

Stora Enson Imatran tehtaiden Kaukopään tehtaot 2008

Mikä on tehtaiden lähivesien luonnontila?

Vesistön luonnontilan eli referenssitilan selvittäminen on yksi paleolimnologisen tutkimuksen tärkeistä tavoitteista. Tehtaan läheisen Saimaan ympäristöolosuhteita rekonstruoitaessa voidaan koko 1800-lukua, ja myös 1900-luvun alkua, pitää referenssitilana, koska piilevyhteisössä alkoi tapahtua muutoksia vasta 1930-luvulla.

Etelä-Saimaalla vesistön luonnontilana eli referenssitilana voidaan pitää seuraavia vedenlaadun arvoja: kokonaisfosforipitoisuus 4-5 µg/l, kokonaistypipitoisuus noin 300 µg/l, väriluku 15-25 mg Pt/l, sähkönjohtavuus n. 5,0 mS/m ja pH noin 7,0. Näitä referenssitilan pitoisuuksia voidaan pitää alueella vesien suojelelutuon tavoitearvoina. Tällä hetkellä ollaan joidenkin muuttujien osalta jo varsin lähellä luonnontilaa, joskin vesien suojelelutuon edelleen tarvitaan.

Tutkimus pähkinäkuoressa

Ecomonitor Oy on tutkinut paleolimnologisella menetelmällä Stora Enso Imatran tehtaiden lähivesistön tilan muutoksia koko teolliselta ajalta, eli vuodesta 1935 tähän päivään, sekä 1800-luvulta, jota voidaan pitää vesistön luonnontilana.

Piileväanalyysi ja sen perusteella tehdyt ympäristömuuttujien rekonstruktiot osoittavat selvästi veden laadun muutosten taitekohdat. Kaukopään tehtaiden käynnistyttyä 1930-luvun puolivälissä piilevyhteisö muuttui rehevämmissä olosuhteissa viihtyvään suuntaan, ja vähä- tai keskivinteisiä vesistöjä suosivien eri lajien määrä putosi. Huonoimmillaan veden laatu oli 1960-luvun puolivälissä. 1970-luvulla tehtailla otettiin käyttöön mm. mekaaniset jätevedenpuhdistusmenetelmät, ja vesistökuormitus pieneni kasvavasta tuotannosta huolimatta. Varsinaiseksi taitekohdaksi muodostui vuosi 1992, jolloin aktiivilielaitoksen ja kemiallisen jätevedenpuhdistamon käyttöönotto pudotti vesistön kuormitusta ratkaisevasti. Vesistön ekologinen tila parani siinä määrin, että myös piilevälaajisto palasi vähäravinteista vettä suosivampaan suuntaan.

Vatavalkaman vesistöalueen ekologinen tila on 1990-luvulla palautunut hyväksi, ja 2000-luvulla se on edelleen pysynyt hyvänä. Muutamien vedenlaatuomuttujien osalta ollaan jo varsin lähellä luonnontilaa. Vesienhoitotyötä kuitenkin tarvitaan edelleen vesistön tilan ylläpitämiseksi ja parantamiseksi.

Paleolimnologinen tutkimus Stora Enson Imatran tehtaiden kuormitushistoriasta

Ecomonitor Oy on selvittänyt paleolimnologisella tutkimuksella Stora Enso Oyj Imatran tehtaiden läheisen Saimaan vesialueen tilan muutoksia viimeisten noin 200 vuoden ajalta. Tutkimus kattaa koko teollisen ajan, mutta ulottuu 1800-luvulle asti, jota voidaan pitää vesistön luonnontilana ennen teollista toimintaa. Tulokset kertovat näin vesistön tilassa tapahtuneista muutoksista jo ennen säännöllisiä vedenlaadun mittauksia Imatran tehtaiden vaikutuspiirin alueella. Tulosten avulla voidaan myös arvioida, miten nopeasti ja laajasti tehtaiden ympäristösuojelulliset toimenpiteet ovat vaikuttaneet vesistön tilan paranemiseen Vatavalkaman lähivesialueella.

