeskus, Hämeen ympäristökeskus, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Keski-Suomen
ympäristökeskus & Pohjois-Savon ympäristökeskus. 180 s. + liite. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=10750&lan=fi>
- Keränen, J. 2002. Jyväsjärven tilan kehitys 1840-2000 – Pilaantumisen ja elpymisen aikakaudet. Keski-
Suomen ympäristökeskus, Jyväskylä. Keski-Suomen Ympäristökeskuksen monistesarja 49. 94 s.
Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=114474>
- Keski-Suomen ympäristökeskus. 20.2.2002 (julkaistu). Mäntän Melasjärven PCB peräisin Metsä-Tissu-
elta: lähteen selvittäminen vaatii lisätutkimuksia. www.ymparisto.fi > Keski-Suomi > Ajankohtaista
> Tiedotarkisto > Tiedotteet 2002 > Mäntän Melasjärven PCB peräisin Metsä-Tissuelta: lähteen
selvittäminen vaatii lisätutkimuksia. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=18545&lan=fi>
[Viitattu 18.8.2010.]
- Keski-Suomen ympäristökeskus. 2006. Päätös ympäristönsuojelulain 35 §:n mukaisesta hakemuksesta,
joka koskee EURENCO Vihtavuori Oy:n, Nammo Lapua Oy Vihtavuoren tehtaan sekä Oy Forcit Ab
Vihtavuoren tehtaan räjähdysaineitten valmistamista ja valmistamisessa käytettävien kemikaalien
käsittelyä ja varastointia. Dnro KSU-2004-Y-470/111. Annettu 27.10.2006. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=18027&lan=fi>
- Korkki, K. 2006. Perfluorattujen alkyyliaineiden (PFAS) aiheuttamat ympäristöriskit Suomessa. Suomen
ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 14/2006. <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=52233&lan=fi>
- Koskinen, P., Silvo, K., Mehtonen, J., Ruoppa, M., Hyytiä, H., Silander, S. & Sokka, L. 2005. Esiselvitys
eräiden haitallisten aineiden päästöistä. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 810.
84 s. ISBN 952-11-2135-1, 952-11-2136-X (PDF), ISSN 1238-7312. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=48128>
- Kotanen, J., Manninen, P., Petäjä-Ronkainen, A. & Panula-Ontto-Suuronen, A. 2009. Vuoksen vesienhoi-
toalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015. Pohjois-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Karjalan
ympäristökeskus, Etelä-Savon ympäristökeskus & Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 193 s. +
liitteet. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=112218&lan=fi>
- Kustula, V., Salo, H., Witick, A. & Kaunismaa, P. 2000. The Finnish Background Report for the
EC documentation of Best Available Techniques for Tanning Industry. Finnish Environment
Institute, Helsinki. Finnish Environment 426. 34 p. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=10954&lan=en>
- Laine, A., Kouvalainen, S., Aronsuu, K., Eerola, M., Heikkinen, M., Hynninen, P., Isid, D., Isotalus, A.,
Jaako, M., Rintala, J., Virtanen, K. & Vähänen, K. 2009. Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen vesienhoi-
to suunnitelma vuoteen 2015. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus & Kainuun ympäristökeskus.
213 s. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9131&lan=fi>
- Lampi, Vartiainen & Tuomisto. 1992. Chlorophenols in lake sediments: a retrospective study. Che-
mosphere 1992; 24; 1805-1824.
- Lapin ympäristökeskus. 2009a. Kemijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen
2015. Lapin ympäristökeskus, Rovaniemi. 147 s. + liite. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=24462&lan=fi>
- Lapin ympäristökeskus. 2009b. Tenon-Näätämojoen-Paatsjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunni-
telma vuoteen 2015. Lapin ympäristökeskus, Rovaniemi. 122 s. + liite. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=24464&lan=fi>
- Lapin ympäristökeskus. 2009c. Tornionjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuo-
teen 2015. Lapin ympäristökeskus, Rovaniemi. 149 s. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=24463&lan=fi>

- Lehtinen, K.-J., Tana, J., Mattsson, K., Härdig, J., Karlsson, P., Grotell, C., Hemming, S., Engström, C. & Hemming, J. 1993. Ecological impact of pulp mill effluents. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja sarja A 133. 139 s.
- Lehtinen, K.-J. & Tana, J. 1992. Effects in mesocosms exposed to untreated and treated total mill effluents from production of bleached hardwood kraft pulp mill. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja sarja A 105. 146 s.
- Lindsberg, E., Manninen, M. & Närhi, I. 2008. Potti, Kokkola. Tutkimusraportti 25.7.2008. Länsi-Suomen ympäristökeskus, ympäristönsuojeluosasto. 21 s. 14 liitettä.
- Londesborough, S. (toim.), Holm, K., Jaakkonen, S., Jokela, S., Kallio-Mannila, K., Mannio, J., Mehtonen, J., Nikunen, E., Pyy, O., Siimes, K., Silvo, K. & Verta, M. 2006. Haitallisista aineista aiheutuvan kuormituksen vähentäminen. Taustaselvitys Osa II : Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 23. 51 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=61630&lan=fi>
- Londesborough, S. (toim.), Mannio, J., Mehtonen, J., Kalevi, K., Nuutinen, J., Huhtala, S., Sainio, P., Erkomaa, K., Paloheimo, A., Grönroos, M., Mäntykoski, K., Paukku, R., Welling, L., Rantakokko, P. & Kirvira, H. 2009. Haitallisten aineiden kartoitus vesiympäristössä 2003-2005. VESKA 1 projektin loppuraportti. Luonnos 20.11.2009. Suomen ympäristökeskus, ympäristöministeriö, Helsinki. www.ymparisto.fi > Ympäristönsuojelu > Vesiensuojelu > Vesienhoidon suunnit... > Haitalliset aineet > Haitallisiin aineisiin liittyvät julkaisut. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=16814&lan=fi>
- Lyytikäinen, M. 2004. Transport, bioavailability and effects of Ky-5 and CCA wood preservative components in aquatic environment. University of Joensuu, PhD Dissertations in Biology, n:o 26. 102 pp. <http://www.joensuu.fi/biologia/phd/lyytikainen.pdf>
- Mannio, J. 2007. Haitallisten orgaanisten aineiden kartoitus puhdistamoilla ja vesistöissä. Vesitalous 48(2): 36-40.
- Mannio, J. 2009. Orgaaniset tinayhdisteet sisävesien sedimenteissä. (Suomen ympäristökeskuksen aineisto, julkaisematon.)
- Merenkulkulaitos. 2008. Saimaan sisävesiliikenteen kehittämiselvitys. Merenkulkulaitos, Helsinki. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 6/2008. 46 s. http://portal.fma.fi/portal/page/portal/fma_fi/tietopalvelut/julkaisut/julkaisusarjat/2008/SISAVESILIIKENTEEN_KEHITTAMISSELVITYS.pdf
- Merenkulkulaitos. 2006. Meri- ja sisävesiliikenteen kehittämiselvitys 2007-2016. Merenkulkulaitos, Helsinki. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 8/2006. 47 s. ISBN 978-951-49-2119-3, ISSN 1456-7814. http://portal.fma.fi/portal/page/portal/fma_fi/merenkulun_palvelut/vaylat_kanavat/MESI_2007-2016.pdf.
- Metsäteollisuus ry. 2006. Avain Suomen metsäteollisuuteen. Metsäteollisuus ry, Helsinki. 126 s.
- Metsäteollisuus ry. 31.3.2010 (päivitetty). Vanerit ja muut puulevyt. <http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/vaneritjamuutpuulevyt03/Sivut/default.aspx> [Viitattu 7.4.2010].
- Mononen, P. 1989. Enso-Gutzeit Oy:n Pankakosken kartonkitehtaan erityishaittavaikutukset Lieksanjoessa. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja n:o 32. 80 s.
- Muoviteollisuuden jätehuolto. 1991. Suomen Kaupunkiliitto, Suomen Kunnallislitto, Helsinki. Suomen Kaupunkiliiton julkaisu nro 634, Suomen Kunnallisliton ympäristöjulkaisu nro 23. 43 s, 3 liitettä.
- Nakari, T., Suortti, A.-M. & Järvinen, O. 2002. Sisä- ja rannikkovesien ympäristömyrkyjen seuranta v. 1997-1999. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 271. 64 s.