Paleolimnologia

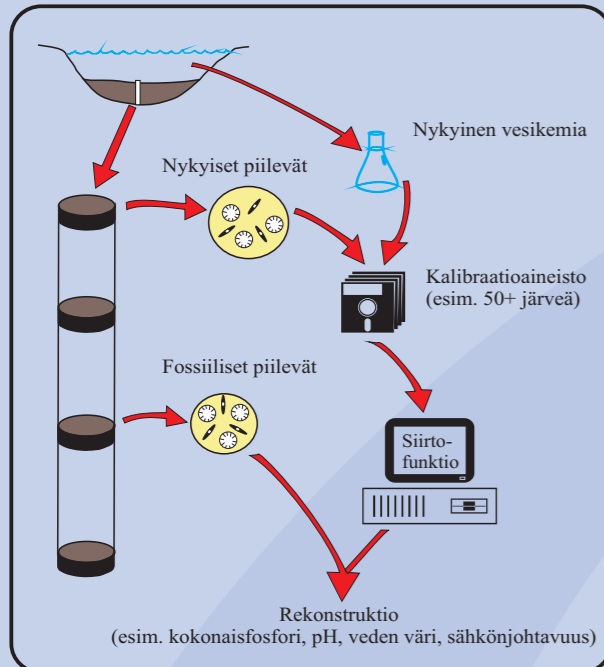
Paleolimnologisella tutkimusmenetelmällä voidaan tutkia ympäristöolosuhteita kaukaisesta menneisyydestä nykypäivään. Vesistöjen pohjaan kerrostunut sedimenttipatja on kuin aikajärjestyksessä oleva luonnonhistoriallinen arkisto, johon on taltioitunut vesistön ja sen lähialueen ympäristöhistoria. Tutkimalla vertikaalisen sedimentisarjan koostumus halutulla

tarkkuudella ja ajoittamalla tutkitut kerrokset saadaan luotettava ja kattava kuva aiemmista ympäristöoloista, niissä tapahtuneista muutoksista, muutosten suunnista ja nopeuksista.

Piilevät

Tämä paleolimnologinen tutkimus hyödyntää järvisedimenttiin hautautuneita piikuorisia leviä eli piileviä (*Bacillariophyceae*). Piileväanalyysiä on jo pitkään käytetty ympäristörekonstruktioissa, ja viime aikoina menetelmien kehittyttyä sen käyttö on entisestään yleistynyt.

Piilevät ovat mikroskooppisen pieniä piikuorisia yksisoluisia leviä, jotka keijuvat vesipatsaassa sekä kasvavat kivillä, kasveilla ja vesistöjen pohjassa. Eri lajit viihtyvät erilaatuisissa vesissä ja erilaisissa ympäristöolosuhteissa. Piilevien kuoret säilyvät hyvin järvisedimentissä, joten näiden piilevien lajisuhteiden tutkiminen kertoo niiden elinympäristössä tapahtuneista muutoksista.



Kuva 1. Kaavakuva kvantitatiivisesta ympäristörekonstruktioista (lähde J. Weckström, Terra 110:2 1998).

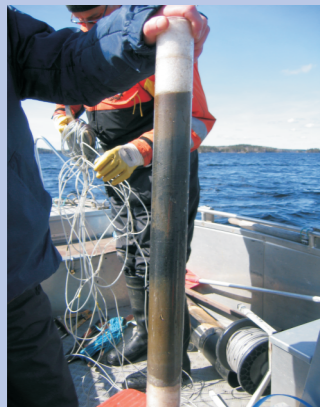
Tutkimus tehtaiden lähivesien tilasta

Paleolimnologinen tutkimus Stora Enson Imatran tehtaiden edustalla Etelä-Saimaalla tehtiin sedimenttisarjasta, joka käsittää kerrostumat viimeisten noin 200 vuoden ajalta. Imatran Kaukopään tehtaat käynnistettiin vuonna 1935, joten tutkimuksessa selvitettiin perusteellisesti vesistöolosuhteita ajalta ennen teollisuutta aina nykypäivään saakka.