- Naturvårdsverket. 2005. Kartläggning av källor till oavsiktligt bildade ämnen. Rapport till regeringen 2005-03-31. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5462-7.pdf>
- Naumanen, P., Sorvari, J., Pyy, O., Rajala, P., Penttiinen, R., Tiainen, J. & Lindroos, S. 2002. Ampumarata-alueiden pilaantunut maaperä - Tutkimukset ja riskienhallinta. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuu. Suomen ympäristö 543. 282 s.
- Nikkarinen, M., Kollanus, V., Ahtoniemi, P., Kauppila, T., Holma, A., Räisänen, M.-L., Makkonen, S. & Tuomisto, J. (toim.). 2008. Metallien yhdenmetyt kohdekohtainen riskinarviointi. Finmerac-hanke. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitokset, Kuopio. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja 3/2008. 401 s. http://www.uku.fi/ympiti/report_series/Finmerac-raportti.pdf
- Närhi, I. 2006. Hulikkaojan saha, Seinäjoki. Tutkimusraportti 11.8.2006. Länsi-Suomen ympäristökeskus, ympäristönsuojeluosasto. 19 s. 5 liitettä.
- Ojanen, P. 2003. Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöt. Esi-merkkinä kaakkoissuomalainen metsäteollisuusintegraatti. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Kotka. Alueelliset ympäristöjulkaisut 327. 72 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=76775&lan=fi>
- Ojanen, P. 2005. Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Kotka. Alueelliset ympäristöjulkaisut 376. 60 s. <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=76724&lan=fi>
- Paasivirta ym. 1990. Organoklooriyhdisteiden kulkeutumistutkimus Keski-Suomen järvisedimenteissä. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja n:o 280. 58 s.
- Paasivirta, J. 1996. Organoklooriyhdisteet Kymijoen 1990-luvulla. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste n:o 18. 24 s.
- Parviainen, A., Vaajasaari, K., Loukola-Ruskeenniemi, K., Kauppila, T., Bilaletdin, Ä., Kaipainen, H., Tammenmaa, J. & Hokkanen, T. 2006. Anthropogenic Arsenic Sources in the Pirkanmaa Region in Finland. Espoo. Helsinki University of Technology, Pirkanmaa Regional Environment Centre & Geological Survey of Finland. 72 p. <http://projects.gtk.fi/export/sites/projects/ramas/reports/TASK2web.pdf>

- Penttinen, R. & Kauppila, J. 2001. Venetelakoiden ja talvisäilytysalueiden maaperän kunnostustarve, esiselvitys. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 213. 107 s.
- Pihlaja, K. (koord.) 1993. Valkaistua sulfaattisellua valmistavan tehtaan jätevesien orgaanisen aineen hajoaminen ja ympäristövaikutukset. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja n:o 130, sarja A. 369 s.
- Pirkanmaan ympäristökeskus. 20.1.2003 (julkaistu). Ylöjärven Parosjärven kaivoksen alueella kohonneita arseeni- ja metallipitoisuuksia. www.ymparisto.fi > Pirkanmaa > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2003 > Ylöjärven Parosjärven kaivoksen alueella kohonneita arseeni- ja metallipitoisuuksia. [Viitattu 18.8.2010.]
- Pirkanmaan ympäristökeskus. 2006. Päätös ympäristönsuojelulain 35 §:n mukaisesta hakemuksesta, joka koskee Ligno Tech Finland Oy:n ligniinitehtaan toimintaa. Dnro 1999Y0200-111. Annettu 27.4.2006. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=50520&lan=fi>
- Pitkäranta, P. 2008. Venetelakkatoiminnan vaikutukset maaperään ja sedimenttiin. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 16/2008. 114 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=85903>.
- Pohjois-Savon ympäristökeskus. 2008. Huruslahden ja Haukiveden tinayhdisteiden sekä muiden haitta-aineiden selvityksen väliraportti. 36 s. Julkaisematon.
- Pohjois-Savon ympäristökeskus & Kuopion kaupunki. 2008. Kallaveden sedimenttien haitta-ainetutkimus. Tutkimusraportti 18.03.2008. 28 s. 7 liitettä.
- Puustinen, K. 2003. Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530–2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Arkistoraportti, M 10.1/2003/3. 578 s. Saatavana: <http://www.gtk.fi/aineistot/kaivosteollisuus/sisallys.htm>. [Viitattu 12.11.2009.]
- Pylkkö, T. 1996. Massa- ja paperiteollisuuden käyttämät kemikaalit vuonna 1992. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 52. 45s.
- Ramboll Finland. 2009. Varkauden Huruslahden ja Haukiveden sedimentin haitta-aineet. Tutkimusraportti 1.12.2009. 30 s. + liitteet.
- Rautio, L.-M., Siiro, P., Haldin, L., Storberg, K.-E., Nuotio, E. & Westberg, V. 2009. Kokemäenjoen-Saaris-tomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015. Länsi-Suomen ympäristökeskus, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Pirkanmaan ympäristökeskus & Keski-Suomen ympäristökeskus. 261 s. + 7 liitettä. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=10906&lan=fi>
- RPA & BRE. 2004. Perfluorooctane Sulphonate Risk Reduction Strategy and Analysis of Advantages and Drawbacks. Final Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency for England and Wales. RPA (Risk & Policy Analysts Ltd.) in association with BRE Environment. 266 s. Ref. Korkki 2006.
- Ruoppa, M. 1977. Kemikaalien ja myrkköjen käyttöä vuonna 1974 koskeva tiedustelu. Vesihallitus, Helsinki. Vesihallituksen tiedotuksia 132. 61 s.
- Räsänen, M.-L. 2007. Metall- ja talkkikaivosten ympäristövaikutukset. Malmin etsintä ja kaivos-toiminta – ympäristövaikutukset ja riskit. Geologian tutkimuskeskus/ Kuopion yliopisto. ERAC-täydennyskoulutus 20.3.2007. http://risk.eracnet.fi/edu/index.php/Malminetsint%C3%A4_ja_sen_ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutukset. [Viitattu 26.8.2009.]
- Salo, S., Verta, M. & Kalevi, K. 1997. Suomen saastuneiden sedimenttien kartoitus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Moniste. 8 s. + 4 liitettä. Julkaisematon.
- Salo, S., Verta, M., Malve, O., Korhonen, M., Lehtoranta, J., Kiviranta, H., Isosaari, P., Ruokojärvi, P., Koistinen, J. & Vartiainen, T. 2008. Contamination of River Kymijoki sediments with polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and mercury and their transport to the Gulf of Finland in The Baltic Sea Chemosphere 2008; 73 (10): 1675-1683. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.07.085>
- Salonen, V.-P., Tuovinen, N. & Valpola, S. 2006. History of mine drainage impact on Lake Orijärvi algal communities, SW Finland. Journal of Paleolimnology. 35 (2): 289–303.
- Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) 2005. Miten voit, Selkämeri? Lounais-Suomen ympäristökeskus, Turku. Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. 144 s. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=137051&lan=fi>
- Seppälä, J. & Jouttijärvi, T. (toim.) 1997. Metsäteollisuus ja ympäristö. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 89. 128 s.
- Seppälä, J., Koskela, S., Palperi, M. & Melanen, M. 2000. Metallien jalostus ja ympäristö. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 438. 155 s.
- Silvo, K., Hämäläinen, M.-L., Forsius, K., Jouttijärvi, T., Lapinlampi, T., Santala, E., Kaukoranta, E., Rekolainen, S., Granlund, K., Ekholm, P., Räike, A., Kenttämies, K., Nikander, A., Grönroos, J. & Rönkä, E. 2002. Päätöt vesiin 1990-2000. Vesiensuojelun tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 242. 68 s. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=89614&lan=fi>
- Sipilä, P. 1994. Aijalan, Pyhäsalmen ja Makolan sulfidimalmikaivosten rikastamoiden jätealueiden ympäristövaikutukset. Osa 1 – raporttiyhteenveto. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Kiviainestutkimukset KA 33/94/1.1. 15 s. Saatavana: http://arkisto.gtk.fi/ka/ka33_94_1_1.pdf. [Viitattu 10.11.2009.]