Ecomonitor Oy teki sedimentinäytteenoton jäiden lähdettyä avoveden aikaan huhtikuussa 2008 veneestä käsin sedimenttinäytteenottimilla (kuva 2). Näytteenottoaika sijaitsee Vatavalkaman eteläpuolella, lähellä pitkäaikaista vedenlaadun seurantapistettä (kuva 3). Vesisyvyys paikalla oli näytteenoton ajankohtana 18,3 metriä.

Sedimentin orgaanisen aineksen pitoisuudessa havaittiin muutoksia, jotka noudattavat Stora Enson Imatran tehtaiden käynnistämisen ja uudistusten ajankohtia. Sedimenttisarja ajoitettiin hiilipallosmenetelmällä ja raskasmetalliajoituksella. Ajoitustulosta voidaan usean menetelmän yhdistämisen ansiosta pitää paleolimnologiselle tutkimukselle melko tarkkana ja luotettavana. Vanhin osanäyte 35 cm:n syvyydestä ajoittuu noin vuoteen 1817.

Sedimenttisarja jaettiin 34 osanäytteeseen, joista määritettiin ja laskettiin piilevät. Piilevistä tunnistettiin yhteensä 133 lajia tai alalajia, jotka kertovat vesistön olosuhteiden muutoksista.

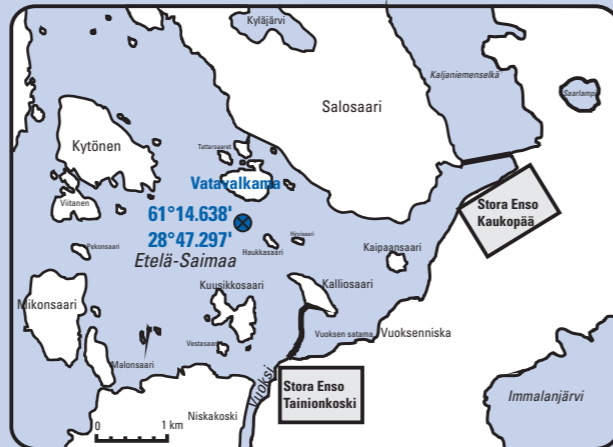


Kuva 2. Sedimenttinäyte Vatavalkaman näytteenotopisteellä otettiin 24. huhtikuuta 2008.

Menneen ympäristön rekonstruktio

Sedimentin eri ikäisistä kerroksista voidaan piilevien koostumusta tutkimalla johtaa veden laadun muuttujia, kun tunnetaan nykyisten piilevien ekologia. Tämä tarkoittaa piilevien esiintymisoptimia ja toleranssia tietyn ympäristömuuttujan suhteen. Normaalisti nämä arvot lasketaan siten, että valitaan yli 50 kohdetta, joissa ensinnäkin määritetään piilevät pintasedimentistä ja toiseksi mitataan ympäristömuuttujat. Näin syntyy kalibraatioaineisto (kuva 1). Kun lajien optimit ja toleranssit on määritetty ja siirtofunktio luotu, voidaan tietyn ympäristömuuttujan arvot rekonstruoida fossiilisten piilevistä. Piileväanalyysillä on viime vuosikymmeninä luotettavasti rekonstruoitu useita eri ympäristömuuttujia, kuten veden pH, suolapitoisuus, väri, syvyys, sähköjohtokyky, kokonaisfosfori, liuennut kokonaistyyppi, kokonaishiili, liuennut orgaaninen ja epäorgaaninen hiili, sekä ilman ja veden lämpötila.