- Stockholm Convention on persistent organic pollutants (POPs). 26.8.2010. The entry into Force of the Amendments adding Nine Chemicals to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants took place on 26 August 2010. <http://chm.pops.int/default.aspx> [Viitattu 1.9.2010.]

- Suomalaisen kemianteollisuuden ydinalueet. 2010. [Viitattu 9.3.2010.] <http://report.chemind.fi/ydin-alueet>
- Suomen ympäristökeskus. 2006. Suomi-POP. Taustaselvitys pysyvien orgaanisten yhdisteiden kansainvälisten rajoitusten täytäntöönpanosta. 17.5.2006. Versio1.2. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Ympäristön kemikalis... > Huolenaineet > POP - pysyvät orgaan... > Kansallinen täytäntöönpanosuunnitelma > SUOMI-POP taustaraportti. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=51366&lan=sv>
- Suomen ympäristökeskus. 8.4.2008 (päivitetty). Haitalliset aineet: ongelmien ennakointi, aineiden tunnistaminen ja seurannan kehittäminen (VESKA). www.ymparisto.fi > Suomen ympäristökeskus > Hankkeet > Hankkeet aakkosittain > Haitalliset aineet: ongelmien ennakointi, aineiden tunnistaminen ja seurannan kehittäminen (VESKA). <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=132272> [Viitattu 31.8.2010.]
- Suomen ympäristökeskus. 6.2.2009a (päivitetty). Torjunta-aineiden kartoitus pintavesistä (VESKA2). www.ymparisto.fi > Suomen ympäristökeskus > Hankkeet > Hankkeet aakkosittain > Torjunta-aineiden kartoitus pintavesistä (VESKA2). <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=180536&lan=fi> [Viitattu 31.8.2010.]
- Suomen ympäristökeskus. 31.7.2009b (päivitetty). Heksaklooribentseeni. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Ympäristön kemikalis... > Huolenaineet > POP - pysyvät orgaan... > Heksa-klooribentseeni. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=2547&lan=fi> [Viitattu 1.9.2010.]
- Suomen ympäristökeskus. 28.7.2009c (päivitetty). Bromatut palonestoaineet. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Ympäristön kemikalis... > Huolenaineet > Bromatut palonestoaineet. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=633&lan=fi> [Viitattu 1.9.2010.]
- Suomen ympäristökeskus. 31.8.2010a (päivitetty). Ympäristön kemikalisoituminen. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Ympäristön kemikalisoituminen. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=102&lan=fi> [Viitattu 1.9.2010.]
- Suomen ympäristökeskus. 31.8.2010b (päivitetty). Huolenaineet. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Ympäristön kemikalisoituminen > Huolenaineet. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11384&lan=fi> [Viitattu 1.9.2010.]
- Tampereen kaupunki. 22.6.2010 (päivitetty). Näsijärven ja Pyhäjärven kalojen tinayhdistepitoisuudet hyvin pieniä. www.tampere.fi > Ympäristö ja luonto > Näsijärven ja Pyhäjärven kalojen tinayhdistepitoisuudet hyvin pieniä. http://www.tampere.fi/ymparistojaluonto/ajankohtaista/21062010_Nasijarven_ja_Pyhajarven_kalojen_tinayhdistepitoisuudet_hyvin_pienia.html. [Viitattu 18.8.2010.]
- Toropainen, V. 2006. Yhteenveto sulfidimalkaivoistoimminnasta Suomessa ja toiminnassa muodostuvista sivutuotteista sekä niiden ympäristövaikutuksista. Geologian Tutkimuskeskus, Kuopio. Itä-Suomen yksikkö / Maankäyttö ja ympäristö S 49/0000/2006/2. Arkistoraportti. 52 s. http://arkisto.gtk.fi/s49/S_49_0000_2006_2.pdf
- Tuhkanen, T., Kuusisto, S., Lindroos, O., Palukka, T., Hellman, S., Priha, E. & Rantio, T. 2007. PCB-yhdisteet rakennuksissa ja niiden saneeramisen aiheuttamien työhygieenisten riskien vähentäminen. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Bio- ja ympäristötekniikan laitos, raportti 22. 71 s. http://www.tut.fi/units/ymp/bio/reports/PCB_Raportti.pdf
- Verta, M., Ahtiainen, J., Hämäläinen, H., Jussila, H., Järvinen, O., Kiviranta, H., Korhonen, M., Kukkonen, J., Lehtoranta, J., Lyytikäinen, M., Malve, O., Mikkelsen, P., Moisio, V., Niemi, A., Paasivirta, J., Palm, H., Porvari, P., Rantalainen, A-L., Salo, S., Vartiainen, T. & Vuori, K-M. 1999. Organoklooriyhdisteet ja raskasmetallit Kymijoen sedimentissä: esiintyminen, kulkeutuminen, vaikutukset ja terveysriskit. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 334. 73 s.
- Verta, M., Kiviranta, H., Salo, S., Malve, O., Korhonen, M., Verkasalo, P. K., Ruokojärvi, P., Rossi, E., Hanski, A., Päätaalo, K. & Vartiainen, T. 2009. A decision framework for possible remediation of contaminated sediments in the River Kymijoki, Finland. Environmental Science and Pollution Research 2009; 16 (1): 95-105. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-008-0061-9>
- Vertanen, P. & Viitasaari, S. 1994. Nahanvalmistuksen jätehuolto ja jätevesienkäsittely. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja, sarja A 183. 58 s.
- Viitasaari, S. (toim.) 1991. Kyllästäneiden ympäristö- ja työturvallisuus. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja, sarja B 11. 78 s.
- Vuoristo, H. & Ruoppa M. 1997. Massa- ja paperiteollisuuslaitosten vesistö- ja kalataloustarkkailut. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 94. 67 s.
- Ympäristöministeriö. 1994. Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa. Saastuneiden maa-alueiden selvitys- ja kunnostusprojekti; loppuraportti. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristön-suojeluosasto, muistio 5/1994. 218 s.
- Ympäristöministeriö. 2005. Vesiympäristölle haitalliset ja vaaralliset aineet pintavesissä. Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön moniste 159. 202 s. <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=310706&lan=fi>
- Ympäristöministeriö. 2007a. Orgaaniset tinayhdisteet Suomen vesialueilla. Ympäristöministeriön työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön raportteja 11/2007. 85 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=66393&lan=fi>
- Ympäristöministeriö. 2007b. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön ohjeita 2/2007. 210 s. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=302022&lan=fi&cclan=fi>

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus			Julkaisu-aika Huhtikuu 2011
Tekijä(t)	Satu Jaakkonen			
Julkaisun nimi	Sisävesien pilaantuneet sedimentit			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 11/2011			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana vain internetissä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Sisävesien pilaantuneita sedimenttejä ei ole Suomessa kartoitettu kattavasti eikä niiden aiheuttamia riskejä ole arvioitu. Tämän esiselvityksen tavoitteena oli tunnistaa todennäköisimmät pilaantuneiden sedimenttien riskialueet ja arvioida alustavasti sisävesisedimenttien pilaantuneisuuden laatua.</p> <p>Työssä kuvataan sedimenttejä mahdollisesti pilaavia toimialoja sekä niiden käyttämiä ja niiden toiminnasta syntyneitä tärkeimpiä haitta-aineita. Selvityksessä ei käsitellä rehevöitymistä tai happamoitumista aiheuttavia eikä vesien happalouteen haitallisesti vaikuttavia aineita. Työssä kartoitettiin alustavasti sedimenttejä mahdollisesti pilanneita ja pilaavia kohteita. Rannikolla sijaitsevat ja jätevetensä mereen laskevat teollisuuslaitokset rajattiin kartoituksen ulkopuolelle. Kartoituksen pohjalta tehtiin vesistöaluekohtainen kuvaus ja osoitettiin ne riskialueet, joilla todennäköisesti on pilaantuneita sedimenttejä. Riskialueilla sedimentin tila tulisi aina tutkia ennen ruoppaus- tai rakennustöitä.</p> <p>Selvityksen pohjalta suositellaan toteutettavaksi tutkimushankkeita sedimenttien pilaantuneisuuden ja siitä aiheutuvien riskien arvioimiseksi sekä, että annetaan ohjeistusta vesistöjen ruoppaus- ja rakennustöiden hyviin käytäntöihin.</p>			
Asiasanat	sedimentti, kartoitus, pilaava toimiala, mahdollisesti pilaantunut kohde, riskialue			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN (nid.)	ISBN 978-952-11-3881-2 (PDF)	ISSN (pain.)	ISSN 1796-1726 (verkkoi.)