Tutkimuksen kalibraatioaineistona Ecomonitor Oy on käyttänyt 78 järveä käsittävää Itä-(Kaakkois-) Suomen aineistoaan, jolla voidaan mallittaa veden fosforipitoisuus, sähköjohtavuus ja väriluku. Tämän lisäksi tutkimuksessa on käytetty HAPRO-projektin tuottamasta kalibraatioaineistosta kokonaistypen ja pH:n muuttujia.

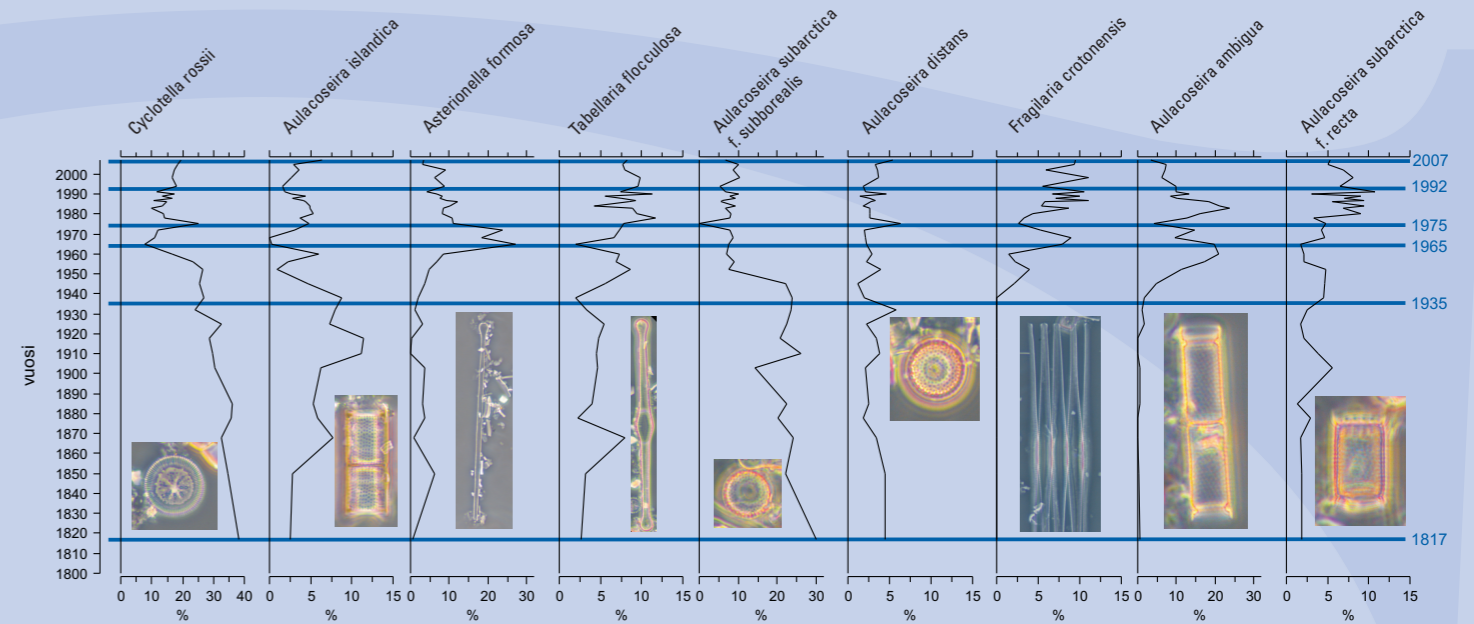


Kuva 3. Kartta tutkimusalueelta näytteenotopisteeseen. Kartassa EUREF-FIN (WGS 84) mukaiset koordinaatit sedimentinäytteelle.

Piilevät Vatavalkaman lähivesissä

Viimeisten 200 vuoden aikana Vatavalkaman lähivesien piilevälajistossa on tapahtunut muutoksia (kuva 4). 1800-luvulla ja 1900-luvun ensimmäisillä vuosikymmenillä piileväyhteisö oli vielä suhteellisen vakaa. Varsinainen muutosten aika alkoi 1930-luvun puolivälin tienoilla, kun piilevälajisto muuttui rehevämmissä olosuhteissa viihtyvään suuntaan, ja vähä- tai keskivänteisiä vesistöjä suosivien eri lajien määrä putosi. Tämä muutossuunta jatkuu aina noin 1970-luvulle saakka. Varsinainen taitekohta oli jälleen vuosi 1993, kun sekä biologisen että kemiallisen jätevedenpuhdistamon käyttöönotto pudotti vesistön kuormitusta ratkaisevasti. Vesistön ekologinen tila parani siinä määrin, että myös piilevälajisto palasi vähäravinteista vettä suosivampaan suuntaan.

Tärkeimmät sedimenttisarjasta löydetyt lajit ovat kuvassa 4. Vasemmalla olevat lajit viihtyvät vähäravinteisemmissä olosuhteissa ja luonnontilaisemmissä vesissä, kun taas oikealle mentäessä lajin ravinnevaatimukset lisääntyvät.



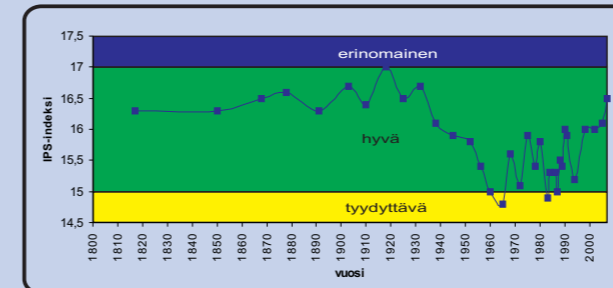
2007	Sedimentinäytteen pinnan syntyvuosi
1992	Biologinen ja kemiallinen puhdistamo käyttöön
1975-76	Mekaaniset jätevedenpuhdistamot käyttöön
1965	Sellutuotannon silloiset tuotantoennätykset ja rekonstruktioiden mukainen kuormitusmaksimi
1935	Kaukopään tehdas käynnistettiin
1817	Tutkimuksen vanhin ajoitettu osanäyte

Kuva 4. Sedimenttisarjan tärkeimmät piilevälajit 1800-luvulta nykypäivään.

Ympäristöolosuhteiden rekonstruktio

Tärkeimmät vesistön tilasta kertovat ympäristömuuttujat, joiden arvot Ecomonitor Oy mallitti piilevätutkimuksella, ovat kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, veden väri, sähköjohtavuus ja pH (kuva 5). Näistä muuttujista rehevyyttä indikoivat fosfori ja tyyppi. Näiden pitoisuudet alkoivat nousta Imatran Kaukopään tehtaiden perustamisen aikaan 1930-luvun puolivälissä, samoin väriluku. Myös sähköjohtavuus nousi hieman. Eri muuttujat käyttäytyvät hyvin samankaltaisesti koko tutkitun ajanjakson.

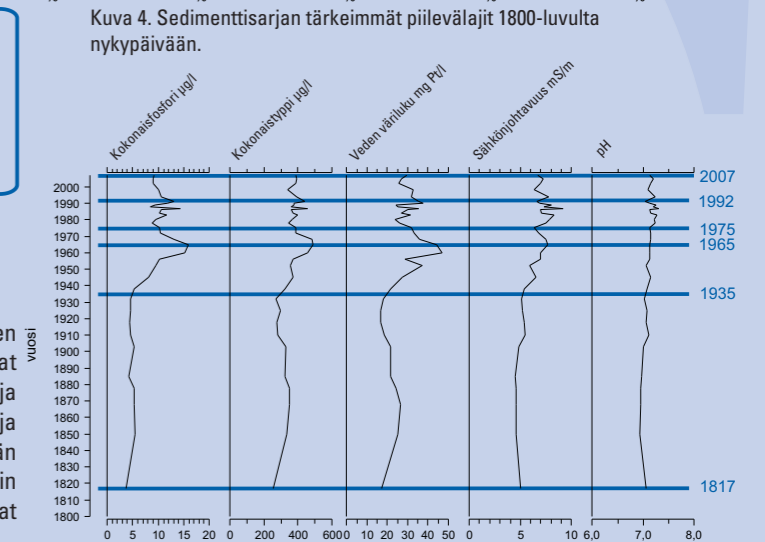
Vesistö voi huonoimmin 1960-luvun puolivälissä. Tehtailla otettiin 1970-luvulla käyttöön uudet jätevedenpuhdistusmenetelmät ja tekniikka modernisoitui muutenkin, mikä vähensi vesistön kuormitusta tehtaiden edustalla. Edelleen lisääntyneestä tuotannosta huolimatta vesistövaikutukset laskivat, mikä voidaan lukea vesiensuojeluinvestointien ansioksi. Näistä tärkeimmät ovat vuonna 1992 rakennetut jätevedenpuhdistamot, jotka vähensivät vesistövaikutuksia ratkaisevasti. 2000-luvulla on saavutettu taso, jota voidaan verrata 1940-luvun puolivälin tilanteeseen. Lähtötasoa vesistön tilassa ei ole vielä saavutettu, joskin muutamien muuttujien osalta luonnontila on jo hyvin lähellä.



Kuva 6. Ekologinen tila IPS-indeksillä kuvattuna.

Taulukko 1. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat piilevistä laskettavalla IPS-indeksillä.

Laatuluokka	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
IPS-arvo	17-20	15-17	12-15	9-12	1-9



Kuva 5. Rekonstruoidut ympäristömuuttujat eri osanäytteille 1800-luvulta nykypäivään. Pystyakselilla ajoitustulosten perusteella rakennettu aikajana.

Hyvä ekologinen tila vuonna 2007

Etelä-Saimaan ekologisen tilan muutokset Ecomonitor Oy on rekonstruoitu myös ympäristöhallinnon virtavesien luokitteluun käyttämällä, piilevien perusteella lasketulla IPS-indeksillä. Nykyinen vesienhoito käyttää IPS-indeksiä viisiportaisena laatuluokituksena, joka osoittaa vesistön kuuluvan erinomaiseen, hyvään, tyydyttävään, välttävään tai huonoon ekologiseen laatuluokkaan (taulukko 1). IPS-indeksi perustuu erityisesti rehevyytasoon. Indeksien vaihteluvälinä on 1-20, jossa arvo 20 edustaa parasta ekologista tilaa ja veden laatua.

Vatavalkaman vesistöalueella vallitsi referenssitilan aikana vuodesta 1817 aina vuoteen 1938 saakka etupäässä hyvä ekologinen tila. Vuonna 1918 vesistössä saavutettiin jopa erinomaisen veden laadun raja-arvo. Kuormituksen alkaessa vuonna 1935 IPS-indeksi alkoi laskea, mutta pysyi yhä hyvänä. Arvot kuitenkin lähenivät hyvän ja tyydyttävän raja-arvoa, ja neljästi vedenlaatu muuttui ainoastaan tyydyttäväksi, vuosien 1960, 1965, 1983 ja 1987 tienoilla. 1990-luvusta lähtien indeksiarvot ovat nousseet hyvälle tasolle, lähelle luonnontilan arvoja. 2000-luvulla arvot ovat pysyneet jatkuvasti IPS 16 yläpuolella, ja saavuttivat vuodelle 2007 ajoitetussa pinta-äytteessä hyvän IPS-indeksiarvon 16,5. Tämä tutkimus osoittaa, että Etelä-Saimaan kuormitushistoria voidaan todentaa myös IPS-indeksillä.