	Sivuja 49	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja				
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki			
Painopaikka ja -aika				

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral			Datum April 2011
Författare	Satu Jaakkonen			
Publikationens titel	Sisävesien pilaantuneet sedimentit (Förorenade sediment i sjöar och vattendrag)			
Publikationsserie och nummer	Finlands miljöcentralers rapporter 11/2011			
Publikationens tema				
Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig endast på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Sammandrag	<p>Man har inte kartlagt i tillräcklig omfattning förorenade sediment i sjöar och vattendrag i Finland och inte bedömt de risker de medför. Syftet med denna utredning är att fastställa de sannolikaste riskområdena med förorenade sediment och att göra en preliminär bedömning av de förorenade insjösedimentens typ av förorening.</p> <p>I rapporten beskrivs de branscher som eventuellt förorenar sediment samt de viktigaste skadliga ämnen som används inom dessa branscher som uppstår i deras verksamhet. Utredningen behandlar inte ämnen som förorsakar eutrofiering eller försurning och ämnen som inverkar menligt på vattnens syrehushållning. I arbetet ingick en preliminär kartläggning av eventuella objekt som har förorenat eller förorenar sediment. Industrianläggningar som ligger vid kusten och släpper avloppsvatten ut i havet ingick inte i kartläggningen. Utgående från kartläggningen gjordes en beskrivning av varje avrinningsområde och angavs de riskområden där det sannolikt finns förorenade sediment. Riskområdenas tillstånd bör alltid undersökas före muddring eller byggande.</p> <p>Utgående från denna utredning rekommenderas att man genomför forskningsprojekt om sedimentens föroreningsgrad och de risker som beror på dem samt att man ger anvisningar om god praxis för muddring och byggande.</p>			
Nyckelord	sediment, kartläggning, förorenande bransch, eventuellt förorenat område, riskområde			
Finansiär/uppdragsgivare				
	ISBN	ISBN 978-952-11-3881-2 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1726 (online)
	Sidantal 49	Språk finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/distribution				
Förläggare	Finlands miljöcentral, PB 140, 00251 Helsingfors			
Tryckeri/tryckningsort-år				

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute			<i>Date</i> April 2011
<i>Author(s)</i>	Satu Jaakkonen			
<i>Title of publication</i>	Sisävesien pilaantuneet sedimentit (Contaminated sediment in inland waters)			
<i>Publication series and number</i>	Reports of the Finnish Environment Institute 11/2011			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available only in the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Abstract</i>	<p>In Finland, contaminated sediments in inland waters have not been comprehensively mapped, nor have the risks they cause been assessed. A preliminary study was conducted to identify the most probable risk areas for contaminated sediment and conduct initial assessment of the degree of contamination of inland water sediment.</p> <p>The study describes industries that may be causing sediment contamination, as well as the key contaminants they use or that are generated in their operations. Substances causing either eutrophication or acidification or that harm the oxygen regime of waters were excluded from this report. The study involved preliminary mapping of sites that may contaminate sediment, now or in the future. Coastal-area industrial plants discharging their wastewater into the sea were excluded from this mapping. Based on the mapping, a water-system-specific description was drawn up and the risk areas where there might be contaminated sediment were indicated. In such risk areas, the state of the sediment should always be surveyed before any dredging or construction work begins.</p> <p>On the basis of this study, research projects are recommended for assessing the degree of contamination of sediments and the ensuing risks. A further recommendation is to issue guidelines for best practice concerning dredging and construction in waters.</p>			
<i>Keywords</i>	sediment, mapping, contaminating industry, possibly contaminated site, risk area			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN	ISBN 978-952-11-3881-2 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1726 (online)
	No. of pages 49	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %)
<i>For sale at/ distributor</i>				
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute, P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland			
<i>Printing place and year</i>				



ISBN 978-952-11-3881-2 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkkosivut)