

VESITALOUS

3 / 2001



Mikä on
VAPAA-AJAN ARVO

Kalankasvatuksen
**VELVOITETARKKAILU
REMONTTIIN**

LIEJUUNTUUKO
Pohjois-Airisto



VESITALOUS

2001

Vol. XLII

Julkaisija
YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT Oy
(omistajat:
Maa- ja vesitekniikan tuki ry ja
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry)

Päätoimittaja
TIMO MAASILTA
dipl.ins.

Toimitus ja talous
MARIA-LEENA JÄRVI
toimitussihteeri

Tontunmäentie 33 D
02200 Espoo
Puhelin (09) 412 5530
Faksi (09) 412 5207
E-mail: vesitalous@mvtt.fi
www.vesitalous.com
Merita 120030-29108

Kannen kuva
TEUVO JÄRVENPÄÄ

Painopaikka
FORSAN KIRJAPAINO Oy
ISO 9002

ISSN 0505-3838

Asiantuntijat ovat tarkastaneet
lehden artikkelit.

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.
Vuosikerran hinta 200 mk.

www.vesitalous.com

*Tämän numeron kokosi
ja toimitti*
JUHANI KETTUNEN

SISÄLTÖ

Pääkirjoitus

Juhani Kettunen

5

Kalankasvatuksen tarkkailut remonttiin

*Tuija Honkanen, Harri Helminen, Jari Hänninen ja
Pasi Laihonon*

Kalankasvatuksen osuutta Saaristomeren rehevöitymiskehityksessä ei voi päätellä veloitettarkkailujen perusteella. Ovatko tarkkailut tehoittomia vai onko kuormitus merkityksetön?

7

Järvien vuorovaikutteinen kunnostus ja hoito

Juha Keto

Päijät-Hämeen järviä hoidetaan talkoovoimin. Tulokset ovat innostavia.

13

Etelä-Saimaan ja Vuoksen tila kohentunut

*Riitta Heikka, Pertti Laine, Satu-Pia Reinikainen
ja Pentti Minkkinen*

Puunjaloitusteollisuus on tehnyt suuria investointeja vesien-
suojeluun. Tulokset näkyvät veden laadun paranemisena.

17

Uusi rapustrategia

Ari Mannonen

Hoitostrategia pyrkii nostamaan rapuvesien tuottoa ja turvaamaan
kotimaisen jokiravun säilymistä.

26

TOIMITUSKUNTA

MATTI ETTALA

tekn.tri, dosentti
Matti Ettala Oy
Kuopion yliopisto

JUHANI KETTUNEN

tekn.tri, dosentti
tutkimusjohtaja, professori
Riista- ja kalatalouden
tutkimuslaitos
Teknillinen korkeakoulu

ESKO KUUSISTO

fil.tri, hydrologi
Suomen ympäristökeskus,
ympäristövaikutusyksikkö

MARKKU MAUNULA

dipl.ins., vesiyli-tarkastaja
maa- ja metsätalousministeriö,
maaseutu- ja luonnonvaraosasto,
vesivarayksikkö

MARJA LUNTAMO

dipl.ins., johtaja
Porin Vesi

RAUNO PIIPPO

dipl.ins., toimitusjohtaja
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry

LEA SIIVOLA

dipl.ins., ympäristöneuvos
Länsi-Suomen ympäristölupavirasto

RIKU VAHALA

dipl.ins.
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry

OLLI VARIS

tekn.tri, dosentti
Teknillinen korkeakoulu
Suomen Akatemian vanhempi tutkija

ERKKI VUORI

lääket.kir.tri, oikeuskemian professori
Helsingin yliopisto,
oikeuslääketieteen laitos

Erikoistoimittajat

HARALD VELNER

professori

HENRIKKA TUOVINEN

tekn.yo.

Laivaliikenteen aiheuttama eroosio Pohjois-Airistolla

Jorma Rytkönen, Tuula Kohonen ja Joonas Virtasalo

Laivaliikenne aiheuttaa voimakkaita virtauksia Pohjois-Airistolla. Veden sameus ja kiintoainepitoisuudet kaksinkertaistuvat useita kertoja päivässä. Liettyykö Pohjois-Airisto?

30

Silakan lisääntyminen vaarassa Pohjois-Airistolla

Petri Vahteri ja Ilppo Vuorinen

Pohjois-Airisto on yksi Saaristomeren tärkeistä silakankutualueista. Viime vuosina kutu on joko huuhoutunut alustoiltaan tai kuollut.

37

Rantojen virkistyskäytön arvioinnista

Jouko Peltokangas

Markkina-arvo ei kerro kaikkea loma-asuntoon liittyvistä arvostuksista.

39

Vapaa-ajankalastuksen pohjoismaiset arvot

Anna-Liisa Toivonen

Vapaa-ajankalastuksen arvo Pohjoismaissa on lähes 5 miljardia markkaa. Potentiaalinen kysyntä olisi kaksinkertainen.

44

Uimavesien laatu Suomessa

Outi Zacheus

EU-jäsenyys romahdutti suomalaisten uimavesien laadun. Se palautui ennalleen parissa vuodessa.

49

Utön toksisuusseuranta

Erkki Vuori ja Anna Pelander

Uusi havainto: rantaveden myrkyllisyys säilyi leväkukintojen jälkeenkkin.

52

Uutisia

56

Liikehakemisto

60

Abstracts

65

Vieraskynä

Pertti Vakkilainen

66

VESITALOUS 4/2001

ilmestyy 11.9. ja käsittelee mm. Vesihuolto 2001 –teknologiaohjelmaa. Ohjelman hankkeita esiteltiin valtakunnallisilla vesihuoltopäivillä Tampereella. Päivät pidettiin ensi kertaa yhdessä ympäristöhallinnon vesiensuojelun neuvottelupäivien kanssa. Molempien tapahtumien esitelmää on koottu valikoidusti lehteen. Se jaetaan päivien osallistujille. Lehden artikkelien kokooja ja toimittaja on Riku Vahala.

Ilmoitusvarausten pitäisi olla toimituksessa 15.8. mennessä.

Vesitalous-lehti nyt
Internetissä osoitteessa
www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon
tarviketarjous Vesitalouden
markkinapaikan kautta!





Tehokkuutta luonnollisesti

Ympäristöystävällistä kalanviljelyä
Royal Plus- ja Vital Plus -kalanrehuilla.



Tiedustelut ja tilaukset: Rehuraisio Oy, PL 101, 21201 Raisio,
puh. (02) 443 2111, telefax (02) 443 2360, www.rehuraisio.com

VESITALOUDEN KESÄ



 **Juhani Kettunen**

toimituskunnan jäsen

Kesä on ehdotonta vesitalouden aikaa. Suomalaiset vetäytyvät 444 023 mökilleen harjoittamaan vesitaloudellisia harrastuksiaan. Puutarhassa kuivatetaan ja kastellaan. Kaivoja kaivetaan ja saunan pesuvedet johdetaan oikeaan paikkaan, maahan imeytettäväksi. Useimmat suomalaisista uivat luonnonvesissä, puolet kalastaa ja kaikki virkistävät vesien äärellä. Vain media päivittelee – sekin vesistöjen sinilevättilannetta.

Koska on todennäköistä, että tätä lehteä luetaan useammin mökillä Mäntyharjulla (4229 mökkiä vuoden 2000 alussa) kuin kotona kaupungissa, olemme valinneet numeron teemaksi kesän ja kesäiset aiheet – ammattilaisten näkökulmasta. Kaksi kirjoittajistamme analysoi vesien virkistyskäyttöön liittyviä taloudellisia ja aineettomia arvoja, toi-

nen rantakiinteistöjen toinen vapaa-aikakalastuksen perspektiivistä. Arvot ovat suurempia kuin yleensä kuvittelemme, markkoissakin. Vapaa-aikakalastuskin on miljardibisnestä.

Vesien kunnostusta ja hoitoa käsitellään lehdessä paitsi rehevöitymisen myös odotuksia herättävän raputalouden näkökulmasta. Vesistöjen tilaan voi vaikuttaa jokamieskin, kuten kirjoittajamme osoittaa. Vieraskynämme muistuttaa lukijoita hydrologisen kierron keskeisestä merkityksestä koko ihmiskunnan olemassaololle.

Liekö lisääntyneiden auringonpilkujen ansiota tai syytä se, että reilun kymmenen vuoden tauon jälkeen keskustelu vesistöjen tarkkailuista ja tarkkailumenetelmistä on taas aktivoitumassa. Lehti julkaiseekin kaksi artikkelia, joista molempien johtopäätös on selvä: seurantaohjelmia, seurantatulosten analysointimenetelmiä ja seurantojen tulkintaa tulee nykyisestä oleellisesti kehittää. Kalanviljelyn veloitettarkkailuja analysoineet kirjoittajamme vaativat koko seurantajärjestelmää remonttiin. Saimaata tutkineet kirjoittajat ovat sitä mieltä, että aineistojen analyysimenetelmistäkin olisi kehittämistä.

Ruotsin ja Suomen välinen lauttaliikenne on ollut otsikoissa koko kevään. On mm. vaadittu liikenteen tukemista ja nettopalkkajärjestelmää. Tämän numeron kirjoittajamme askarruttaa liikenteen toinen puoli, lauttojen aiheuttamat ympäristömuutokset ja niiden vaikutukset Saaristomeren luonnolle ja kalakannoille. Laivaliikenne aiheuttaa virtauksia, jotka irrottavat ja liikuttelevat pohjamassoja. Toisaalla takaisin laskeutuva liete muuttaa pohjakasvillisuutta, johon kalat ovat aiemmin kuteneet. Niinpä kalojen kutupaikatkin ovat erilaiset

kuin ennen. Muutokset saattavat olla huomattavia.

Suomen uimavesien laatu romahti dramaattisesti EU:iin liittymisen jälkeen. Se herätti kansalaisissa vihastusta ja huivitusta: kyse kun oli siitä, että uimavedet kyllä olivat entisensä, niistä ei vain EU:lle raportoitu sen haiuamalla tavalla ja kuittaus tuli välittömästi.

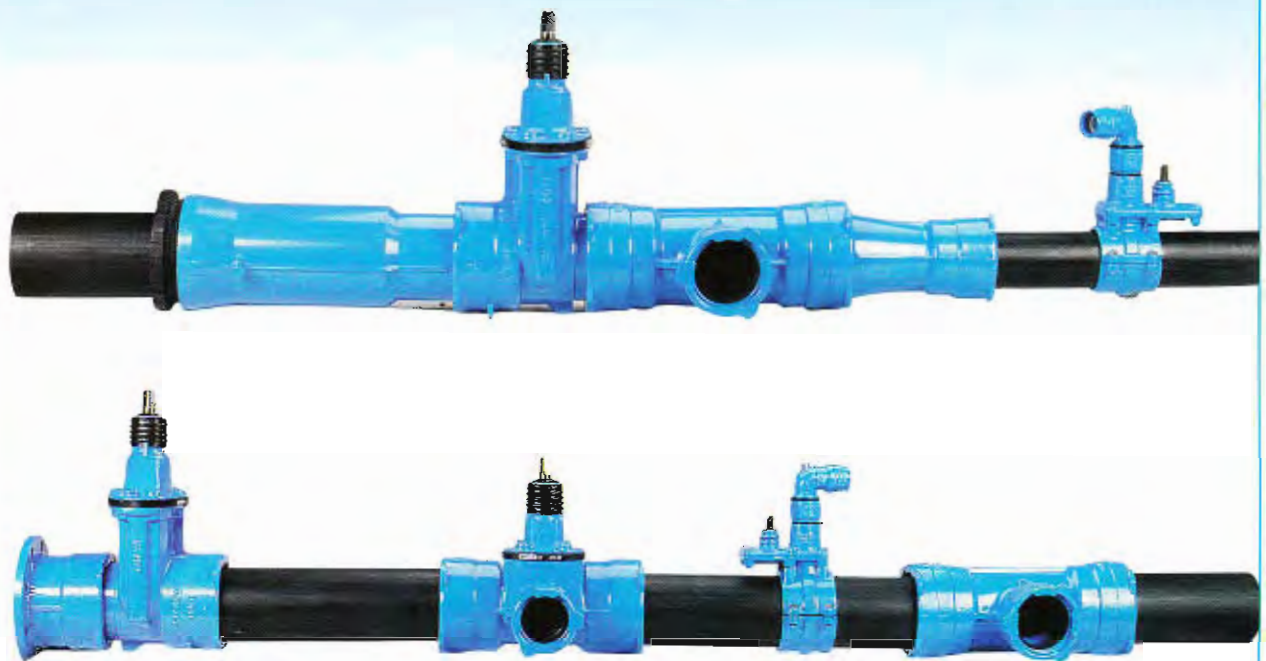
Sinilevien myrkyllisyys puhuttaa joka kesä. Utön edustalla on tehty uusi havainto. Levämyrkyt saattavat säilyä vedessä vielä sen jälkeen, kun levät ovat siitä kadorneet.

Kesästä huolimatta Vesitalous-lehden uudistusprosessi jatkuu. Vuoden alussa uudistimme lehden ulkoasun ja menimme verkkoon, jonne pystytimme myös kauppapaikan. Parhailaan olemme sisällöllisen uudistuksen kimpussa. Kehitämme artikkeleiden referointijärjestelmää ja tulemme kesän ja syksyn kuluessa kirkastamaan lehden toimituspolitiikan ja uudistamaan kirjoittajaohjeet. Kaikenkaikkiaan pyrimme nostamaan lehden sisällöllistä ja ulkoasullista tasoa. Asia, jossa emme tingi Vesitalous-lehden yli 40-vuotisesta perinteestä on se, että Vesitalous on ammattilaisten lehti. Tällä tarkoitamme pyrkimyksämme, että kaikki siinä julkaistavat artikkelit ovat ammattimaista tasoa. Sen ansaitsevat lukijamme ja sitä vaativat ilmoittajamme. Vesitalous-lehti on koko historiansa ollut myös kirjoittajiensa lehti. Se elää täsmälleen niin kauan kuin siihen halutaan kirjoittaa tosiasiata vedestä. Toivotammekin vanhat ja uudet kirjoittajat tervetulleiksi tarjoamaan veteen ja vesitalouteen liittyviä artikkeleitaan lehden palstoilla julkaistaviksi.

Hyvää vesitaloudellista kesää!



MULLISTAVA
UUTUUS
helppoon ja nopeaan
asennukseen
- kierteetön ja laipaton
liitosjärjestelmä -
DN 32-300



 **Lining**
INDUTRADE GROUP

Oy Lining Ab
Riihikuja 5, 01720 Vantaa
Puh. 09-4764 611, fax 09-4764 6220
E-mail: lining.info@lining.fi



Tuija Honkanen

fil. tri

Lounais-Suomen ympäristökeskus,
Turun yliopisto

[E-mail: tuihon@utu.fi](mailto:tuihon@utu.fi)

Kirjoittaja on perehtynyt ympäristöhallinnon seuranta-aineistoihin, erityisalueenaan kalankasvatuksen ympäristövaikutukset. Nykyisin hän tutkii rehevöitymisen vaikutuksia litoraalissa.

Harri Helminen

fil.tri, dosentti

Lounais-Suomen ympäristökeskus

[E-mail: harri.helminen@vyh.fi](mailto:harri.helminen@vyh.fi)

Kirjoittaja on erikoistunut ekosysteemitutkimuksiin ja vesien rehevöitymisproblematiikkaan. Hän on mm. "Saaristomeren rehevöitymistutkimus" -hankkeen vastuullinen johtaja.

Jari Hänninen

fil. tri

Saaristomeren tutkimuslaitos, Turun yliopisto

[E-mail: jari.hanninen@utu.fi](mailto:jari.hanninen@utu.fi)

Kirjoittaja on biologi. Hänen erikoisalansa on Itämeren ekologia sekä Hämeen hydrologiset ja biologiset pitkäaikaismuutokset.

Pasi Laihonen

tutkimuspäällikkö

Lounais-Suomen ympäristökeskus

[E-mail: pasi.laihonen@vyh.fi](mailto:pasi.laihonen@vyh.fi)

Kirjoittaja on tehnyt mm. Itämeren biologiaan ja evoluutiobiologiaan liittyvää tutkimustyötä.

KALAN- KASVATUKSEN TARKKAILUT REMONTTIIN

Kalankasvatuksen aiheuttaman kuormituksen laajuutta tai osuutta Saaristomeren rehevöitymiskehityksessä ei voida päätellä nykyisiä velvoitetarkkailututkimuksia käyttäen. Tässä työssä saatuja tuloksia voidaan tulkita kahdella tavalla. Jos kalankasvatuksella oletetaan olevan merkitsevä rooli ympäristön rehevöitymisessä, tulokset osoittavat nykyiset seurantamenetelmät huonoiksi. Jos taas kalankasvatuksen osuus ympäristön rehevöitymisessä on vähäinen, velvoitetarkkailuohjelmat eivät anna perustetta rajoittaa kalanviljelyn tuotantoa.

Vesien suojeletoimenpiteitä suunniteltaessa ja kohdennettaessa kalankasvatuksen osuus Saaristomeren rehevöitymisessä on pitkäaikainen kiistakysymys (Varjopuro ym. 2000, Helminen & Honkanen 2001). Saaristomereillä kalankasvatuskeskittymät ovat Kustavin ja Taivassalon merialueilla, Houtskararin ympäristössä, Rymättylän salmissa sekä Hiittisten alueella. Kalankasvatuslaitosten kuormitus on peräisin kalojen ruokintaan käytetystä rehusta, joka sisältää sekä typpeä että fosforia. Jätteenä vesistöön joutuvat kaloi-

hin sitoutumattomat ravinteet: kalojen ulosteet, eritteet ja käyttämättä jäänyt rehu. 1990-luvulta lähtien kalankasvatusmenetelmät ovat kuitenkin kehittyneet, mm. rehun laadun parantumisen seurauksena. Voidaan olettaa kalankasvatuksen Saaristomerta rehevöittävä vaikutuksen vähentyneen, minkä tulisi ilmetä mm. kalankasvatuksen ympäristövaikutuksia monitoroivien velvoite seurantaohjelmien tuloksissa.

Kalankasvatuksen vesistövaikutuksia on tutkittu 1970-luvulta alkaen seurantaohjelmien suosituksia noudattaen.

Seurantaohjelmiin sisältyvät yleensä veden ravinnepitoisuuksien (typpi- ja fosforipitoisuus), näkösyvyyden, planktonin ja perifytonin sisältämän a-klorofyllin sekä pohjaeläimistön seurannat (esim. Jumppanen & Mattila 1994). Tarkkailujen tarkoituksena on selvittää kalankasvatuksen ja muun pistemäisen vesistökuormituksen rehevöittävän vaikutuksen suuruus ja vaikutusalueiden laajuus. Vaikutusten arvioinnissa käytetyt velvoitetarkkailumenetelmät eivät useinkaan ole antaneet kiistatonta tietoa kalankasvatuksen seurauksista (Honkanen & Helminen 2000). Asiasta vallalla olevat erilaiset käsitykset johtuvat kuitenkin pääasiassa siitä, että hyväksi koettuja ja yhteisesti sovittuja seurantaohjelmia, tulosten analysointimenetelmiä ja niiden tulkintaa ei ole kehitetty.

Velvoiteseurantojen aineistojen tilastollisella analyysillä voidaan tutkia kalankasvatuksen merkitystä Saaristomeren rehevöitymiskehityksessä. Aikaisempi, tilastollisiin menetelmiin perustuva, Rymättylän salmien kalankasvatusta koskeva tutkimuksemme (Honkanen ym. 1999), osoitti erityisesti kasviplanktonin ja perifytonin a-klorofyllipitoisuuden selkeimmän ilmentävän kalankasvatuksen aiheuttamien ravinnepäästöjen vaikutuksia (katso myös Mattila & Räisänen 1998). Sen sijaan vesikemialliset mittaukset ja pohjaeläinyhteisöjen laji- ja yksilömäärät eivät muuttuneet kalankasvatuslaitosten läheisyydessä (Honkanen ym. 1999). Velvoitetarkkailuohjelmat eivät kuitenkaan ole identtisiä mm. paikallisista olosuhteista johtuen. Esimerkiksi kalankasvatuksen määrä ja velvoiteseurantaohjelmien havaintoasemien lukumäärät sekä niiden sijoittuminen suhteessa kalankasvatuslaitoksiin vaihtelevat. Jokaista kalankasvatusaluetta tulisikin siten tarkastella erikseen, jotta kalankasvatuksen ravinnepäästöjen todellinen merkitys Saaristomeren rehevöitymiskehityksessä voitaisiin arvioida.

Tässä tutkimuksessa keskitymme Kustavi-Taivassalo merialueen seurantaohjelman aineistojen tilastolliseen käsittelyyn. Pyrimme erityisesti selvittämään eri seurantamenetelmien käyttökelpoisuutta kalankasvatuksen ravinnepäästöjen vesistövaikutusten ilmen-

täjinä. Tutkittavina muuttujina ovat veden kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppi-pitoisuus, planktonin ja perifytonin a-klorofyllipitoisuus sekä pohjaeläinten laji- ja yksilömäärät sekä kokonaisbiomassat.

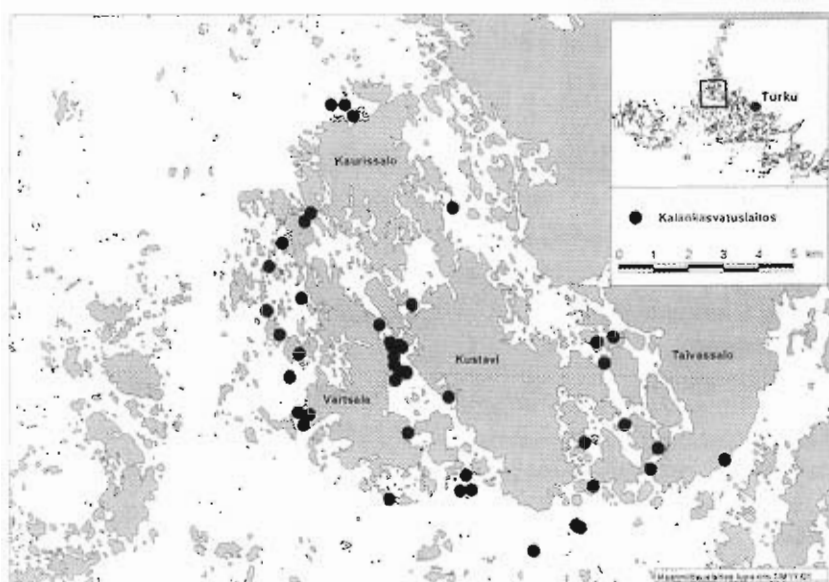
Tutkimusalue

Tutkimusalue käsittää Kustavi-Taivassalon merialueen (kuva 1). Alueella on vuodesta 1970 alkaen harjoitettu kalankasvatusta yli 20 kalankasvatuslaitoksella. Laitosten lukumäärä ja niiden ai-

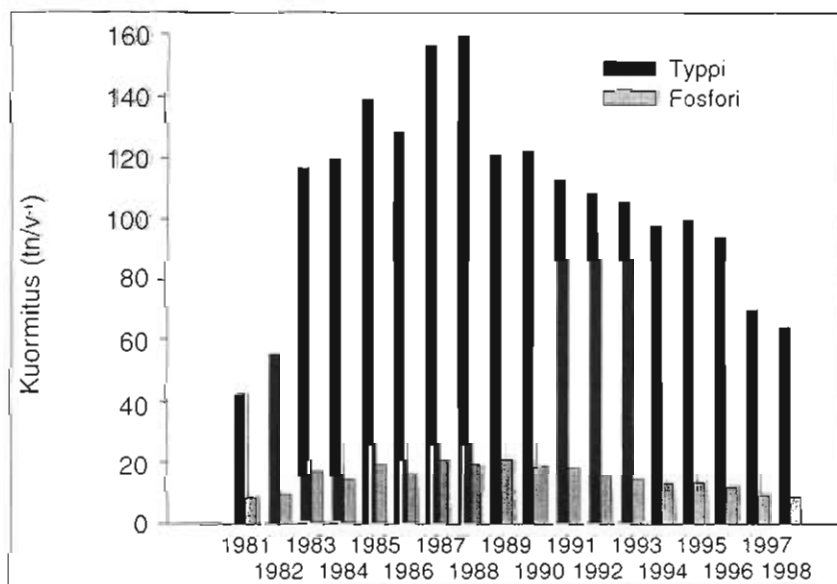
heuttama vesistökuormitus oli suurimmillaan 1980-luvulla, jonka jälkeen laitosten aiheuttama kuormitus on tasaisesti vähentynyt (kuva 2). Kalankasvatuslaitoksia on erityisesti Kustavin ja Vartsalan saarten välisessä salmessa, muutoin kalankasvatuslaitokset ovat jakautuneet melko tasaisesti ko. merialueelle (kuva 1).

Aineistot

Aineistot perustuvat vesistöjen velvoitetarkkailuja toteuttavien konsulttien



Kuva 1. Kustavi-Taivassalo merialueen kalankasvatuslaitokset ja tutkimusalue.



Kuva 2. Kustavi-Taivassalon alueen kalankasvatuslaitosten yhteenlaskettu typpi- ja fosforikuormitus (tonnia/vuosi) vuosina 1981–1998.

[Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. (vuodet 1980–1990 ja 1994–1999) ja Vesi-Hydro Oy (vuodet 1991–93)] tekemiin tutkimuksiin, joiden aineisto on tallennettu valtion ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmään.

Veden laadun seurantanäytteet otettiin 2–5 kertaa vuodessa, ja näytteenotto painottui elo–syyskuuhun. Kokonaistypen laaja seuranta aloitettiin Kustavi-Taivassalon merialueella vasta vuonna 1991. Kokonaisfosfori- ja kokonaistypinäytteet sekä planktonin a-klorofyllinäytteet otettiin samoilta havaintoasemilta. Havaintoasemien lukumäärä vaihtelee vuosittain 5:stä 29:een. Veden laatua koskevat tilastolliset analyysit tehtiin pitkäaikaisarjojen kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksista ($\mu\text{g/l}$). Koska asemien kokonaissyvydet vaihtelivat, analyyseissä laskettiin keskiarvot vain 0–10 metrin syvyyksistä määritettyjen pitoisuuksien perusteella. Planktonin a-klorofyllipitoisuudet määritettiin kokoomanäytteistä (2 x näkösyvyys).

Perifytonin eli päälyllevästön a-klorofyllipitoisuutta tutkittiin vuosina 1987, 1991, 1994 ja 1997 (2–3 koejaksoa kesässä). Havaintoasemien lukumäärä ko. vuosina oli 60, 39, 62 ja 62.

Pohjaeläinyhteisöjä tutkittiin elosyyskuussa vuosina 1981, 1984, 1988, 1992, 1995 ja 1998. Havaintoasemien lukumäärä ko. vuosina oli 38, 38, 61, 64, 65 ja 44. Jokaiselta havaintoasemalta otettiin kolme näytettä Ekman-Birge pohjanoutimella (pinta-ala 270–296 cm^2). Näytteet siivilöitiin 0,5 mm siivilällä. Laboratoriossa näytteet määritettiin laji- tai muutamassa tapauksessa ryhmätasolle. Näytteistä laskettiin yksilömäärät. Koska lajimääritykset ovat tarkentuneet tutkimusvuosien aikana, tilastollisissa testeissä huomioitiin vain ne 13 lajia, jotka olivat määritetty jokaisena tutkimusvuonna.

Tilastollinen analyysi

Aineistojen tilastollisessa tulkinna-

analysoitiin ajallisia muutoksia sekä kalankasvatuksen vaikutuksia. Selittävinä muuttujina käytettiin joko vuotta tai nk. kuormitusindeksiä, joka muodostettiin jakamalla kalankasvatustiloksen typpi- tai fosforikuormitus vuosittain havaintoaseman etäisyydellä (max 10 km) kalankasvatustiloksesta. Jos havaintoasema oli usean kalankasvatustiloksen vaikutusalueella, kalankasvatustilosten vai-

ikutukset laskettiin yhteen. Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuden sekä planktonin a-klorofyllipitoisuuden riippuvuutta kuormi-

tusindeksistä analysoitiin regressioanalyysillä (PROC REG, SAS Institute Inc). Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksien sekä a-klorofyllipitoisuuden ajallisia muutoksia analysoitiin nk. taitekohta-regressioanalyysillä (STATISTICA). Analyyseissä käytettiin touko-lokakuun kuukausikeskiarvoja. Perifytonin a-klorofyllipitoisuutta riippuvuutta kuormitusindeksistä analysoitiin regressioanalyysin avulla. Pohjaeläinaineistot analysoitiin regressioanalyysillä ja Spearmanin järjestykorelaatiolla. Testattaessa kuormitusindeksin suhdetta pohjaeläinlajien tiheyksiin, lajilukumääriin ja kokonais-

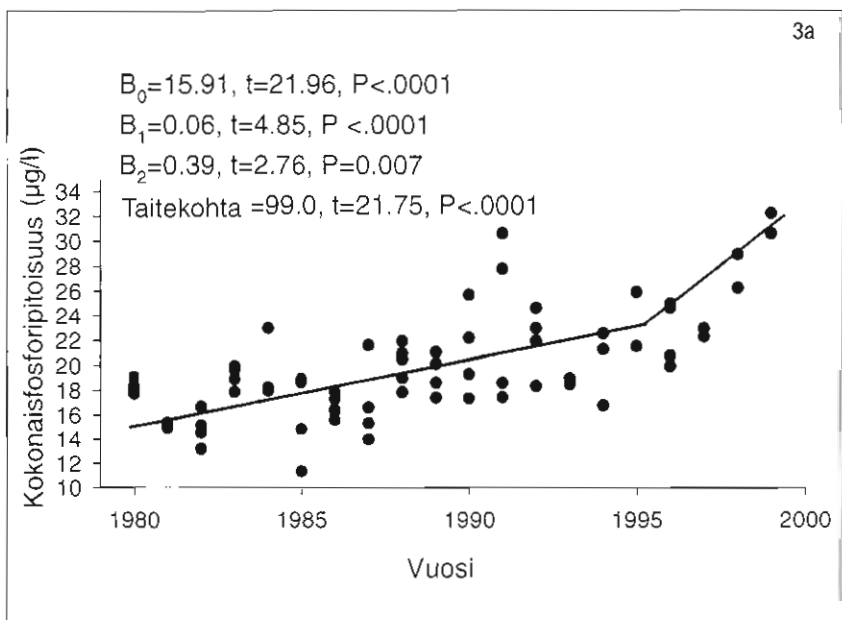
biomassaan mallista poistettiin ensin havaintoaseman syvyyden ja vuoden vaikutukset, minkä jälkeen jäljelle jäänyt jäännösvaihtelu korreloitiin kuormitusindeksin kanssa.

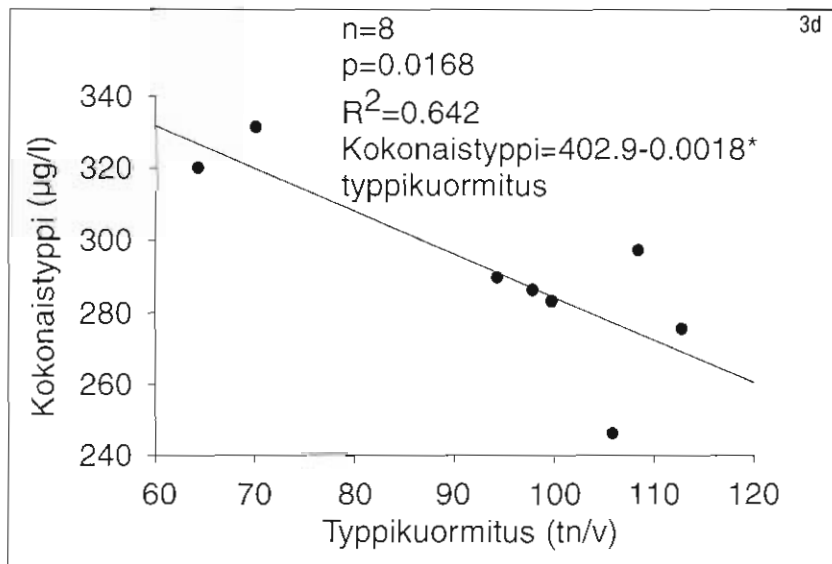
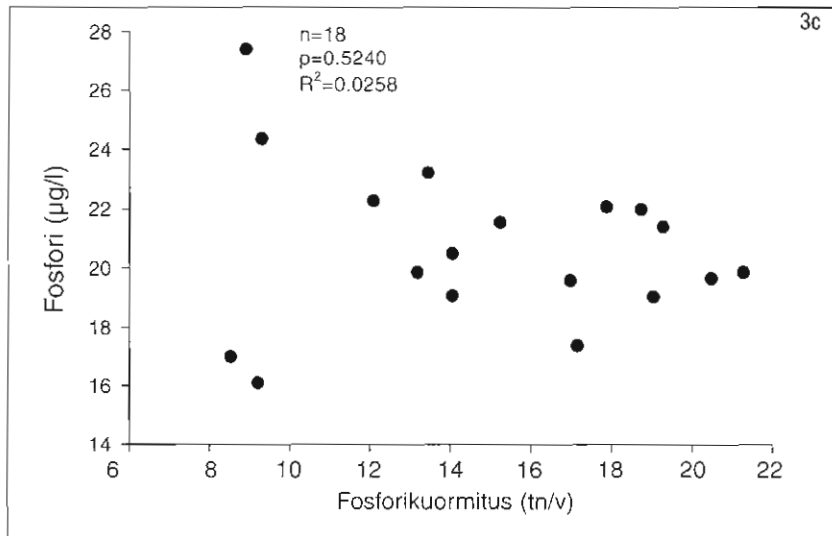
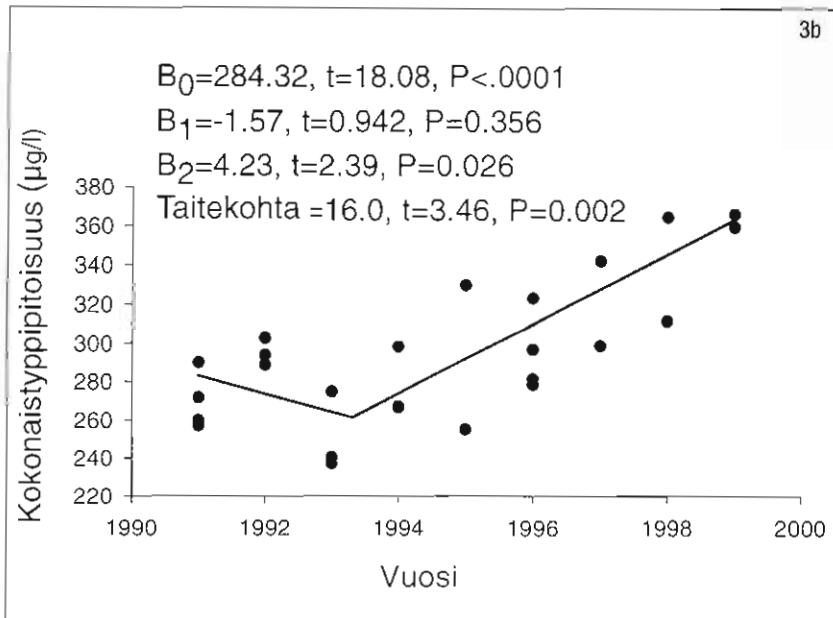
Meriveden ravinnepitoisuudet

Meriveden kokonaisfosforipitoisuudessa ilmeni jatkuva kasvava suuntaus ja vuodesta 1996 nousu on merkittävästi kiihtynyt (kuva 3a). Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksissa on vuodesta 1993 lähtien ollut merkittävä kasvava lineaarinen trendi (kuva 3b). Kokonaisfosforipitoisuuden ja kalankasvatuksen aiheuttaman fosforikuormituksen välillä ei ollut merkittävää riippuvuutta (kuva 3c). Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuus pieneri merkittävästi kalankasvatuksen typpi- ja fosforikuormituksen kasvaessa (3d). Suhteessa kuormitusindeksiin meriveden kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudessa ei ilmennyt merkittävää riippuvuutta (kokonaisfosfori: $P=0,431$, $R^2=0,002$, kokonaistyyppi: $P=0,107$, $R^2=0,029$).

Planktonin a-klorofyllipitoisuus

Planktonin a-klorofyllipitoisuudessa ilmeni kasvava lineaarinen trendi, mutta malli selitti vain 28% aineiston kokonaisvaihtelusta (a-klorofylli = $2,109+0,012 \cdot \text{vuosi}$, $P<0,0001$, $R^2=0,281$). Planktonin a-klorofyllin määrä kasvoi





merkitsevästi kokonaisfosforipitoisuuden kasvaessa (a-klorofylli = $0,646 + 0,107 * \text{fosforipitoisuus}$, $P < .0001$, $R^2 = 0,596$). Kokonaistyyppipitoisuuden ja a-klorofyllipitoisuuden välillä oli suuntaa antava positiivinen suhde (a-klorofylli = $0,022 + 0,011 * \text{kokonaistyyppi}$, $P = 0,087$, $R^2 = 0,409$). Suhteessa kuormitusindeksiin planktonin a-klorofyllipitoisuudessa ei ilmennyt merkitsevää riippuvuutta ($P = 0,297$, $R^2 = 0,003$).

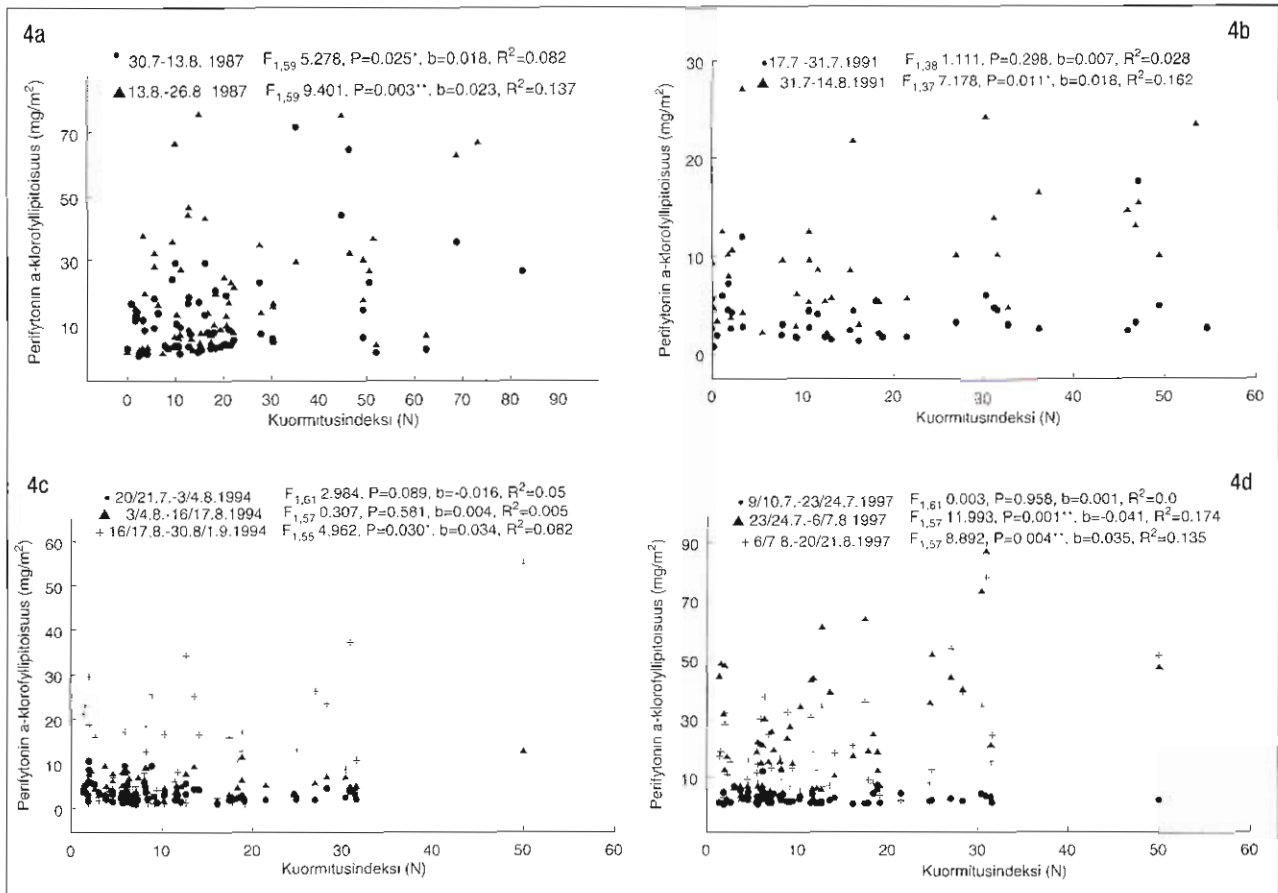
Perifytonin a-klorofyllipitoisuus

Vuonna 1987 korkean kuormitusindeksin saavilla havaintoasemilla oli merkitsevästi voimakkaampi perifytonin kasvu kuin alhaisemman kuormitusindeksin saavilla havaintoasemilla molempina koejaksoina (kuva 4a).

Vuonna 1991 heinäkuun kahden viimeisen viikon aikana tehdyssä kokeessa kuormitusindeksillä ja perifytonin a-klorofyllipitoisuuden välillä ei ollut merkitsevää riippuvuutta, mutta elokuun kahden ensimmäisen viikon aikana tehdyssä kokeessa kuormitusindeksin kasvu lisäsi merkitsevästi perifytonin a-klorofyllipitoisuutta (kuva 4b).

Vuonna 1994 perifytonin kasvukoikeita tehtiin kolmena ajanjaksona. Kahden ensimmäisen mittausjakson aikana kalankasvatustiloksen läheisyyden ja perifytonin a-klorofyllipitoisuuden välillä ei ilmennyt merkitsevää riippuvuutta, mutta elokuun kahden viimeisen viikon aikana tehdyssä kokeessa kalankasvatustiloksen läheisyys lisäsi merkitsevästi perifytonin a-klorofyllipitoisuutta (kuva 4c).

Kuva 3. a) Kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1980–1999, b) kokonaistyyppipitoisuus vuosina 1991–1999, c) kokonaisfosforipitoisuus suhteessa kalankasvatuksen fosforikuormitukseen ja d) kokonaistyyppipitoisuus suhteessa kalankasvatuksen tyyppikuormitukseen. B_0 = epä-lineaarisen regressioanalyysin kulmakerroin, B_1 = ensimmäisen jakson kulmakerroin, B_2 = ensimmäisen ja toisen jakson kulmakertoimien ero ja taitekohta = ensimmäisen ja toisen jakson välinen 'katkeamispiste', t = analyysin testisuure.



Kuva 4. Perifytonin a-klorofyllipitoisuus vuonna a) 1987, b) 1991, c) 1994 ja d) 1997. Regressioanalyytit on tehty log-transformoiduilla arvoilla. F=regressioanalyyysin testisuure, b=suoran kulmakerroin, * P<.05, **P<.01, ***P<.001, R2=mallin selityssaste

Myös vuonna 1997 perifytonin kasvukokeita tehtiin kolmena ajanjaksona, tällöin heinäkuun puolenvälin aikaan tehdyssä kokeessa kuormitusindeksin ja perifytonin a-klorofyllipitoisuuden välillä ei ilmennyt merkitsevää riippuvutta, mutta elokuun kahtena koejaksona korkean kuormitusindeksin saavilla havaintoasemilla oli myös korkeat

perifytonin a-klorofyllipitoisuudet (kuva 4d).

Pohjaeläimet

Pohjaeläinlajien määrä laski merkitsevästi tutkimusaikana (taulukko 1 ja kuva 5). Pohjaeläinten kokonaisyksilömäärä ja kokonaisbiomassa eivät kui-

tenkaan muuttuneet merkitsevästi tutkittuina vuosina (taulukko 1). Kuormitusindeksillä ei ole merkitsevää suhdetta pohjaeläinyhteisön laji- ja yksilömäärien sekä kokonaisbiomassan kanssa (taulukko 1).

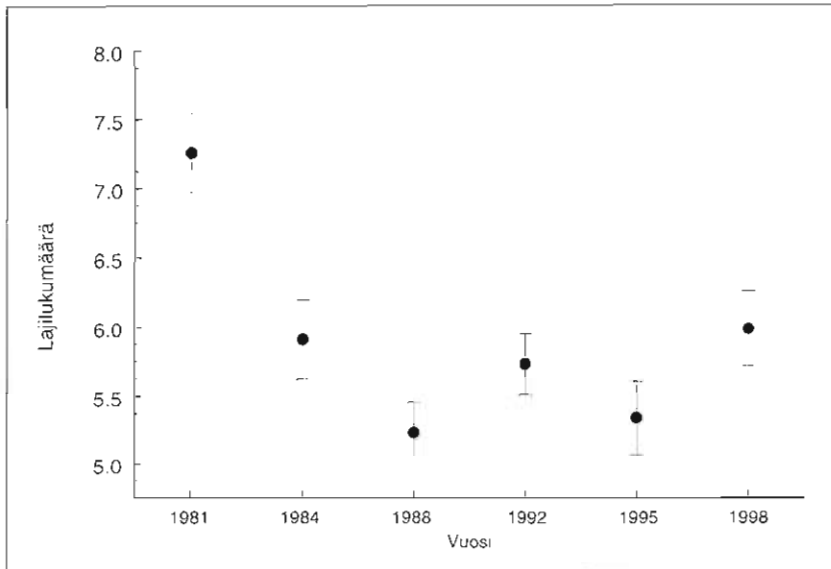
Velvoiteseurantojen merkitys

Kalankasvatuksen ravinnepestöjen väheneminen 1980-luvun lopusta alkaen ei ilmennyt veden laadun mittauksissa eivätkä veden ravinnepestösuudet liittyneet kalankasvatuslaitosten läheisyyteen. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kalankasvatuksen aiheuttaman kuormituksen laajuutta tai osuutta Saaristomeren rehevöitymiskehityksessä ei voida päätellä veden fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Tulosta tukee aikaisempi, Rymättylän merialueen velvoiteseurannan aineistoihin perustuva tutkimuksemme (Honkanen ym. 1999). Veden ravinnepestösuudet,

Taulukko 1. Vuoden ja kuormitusindeksin suhde pohjaeläinten lajilukuun, yksilömääriin ja kokonaisbiomassa. Vuosi n=306, kuormitusindeksi n=290.

	Vuosi		Kuormitusindeksi	
	r	P	r	P
Lajimäärä	-0.14805	0.00096**	0.00453	0.9389
Yksilöitä (yks m ²)	0.11619	0.04230*	-0.04352	0.4604
Yksilöiden biomassa (g/m ²)	0.04738	0.4089	0.03634	0.5379

r = korrelaatiokerroin, P = tilastollinen merkisyys *P <.05, **P<.01



Kuva 5. Pohjaeläinyhteisön keskimääräinen (\pm SE) a) lajimäärä, b) yksilömäärä ja c) yksilöiden kokonaisbiomassa eri vuosina.

veden näkösyvyys ja planktonin a-klorofyllipitoisuus liittyivät kuitenkin toisiinsa. Täten veden ravinnepitoisuudet ilmentävät veden laatua, mutta laadun muutokset eivät suoraan liity kalankasvatukseen.

Hälyttävintä tuloksissa ovat kokonaisfosforipitoisuuden jatkuva nouseva suuntaus ja erityisen voimakas kasvu vuodesta 1996 lähtien sekä kokonaistyyppipitoisuuden kasvu vuodesta 1993 lähtien. Muutos voi liittyä Saaristomeren yleiseen rehevöitymiskehitykseen (Kirkkala 1998, Kirkkala ym. 1998). Jos näin on, niin nykyisten kaltaisten kalankasvatuksen vesistöseurantojen hyödyllisyys Kustavi-Taivassalon merialueella saattaa entisestäänkin vähetä.

Yllättävää tuloksissa oli se, että planktonin a-klorofyllipitoisuuden vedessä ja kalankasvatuksen välillä ei ilmennyt riippuvuutta. Edellisessä tutkimuksessamme Rymättylän salmissa (Honkanen ym 1999), planktonin a-klorofyllipitoisuus kaikkein herkimmin ilmensi kalankasvatuksen ravinnepäästöjä. Tässä tutkimuksessa on kuitenkin mahdollista, että laaja- alainen kasvu ravinnepitoisuuksissa peittää myös paikalliset nousut planktonin a-klorofyllipitoisuuksissa.

Vaikka pohjaeläinyhteisössä tapahtuvia muutoksia pidetään tärkeinä ympäristön muutosten indikaattoreina, pohjaeläinaineistossa eivät näkyneet 1980-luvun loppupuolelta lähtien vä-

hentyneet kalankasvatuksen ravinnepäästöt. Pohjaeläinlajiston määrässä havaittiin kuitenkin laskeva ajallinen trendi, mikä voi yhdessä veden laadun mitausten kanssa kertoa Saaristomeren yleisestä rehevöitymiskehityksestä. Tulos ei siis tue esitettyä oletusta, että muutokset pohjaeläinyhteisössä ilmentävät samanaikaisesti sekä paikallisia häiriöitä että yleistä rehevöitymistä (Bonsdorff ym. 1991).

Kalankasvatustilastojen ravinnepäästöjen vaikutukset ilmenivät selkeimmin perifytonin a-klorofyllipitoisuuksissa (katso myös Isotalo ym 1985). Huomioitavaa on kuitenkin se, että vaikka regressioanalyysien tulokset olivat useimmiten merkitseviä, mallit selittivät alle 20% aineistojen kokonaisvaihtelusta. Suurin osa perifytonin a-klorofyllipitoisuuksista selittyy siten muilla tekijöillä kuin kalankasvatuksen ravinnepäästöillä.

Kuten nykyinen ja aikaisempi Rymättylän velvoiteseurantoihin perustuva analyysimme osoittavat, perinteisten vesikemiallisten tunnuslukujen ja pohjaeläintutkimusten käyttöarvo on vähäinen kalankasvatuksesta aiheutuvan ravinnekuormituksen vaikutusten seurannassa. Kustavi-Taivassalon merialueella perifytonin a-klorofyllipitoisuus ilmentää herkimmin paikallisia ravinnepäästöjä.

Tuloksia voidaan tulkita kahdella tavalla. Ensinnäkin, jos oletetaan kalan-

kasvatuksella olevan merkitsevä rooli ympäristön rehevöitymisessä, saadut tulokset osoittavat nykyiset seuranta-menettelmät huonoiksi. Toisaalta tuloksia voidaan tulkita myös siten, että kalankasvatuksen osuus ympäristön rehevöitymisessä on vähäinen. Näin tulokittuna voidaan sanoa, että velvoitetarkkailuohjelmat eivät anna perustetta rajoittaa kalanviljelyn tuotantoa.

Kirjallisuus

Bonsdorff, E., Aarnio, K. & Sandberg, E. 1991. Temporal and spatial variability of zoobenthic communities in the archipelago waters of the Northern Baltic Sea - consequences of eutrophication? *Internationale revue Der Gesamten Hydrobiologie* 76:433-449.

Helminen, H., Juntura, E., Koponen, J., Laihonnen, A. & Ylinen, H. 1998. Assessing of long distance background nutrient loading to the archipelago Sea, Northern Baltic with a hydrodynamic model. *Environmental modelling & Software* 13: 511-518.

Helminen, H., & Honkanen, T. Role of aquaculture in eutrophication process of Archipelago Sea, SW Finland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* (submitted)

Honkanen, T., Helminen, H. & Laihonnen, P. 1999. Kalankasvatuksen seuraukset Saaristomerellä: seuranta-menettelmien vertailu. *Vesitalous* 40 (2): 21-27.

Honkanen, T. & Helminen H. 2000. Impacts of fish farming on eutrophication: comparison among different biomonitoring methods. *International Review of Hydrobiology* 85: 673-686.

Jumppanen, K. & Mattila, J. 1994. Saaristomeren tilan kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät. *Turku. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. Julkaisu* 82: 206 s.

Isotalo, I., Huttula, T., Leskinen, E., Niemi, J., Niemi, M., Pitkänen, H. & Sarkkula, J. 1985. Kalankasvatuksen vaikutukset Kustavin Ströömien tilaan kesällä 1984. - *Vesihallituksen monistesarja* 352. 87 s.

Kirkkala, T. 1998. Miten voi Saaristomeri? *Turku. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Ympäristön tila Lounais-Suomessa* 1. 70 s.

Kirkkala, T., Helminen, H. & Erkkilä, A., 1998. Variability of nutrient limitation in the Archipelago Sea, SW Finland. *Hydrobiologia* 363: 117-126.

Mattila, J. & Räisänen, R. 1998. Periphyton growth as an indicator of eutrophication: and experimental approach. *Hydrobiologia* 377: 15-23.

Varjopuro R., Sahivirta E., Mäkinen T. & Helminen H. 2000. Regulation and monitoring of marine aquaculture in Finland. *Journal of Applied Ichthyology* 16: 148156.



JÄRVIEN VUORO- VAIKUTTEINEN KUNNOSTUS JA HOITO

Lahden Vesijärvellä toteutetut, 1990-luvulla pääasiassa talkootyönä tehdyt kunnostus- ja hoitotoimet ovat tuottaneet hyvää tulosta ja innostaneet toimintaan yhä useammilla Päijät-Hämeen järvillä. Jätevesikuormituksen loputtua 1970-luvun jälkipuoliskolla Vesijärveä ilmastettiin ja hapetettiin vuosina 1979–83 (Keto 1982). Vuonna 1984 aloitettiin järven eteläpäässä Enonselällä biomanipulaatio eli ekologinen kunnostus (Sammalkorpi 1985, Keto & Sammalkorpi 1988). Vesijärvi-projektissa vuosina 1987–94 tehostettiin perinteistä vesiensuojelua ja laajennettiin ekologista kunnostusta koko järven alueelle. Tulokset olivat erinomaiset, mm. myrkylliset leväkukinnat ja levien massaesiintymät poistuivat vuonna 1990. Vuosina 1987–94 näkösyvyys kasvukauden keskiarvona kaksinkertaistui ja veden kemiallinen laatu palautui 1950-luvulla vallinneeseen tilaan (Keto & Tallberg 2000). Peruskunnostuksen jälkeen hoitoa jatkettiin.



Juha Keto

maat.metsät.maist., limnologi
Lahden kaupungin valvonta- ja
ympäristökeskus &
Vesijärven kalastusalue
E-mail: juha.keto@lahti.fi

Kirjoittaja on tutkinut Vesijärven kunnostusta ja on osallistunut sen ja Päijät-Hämeen järvien kunnostuksen käytännön toteutukseen.

Vesijärven kunnostus- ja hoitotallat käynnistyivät 1990-luvun alussa. Talkoissa on ollut parhaimmillaan yli 30 miestä kalastuskunnista ympäri järveä. Koko valuma-alueen käsittävää yhteistoimintaa kaupungin ja maaseudun, erityisesti maanviljelijöiden ja kalastajien (kalastuskuntien) kesken tehostettiin EU:n Life-projektissa vuosina 1995–98 (Kairesalo et al 1998, Suoraniemi et al

2000). Verkkokalastuksen säätely saatiin voimaan vuoden 1997 alussa, ja sen tulokset ovat olleet rohkaisevat.

Toiminta laajenee

Lahden kaupungin ympäristötoimen ja Nastolan kunnan sekä Vesijärven ja Nastolan kalastusalueiden yhteistoiminta lähti vuoden 1995 lopulla käyntiin ja su-

Tiedon (erityisesti ekologisen) tarve on suuri: Paikallistuntemus saadaan käyttöön. Kalastajilla on kokemuksen perusteella selvä käsitys siitä, mitä oman järven hyväksi pitää tehdä. Tilanteen tarkentamiseksi selvitetään kohteen limnologinen tausta (veden laatu ja rehevyystaso, ulkoinen kuormitus, kasvillisuus), kalasto, kalastus ja kalansaaliit (kalaston rakenne ja lajisuhteet, takautuva pituuskasvu, pyydysten määrä ja pyynnin kohteena olevat lajit), tehdään kaikuotauksia kalamäärien ja niiden olinpaikkojen selvittämiseksi sekä arvioidaan veden laadun ja ravintoketjun vuorovaikutusta (sisäinen kuormitus, planktonin ja kalaston keskinäiset vaikutukset). Prosessin tuloksena syntyy yhteinen käsitys toimintalinjoista, järven kunnostus- ja hoitosuunnitelma, johon on syntynyt henkinen sidos.

Rahasta on puutetta: Paikallinen aktiviteetti kanavoituu hankkeen kautta vapaaehtoistyönä, jolloin rahalle saadaan hyvä hyötysuhde. Ekologiset kunnostus- ja hoitomenetelmät ovat usein osoittautuneet teknisiä ja pääomavaltaisia menettelyjä kokonaistaloudellisesti edullisemmiksi ja laajoja myönteisiä vaikutuksia toteuttaviksi. Erityisesti vesistöjen sinilevä- ja rehevöitymisongelmien vähentämisessä näiden hoitomenetelmien edut ovat osoittautuneet kiistattomiksi.

Perinteisen vesiensuojelun tehostaminen on tarpeen: Vesijärvellä on todettu (Sammalkorpi et al 1995), että hoitokalastuksen ja siihen liittyvien muiden hoitotoimien avulla paikallisen väestön sitoutuminen ja kiinnostus järven suojeluun on lisääntynyt. Seurauksena on ollut perinteisen vesiensuojelutilanteen kohentuminen laajalla rintamalla: yksittäisten jätevesien käsittelymenetelmien tehostuminen, peltoviljelyn suojakaistojen lisääntyminen, karjatalouden kuormituksen väheneminen, altaiden ja kosteikkojen vapaaehtoinen toteuttaminen, erodoituvien peltomaiden valtaojaputkitukset jne.

Hoidon tarve on monissa kohteissa jatkuvaa: Työn tulokset ovat olleet nopeasti havaittavissa, ja tämä on innostanut jatkamaan työtä. Paikallinen sitoutuminen ja vedenomistajien mukanaolo mahdollistavat toiminnan jatkuvuuden. Talkoohengen ylläpito on jatkuvuuden kannalta tärkeää, mutta aineellisiakin panostuksia tarvitaan. Parhaimmillaan järven hoito jatkuu, vaikka projekti päättyy.

Riskit ovat pienet: Yleisin menetelmä, hoitokalastus, on valikoivaa, yleensä särkikaloihin kohdistuvaa tehokalastusta. Se yhdistää vesiensuojelun ja kalavesienhoidon tavoitteet ja toimenpiteet samaan hankkeeseen eikä aiheuta haitallisia vaikutuksia vesistöön.

Kalasto hyötyy kaikissa tapauksissa: Hoitokalastus on osa järven ekologista hoitoa. Ravintoketjukunnostuksissa (mikäli rehevyysongelma on suurelta osin kalastoperäinen) sillä voidaan ehkäistä rehevyyshaittoja vähentämällä särki- ja planktonsyöjälajien aiheuttamaa järven sisäistä kuormitusta. Muissa kohteissa saavutetaan kalaston rakenteen paraneminen, usein petokalavaltaisempaan suuntaan.

Järvikohtainen tieto lisääntyy: Järven vedenlaatu- ja rehevyystiedot saadaan ajan tasalle. Kalansaaliista pidetään kirjaa. Valtalajien paino, lukumäärä, kasvu ja kokojakauma saadaan saalisotantojen avulla. Hankkeen seuranta selvittää paraneeko veden laatu ja kalasto, pieneneekö esim. särkikanta ja kalojen koko, kasvaako taloudellisesti merkittävien lajien keskikoko ja muuttuuko kalaston rakenne petokalavaltaisemmaksi.

Palaute ja vaste: Ei yksin tulokset, vaan myös palaute ja vaste ohjaavat toimenpiteiden suuntaamista. Yhteistyöilmapiirin syntyminen on tärkeää. Esim. kalastuksen säätelyn merkitystä arvokkaiden kalakantojen vahvistamiseksi voidaan tarkastella rakentavasti.

Kaikki ongelmat eivät ratkea: Järvien vuorovaikutteinen kunnostus ja hoito on osoittautunut tärkeäksi lisävahvuudeksi Päijät-Hämeen vesillä. Se ei kuitenkaan ole yleislääke. Suurin ongelma on edelleen järvien liiallinen kuormitus ja kuormitus, johon paikallisin toimin ei voida vaikuttaa.

jui niin hyvin, että innostusta laajempaankin alueelliseen toimintaan virisi. Kalastusalueet tekivät yhteistyösopimuksen ja aloittivat vuoden 1996 alussa yhteisen nuotan ja hoitokalastusrysiens rakentamisen. Ulkopuolista rahoitusta saatiin kunnista sekä maa- ja metsätalousministeriön rahoitusläheteistä.

Alkuvuodesta järjestetyissä pyydystalkoissa on parhaimmillaan ollut yli 50

miestä 10-20 kalastuskunnasta. Yhdessä on rakennettu kolme isoa nuottaa ja yli 30 loukkua. Innostusta kuvaa, että pyydykset on yleensä saatu valmiiksi puolessa siitä ajasta, mitä on ollut varattuna. Yhdessä on hankittu myös uitto- ja vetolaitteet, lautat, perämoottorit, nuottarummut, peräkärret jne. Käytössä on kaksi täydellistä talvi- ja kesänuottauskalustoa.

Jo vuonna 1996 toiminta laajeri Vesi-

järveltä ja Kymijärveltä Alasenjärvelle, Ruuhijärvelle, Salajärvelle, Sylvöjärvelle ja Arrajärvelle, ja seuraavana vuonna hoitorenkaassa oli jo 15 järveä Lahdesta, Nastolasta, Hollolasta ja Asikkalasta. Vuosina 1997-1999 toimintaan saatiin maa- ja metsätalousministeriön PO-MO-rahoitusta. Viime vuosina on jonkin verran tehty myös rahtityötä ulkopuolisille järville. Talkoolaisista ei ole ollut koskaan puutetta. Kaikkia haluk-

kaita ei kesänuotanvetoon ole voitu ottaa, koska lautoille mahtuu rajallinen määrä väkeä.

Vuosiksi 2001-2002 saatiin EU:n rakkennetukirahoitus "Päijät-Hämeen järvien kunnostuksen ja hoidon yhteishankkeeseen", jossa on uusia järviä n. 30 lähinnä maakunnan pohjoisosista Heinolasta, Sysmästä, Padasjoelta ja Hartolasta. Hanketta edelsi esiprojekti, jossa vuorovaikutteisen järvien kunnostuksen ja hoidon menetelmiä testattiin kuudella järvellä.

Tavoitteena omatoimisuus

"Järvien omatoiminen hoito" -koulutushanke käynnistettiin kuntien ja kalastusalueiden sekä Lahden aikuis-koulutuskeskuksen yhteistyönä syksyllä 1999 ja se jatkui vuoden 2000 syksyyn (kuva 1). Hankkeen tarkoituksena oli edistää paikalliseen aktiivisuuden perustuvaa järvien hoito- ja kunnostustyötä. Konkreettisenä tavoitteena oli aluksi kouluttaa kuusi osaavaa ja "kotijärvensä" hoidosta huolehtivaa toimintaryhmää.

Kuhunkin ryhmään kuului 3-5 henkilöä, jotka saivat oppia järven suojele- ja hoitotarpeen arviointiin, hoitosuunnitelman laatimiseen, vedenkorkeuksien seurantaan, pyydysten rakentamiseen, hoitokalastuksen toteutukseen ja saaliin käsittelyyn, rantojen kunnostukseen, ilmastukseen tai muuhun järvi-kohtaiseen kunnostus- tai hoitotoimintaan. Myös järvien valuma-alueilla tapahtuvan toiminnan kehittämistarpeet käytiin läpi.

Kohdejärven hydrologiset, kuormitus-, vedenlaatu-, rehevyys- ja kalastotiedot kerättiin ja tietoja täydennettiin tarpeen mukaan. Järvillä tehtiin koe-kalastukset ja niille laadittiin hoitosuunnitelmat, joita ryhdyttiin toteuttamaan. Koulutuksen aikana rakennettiin mm. tarvittavat hoitokalastuspyydyskset. Pyydystarpeet (noin 5000 mk / kpl) rahoitti kukin kunta. Kurssimaksu 300 mk/osallistuja tuli kalastuskunnista. Muuta rahoitusta saatiin opetusministeriön ja kalastusalueiden kautta. Kokemukset olivat siinä määrin hyvät, että koko maakunnan kattavaa hanketta lähdettiin edistämään.

Juotavan hyvää vettä hanasta -seminaari

Tiistai 11.9.2001

Tiedekeskus Heureka, Tikkurila, Vantaa

Vesihuolto 2001 -teknologiaohjelma, Ympäristöterveyden tutkimusohjelma (SYTTY) ja Vesiyhdistys järjestävät yhdessä talousvesiseminaarin. Seminaarin tavoitteena on tuoda esille ajankohtaiset talousveden terveysvaikutuksiin liittyvät haasteet sekä esitellä keskitetyssä vedenhankinnassa esiintyvien ongelmien ratkaisemiseen soveltuvat uudet teknologiat.

Seminaari on tarkoitettu vesihuoltoalan yrityksille, tutkijoille, suunnittelijoille, viranomaisille ja muille juomavesiasiantuntijoille. **Seminaari on maksuton.**

OHJELMA

Puheenjohtaja: Professori **Terttu Vartiainen**, Kansanterveyslaitos

- 9.30 Ilmoittautuminen
- 10.00 Tilaisuuden avaus
Professori **Terttu Vartiainen**, Kansanterveyslaitos
- 10.15 Emerging water quality issues
Dr. **John Fawell**, Warren Associates Ltd.
- 11.00 Tunturipurojen kirkkaus – myytti vai etuoikeus ?
Yli-insinööri **Leena Hiisvirta**, sosiaali- ja terveysministeriö
- 11.30 Keskustelua
- 11.45 Lounas ja tutustuminen dinosaurusten perhe-elämään
- 13.15 Sinilevät vesilaitoksilla
Toiminnanjohtaja **Kirsti Lahti**,
Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys
- 13.45 Virukset juomavedessä - toteamisesta valvontaan
Professori **Carl-Henrik von Bonsdorff**, Helsingin yliopisto
- 14.15 Giardia ja pelottava Cryptosporidium - riski Suomessa ?
Professori **Marja-Liisa Hänninen**, Helsingin yliopisto
- 14.45 Fosforin merkitys talousveden mikrobikasvussa
Tutkija **Markku Lehtola**, Kansanterveyslaitos
- 15.15 Kahvitauko
- 15.45 Tekopohjavettä muodostamalla luonnonmukaista talousvettä
Toimistopäällikkö **Jorma Pääkkönen**, Suunnittelukeskus Oy
- 16.15 Kalkkikivisuodatuksen hyödyt veden laadun kannalta
Suunnittelupäällikkö **Jukka Meriluoto**, Maa ja Vesi Oy
- 16.45 Kemiallisen vedenpuhdistuksen uudet tuulet
Toimitusjohtaja **Aija Jantunen**, Kemira Kemwater Oy
- 17.00 Pyörrevirtausflotaatio – ainutlaatuinen seikeytysmenetelmä
Toimitusjohtaja **Oiva Suutarinen**, Rictor Oy
- 17.15 Nanosuodatuksella superpuhdasta vettä?
Tutkija **Riina Liikanen**, Teknillinen korkeakoulu

- 17.45 Verkottumista

- 19.15 Tilaisuus päättyy

Ilmoittautumiset 4.9.2001 mennessä. Ympäristöterveyden tutkimusohjelma, SYTTY, PL 95, 70701 Kuopio, sähköposti: sytty@ktl.fi, puh. (017) 201321, fax. (017) 201 265.

Lisätietoja: ohjelmapäällikkö **Riku Vahala**, Vesihuolto 2001 -teknologiaohjelma, puh. (09) 8689 0113, sähköposti riku.vahala@vvy.fi ja koordinaattori **Soile Juuti**, Ympäristöterveyden tutkimusohjelma, SYTTY, puh. (017) 201 163, sähköposti soile.juuti@ktl.fi. (Verkkosivut: www.ktl.fi/sytty).

Lopuksi

Päijät-Hämeessä kalastus, virkistäytyminen, loma-asutus ja matkailuelinkeinot tukeutuvat suurelta osin järvi- luontoon, johon liittyy maakunnan alueen vetovoiman strateginen kehittäminen. Vesistöiltä edellytetään hyvää vedenlaatua ja niiden kalastolta puhtautta, suurta kokoa ja saalisvarmuutta. Suomen ympäristökeskuksen selvityksen mukaan maassamme on noin 2000 kunnostusta odottavaa vesistöä (Turunen & Äystö 2000). Päijät-Hämeen vesien- suojeluohjelman (Mäntylä 1997) mukaan kunnostusta vaatii Päijät-Hämeessä 40 järveä. Hoidon tarpeessa olevia järviä on vähintään sama määrä. Perinteisen vesien- suojelun keinoin ei ole kyetty pysäyttämään kaikkien maakunnan järvien tilan heikentymistä. Rehevöityminen ja veden laadun heikkeneminen on tosiasia erityisesti taajamien lähistöllä olevissa jär- vissä.

Kirjallisuus

Kairesalo, T., Laine, S., Malinen, T., Suoraniemi, M. & Keto, J. 1998. LIFE of Lake Vesijärvi. From successful biomani- pulation to sustainable management. Markprint Oy, Lahti. 92 p.

Keto, J. 1982. The recovery of L. Vesijärvi following sewage diversion. *Hydrobiologia* 86: 195-199.

Keto, J., & Sammalkorpi, I. 1988. A fading recovery: a conceptual model for Lake Vesijärvi management and research. *Aqua Fennica* 18: 193-204.

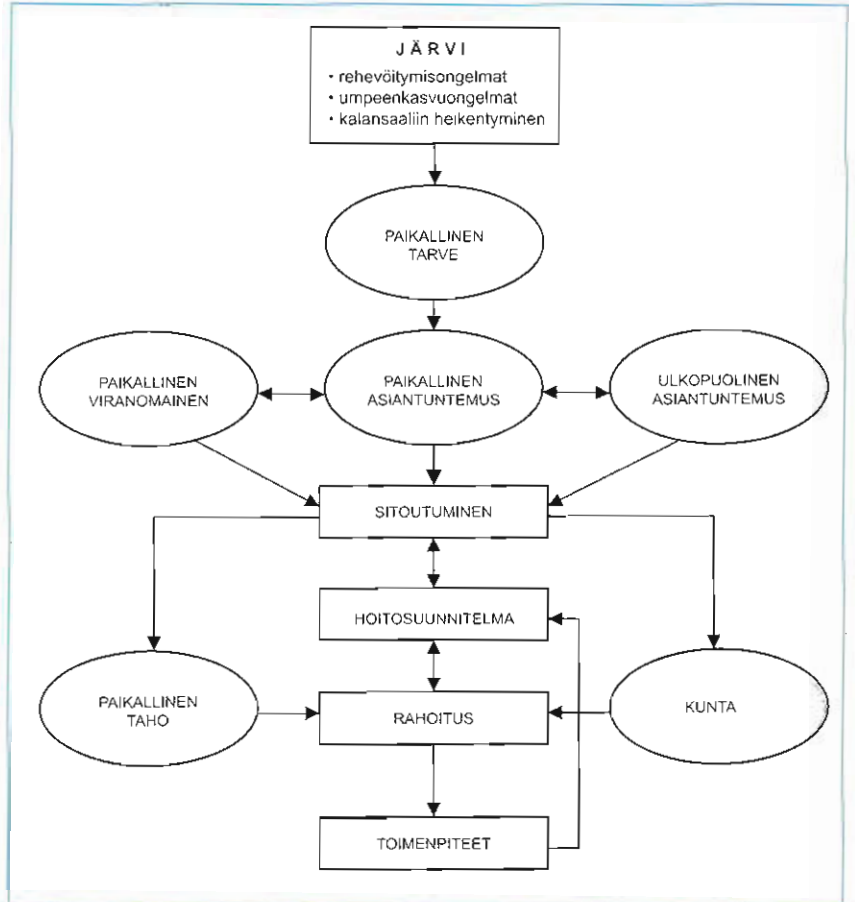
Keto, J. & Tallberg, P. 2000. The recovery of Lake Vesijärvi, southern Finland: water quality and phytoplankton interpretations. *Boreal Env. Res.* 5: 15-26.

Mäntylä, J. 1997. Päijät-Hämeen vesien- suojelu- ohjelma. Lahti. Lahden kaupungin valvonta- ja ympäristökeskuksen julkaisusarja A 2/97, 130 s.

Sammalkorpi, I. 1985. Rehevöityneiden järvien si- säinen ravinnekuormitus ekologisena ilmiönä. Kä- sikirjoitus Helsingin yliopiston eläintieteen laitos, 24 s.

Sammalkorpi, I., Keto, J., Kairesalo, T., Luokkanen, E., Mäkelä, M., Vääriskoski, J. & Lammi, E. (toim.) 1995. Vesijärvi- projekti 1987-1994. Ravin- toketjukkunnostus. tulokset ja toimenpidekei- lät. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 218. Helsinki, 131 s.

Suoraniemi, M., Laine, S., Malinen, T., Törmä- nen, A., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 2000.



Kuva 1. Järvien omatoiminen hoito -koulutushankkeen toimintakaavio.

Comprehensive approach to the rehabilitation and management of Vesijärvi, a lake in southern Finland. *Boreal Env. Res.* 5: 1-13.

Turunen, A. & Äystö, V. 2000. Selvitys vesistöjen kunnostustarpeista. Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 180, 47 s.



Kuva 2. Särjen kutupyypitiä Vesijärvellä (kuva J. Keto 1992).



Riitta Heikka

tekn.tri., assistentti
Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu,
kemiantekniikan osasto
E-mail: riitta.heikka@lut.fi
Kirjoittajan erikoisala on kemometria.



Pertti Laine

fil.maist., toiminnanjohtaja
Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry.
E-mail: pertti.laine@svsy.inet.fi

Satu-Pia Reinikainen

tekn.tri, tutkija
Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu,
kemiantekniikan osasto
E-mail: satu-pia.reinikainen@lut.fi
Kirjoittajan erikoisala on kemometria.

Pentti Minkkinen

professori
Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu,
kemiantekniikan osasto
E-mail: pentti.minkkinen@lut.fi
Kirjoittaja on epäorgaanisen ja analyttisen kemian professori ja kemometrian asiantuntija.

ETELÄ-SAIMAAN JA VUOKSEN TILA KOHENTUNUT

Eteläisen Saimaan jätevesikuormitus on alentunut merkittävästi viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana. Myös alueen veden laatu on selvästi parantunut. Suurimmat muutokset havaitaan jätevesien purkupaikkojen läheisyydessä. Myönteinen kehitys näkyy vielä kymmenien kilometrien päässä Suur-Saimaalla. Kuormituksen ja veden laadun muutosten analysointiin ja havainnollistamiseen käytettiin tässä työssä monimuuttujamenetelmiä, joiden avulla useiden seurantamuuttujien ilmentämä kehitys voidaan tiivistää helposti tulkittaviksi kuviksi.

Vesistöjen ja niiden kuormituksen seurannat tuottavat runsaasti mittaus-tietoa. Useista toistuvasti havaituista muuttujista koostuvan havaintokokonaisuuden mieltäminen yksittäisten havaintojen avulla on yleensä mahdotonta. Koska veden laatu on suhteellinen käsite ja tietoa on paljon, kokonaiskuva saattaa muodostua tulkitsijan subjektiivisen näkemyksen mukaiseksi.

Runsaan numerotiedon hallinta helpottuu, jos se voidaan pelkistää kuormitusta ja vesistön tilaa kuvaaviksi tunnusluvuiksi. Pitkän ajan tarkastelut puolestaan perustuvat tavallisimmin havaintojen esittämiseen yksittäisten muuttujien aikasarjoina ja niiden tilastollisena tarkasteluna. Kehityssuunta esitetään tilan positiivisena tai negatiivisena muutoksena, jotka yksittäisten

Pääkomponenttianalyysia (PCA, Principal Component Analysis) käytetään yleisesti kuvaamaan monimuuttujaista mitausaineistoa esittämällä se projektioidena 1-3-ulotteisessa koordinaatistossa (Massart ym. 1997). PCA-analyysia käytetään yleisesti myös luokitteluongelmien ratkaisemiseen, kuten esimerkiksi puhtaan veden ja likaantuneen veden erojen selvittämiseen.

Tavallisesti ennen analyysia mittausten muodostama data-matriisi skaalataan. Tämä tarkoittaa sitä, että kunkin matriisisarakkeen objekteista vähennetään niiden keskiarvo ja ne jaetaan saman sarakkeen keskihajonnalla. Skaalalla datalla on siis kunkin muuttujan keskiarvo 0 ja keskihajonta 1. Skaalaus on tarpeen varsinkin silloin, kun analyysitulokset ovat lukuarvoiltaan ja dimensioiltaan erilaisia, koska tällöin kukin muuttuja saa mallituksessa aluksi saman painon ja muuttujien keskinäinen vertaaminen on myös helpompaa. Skaalausta on tässä käytetty aineiston esikäsittelynä sekä PCA- että PLS-malleissa. Kaikki tässä esitetyt mallit ja aineiston esikäsittely on tehty käyttäen Matlab-ohjelmistoa (Matlab, 1993, Taavitsainen, 1991).

Pääkomponenttimalli voidaan esittää matriisimuodossa:

$$X = TP' + E \quad (1)$$

Tutkittava mittausaineisto esitetään matriisina X , jonka kukin rivi esittää havaintopistettä eli objektia, joka on määritely sarakkeissa esitettyjen muuttujien avulla. Pääkomponenttianalyysissä pyritään alkuperäinen mittaustulosten matriisi X hajoittamaan kahdeksi uudeksi, tavallisesti alkuperäistä matriisiä X alempidimensioiseksi matriisiksi T ja P , jotka sisältävät mittauksiin sisältyvän systemaattisen informaation, sekä kolmanneksi, X :n kanssa samansuuriseksi matriisiksi E , joka sisältää mittausten "kohinan" ja mahdollisen mallivirheen. P -arvot ovat muuttujien latauksia. Mitä suurempi on jonkun muuttujan latauksen arvo, sitä suurempi merkitys muuttujalla on pääkomponentin muodostuksessa. Matriisin T -arvot ovat puolestaan objektien pistearvoja (havaintopisteiden projektiota) pääkomponenttiakseleilla. Alkuperäinen moniulotteinen aineisto voidaan projisoida T -matriisin kahden sarakkeen muodostamaan tasoon ja tutkia havaintopisteiden suhdetta toisiinsa. Samoin voidaan havainnollistaa myös muuttujien välistä riippuvuutta esittämällä vastaavat P :n sarakkeet tasossa. Muuttujilla, jotka sijaitsevat lähellä toisiaan latauksien kuvaajassa on voimakas korrelaatio keskenään. Tutkimalla samanaikaisesti sekä T - että P -matriisien kuvaajia, nähdään esim. luokittelutehtävissä heti, mitkä muuttujat aiheuttavat ryhmittymisen aineistossa. Matemaattisesti lineaariset pääkomponentit ovat ortogonaalisia ja toisistaan riippumattomia.

Sen mittarina, kuinka hyvin pääkomponenttimalli, tai sen yksittäinen komponentti, kuvaa alkuperäistä aineistoa, käytetään usein R^2 -arvoa, josta käytetään nimitystä selitysaste. Selitysaste ilmaisee kuinka monta prosenttia pääkomponenttimalli selittää alkuperäisen aineiston kokonaisvarianssista.

muuttujien osalta saattavat olla loogisia, mutta usein aikasarjat ovat keskenään ristiriitaisia.

Tässä työssä Saimaan eteläisimpään osaan sijoittuvan kemiallisen metsäteollisuuden tehtaiden jätevesikuormituksen ja vastaanottovesistön tilaan liittyviä veden laadun seurantatuloksia oli valtava määrä. Aineisto mallinnettiin monimuuttujamenetelmien keinoin. Ne ovat tekniikoita, joiden avulla useiden muuttujien muodostamat suuret tietomäärät voidaan tiivistää helpommin käsiteltäviksi ja tulkittaviksi kokonaisuuksiksi.

Alueella olevan teollisuuden kuormitusta käsiteltiin pääkomponenttianalyysin avulla. Vesistöseurannan tuloksia ja veden laadun muutoksia tutkittiin PLS-mallin avulla. Yhteys teh-

taiden aiheuttaman kuormituksen muutoksiin ja niiden vesistövaikutusten välillä tehtiin laskettujen monimuuttujamallien tuloksien avulla. Tavoitteena oli selittää kuormituksen muutoksia ja sitoa ne vesistön tilamuutoksiin sekä selvittää, miten veden laatu vesistössä on kehittynyt.

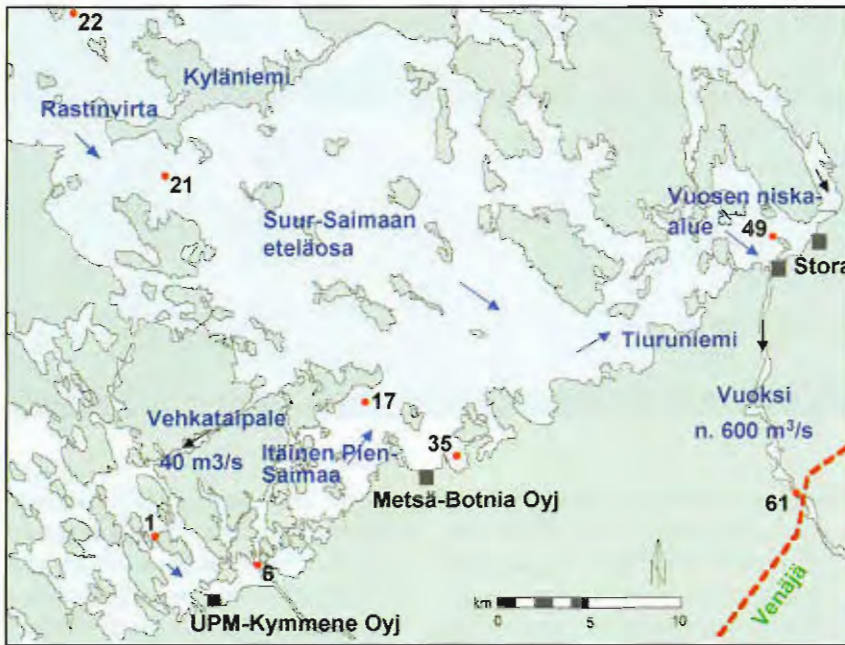
Tietoa puolen vuosisadan ajalta

Tutkimusalueena oli Suur-Saimaan eteläosa ja siihen liittyvät vesialueet (kuva 1). Alueella toimivat Lappeenrannassa UPM-Kymmene Oyj:n Kaukaan tehtaatan Pien-Saimaan valuma-alueella, Metsä-Botnia Oyj:n Joutseno Pulpin tehtaatan Joutsenossa Suur-Saimaan selkävesien eteläreunalla ja Stora-Enso Oyj:n Imatran tehtaatan Imatralla Vuoksen nis-

ka-alueella. Näiden tehtaiden jätevesipäästöillä on suurin vaikutus alueen veden laatuun ja sen muutoksiin.

Saimaan pohja viettää etelästä pohjoiseen päin. Teollisuusjätevedet kerrostuvat talvella pohjan tuntumaan eivätkä sekoitu hyvin luonnonvesiin. Näin Lappeenrannan ja Joutsenon alueiden metsäteollisuusjätevedet leviävätkin talvisin pohjaa myötäillen vastavirtaan pitkälle Saimaan selkävesille. Kyläniemen tasoa ne eivät koskaan ole ylittäneet vesistökyrnysten ansiosita. Kesällä jätevedet leviävät pintamyötäisesti etelärannikkoa pitkin Vuokseen.

Eteläisimmän Saimaan aluetta on kuormitettu jätevesillä jo yli sadan vuoden ajan. Alueen veden laatua ja jätevesikuormitusta on seurattu tästä ajas-



Kuva 1. Etelä-Saimaa, aluetta kuormittavat kemialliset metsäteollisuusyksiköt ja työssä käytetyt veden laadun havaintopaikat.

ta noin puolet eli yli 50 vuotta. Tarkkailu aloitettiin 1960-luvulla ja on ollut 1970-luvulta alkaen systemaattista. Viimeisen kolmenkymmenen vuoden vesistöhavainnot on tehty samoilta paikoilta ja käytetyt seurantamenetelmät ovat vertailukelpoisia.

Jätevesikuormitukseen liittyvä tieto on kerätty alkuperäisten kuormitustarkkailujen tuloksista ja ne on käsitelty vuosikeskiarvoina. Vesistön vedenlaatuun liittyvä tieto vesistön laatu-uuttajista on koottu alueen velvoite-tarkkailujen tuloksista. Aineisto on tarkastettu lisäksi monimuuttujajisten tilastollisten valvontamenetelmien avul-

la (T2 ja SPEX tarkastelu, Kourti, ym. 1995). Jokaiselta järvi-havaintopaikalta näytteet on otettu vertikaalisarjoina neljä kertaa vuodessa. Vuoksesta näytteet on otettu normaalisti kerran kuussa yhden metrin näytteinä. Tulokset on käsitelty havaintopaikkojen tulosten vuosikeskiarvoina.

Päästölähteiden jätevesien ja vesistövesien pitoisuudet on määritetty kulloinkin käytössä olleiden määritysmenetelmien mukaisesti. Menetelmät ovat vuosien saatossa jonkin verran muuttuneet, mutta nykyisillä standardimenetelmillä saadut tulokset voidaan muuntaa vertailukelpoisiksi vanhem-

milla standardimenetelmillä mitattujen kanssa. Taulukossa 1 on esitetty tässä tutkimuksessa käytetyt muuttujat.

Jätevesikuormituksen kehitys

Tehtaiden jätevesien tutkimusalueelle aiheuttama vesistökuormitus tutkimusajan (vuodet 1973-1998) alussa ja lopulla on esitetty taulukossa 2 aikavälikeskisarvoina. Kuormituksen aleneminen on saatu aikaan sekä prosessi- että puhdistusteknisin keinoin. Vesiensuojeluinvestointien suuruus on ollut yhteensä noin 1,5 miljardia markkaa. Yksittäisistä puhdistusteknisistä toimenpiteistä suurimmat ovat olleet Joutseno Pulpin tehtaiden aktiivilietelaitos (valm. v. 1984, laajennus v. 1997), Kaukaan tehtaiden aktiivilietelaitos (valm. 1992) sekä Stora Enson Imatran tehtaiden aktiivilietelaitos ja kemialliset puhdistamot (valm. 1992-1993). Prosessiteknisin keinoin on keittokemikaalien talteenotto parantunut ja jätevesien laatuun on myös oleellisesti vaikuttanut kaasumaisen kloorin käytön lopettaminen valkaisuprosesseissa ja sen korvaaminen klooridioksidi- ja happivalkaisulla (EFC-massat). Prosessiteknisin keinoin on jäteveden määrää saatu myös pienennettyä sellaiseksi, että biologinen puhdistus on mahdollista.

Tehtaiden kuormituksen muutoksia kuvattiin pääkomponenttimallilla. Kuvassa 2 on esitetty kullekin tehtaalle erikseen lasketut PCA-mallit. Eri tehtaiden tuloksia ei voi verrata keskenään. Tehtaiden kuormitusmuutosten keskenäinen vertailu on tehty kuvassa 3 esi-

Taulukko 1. Kuormitus- ja vesistötarkasteluissa käytetyt muuttujat.

Kuormitusmuuttujat	Yksikkö	Vedenlaatumuuttujat	Yksikkö
Kokonaisfosforipitoisuus, P_{kok}	mg/l P	Sähkönjohtavuus	$\mu\text{S}/\text{cm}$,
Kokonaistyyppipitoisuus, N_{kok}	mg/l N	pH	mS/m
Natrium	mg/l Na	Sameus	FTU
Kemiallisen hapenkulutus COD_{Cr}	mg/l O_2	Liuenneen hapen kyllästysaste	O_2 kyll-%
Biologinen hapen kulutus, BOD_7	mg/l O_2	Väri, väriluku	mg Pt/l
Kiintoainepitoisuus	mg/l	Kokonaisfosforipitoisuus, P_{kok}	mg/l P
		Kokonaistyyppipitoisuus, N_{kok}	mg/l N
		Natrium	mg/l Na
		Kemiallisen hapenkulutus COD_{Mn}	mg O_2 /l

Taulukko 2. Kaukaan, Joutseno Pulpin, Kaukopään ja Tainionkosken tehtaiden yhteenlasketun jätevesikuormituksen kehitys vuosina 1973–1998.

Aika	jätevesi (m ³ /d)	kiintoaine (t/d)	COD (t/d)	BOD ₇ (t/d)	Na (t/d)	N _{kok} (kg/d)	P _{kok} (kg/d)
1973–79	884232	66	308	123	104	1288	191
1980–84	731376	50	306	114	126	1618	276
1985–89	613096	40	328	91	130	1961	376
1990–94	535861	22	225	39	111	1716	225
1995–98	587440	13	151	11	120	1399	110

tetyssä PCA-mallissa. Vesiensuojeluin-vestoinneilla ja prosessimuutoksilla on ollut vaikutusta myös tehtaiden vesistöön johdettavan jäteveden koostumukseen.

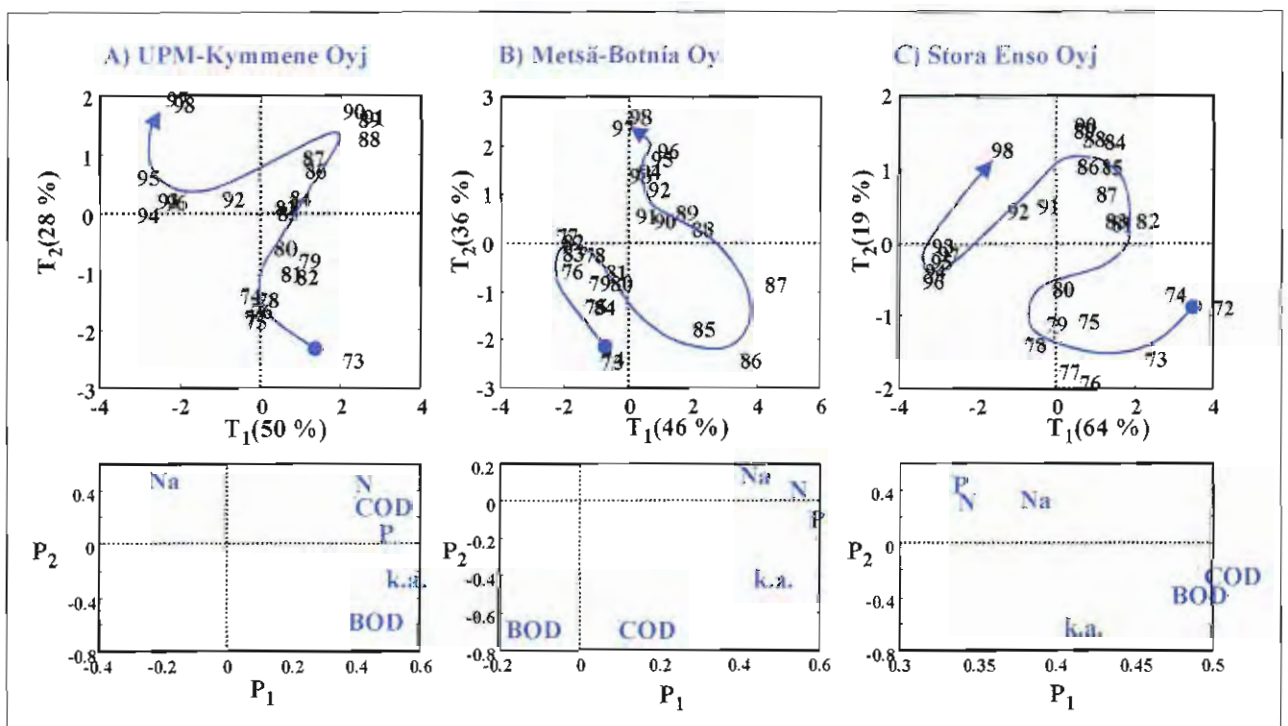
Kaukaan tehtaiden PCA-mallin mukaan (kuva 2A) havaitaan kuormituksen hieman laskeneen 1970-luvulla vuosikymmenen viime vuodet pois lukien. 1980-luvun vaihteen läheisyydessä kuormitus BOD-kuormitusta lukuunottamatta alkaa kohota ja se kasvaa aina vuosikymmenen loppuun saakka. Tähän vaikuttaa eniten ravinnekuor-

man kasvu. Kuormitus kääntyy erittäin selvään ja nopeaan laskuun vuonna 1992 kaikkien muiden muuttujien paitsi natriumin suhteen. Vesistön kannalta positiivisin jakso on ollut vuodet 1993–1996, jonka jälkeen kaikissa mukana olevat kuormitusmuuttujat ovat jonkin verran kasvaneet. Muutoksessa vuosina 1997–98 natriumin osuus on dominoiva.

Joutseno Pulpin tehtaiden vesistökuormituksessa vuosina 1973–1984 kaikki muuttujat osoittavat lievää kuormituslaskua (kuva 2B). Muutokset ei-

vät ole olleet kovin suuria vuodesta 1976 vuoteen 1984. Tilanne muuttuu vuonna 1985, jolloin parin vuoden ajan kaikkien kuormitusmuuttujien suhteen kuormitus kasvaa. Vuoden 1987 jälkeen kuormitus alkaa laskea, orgaanisen aineen aiheuttama kuormitus nopeammin kuin natrium- ja ravinnekuormitus. Suuntaus jatkuu aina vuoteen 1996 saakka.

Enson Imatran tehtaiden kuormitus pienenee kaikkien muuttujien osalta jakson 1972–80 aikana (kuva 2C). Voimakkaimmin malliin vaikuttavat COD-,



Kuva 2. PCA: Tehtaiden kuormituskehitys vuosina 1972–1998. Pistearvot (T) kuvaavat muutosta eri vuosina. Niihin liittyvät muuttujien lataukset (P) kuvaavat muuttujien merkitystä mallissa. Eri tehtaiden PCA-mallit eivät ole toisiinsa verrattavissa. Kunkin komponentin selitysaste, R², on esitetty suluissa akselin selityksessä. Kuvapisteissä numero tarkoittaa vuosilukua.

Kuva 2

PCA: Tehtaiden kuormituskehityksen ajallista suuntaa voidaan seurata pisteարvojen (T) avulla. Esimerkiksi kuvasta 2 A) nähdään UPM-Kymmeneen tehtaan kuormituksen päätrendin olevan laskevan, koska pisteարvokuvaajassa eri vuosien pisteարvot pääasiassa pienenevät ajan kuluessa. Latauskuvasta (P) nähdään mitattujen muuttujien yhteys pisteարvoihin. Kunkin muuttujan arvot kasvavat nolasta (origosta) kohti sen latausta, joten tässä tapauksessa natriumia lukuunottamatta muut viisi kuormitusmuuttujaa korreloivat keskenään ja pitoisuudet kasvavat erityisesti nolasta 1. pääkomponentin positiiviseen suuntaan (P_1). Aikatrendissä (T) nähdään selkeä poikkeama päätrendistä 80–90-luvun taitteessa. Tällöin on kohonnut hetkellisesti erityisesti typen, fosforin ja COD:n kuormitus (vertaa vuosien 1988–90 pisteարvojen (T) ja muuttujien latausten (P) sijaintia kuvissa). Tilanne kuormituksen osalta on kuitenkin selkeästi parantunut jo vuonna 1992. Tuloksia on kommentoitu tekstissä tarkemmin. Kuvat A), B) ja C) ovat erillisten PCA-mallien kuvia eikä niiden akseleita voi verrata toisiinsa. Kunkin tehtaan PCA:n lataus- ja pisteարvokuvia sen sijaan tulisi verrata toisiinsa.

Kuva 3

Eri tehtaiden aiheuttamaa kuormitusta ja siinä tapahtuneita muutoksia voidaan verrata tarkastelemalla samanaikaisesti havaintojen pisteարvoja (T) ja muuttujien latauksia (P). Kuvassa 3 kaikilla muuttujilla on positiivinen lataus ensimmäisen pääkomponentin suunnassa. Jos havaintopisteen T_1 -arvo on positiivinen, niin se merkitsee sitä että myös kaikkien muuttujien arvot suurenevät ja vastaavasti negatiivisessa suunnassa ne alenevat. Toisen komponentin suunnassa taas pisteissä, jotka ovat kuvan yläosassa, on muita korkeammat N_{kok} ja P_{kok} arvot ja alaosassa taas muita korkeammat Na-, COD- ja BOD-arvot. Kuvan mukaan esim. ravinnekuormat korreloivat voimakkaan positiivisesti keskenään (ovat lähellä toisiaan). Kuvassa 3 näkyy myös selkeästi Stora-Enson kuormituksen ajallisesti laskeva trendi (poikkeuksena vuosi 1998). Tuloksia ja syitä on kommentoitu tarkemmin tekstissä.

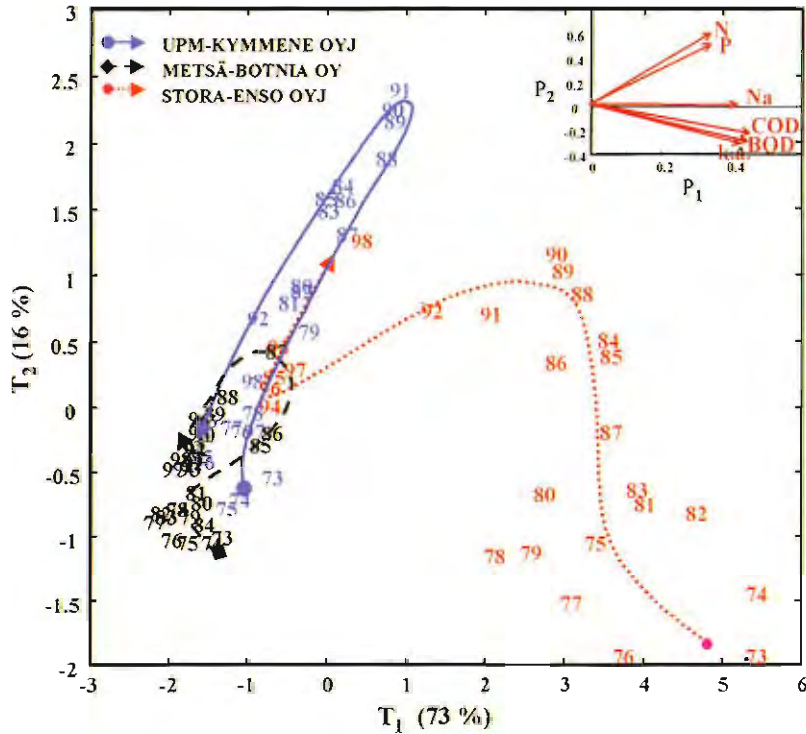
Kuvat 4. ja 5.

Lähinnä luonnontilaista jätevesien vaikutusalueen ulkopuolista vettä edustaa piste 22 (kartta, kuva 1). Kuvassa 4 on verrattu pisteen 22 vettä lähellä tehtaiden edustoja sijaitsevien näytepisteiden veteen. Vaikkakin näissä pisteissä on tapahtunut paranemista vuosien kuluessa, niin niiden laatu ei vastaa referenssipisteenä käytetyn pisteen (22) vedenlaatua, koska ne eivät "vaella" kuvassa esitetyn ellipsin sisäpuolelle – eivätkä välttämättä edes sitä kohden. Kuvassa 5 on kuvassa 4 esitettyyn malliin tuotu uusia näytepisteitä (kuvassa 4 lasketulla mallilla on siis estimoitu kuvan 5 pisteiden sijainnit). Uudet näytepisteet sijaitsevat kauempana kuormituslähteistä. Esimerkiksi pistettä 1 on joissakin tutkimuksissa käytetty vertailupisteenä (referenssipisteenä) ja sen veden laatu nyt käytettyjen muuttujien avulla kuvattuna näyttäisikin olevan hyvin samanlaista kuin pisteessä 22. Piste 1 projisoituu siis ellipsialueen sisäpuolelle. Huom. Kuvien 4 ja 5 akselit ovat keskenään vertailukelpoiset ja niitä kannattaa verrata keskenään. Pisteessä 1 on veden laatu pysynyt hyvänä, koska Vehkataipaleelle jo v. 1936 asennetun pumppaamon kautta on Pien-Saimaalle jatkuvasti johdettu n. 40 m³/s puhdasta vettä. Tämän vuoksi Kaukaan jätevedet ovat kulkeutuneet eteläiselle Saimaalle eivätkä ole päässeet vaikuttamaan purkupaikan yläpuoliseen vesistöön.

BOD- ja kiintoainekuorman aleneminen. Ravinnekuormitus kasvaa koko 1980-luvun ajan kiintoainekuorman kuitenkin laskiessa. 1980-luvun kehitys jatkuu vuoden 1990-alkuun saakka. Jo vuosina 1991-92 kuormituksessa tapahtuu typpi- ja kiintoainekuormaa lukuunottamatta selvää laskua kunnes kuormitus vuonna 1993 pienenee hyvin merkittävästi muiden kuin natriumkuormuksen suhteen. Tämän selkeän laskun jälkeen kuormitus on pysynyt lähes ennallaan, vaikkakin se on hieman kasvanut vuonna 1998.

Kun kaikkien kolmen tehdasyksikön jätevesikuormitusta verrataan yhteisen PCA-mallin avulla, havaitaan, että viime vuosikymmenellä kaikilta kolmelta tehtaalta tuleva kuormitus on samaa suuruusluokkaa ja 1990-luvun tulokset ryhmittäytyvät suppeasti (kuva 3). Poikkeuksen tästä tekee Imatran tehtaiden vuoden 1998 kuormitus, joka on ravinteiden osalta selvästi muita suurempaa. Tarkastelujakson mallissa näkyy selkeästi 1970-luvulla Imatran tehtaiden korkea kiintoaineen ja liuenneen orgaanisen aineen sekä natriumin kuor-

mitustaso ja tehtaiden kuormitus pysyy 1990-luvulle saakka selvästi muita tehtaaita suurempana. Kuormituksen pieneminen vuonna 1993 käynnistyneen puhdistamon myötä on myös selkeästi havaittavissa. Mallissa näkyy hyvin selvästi myös Kaukaan ravinnekuormituksen kasvu 1970-luvun loppupuolelta vuoteen 1992. Vuonna 1992 käynnistetyn aktiivilietelaitoksen välittömänä vaikutuksena nähdään tehtaan aiheuttaman kuormituksen selkeä lasku. Pulpin ravinteiden kuormituskasvu on myös selvästi nähtävissä, mutta lie-



Kuva 3. PCA: Tehtaiden aiheuttama kuormitus suhteessa toisiinsa kuvattuna kahden ensimmäisen pääkomponentin pisteարջոյւ (T) ja latausten (P) avulla.

vempänä kuin kahden sen naapuritehtaan.

Vedenlaatumuutokset

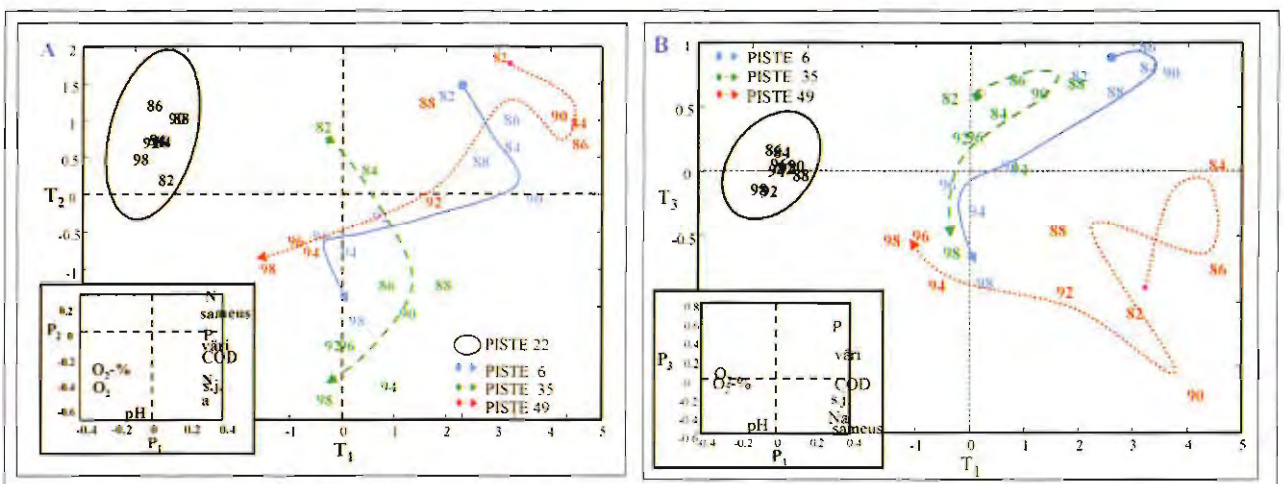
Suomen ympäristökeskuksen laatiman viisiluokkaisen vesien yleiskäyttöluokituksen mukaan veden laatu tutki-

musalueella on tutkimusjakson aikana vaihdellut erinomaisesta huonoon. Tehtaiden edustalla veden laatu viime vuosina on tämän mittarin mukaan ollut tyydyttävää (laatuluokka III) tai välttävää (laatuluokka IV) ja selkävessillä (Ilkonselkä ja Mäntysaarenselkä) hyvää (laatuluokka II). Referenssialueena käyt-

tetyn Kyläniemen pohjoispuolisen veden laatu on luokiteltu erinomaiseksi (laatuluokka I). 1970-luvun puolivälissä tehtaiden edustan vedet ovat olleet laatuluokaltaan huonoja (luokka V) ja Ilkonselän ja Mäntyselän alueet olivat laadultaan tyydyttäviä.

Vesistömuutoksia on mallinnettu erottelvan PLS-mallin avulla. Malli la-
kettiin käyttäen neljää havaintopistettä, jotka edustavat puhdasta referenssiä ja kunkin päästölähteen edustan vesistöä kuten kartassa (kuva 1) on esitetty. DLPS-mallia käytettiin, koska mallissa haluttiin painottaa näiden havaintopaikkojen välistä eroa. Eräistä mittauspisteistä puuttuivat 1970-luvun tulokset, joten käsittelyyn otettiin vuodet 1982-1998. DPLS-mallin tulokset on esitetty kuvassa 4. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että veden laadussa happipitoisuuden kasvu iimentää veden laadun paranemista, muiden muuttujien arvojen kasvu sen heikkenemistä. Ensimmäinen PLS-komponentti kuvaa pääasiassa puhtaan referenssin ja teollisten jätevesien vaikutusalueiden välistä eroa. Toinen komponentti kuvaa toisaalta tuotannon kasvusta aiheutunutta Na-pitoisuuden nousua, toisaalta se kuvaa myös uusien puhdistustekniikoiden aiheuttamaa vesistön tilan paranemista (happipitoisuuden kasvua).

Mallin mukaan puhtaan referenssialueen, Hietasaaren (piste 22), vesi erottuu, kuten luonnollista onkin, hyvin sel-



Kuva 4. DPLS: Neljän havaintopisteen erottuminen toisistaan ja vedenlaadussa tapahtuneet muutokset. A) 1. ja 2. PLS-komponentti, B) 1. ja 3. PLS-komponentti. Ellipsi on puhtaan veden (piste 22) monimuuttujainen 95 %:n luottamusalue. Piste 6 sijaitsee UPM-Kymmene Oyj:n, piste 35 Metsä-Botnia Oyj:n ja piste 49 Stora-Enso Oyj:n edustalla. Kuvaan on projisoitu havaintopaikkojen pisteարջոյւ joka toiselta vuodelta sen tulkinnan selkeyttämiseksi.

PLS on lyhenne sanoista Partial Least Squares tai Projection to Latent Structures. PLS-menetelmään tarvitaan kaksi mallinnettavaa matriisia, joiden välillä oletetaan usein olevan syy-seuraussuhde. X-matriisissa ovat selittävät muuttujat ja Y-matriisissa selitettävät eli vastemuuttujat. Menetelmää on käytetty erityisesti monimuuttujakalibroinnissa ja prosessien empiirisessä mallituksessa. Erottelavassa PLS-menetelmässä (Discriminant PLS, DPLS) Y-matriisia käytetään havaintojen luokitteluun sekä X-matriisissa olevien selvästi erilaisten havaintojen erojen korostamiseen. Y-matriisina on DPLS:ssä nk. indikaattorimatriisi, joka koostuu nolista ja ykkösistä siten, että tietyn havainnon oletetaan edustavan kokonaan tiettyä laatua (arvo=1) ja ei ollenkaan toista laatua (arvo=0). Esimerkiksi tilanteessa, jossa yritetään erottaa toisistaan puhdasta vettä edustava referenssipiste ja kolmen eri päästölähteen vaikutuspiirissä olevat havaintopisteet toisistaan, muodostetaan ensin X-matriisi, jossa kutakin veden laatua kuvaavan muuttujan mittaustulokset ovat yhdessä sarakkeessa ja kaikki mittaustulokset eri pisteiltä ja eri vuosilta ovat X-matriisin riveillä. Eri havaintopisteille ominaisia eroja yritetään luokitella Y-matriisin avulla muodostaen matriisi, jossa on yksi sarake kuvaamassa kutakin eroteltavaa havaintopaikkaa. Tässä tapauksessa siis neljä saraketta, joissa on yhtä monta riviä kuin X-matriisissa. Jos Y:n ensimmäinen sarake edustaa referenssipistettä, niin niillä riveillä, joilla X-matriisissa ovat ko. pisteen mittaustulokset, Y-matriisin ensimmäisen sarakkeen arvoksi annetaan numero yksi ja muille nolla. Vastaavasti muodostetaan muut Y:n sarakkeet kuvaamaan kolmea muuta mittauspistettä.

PLS-menetelmä voidaan tulkita (kuten pääkomponenttianalyysikin) projektiotekniikaksi, sillä siinäkin alkuperäisen mittaustulosten dimensionaalisuutta pienennetään siten, että alkuperäinen moniulotteinen aineisto voidaan esittää yhdessä tasossa. Menetelmässä pyritään sekä X- että Y-puoli mallittamaan pääkomponenttimallia vastaavalla mallilla:

$$X = T P' + E \quad (2)$$

$$Y = U Q' + F \quad (3)$$

Matriisit T ja U kuvaavat objektien projektiota (pistearvoja) PLS-komponenttien akselleilla, P sekä Q ovat puolestaan X- ja Y-muuttujien latauksia, jotka määrittelevät PLS-komponenttien suunnan. PCA-analyysiin verrattuna PLS-komponentteja on kuitenkin kierretty siten, että objektien projektioiden eli ns. latenttien muuttujien (T:n ja U:n toisiinsa vastaavien sarakkeiden, ta ja ua) välinen korrelaatio maksimoituu:

$$ua = d ta + g \quad (4)$$

Yhtälöissä E, F ja G ovat residuaalimatriiseja, jotka edustavat ideaalitapauksessa vain mittausten kohinaa, mutta käytännössä niihin sisältyy myös mallivirhettä. Kun diskriminoivaa PLS-mallitusta käytetään X-matriisin aineiston luokitteluun, tulkitaan T- ja P-arvoja samoin kuin PCA-mallituksessa.

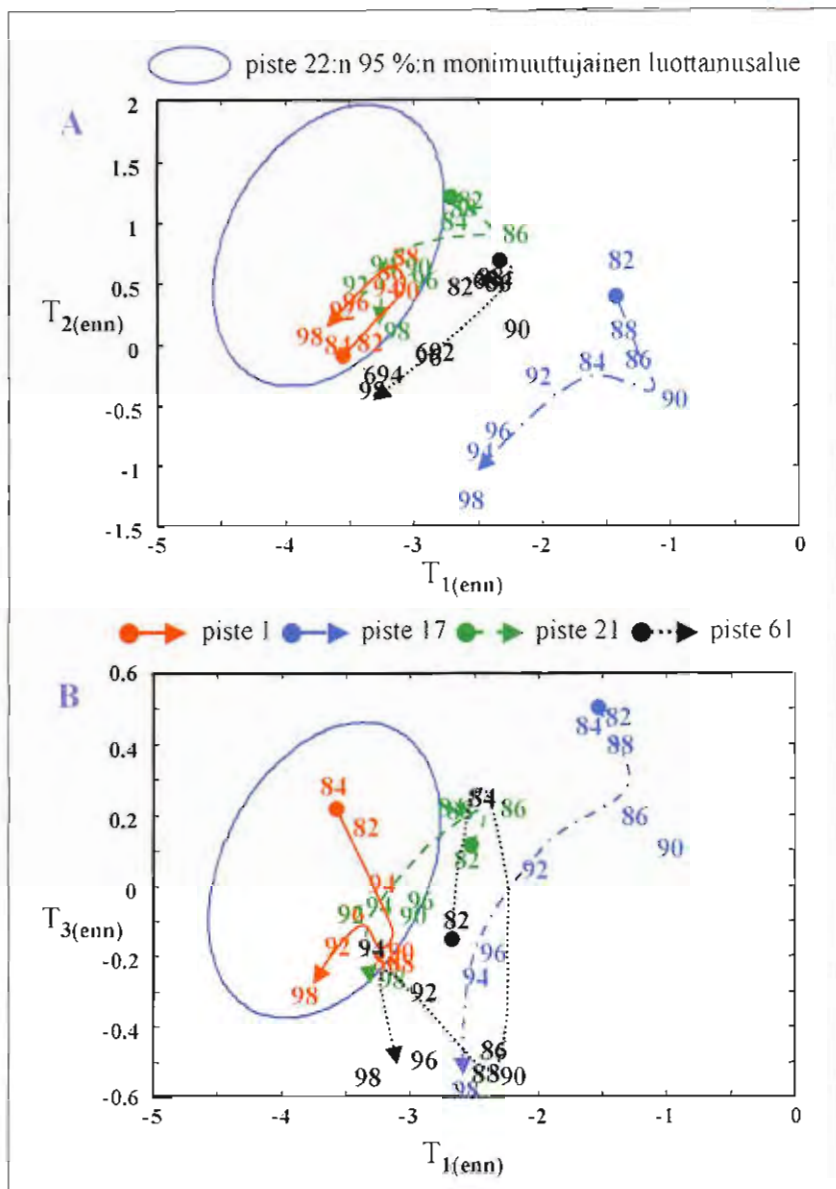
Pääkomponenttimallin pistearvoilla T ja PLS-mallin pistearvoilla T ja U on sama ominaisuus kuin painotetuilla keskiarvoilla. Ne näyttävät herkästi pienetkin systemaattiset muutokset, jos muutokset ilmenevät samanaikaisesti useissa muuttujissa, mutta eivät reagoi herkästi puhtaaseen satunnaisvaihteluun. Tämän vuoksi nämä mallit soveltuvat hyvin monimuuttujaisten trendien seurantaan ja tulkintaan.

västi tehtaiden edustojen veden laadusta (kuva 4). Puhdasta veden mittaustulosten hajonta on varsin vähäistä, eikä oleellista muutosta ole havaittavissa veden laadussa. Kaukaan lähivesillä Tuosan lähellä (piste 6) veden laatu on 1980-luvulla heikentynyt happipitoisuutta lukuunottamatta. Vuonna 1992 tapahtunut suuri kuormituksen aleneminen näkyy myös tehtaan edustan veden laadussa. Tämä havaitaan niin happipitoisuuden kasvuna kuin kaikkien muidenkin muuttujien arvo-

jen pienemisenä (lukuunottamatta sähkönjohtavuutta ja natriumpitoisuutta). Jakson viimeisinä vuosina tilanne on jonkin verran heikentynyt. Muutos näkyy ravinteita ja happipitoisuutta lukuunottamatta kaikissa muuttujissa. Joutsenon edustalla (piste 35) veden laatu lievästi heikkenee koko 1980-luvun ajan. Vuoden 1988 jälkeen veden laatu paranee kaikkien muuttujien osalta. Joutsenon edustan vesi on 1990-luvulla ollut likaisempaa kuin Kaukaan ja Imatran tehtaiden edustojen vedet.

Imatralla Vataavalkan havaintopaikalla (piste 49) veden laadun kehitys on ollut positiivisinta ja 1990-luvulla tapahtunut muutos on todella suuri. Tätä ennen tuloksissa näkyy enemmän virtausten ja tuulten aiheuttamat muutokset kuin tehtaan aiheuttama kuormitus alueella.

Kaikkien kolmen tehtaan lähivesien laatu siis poikkeaa merkittävästi referenssiveden laadusta ja niissä on tapahtunut selviä, kuormituksen laskusta aiheutuneita positiivisia muutoksia.



Kuva 5. DPLS: Referenssipisteen, Vuoksen ja kolmen järvipisteen erottuminen toisistaan. A) 1. ja 2. PLS-komponentti ja B) 1. ja 3. PLS-komponentti. Ellipsi on puhtaan veden (piste 22) monimuuttujainen 95 %:n luottamusalue. Kuvaan on projisoitu havaintopaikkojen piste- arvot joka toiselta vuodelta sen tulkinnan selkeyttämiseksi.

Käyttäen nyt mallinnuksessa mukana olleita muuttujia ja diskriminoivaa PLS:ää, joka on tehokas luokittelumenetelmä, ei eri tehtaiden edustojen vedenlaatua voida enää 1990-alkupuolelta alkaen erottaa selvästi toisistaan. Erityisesti tutkimusjakson loppupuolella 1990-luvulla tämä erottelukyky häviää lähes kokonaan ja kaikkien kolmen alueen veden laadut lähenevät toisiaan.

Kauempaan jätevesien purkupai-koista olevien havaintopaikkojen veden laadun kehitystä on seurattu projisioi-

malla niiden havainnot edellä esitettyyn malliin (kuva 5, huom: kuvan 4 ja 5 akselien asteikot ovat vertailukelpoiset). Kaukaan länsipuolella sijaitsevan havaintopaikan (piste 1) veden laatu on saman tyyppistä kuin puhtaan referenssialueen vesi (piste 22). Pitoisuusarvot ovat happipitoisuutta lukuunottamatta kuitenkin hieman referenssialueen havaintopaikan pitoisuusarvoja suurempia. Piste 1 havainnot ryhmittyvät referenssipaikan 95 %:n luottamusalueen sisäpuolelle, mutta sen

reunalle. Saman mallin mukaan Kaukaan jätevesien vaikutusalueella olevan pisteen 17 vesi on ollut laadultaan selvästi referenssialuetta heikompaa. Aktiivilietelaitoksen käyttöönotto vuonna 1992 on parantanut veden laatua myös tässä pisteessä. Suur-Saimaan selkävessillä (piste 21) vesi on 1980-luvulla poikennut jonkin verran referenssialueen veden laadusta ja tähän on vaikuttanut eniten veden väri- ja ravinnearvot sekä happipitoisuus. Nämä arvot paranevat selvästi 1990-luvulla ja havainnot ryhmittyvät referenssipaikan 95 %:n luottamusalueen sisäpuolelle.

Vuoksessa (piste 61) vesi on ollut koko ajan Haukiselän (piste 17) vettä parempaa, mutta jonkin verran selkävessien ja referenssipaikan vettä huonompaa. 1990-luvulla veden laatu on kaikkien muuttujien suhteen kuitenkin koko ajan hieman parantunut (kuva 5A). Kuvassa 5B vuosina 1984-86 näkyvän siirtymän on aiheuttanut sameuden ja pH:n nousu. Syinä tähän ovat olleet muut tekijät kuin jätevedet. Uusien jätevedenpuhdistamoiden käynnistymisen jälkeen myös Vuoksen veden laatu käy vuonna 1994 referenssipisteen 95 %:n luottamusalueella.

Yhteenveto

Suomessa vesistöjen tilan muutoksia seurataan yleensä hyvinkin systemaattisten mittausten avulla. Mittausmenetelmät ja mitattavat muuttujat ovat keskenään vertailukelpoisia tai sellaisiksi muunnettavissa hyvinkin pitkiltä aikajaksoilta. Vesistö on kuitenkin luonteeltaan monimuuttujainen systeemi, jonka tilan kehityksen tarkastelu tulisi perustua useiden muuttujien, tekijöiden, yhtäaikaiseen havainnointiin. Monimuuttujamentelmät on kehitetty erityisesti tällaisen aineiston mallintamista varten, mutta niiden käyttö ympäristöön liittyvien mittausten tulkin- nassa on Suomessa vielä suhteellisen harvinaista. Eteläisen Saimaan vesistön tilan monimuuttujaista tarkastelua perustuen mm. sen kuormitustietoihin on kuitenkin tehty aikaisemminkin (Sääksjärvi ym. 1989, Mujunen ym. 1996).

Nyt tehdyillä malleilla pyrittiin kuvaamaan eteläisen Saimaan veden laadussa sekä kuormituksessa tapahtu-

neita muutoksia. Alkuperäinen laaja materiaali (yhdeksi havaintopisteeltä mitattu alkuperäinen aineisto saattoi sisältää jopa 10 000 määrittelytulosta) tiivistettiin asiantuntemukseen perustuen noin 300 keskiarvoon mallin stabiloimiseksi. Monimuuttujamenetelmillä tieto tiivistettiin edelleen ja visualisoitiin kokonaiskuvan saamiseksi helposti tulkittavaan muotoon. Paitsi tiedon tiivistämisen, niin käytetyt mallinnusmenetelmät tarjoavat myös mahdollisuuden tarkastella esimerkiksi prosessimuutosten aiheuttamaa muuttujien keskinäisen korrelaatorakenteen muutosta ja sen merkitystä.

Tuloksista selkein on uusien jätevedenpuhdistamoiden myötä tapahtunut kuormituksen merkittävä lasku 1990-luvulla, mikä näkyy koko tutkimusalueen veden laadussa. Aivan viime vuosina tuotannon kasvaessa on tehtailta tuleva kuormitus alkanut hitaasti nousta. Tämän pienen kuormituksen kasvun

ei kuitenkaan voida mallien mukaan katsoa aiheuttaneen merkittävää taantumista jätevesien purkualueilla. Referenssinä pidetyn pisteen veden pysyminen samankaltaisena koko tutkimusjakson ajan indikoi alueelle Suur-Saimaalta tulevan veden laadun pysymistä verrattain muuttumattomana.

Tässä esitetyllä monimuuttujaisella tarkastelulla saatiin kohtuullisen kattava yleiskuva alueen veden laadusta ja sen pääasiallisten kuormittajien muutoksista. Monimuuttujaisia menetelmiä voidaan tämän tutkimuksen mukaan soveltaa vesistön tilan kehityksen arviointiin ja jopa sen ennustamiseen kuormitustietojen perusteella.

Kirjallisuus

Haario, H. & Taavitsainen, V.-M., 1991. Data Analysis Toolbox for use with MATLABM. User's Guide. Control CAD Oy: Espoo, Finland.

Kourti, T. & MacGregor, J. F., 1995. Process ana-

lysis, monitoring and diagnosis, using multivariate projection methods, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 28, 3-21.

Massart, D.L., Vanderginste, B.G.M., Buydens, L.M.C., de Jong, S., Lewi, P.J. & Smeyers-Verbeke, J., 1997. *Handbook of Chemometrics and Qualimetrics, Part A*. Elsevier.

Massart, D.L., Vanderginste, B.G.M., Buydens, L.M.C., de Jong, S., Lewi, P.J. & Smeyers-Verbeke, J., 1998. *Handbook of Chemometrics and Qualimetrics, Part B*. Elsevier.

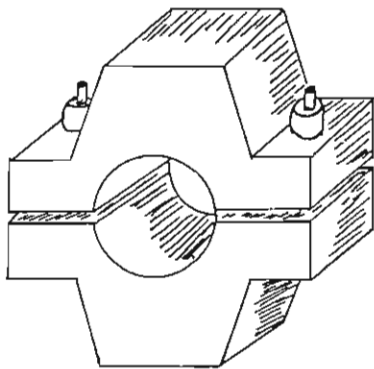
MATLAB, Reference Guide, The Math Works, Inc., USA, 1993.

Mujunen, S.-P., Minkkinen, P., Holmbom B. & Oikari, A., 1996. PCA and PLS methods applied to ecotoxicological data: Ecobalance project. *J. Chem.* 10, 411-424.

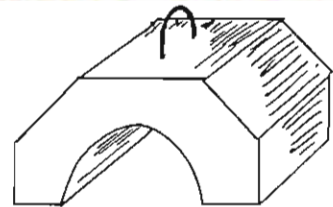
Sääksjärvi, E., Khalighi, M. & Minkkinen, P., 1989. Waste Water Pollution Modelling in the Southern Area of Lake Saimaa, Finland, by the SIMCA Pattern Recognition Method. *Chemom. & Int. Lab. Systems*, 7 171-180.



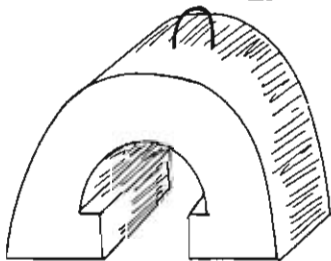
BETONIPAINOJA PEH-PUTKIENTEN VESISTÖIHIN UPOTTAMISTA VARTEN



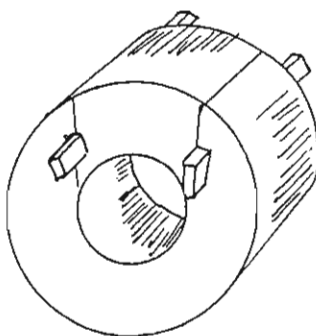
FLEXIPAINO



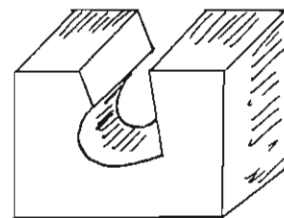
MAAKAASUSATULAPAINO



SATULAPAINO



PUUKIILAPAINO



KUUTIOPAINO

MUOTTIPOJAT JA SEMENTTI OY

Puh. 03 7531393, 7532375 Fax 03 7535796

UUSI RAPUSTRATEGIA

Kalatalousviranomaiset määrittivät vuonna 1989 ne periaatteet, joiden mukaisesti rapuvesiä tulee hoitaa. Täplärapuistutukset ohjattiin Etelä-Suomessa Kokemäenjoen vesistöalueelle, osaan Kymijoen vesistöaluetta sekä näiden eteläpuolisiin vesiin. Toistakymmentä vuotta palvellut rapustrategia päivitettiin vuonna 2000. Sen tavoitteena on nostaa rapuvesiemme tuotto moninkertaiseksi.



Ari Mannonen

tutkija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

E-mail: ari.mannonen@rktl.fi

Kirjoittaja on Raputietokeskus -hankkeen vetäjä. Hän toimi kalataloushallinnon rapustrategiaa uudistaneen työryhmän sihteerinä.

Uusittu rapustrategia toimii pelisääntöinä, jotka kaikki osapuolet, niin vesienomistajat, neuvontajärjestöt kuin viranomaisetkin ovat valmiita hyväksymään. Strategian päivityksestä vastanneet TE-keskukset ovatkin jo uuteen järjestelmään sitoutuneet. Rapustrategialla on neljä keskeistä tavoitetta: rapuvesien paras mahdollinen tuotto, täpläravun hallittu kotiuttaminen, jokiravun elinalueen turvaaminen sekä rapuruton ja muiden raputautien leviämisen ehkäiseminen.

Pelissäntöjen päivitys tuli ajankohdattaiseksi muun muassa siitä syystä, että Saimaan vesistöön, vuoden 1989 strategian täplärapualueen ulkopuolelle, oli myönnetty täplärapujen kotiutuslupia. Lisäksi oli olemassa lukuisia vahvoja

viitteitä siitä, että luvattomia täplärapuistutuksia oli tehty harvakseltaan lähes koko Etelä- ja Keski-Suomen alueelle. Luvattomien istutusten laajuutta ja siten täpläravun todellista levinneisyysaluetta ei tunneta. Täplärapujen istuttaminen Vuoksen vesistöön sekä itäisiin rajavesistöihin aiheuttaa uhan sekä täpläravun että rapuruton leviämisestä Venäjän puolelle.

Rapustrategian mukainen täplärapualue

Vuonna 2000 täplärapualueetta laajennettiin siten, että täplärapualueeseen sisällytettiin Kymijoen vesistöalueella Hartolan ja Sysmän kalastusalueilla sijaitseva Sysmän reitti. Vuoksen vesistö-



Kuva 1. Täplärapun (vasemmalla) erottaa jokiravusta (oikealla) saksen taiveessa olevasta vaaleasta täplästä (Kuva J. Tulonen).

alueella täplärapualueeseen sisällytettiin Etelä-Saimaan Kyläniemen eteläpuoliset vesistöalueet. Vuoksen vesistöalueella tehtyjen lisäysten seurauksena jouduttiin vesistöaluerajoista täplärapualueen pohjana osin luopumaan. Uusitun strategian mukainen täplärapualue on merkitty karttaan kuvassa 2.

Täplärapuistutusten ohjaus

Täplärapuistutuksia sallitaan vain vesistöissä, missä ne eivät välittömästi vaarana tuottavia tai elvytettävissä olevia kotimaisen ravun kantoja. Istutusluvan myöntää työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousyksikkö (KL

§ 121). Jos rapurutto tuhoaa vesistön jokirapukannan, tulee elvytysistutuksiin käyttää ensisijaisesti kotimaista jokirapua.

Jokiravun suojele täplärapualueella

Uusille täplärapualueille on kalastusalueiden tehtävä ennen kotiutuslupien myöntämistä rapuvesien käyttö- ja hoitosuunnitelmat, missä määritetään vesistöt, joihin täplärapua voidaan kotiuttaa ja vesistöt, joiden raputaloutta kehitetään jokiravulla.

Täplärapualueella tulee työvoima- ja elinkeinokeskusten yhteistyössä kalastusalueiden kanssa laatia suunnitelma jokiravun suojelemiseksi.

Luvattomien istutusten rangaistavuus

Luvattomia rapuistutuksia on käytännössä vaikeata rajoittaa nojautumalla pelkästään kalastuslain 109 §:n säännöksiin vaaran aiheuttamisesta kalavedelle. Sen vuoksi ilman kalastuslain 121 §:n mukaista lupaa tehty kotiutus- tai siirtoistutus tulisi säätää rangaistavaksi teoksi. Maa- ja metsätalousministe-

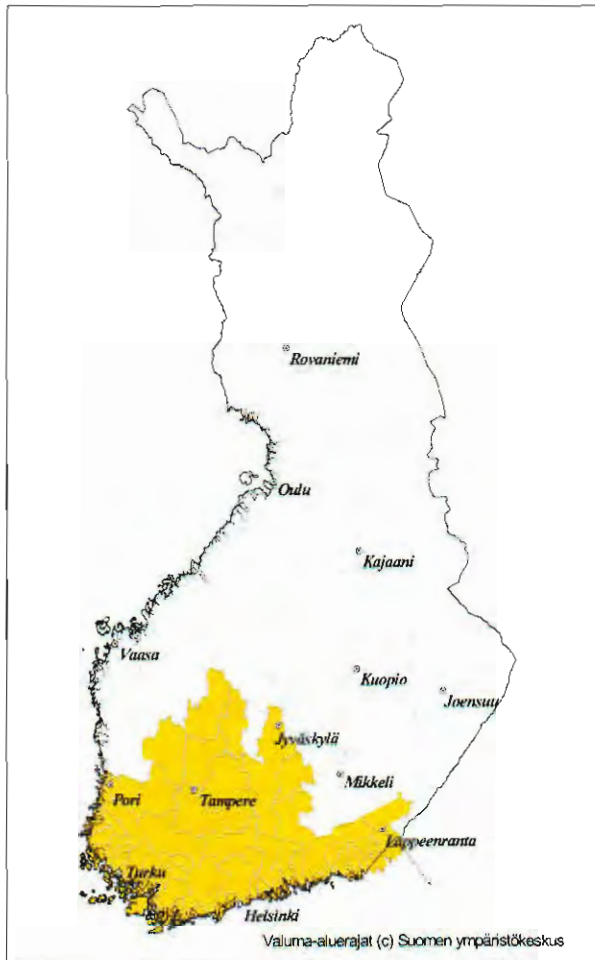
Rapulajit ja niiden levinnäisyys

Suomessa esiintyy kaksi taloudellisesti merkittävää rapulajia: kotoperäinen jokirapu (*Astacus astacus*) ja vierasperäinen täplärapu (*Pacifastacus leniusculus*). Näiden lisäksi maan kaakkois- ja itäosissa on satunnaisesti tavattu kapeasaksirapua (*Astacus leptodactylus*). Kapeasaksiravun tämänhetkisestä esiintymisestä Suomen vesissä ei ole tietoa.

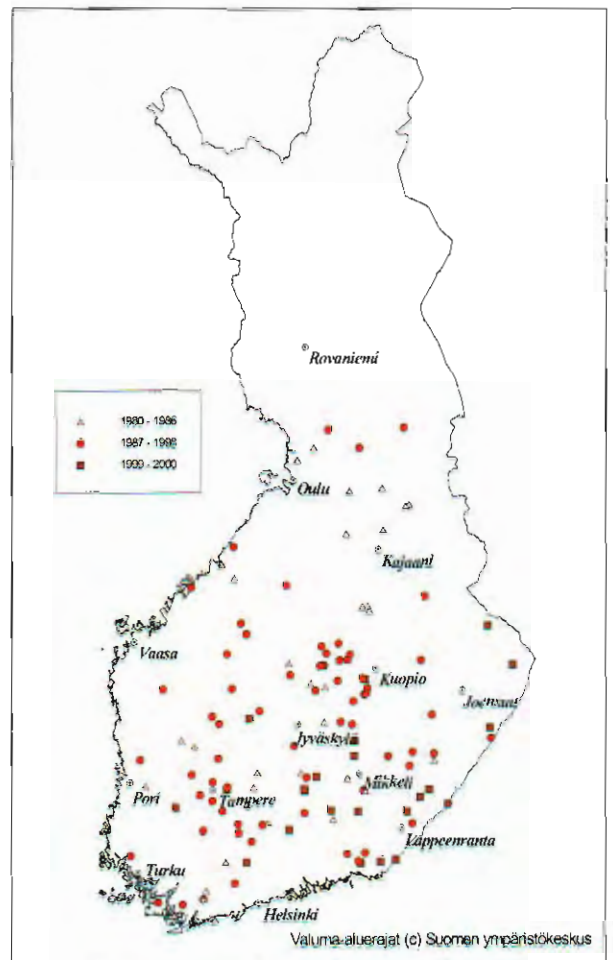
Jokiravun luontaisena levinneisyysalueena on ollut ainoastaan Etelä-Suomi, levinneisyysalueen pohjoisraja kulki sata vuotta sitten suunnilleen linjalla Kaskinen – Mikkeli – Lappeenranta. Istutuksien jokiravun levinneisyysaluetta on kyetty laajentamaan napapiirin pohjoispuolelle saakka. Suomessa sijaitsevat maailman pohjoisimmat tunnetut rapujen esiintymisalueet.

Suomen vuotuinen rapusaalis on viime vuosina ollut 1,9–3,7 miljoonaa kappaletta. Täplärapujen osuutta kokonaissaaliista ei ole selvitetty, mutta vuoden 1997 saaliissa niiden osuuden arvioitiin olleen vasta muutamia prosentteja eli alle 200 000 kappaletta. Täplärapusaalista ei toistaiseksi tilastoida erikseen, mistä johtuen sen tarkempaa suuruutta ei tiedetä. Vuoden 1997 jälkeen on täplärapujen osuus ainakin kaupan olevista ravuista näyttänyt kuitenkin merkittävästi kasvaneen.

Täplärapu on kotoisin Pohjois-Amerikasta, Kalliovuorten länsipuolelta. Sitä on istutettu Suomen vesiin vuodesta 1967 alkaen tiettävästi jo yli 300 veteen. Useimmat täplärapuistutuksista on tehty vasta 1990 luvun aikana. Täplärapuistutukset ovat suuntautuneet jokiravun alkuperäiselle levinneisyysalueelle – usein parhaisiin entisiin jokirapuveisiin. Useimmat täplärapuistutukset ovatkin onnistuneet hyvin, mutta etenkin reittivesissä saadaan rapujen levittäytymistä ja pyyntivahvojen kantojen muodostumista koko vesistöön odottaa ehkä pitkäänkin. Rapukantojen kehittymiseen istutusten jälkeen kuluu useita vuosia. Istutuksien aikaansaadut kannat rajoittuvat lähinnä Etelä-Suomeen. Saaliiden kasvunopeutta on vaikea ennustaa, mutta nykyistenkin täplärapuistutusten seurauksena rapusaaliiden odotetaan tulevaisuudessa nousevan vuosisadan takaisten huippusaaliiden tasolle.



Kuva 2. Kalataloushallinnon uudistetun rapustrategian mukainen täplärapualue.



Kuva 3. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa sekä Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitoksessa vuosina 1980 – 2000 määritetyt rapuruttotapaukset.

riön tulee huolehtia siitä, että luvattomat istutukset lisätään kalastuslain 107 §:ssä olevaan rangaistavien rikkomusten luetteloon.

Ravunviljelyn luvanvaraisuus

Rapujen viljely ja varastointi altaissa tulee saattaa luvanvaraiseksi tautiriskien ja rapujen karkaamisen vuoksi. Ravunviljelyä ei tulisi saada aloittaa hyvien rapuvesien yläpuolisissa vesistöissä muista vesistöistä peräisin olevilla emoravuilla. Työvoima- ja elinkeinokeskusten ei tule myöntää rakennetukea täplärapun viljelyyn täplärapualueen ulkopuolella.

Rapustrategian merkitys

Rapustrategian suurin merkitys lienee,

että yhdessä sovittujen, selkeiden pelisääntöjen seurauksena kalavesien omistajat uskaltavat panostaa rapuvesien hoitoon niin täplärapualueen sisä- kuin ulkopuolellakin. Täplärapualueella voidaan ravustusmahdollisuuksia lisätä istuttamalla täplärapuja sellaisiin vesiin, joihin jokirapuistutukset eivät ole tuottaneet tuloksia. Soveliaissa täplärapuvesissä täplärapukannan riittävän tehokas hyödyntäminen mahdollistaa myös sivutoimisen ravustuksen sekä ravustusmatkailun. Myös heikot ja kohdalliset rapukannat voivat olla taloudellisesti tuottavia ja paikallisesti merkittäviä virkistysravustuskohteita.

On olemassa riski, että luvalliset ja luvattomat täplärapuistutukset heikentävät pitkällä tähtäyksellä jokirapukantojen selviytymismahdollisuuksia jokirapun luontaisella levinneisyysalueel-

la. Rapuruton, täplärapun ja elinympäristön vähittäisen muuttumisen yhdessä aiheuttama jokirapun elinalueiden kapenemisen ja kantojen pirstoutumisen ehkäisy on yksi raputalouden suurimmista haasteista tulevaisuudessa. Pirstoutuneet ja heikot kannat ovat alttiimpia eri tekijöiden satunnaisille vaihteluille. Jokirapukantojen määrän pysyminen ennallaan edellyttää, että jokirapukantoja elpyy joko itsestään tai ihmisen toimesta samaa vauhtia kuin rapuruton ja muiden syiden seurauksena tuhoutuu. Kehittyviä jokirapukantoja on oltava riittävä määrä, sillä jokirapukantojen kehittyminen on etenkin karuissa latvavesissä hidasta. Pitkällä tähtäyksellä tärkein toimenpide tuottavien jokirapukantojen säilyttämiseksi on täplärapujen hallitsemattoman leviämisen ehkäiseminen, sillä täplärapukannan

poistaminen vesistöistä on käytännössä mahdotonta. Mikäli rapustrategia ei riittävästi huomioi todellista tilannetta, kasvaa riski, että täplärapuistutukset riistäytyvät viranomaisten kontrollista.

Näiden syiden vuoksi on ollut välttämätöntä laatia sellainen raputaloudellinen ohjelma, jonka avulla maamme raputaloutta kyetään jatkossakin kehittämään kahden taloudellisesti merkittävän rapulajin pohjalta. Laajojen täplärapuistutusten myötä on nähtävissä mahdollisuus ravustuksen ja raputalouden merkityksen voimakkaaseen kasvuun. Täpläravusta saattaa tulla

taloudellisesti jokirapua merkittävämpi rapulaji. Tämä saattaa kuitenkin näkyä lajien arvostuksen ja niistä maksettujen hintojen nykyistä voimakkaampana eriytymisenä. Jokirapukantojen turvaaminen on maamme kotoperäisen lajin suojelun ohella myös virkistyksestä ja taloudellisesti arvokkaan pyynnin turvaamista.

Kirjallisuus

TE-keskusten työryhmä, Mannonen, A., Halonen, T. 2000. Kalataloushallinnon rapustrategia. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 47:1-44.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. & Mannonen, A. 1998. Rapuvedet tuottaviksi. Riistan ja kalantutkimus. Helsinki 1998. 152 s.

Westman, K. & Nylund, V. 1985. Rapu ja ravustus. Weiling+Göös, Espoo, Finland. 173 s.

Westman, K., Hakulin, K., Järvenpää, T., Kilpinen, K., Kirjavainen, J., Lahti, E., Nylund, V. & Rimaila-Pärnänen, E. 1991. Raputautityöryhmän muistio. Työryhmämuistio MMM 1991: 6, 97 s. + 17 liites.

Rapukuolemat

Rapukuolemien merkitys Suomen raputaloudelle

Rapurutto saapui Suomeen vuonna 1893, minkä jälkeen rapusaaliit romahtivat noin 15 – 20 milj. kappaleen huippusaaliista nopeasti vain muutamiin miljooniin kappaleisiin. Elvytysyrityksistä huolimatta maamme rapusaalista ei ole saatu palautettua rapuruttoa edeltäneelle tasolle. Monissa vesistöissä rapurutto onkin vierailut jo useita kertoja ja mättänyt rapukantojen elvytykseen tehdyn työn. Useat nykyisistä parhaista jokirapukannoista ovat peräisin 50–60 lukujen tai sitäkin myöhäisemmistä istutuksista. Rapuruton aiheuttamien nykyisten taloudellisten vahinkojen merkityksen arvioiminen on erittäin ongelmallista. Brofeldt arvioi jo vuonna 1925 vuosien 1910–1925 välisen menetyksen rapusaaliissa olleen 150 milj. rapua eli nykyhinnoin noin 1 500 milj. markkaa.

Rapurutto on leväsieniin kuuluvan rapuruttosienen (*Aphanomyces astaci*) aiheuttama vakava raputauti. Kuitenkin monin paikoin jokirapukantojen heikkenemistä tai joukkokuolemia ovat rapuruton sijasta aiheuttaneet muut syyt kuten vesistöjen säännöstely, jokien perkaukset, vesien rehevöityminen ja happamoituminen sekä mahdollisesti muut raputaudit kuin rapurutto. Mikäli rapukuoleman tai rapukannan heikkenemisen syynä ei ole rapurutto, ovat molemmat rapulajit todennäköisesti yhtä alttiita sen aiheuttajalle.

Täplärapu kotiutettiin Suomen vesistöihin koska täplärapukannat kestävät rapuruttoja, toisin kuin jokirapukannat. Parempaan rutenkestävyyden käänköpuolena on, että tartunnan saatuaan täpläravut voivat toimia taudinkantajina. Rapurutto on tällaisissa täplärapukannoissa krooninen ja ne voivat toimia rapuruton sekä suorana että epäsuorana levittäjänä lähialueiden jokirapukantoihin. Usein täplärapuistutukset voivat olla ainoa keino alueen raputalouden elvyttämiseksi, mutta ruttotartunnan saatuaan täplärapukannat muodostavat tuottavuutensa vastapainoksi pysyvän uhan alueen jokirapukannoille. Täplärapukannan ruttottomuuden luotettava toteaminen nykyisellä diagnostiikalla on epävarmaa. Näistä syistä johtuen tulee täplärapuja aina kohdella sillä varovaisuudella kuin ne olisivat rapuruton kantajia.

Rapukuolemat 1980 ja -90 luvuilla

1980 ja -90 luvuilla raputautimäärityksiä on tehty lähinnä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa (RKTL) sekä Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitoksessa (EELA). EELA:ssa määritettyjen rapuruttotapausten vuosittainen lukumäärä on vuosina 1987-1998 keskimäärin ollut alle viisi tapausta vuodessa. Yhteensä EELA:ssa määritettyjä rapuruttotapauksia on näinä vuosina ollut 56 kpl. Toisaalta työvoima- ja elinkeinokeskusten ja ympäristökeskusten ilmoitusten mukaan on rapukuolemia vuosina 1987–1998 ollut yhteensä 92 kpl (kuva 3). Kalastusalueille ja kalastuskuntiin eri aikoina tehtyjen kyselyiden tulosten perusteella päästään vieläkin korkeampaan määrään rapukuolemia. On ymmärrettävää, että rapukuolemia esiintyy enemmän kuin määritettyjä rapuruttotapauksia. Joissakin tapauksissa rapukuoleman syy on ollut joku muu kuin rapurutto tai luotettava tautimääritystä ei esimerkiksi näytteen laadun vuoksi ole kyetty tekemään. On myös yleistä, että kun rapukuolema havaitaan, ei vesistöissä ole jäljellä eläviä rapuja pyydetäviksi tautimäärityksiä varten. Näistä syistä johtuen rapukuolemien vuosittainen määrä eri lähteiden perusteella vaihtelee paljon, eikä yhtenäistä ja selkeää kuvaa rapukuolemien ja rapuruton vuosittaisesta määrästä ole muodostettavissa.



Jorma Rytönen

tekn.lis., erikoistutkija
VTT valmistustekniikka
E-mail: jorma.rytonen@vtt.fi
Kirjoittajan johtaman VTT:n meriliikenne- ja ympäristöryhmän tavoitteena on edistää Itämeren merenkulun turvallisuutta ja meriympäristön suojelua.



Tuula Kohonen

fil.maist., tutkija
Saaristomeren tutkimuslaitos, Turun yliopisto
E-mail: tuula.kohonen@utu.fi
Kirjoittaja on toiminut ympäristö- ja merigeologian tutkimusprojekteissa aihealueena erityisesti rannikon sedimentaatioprosessit ja ihmistoiminnan vaikutukset sedimentin laatuun.

Joonas Virtasalo

geol.yo., tutkimusapulainen
Saaristomeren tutkimuslaitos, Turun yliopisto
E-mail: joonas.virtasalo@utu.fi
Kirjoittaja valmistele pro gradu -tutkielmaa laivaliikenteen ja luonnollisten virtausten vaikutuksista merenpohjan sedimentaatio-olosuhteisiin.

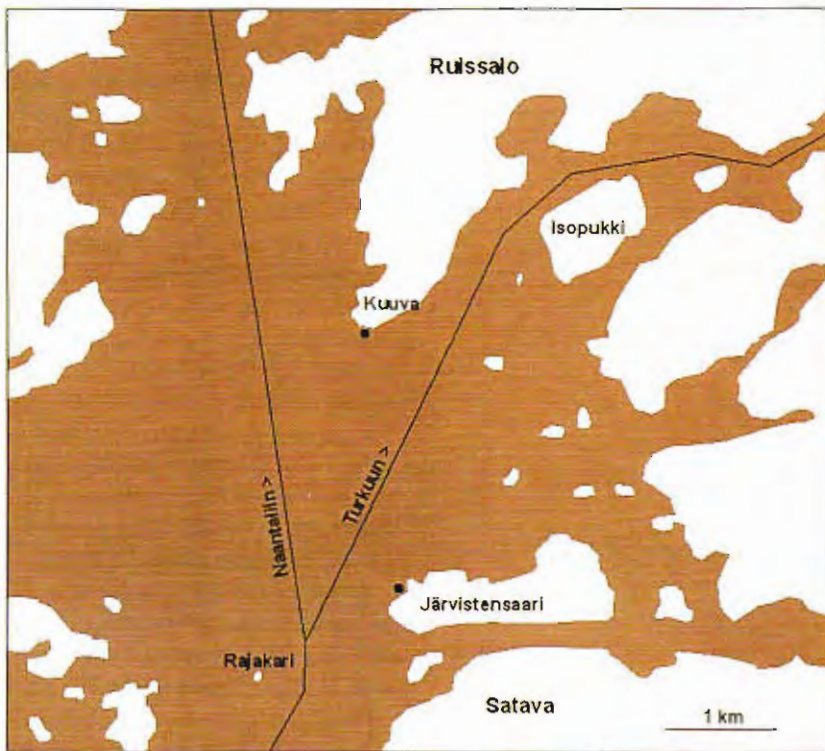
LAIVALIIKENTEEN AIHEUTTAMA EROOSIO POHJOIS- AIRISTOLLA

Laivaliikenne aiheuttaa voimakkaita virtauksia Turun edustan matalilla vesialueilla. Rantamatalan virtaus- ja aaltohäiriötä tutkittiin keväällä 2000 kahdessa kohden Airistoa. Mitatut virtausnopeuksien maksimi-arvot olivat 40...50 cm/s. Huomattavaa eroosiota ja löyhien sedimenttien resuspensiota tapahtui rannan tuntumassa, mikä saattaa vaikuttaa mm. silakan kutuolosuhteisiin. Virtausten ja aaltoliikkeen vaikutuksesta veden kiintoaineksen määrä tutkituilla kuturannoilla kasvoi alusten ohitustilanteissa jopa yli kaksinkertaiseksi Pohjois-Airiston keskimääräisiin pitoisuuksiin verrattuna. Suurimmat kiintoainespiikit olivat lyhytaikaisia, mutta ylittivät vesi- ja ympäristöhallituksen laatuluokan II (8mg/l) lukuisia kertoja päivässä.

Turun edustan merialueet, erityisesti Airiston selän lähialueet ovat perinteisesti olleet tärkeitä silakan kutualueita. Silakan on todettu kutevan aivan kaupungin vesialueiden tuntumassa (Rajasilta ym. 1986, Rajasilta ym. 1993). Ruissalon ulkopuoliset alueet ja satamaan johtavan laivaväylän reuna-alueet ovat olleet merkittävässä ase-

massa. Kutualueet sijaitsevat varsin matalassa vedessä. Tyypillinen kutupohja ulottuu jopa aivan rantamatalasta korkeintaan muutaman metrin vesisyvytyteen.

Viime vuosina on silakan havaittu taantuneen tuntuvasti Saaristomerellä. Vaikka silakkakantojen tiedetään vaihtelevan paljonkin eri vuosina ja tiettyä



Kuva 1. Näyteasemien sijainti Kuuvannokan ja Järvistensaaren edustalla.

pitkän aikavälinkin kannanvaihtelua on olemassa, on taantumisen aiheuttanut huolestumista sekä kalastajien että ympäristöasiantuntijoiden keskuudessa.

Yhtenä selittävänä tekijänä on pidetty Saaristomeren rehevöitymistä ja perinteisten kutualueiden liejuuntumista (Kääriä ym. 1988). Vesimassassa esiintyvä runsas kiintoaines laskeutuu pohjalle peittäen pohjaa ja pohjakasvillisuutta ja mahdollisesti myös estää kudun kehittymistä. Turun edustan tarkkailututkimuksissa on esimerkiksi Ruissalon eteläpuolella todettu joissakin kohdin ranta-alueita voimakasta liettymistä, jonka on epäilty haittaavan kutualueita. Liettymistä aiheuttaviksi tekijöiksi on arveltu mm. laivaliikenteen aiheuttamaa virtausta ja aallokkoa sekä Airstolla olevalta läjitysalueelta mahdollisesti virtausten mukana kulkeutuvaa sedimenttiä.

Aallot ja virtaukset

Pohjois-Airstolle rakennettiin ohitse kulkevien alusten aaltojen mittaamiseksi kolmijalkainen metallikehikko, jonka yläpään kiinnitettiin kapasitiiv-

vinen aaltoanturi. Kolmijalkaan kiinnitettiin myös akustinen virtausnopeusanturi, ADV. Virtausnopeusanturi mittasi virtausnopeuden kaikki kolme nopeuskomponenttia, jolloin saatiin käsitys ohittavan aluksen aiheuttamasta virtaushäiriöstä rannan tuntumassa ja laiva-aaltojen aiheuttamasta virtauksen vaihtelusta.

Järvistensaaren mittauskohde sijaitsi välittömästi alueelle rakennetun keinotekoisen kutualustan läheisyydessä. Virtausmittari asennettiin kolmijalkaan



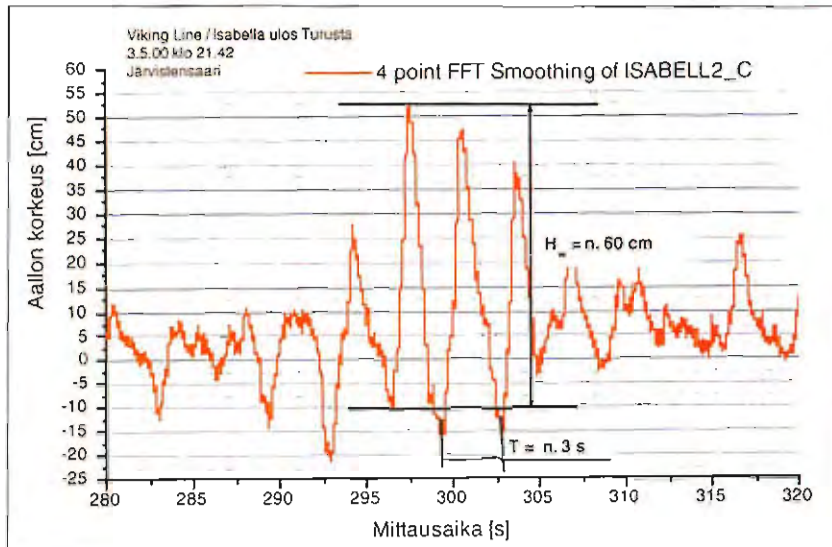
Kuva 2. Aalto- ja virtausanturin mittaustietokone sijaitsi rannalla. (Kuva VTT 2000)

siten, että mitatut nopeuskomponentit edustavat nopeusarvoja noin 10 cm pohjan yläpuolella. Vesisyvyys mitauskohteessa oli noin 1,5 m. Ranta syvenee nopeasti tasoon -40 m. Merkillä pantavaa on mittauskohteen sijainti lievästi kaarevan rantaviivan keskellä. Rannan edusta oli hiekkaa ja soraa, joskin kalliainen ranta indikoi varsin ohutta sedimenttipatjaa rannan lähellä.

Mittaukset suoritettiin siten, että rannalla olevat mittaustietokoneet käynnistettiin aluksen ohittaessa mittauspisteen. Mittaus pidettiin käynnissä aaltojen osuessa rantaan ja katkaistiin joitakin minuutteja viimeisten laiva-aaltojen tulosta. Joitakin mittauksia jatkettiin kauemmin, jotta saataisiin esille häiriön kesto rantavyöhykkeellä. Aallokon ja virtausnopeusanturin lukutaluuksina käytettiin 100 ja 25 näytettä/kanaava/s, vastaavasti.

Pohjois-Airstolla Järvistensaaren ja Kuuvan edustalla suoritettujen mitausten nojalla todettiin, että ohi ajavat alukset voitiin aallonmuodostuksen ja virtausvaikutuksiansa johdosta jakaa kahteen ryhmään: suuret matkustajalukset, joita ko. mittaajaksolla edustivat Viking Isabella ja Silja Europa, sekä muut alukset.

Suurten matkustajalautojen aiheuttama maksimiallonkorkeus oli Järvistensaarella luokkaa 50...60 cm ja aaltojen periodi 3...4 s. Tyypillisesti aluksista etenivät rantaan ensin aluksen keula-aallot ja sitten peräaallot. Joissakin tapauksissa todettiin myös kolmas häiriöaaltoryhmä.



Kuva 3. Esimerkki aluksen aiheuttamasta häiriöaalosta.

Rinnan laiva-aaltojen kanssa mitauksissa todettiin aluksen nk. uppoumavirtauksesta johtuva äkillinen vedenpinnan alenema, joka maksimissaan oli luokkaa 20 cm. Äkillisestä vedenpinnan alenemasta seurasi varsin pitkäperiodinen (60...80 s) väimenevä heilahtelu, joka nosti rannan edustalla mitattuja virtaustasoja, ja vaikutti sekoitavasti alueen virtaustilaan useiden minuuttien ajan. Mitatut virtausnopeuksien maksimiarvot Järvistensaareissa olivat luokkaa 40...50 cm/s. Mittauspiste sijaitsi rannan edustalla 1,5 m syvyydessä vedessä, noin 10 cm pohjan yläpuolella.

Muiden alusten aiheuttamat aallot olivat tyypillisesti korkeintaan 20 cm korkeita ja periodiltaan 1,5 – 2,0 s. Toisaalta niiden aiheuttamat virtausvaikutukset rannalla olivat myös varsin suuria, 20...50 cm/s.

Kuvassa suoritetuissa mitauksissa todettiin suurimmat aallonkorkeudet ja virtaushäiriöt alusten saapuessa Turkuun. Sen sijaan Turusta ulossuuntautuneen liikenteen aaltohäiriöt jäivät vähäisiksi, joskin uppoumavirtauksista aiheutui voimakkaita oskilloivia ja pitkäkestoisia pyörteitä rannan edustalle. Kuvassa virtausmittari sijoitettiin 1,9 m syvyyseen veteen, ja anturin mittapää sijaitsi 10 cm pohjan yläpuolella.

Suurimmat mitatut aallonkorkeudet aiheutuivat myös Kuvassa suurim-

nistä autolautoista ollen luokkaa 40 cm. Maksimivirtausnopeuden arvot olivat luokkaa 40...45 cm/s.

Vertailu aiempiin mittauksiin

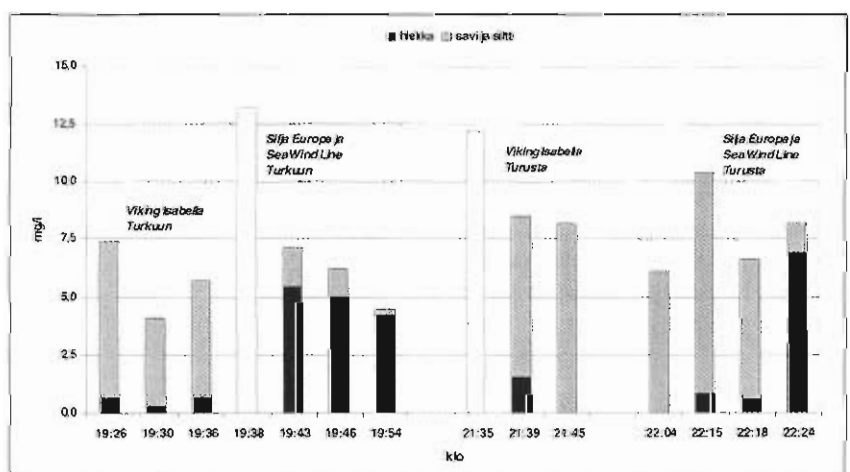
Laivojen aiheuttamia aaltoja ja virtauksia on kuvattu myös lähteessä Daleke et al. 1989: Tukholman saaristossa suoritettiin Furusundin väylällä mittauksia kolmessa kapeikossa, Stabo Uddessa, Björnhuvudissa ja Marössa. Stabo Uddessa alukset kulkivat 150 – 200 m etäisyydellä rannan mittauspisteestä, kun molemmissa jälkimmäisissä mittauspisteissä etäisyys oli noin 300 m. Mita-

tut alukset olivat kaikki senaikaisia matkustajalautoja.

Mittauksissa todettiin, että alusten kulkiessa noin 12...14 solmun nopeudella mitattiin Stabo Uddessa aallonkorkeuksia 0,2 – 0,45 m. Periodit vaihtelivat välillä 2,1 – 2,8 s. Imuvaikutuksen havaittiin olevan jyrkkäpiirteisellä rannalla noin 5...20 cm tapauksesta riippuen. Björnhuvudin mitauksissa saatiin samoille aluksille hieman pitemmät periodit, 2,4 – 3,7 s. Periodialueen kasvaminen aiheutui suuremmista alusnopeuksista, jotka tällöin olivat luokkaa 15 – 17 solmua. Mitatut aallonkorkeuden arvot olivat varsin samansuuruisia Stabo Udden kanssa, 0,1...0,4 m vedenpinnan aleneman ollessa 0...20 cm.

Suurimmat aallot mitattiin Marössa, jossa suurimmat aallonkorkeudet olivat 80 – 85 cm alusnopeuksilla 14 – 21,8 solmua. Aaltojen keskimääräinen periodi oli aluksesta ja nopeudesta riippuen rajoissa 3,6 – 4,8 s. Vastaavasti imuvaikutus kasvoi ja aiheutti rannalla äkillisen vedenpinnan aleneman, luokkaa 0...30 cm.

Rantaan murtuvista aalloista ja imuvaikutuksista arvioitiin ko. lähteessä myös maksimivirtausnopeuksia rannalla. Aaltojen aiheuttamiksi maksimivirtausnopeuksiksi Stabo Uddessa arvioitiin 0,57 – 1,29 m/s, ja imuvaikutuksen arvioitiin aiheuttavan 0,39 – 1,77 m/s virtausnopeuksia. Björnhuvudissa laskennalliset virtaukset todettiin olevan 0,2...0,8 m/s, paitsi yhdessä tapauksessa missä 15,7 solmua kulkeva

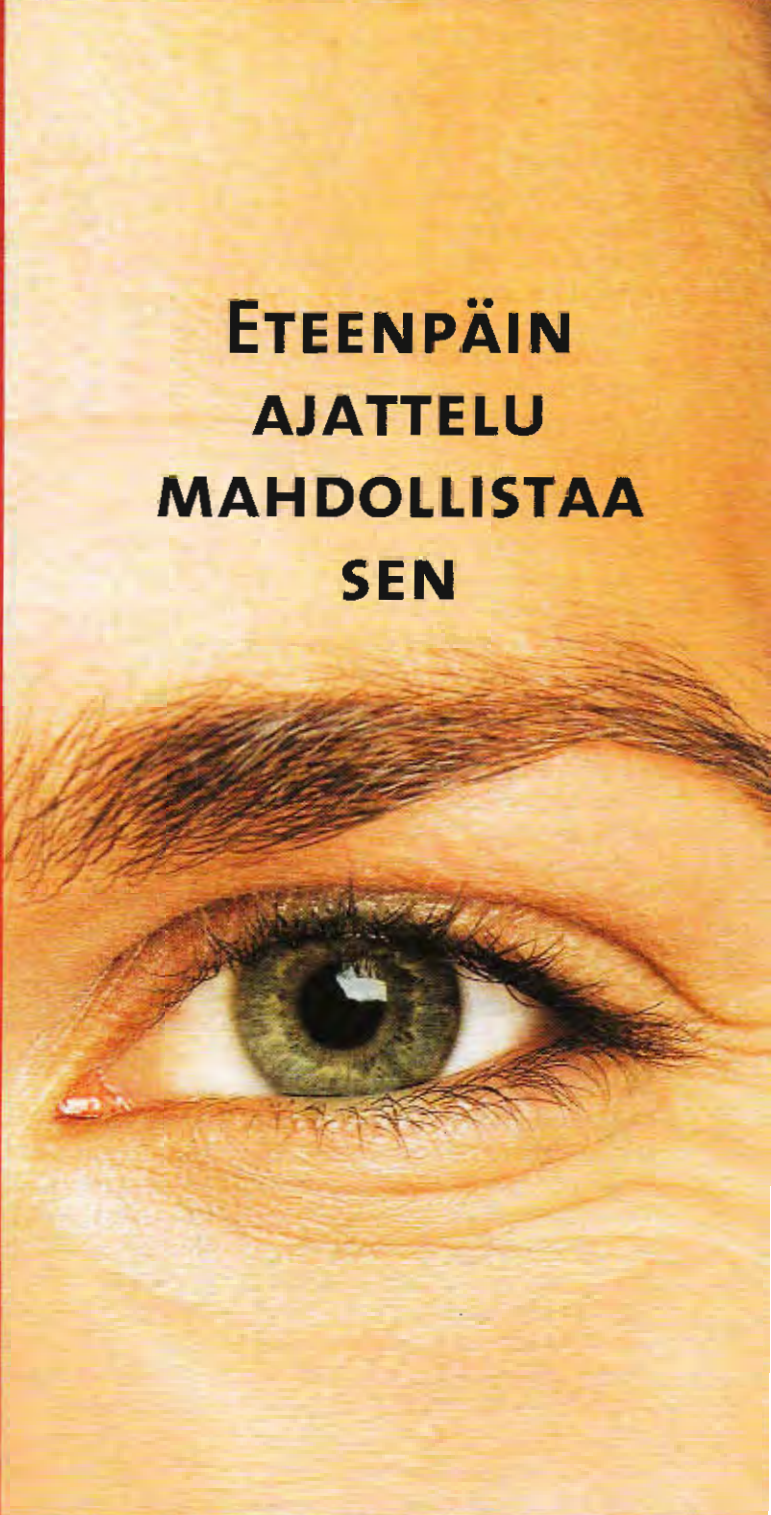


Kuva 4. Järvistensaaren vesinäytteiden kiintoainemäärät ja hiekka- sekä savi/silttifraktioiden osuudet kiintoaineksessa. Valkoiset pylväät = raekokojakaumaa ei tutkittu.

BE > THINK > INNOVATE >



**TOIMINTAMME
PERUSTUU
VASTUUNTUNTOON**



**ETEENPÄIN
AJATTELU
MAHDOLLISTAA
SEN**

Grundfos on yritys, joka muuttuu maailman muuttuessa. Perusarvomme pysyvät kuitenkin samoina. Vuosien saatossa meidän tapamme toimia on osoittautunut onnistuneeksi. Olemme aina olleet innovatiivisia, olemme aina olleet aikaamme edellä ja olemme aina olleet vastuuntuntoisia.

Be, Think, Innovate - näiden sanojen takana olevat arvot ovat aina olleet osa Grundfosia. Haluamme maailman tietävän, Grundfos on vastuuntuntoa, ajattelua ja innovointia. Be, Think, Innovate - sitä on Grundfos.

Haluatko tietää lisää? Soita numeroon (09) 878 9150 tai käy Web-sivustossamme osoitteessa www.grundfos.com



**INNOVOINTI
ON KAIKEN
PERUSTA**

GRUNDFOS® 

Yhteenveto

Tehtyjen mittausten perusteella voidaan päätellä, että suurimpien ohittavien alusten aallot ja virtaukset aiheuttavat mittauskohteissa lyhytaikaisia virtausmaksimeja, joissa virtausnopeuden arvot ylittävät saven, hiekan ja soran eroosionopeudet. Järvistensaareissa 1,5 m syvyisessä vedessä ja Kuuvaan 1,9 m syvyisessä vedessä suoritetuista virtausmittauksista voidaan myös vetää se johtopäätös, että rannempana virtausnopeusarvot ovat vielä suurempia. Kirjallisuusvertailun ja teoreettisten laskentojen nojalla ko. maksimit voivat paikallisesti ja hetkellisesti olla luokkaa 1,8 – 2,0 m/s (huom. esim. murtuvien aaltojen aiheuttama hetkellinen virtausmaksimi).

Syvemmillä rantaa aluksista aiheutuvien virtausnopeuskomponenttien amplitudiarvot vaimenevat nopeasti. Toisaalta uppounavirtaus yhdessä aaltohäiriön kanssa riittää nostamaan kevyttä eloperäistä ja kiviainesta rannasta ja matalilta pohjilta ja kuljettamaan sitä rauhallisemmille alueille ja syvänteisiin.

Näytteenottoapaikat olivat yli 500 metrin päässä laivaväylistä ja kummankin paikan vedensyvyys oli yli viisi metriä. Silti veteen suspendoitui vähintään metrin korkeuteen pohjan yläpuolelle myös karkeaa hiekkaa, joka yleensä liikkuu pohjaa pitkin kierimällä, liukumalla tai saltaationa hyppien. Karkein tässä tutkimuksessa mitattu fraktio (\varnothing 1,5 mm) laskeutuu tyynessä vedessä nopeasti, metrin matkan seitsemässä sekunnissa (Soulsby 1997). Yksittäisten alusten eroosiovaikutuksia on vaikea arvioida veteen erodoituneen kiintoaineen määrää seuraamalla. Eri laivat ohittivat näyteasemat usein niin lyhyen ajan sisällä, että yksi vesinäyte saattoi sisältää useampien laivojen aikaansaamien aaltojen ja virtausten irrottamaa hienoaainesta. Esimerkiksi 12 μ m-läpimittaisen silttirakeen on arvioitu laskeutuvan kuusi metriä vuorokaudessa eli metrin laskeutumiseen kuluisi neljä tuntia (Virtanen ym. 1988, Huttula ym. 1990).

Yhteenvetona voidaan kuitenkin sanoa, että veden kiintoaineen määrä tutkituilla kuturannoilla kasvoi alusten ohitustilanteissa jopa yli kaksinkertai-



Kuva 6. Tutkimusvene Seili-5 ottamassa vesinäytteitä. Takana matkustaja-alus tulossa Turkuun. (Kuva VTT 2000)

seksi Pohjois-Airiston keskimääräisiin pitoisuuksiin verrattuna. Isoimmat kiintoainespiikit olivat lyhytaikaisia, mutta ylittävät vesi- ja ympäristöhallituksen laatuluokan II lukuisia kertoja päivässä.

Kirjallisuus

Daleke, O, Hedström, H. & Nissar, K. 1989. Fartygstrafikens miljööffekter i skärgården. Stranderosion. Stockholm. Kungliga tekniska högskolan. Examensarbete No 303.

Granath, L. 1993. Vattenrörelser - Erosion och suspension i relation till olika strandtyper. Fartygstrafikens miljökonskvenser. E. Blomqvist (red.). Nordiska Ministerrådets skärgårdssamarbete. Rapport 1993:5. S. 50 - 55.

Huttula, T., Krogerus, K. & Virtanen, M. 1990. Interactions between water currents and sedimented effluents. Chapter 6. In: Cheremisinoff, N. P. (ed.). Encyclopedia of fluid Mechanics. Vol. 10. Surface and Groundwater Flow Phenomena. Houston. Gulf Publishing Co., 211-264.

Kohonen, T., Vahteri, P., Virtasalo, J., Vuorinen, I. & Helminen, U. 2001. Kalojen kutu- ja poikastuotantoalueiden suojele- ja kunnostustutkimus Turun saaristossa 1.12.1999 - 10.11.2000. Tutkimusraportti. Saaristomeren tutkimuslaitos. Turun yliopisto. 82 s + liitteet.

Kääriä, J., Eklund, J., Hallikainen, S., Kääriä, R., Rajasilta, M., Ranta-aho, K. & Soikkeli, M. 1988. Effects of coastal eutrofication on the spawning grounds of the Baltic herring in the SW-Archipelago of Finland. Kieler Meeresforsch. Sonderh. 6, 348-356.

Rajasilta, M., Kääriä, J., Eklund, J. & Ranta-aho,

K. 1986. Reproduction of the Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.) in the sea area of Turku SW Finland. *Ophelia*, Suppl. 4, 339-343.

Rajasilta, M., Eklund, J., Hänninen, J., Kurkilahhti, M., Kääriä, J., Rannikko, P. & Soikkeli, M. 1993. Spawning of herring (*Clupea harengus membras* L.) in the Archipelago Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 50, 233-246.

Riipi, T. & Rytönen, J. Merenpohjan liettymisen vähentäminen ruoppaus- ja läjitystoiminnassa ja silakan kutualueiden saneerauksen mahdollisuudet Turun Airistolla. Espoo. VTT Valmistustekniikka VALB34-011094. 63 s.

Rytönen, J., Sassi J. & Koskivaara, R. 2000. Laivojen aiheuttama aalto- ja virtaushäiriö rannassa. Aalto- ja virtausmittaukset Airistolla 02.-05.05.2000. Espoo. VTT Valmistustekniikka VALB34-001016. 40 s + 51 liit.

Räisänen, R., 2000. Turun ympäristön merialueen tarkkailututkimus vuonna 1999. Vuosiyhteenveto. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus. Lounais-Suomen vesienhuolto- ja ympäristökeskus r.y. Tutkimus- ja selvityksiä 168. 77 s+ liit.

Soulsby, R. 1997. Dynamics of marine sands. A manual for practical applications. London. Thomas Telford Publications. , 249 p.

Virtanen, M., Koponen, J., Huttula, T. & Alasaa-rela, E. 1988. Approximation of sedimentation and erosion in transport models. Proc. of the Nordic Hydrological Conference, KOHYNO Coordination Committee for Hydrology in Nordic Countries, NHP-Report 22, Part 1., 281-293.

Vesi- ja ympäristöhallitus. 1988. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja sarja A 20, 48 s.

SILAKAN LISÄÄNTYMINEN VAARASSA POHJOIS- AIRISTOLLA



 **Petri Vahteri**

B.Sc.

Saaristomeren tutkimuslaitos, Turun yliopisto

E-mail: petri.vahteri@utu.fi

Kirjoittaja on tutkinut erityisesti murtovesi-alueiden littoraalivyöhykkeen kasvillisuutta ja kalojen kutualueita.



 **Ilppo Vuorinen**

dosentti

Saaristomeren tutkimuslaitos, Turun yliopisto

E-mail: ilppo.vuorinen@utu.fi

Kirjoittaja on Saaristomeren tutkimuslaitoksen johtaja.

Silakan lisääntyminen on vaarassa Pohjois-Airistolla, joka on sen tärkeimpiä kutualueita Saaristomereillä. Vuonna 2000 tehdyn tutkimuksen mukaan 98 prosenttia silakan mädistä huuhtoutui alustaltaan ennen kehittymistään kuoriutumismatalle. Irronneesta ja kasvillisuusvyöhykkeestä pois huuhtoutuneesta mädistä ei kehity poikasia. Syinä silakan lisääntymisongelmiin pidetään Turun edustan rehevöitymistä, vilkasta laivaliikennettä ja väylien varrelle läjitettyjä ruoppausmassoja. Potkurivirtojen takia ruoppausmassat leviävät kalojen lisääntymisalueille muuttaen kutualustoina toimivia kasvivyöhykkeitä ja ehkäisten mädin kiinnittymistä ja silakan lisääntymistä.

Pohjois-Airisto on silakan tärkeimpiä kutualueita Saaristomereillä. Vuoteen 2000 saakka on alueella seurattu silakan mädin kuolleisuutta (Vahteri 2000). Mädin kuolleisuus kasvoi 90-luvun aikana ja saavutti huipun vuonna 1998, jolloin kuolleisuus joissakin

yksittäisissä kutuaalloissa oli lähes 90 % (Kohonen ym. 1999). Vuonna 1999 mädin kuolleisuus näytti laskevan jyrkästi, mutta samalla huomattiin mädin kutualustoilta tapahtuvan huuhtoutumisen olevan entistä runsaampaa. Vuonna 2000 silakan mädin huuhtou-

tumista tutkittiin tarkemmin (Kohonen ym. 2001).

Mädin kehitystä seurattiin käyttäen apuna haponkestävästä teräksestä valmistettuja kehikkoja. Kehikot loivat pohjalle valokuvattavat näytepisteet, joilla mädin huuhtoutumista tarkkailtiin joka toinen päivä. Tämän lisäksi kutualueelta kerättiin mätinäytteet kuolleisuuden ja mädin huuhtoutumismäärien arvioimiseksi. Näyteistä määritettiin laboratoriossa mädin määrä, kuolleisuus ja näytteen kokonaismassa (mäti ja kasvillisuus yhteensä).

Valokuvista lasketut huuhtoutumismäärät antoivat keskimäärin 98,3 prosentin hävikin kutuaalloista. Samanaikaisesti eri puolelta kutuaaltoa kerätyistä mätinäytteistä mädin huuhtoutumiseksi arvioitiin 97 prosenttia. Määrä vaihteli 96 ja 99 prosentin välillä. Näyteistä määritettiin myös mädin kehitysasteet ja kuolleisuus, joka vaihteli kahden ja 45 prosentin välillä. Mätiaalloista huuhtoutui Pohjois-Airistolla keskimäärin 98 prosenttia (kuva 1). Havaittu huuhtoutumisprosentti on todennäköisesti alhaisempi kuin mädin todellinen huuhtoutuminen, sillä näytteet kerättiin sieltä mistä mätiä löytyi (Kohonen ym. 2001).

Valokuvattujen tutkimuspisteiden pohjalta saatoimme todeta mädin säilymisen olevan vaihtelevaa alueen eri osissa. Airistolla mädin huuhtoutumista ei ole aikaisemmin tutkittu. Oulasvirta ym. (1985) raportoi Helsingin

Silakan lisääntyminen Pohjois-Airistolla

Silakka nousee kudulle ja lisääntyy useina, peräkkäisinä kutuaaltoina (Hahtonen ja Joensuu 1984, Kääriä 1990). Lisääntymiskauden aikana aaltojen määrä vaihtelee yhdestä neljään, paikasta riippuen. Koska yksi kutuaalto voi sisältää useita kutuparvia, kudun kesto vaihtelee muutamasta päivästä viikkoihin (Kääriä 1990). Valtaosa silakoista on kevätkutuisia ja lajin lisääntymisen kannalta tärkeimpiä ovat kevään ensimmäiset, suuret kutuaallot.

Silakka kutee kasvillisuusvyöhykkeeseen, jossa mätimunat kiinnittyvät kasvillisuuteen tai kiviin. Pohjois-Airistolla kasvillisuusvyöhykkeet ovat merkittävästi kaventuneet rantojen kiintoainespitoisuuksien lisääntyneitä. Levävoittoiset kasvivyöhykkeet ovat vaihtuneet putkilovaltaisiksi. Tästä syystä silakka kutee enää noin 2,5 m syvään pintakerrokseen kun kutusyvyyks aiemmin oli pinnasta noin kuuteen metriin.

edustalta silakan mädin huuhtoutumiseksi korkeimmillaan 27,9 %. Tyyneenmeren sillillä on mädin hävikin todettu olevan keskimäärin 58 %, tästä 7,1 prosenttia syövät kalat, selkärangattomat eläimet tai linnut. (Hagaele & Schweigert 1990).

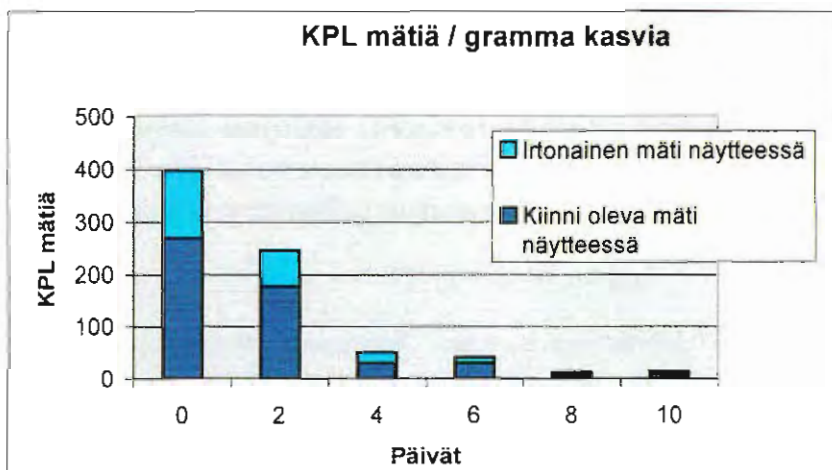
Silakan lisääntymisen esteenä Pohjois-Airistolla näyttäisi olevan alueen rehevöityminen ja ohikulkeva lauttaliikenne, joka siirtää alueelle laivaväylien läheisyyteen läjitettyjä herkkäliikkeisiä sedimenttejä. 85 % kasvillisuuden päällä olevasta materiaalista on peräisin Airiston pohjan sedimenteistä (Kohonen ym. 2001).

Välttämättömät toimet silakkakannan lisääntymisen turvaamiseksi tutkimusalueella ovat välttämättömiä. Mädin huuhtoutumisen mekanismeja ja sila-

kan poikastuotannon turvaavia toimenpiteitä tulisi tutkia lisää.

Kirjallisuus

- Haegeler, C. W. & Schweigert, J.F. 1990. Egg Loss in Herring Spawns in Georgia Strait, British Columbia. Proc. Int. Herring Symposium, Anchorage, Alaska
- Hahtonen L. & Joensuu, O. 1984. Spawning shoal structure and spawning time of the herring (*Clupea harengus membras* L.) in the northeastern part of the Bothnian Bay. Bothnian Bay Reports 3: 3 – 12.
- Kohonen, T., Vahteri, P., Suominen, T., Helminen, U., & Vuorinen, I. 1999. Ruoppausmassojen läjittämisen vaikutukset vesistöön ja kalatalouteen Pohjois-Airistolla. Raportti v. 1998 tehdyistä tutkimuksista, Turun yliopiston Saaristomeren tutkimuslaitos. 120 s. + liitteet
- Kohonen, T., Vahteri, P., Virtasalo, J., Vuorinen, I. & Helminen, U. 2001. Kalojen kutu- ja poikastuotantoalueiden suojele- ja kunnostustutkimus Turun saaristossa. Turun yliopiston Saaristomeren tutkimuslaitos. 82 s. + liitteet
- Kääriä, J. 1990. Silakan (*Clupea harengus membras* L.) kutuparviin rakenteesta, lisääntymisen ajoitumisesta ja intensiteetistä Turun edustan merialueella. Julkaisematon pro gradu – tutkielma eläintieteessä, Turun yliopiston biologian laitos. 51 s.
- Oulasvirta P., Rissanen, J. & Parmanne, R. 1985. Spawning of Baltic herring (*Clupea harengus* L.) in the western part of Gulf of Finland. Finnish Fish. Res. 5: 41-54.
- Vahteri, Petri. 2000. Ruoppausmassojen läjittämisen vaikutukset silakan kutuun ja haitta-aineiden kertymiseen silakan mätiin. Turun yliopisto, Saaristomeren tutkimuslaitos, raportti 11 sivua



Kuva 1. Kutuaallon sisältämien mätimunien määrä kasvillisuutta kohden laskettuna. Päivä 0 on juuri kudettua mätiä ja päivä 10 on kuoriutumismatista mätiä.

RANTOJEN VIRKISTYSKÄYTTÖ- HAITTOJEN ARVIOINNISTA

Subjekttiivisten arvostusten maailmassa on vaikea objektiivisesti määrittää läheskään kaikkia arvoja. Markkina-arvo ei kerro kaikkea esim. loma-asunnon käyttöön ja käyttömahdollisuuteen liittyvistä subjektiivisista arvostuksista. Jonkin hankkeen aiheuttamat haitat tai mahdolliset hyödyt esimerkiksi rantojen virkistyskäytölle joudutaan kuitenkin jollain keinoin arvioimaan lupa- tai korvausprosessien yhteydessä. Rantakiinteistöjen vesistösidonnaisesta virkistysarvosta onkin tehty runsaasti tutkimuksia erityisesti jätevesien johtamishankkeiden ja vesistöjen säännöstelyjen korvauskysymyksiä ratkaistaessa. Oikeita arvoja on haettu mm. kauppahinta- ja kyselytutkimusten avulla. Oikeuskäytännössä joudutaan kuitenkin joskus tekemään vain "valistunut arvaus", ellei parempaa aineistoa ole käytettävissä.



Jouko Peltokangas

tekn.tri, dosentti

Vaasan hallinto-oikeus

E-mail: jouko.peltokangas@om.fi

Kirjoittaja toimii tekniikan alan hallinto-oikeustuomarina ympäristönsuojelu- ja vesilainsäädännön alaan kuuluvissa asioissa.

Lomakiinteistöjen virkistyskäyttömahdollisuuksiin vaikuttavat monet tekijät. Merkittävimpiä vaikutuksia on vesistön likaantumisen veden laadun ja käyttökelpoisuuden eriyistä huonontuessa. Veden laatu vaikuttaa erityisesti vesiharrasteiden perusteella muodostuvaan virkistysar-

voon. Myös rantojen käytettävyys vaikuttaa ainakin uintiin ja veneilyyn sekä loma-asuntojen, leirintäalueiden ja uimarantojen käyttöön. Lisäksi on merkitystä järvimaiseman kauneudella. Veden laadun ohella ovat veteen välittömästi liittyville virkistysmuodoille tärkeitä veden riittävä syvyys, riittävän

pienet vedenkorkeuden vaihtelut ja vesirajan paikka. Itse vesiympäristön muodostama virkistysarvo liittyy vesimaisemaan ja siihen yhteydessä oleviin maaharrastuksiin.

Rantakiinteistöjen vesistösidonnaisesta virkistysarvosta

Vesistön likaantumisen vaikutuksia erityisesti loma-asuntojen virkistyskäyttöarvoon on tutkittu eri yhteyksissä. (esim. Kyber 1981, Myhrberg et al 1991 ja Mattila 1995). Kyberin tutkimuksen mukaan rantatontin hinnasta keskimäärin 70–80 % on vesistön läheisyydestä aiheutuvaa hinnannlisäystä, vesistösidonnaista virkistysarvoa. Luku kuvaa keskimääräistä arvoa. Käytännössä arvo vaihtelee melko paljon eri osissa maata.

Mattila (1995) sai kauppahintamallien perusteella ihannetontin (5000 m²) virkistysarvo-osuudeksi noin 80 %, mikä on jokseenkin yhtäpitävä Kyberin tulosten kanssa. Eri virkistyskäyttömuotojen osalta painotukset tutkimuksissa poikkeavat toisistaan, mutta lopputulokset vastaavat toisiaan (kuva 1). Mattilan mukaan rantatontin virkistysarvosta noin puolet muodostuu vesiympäristön virkistysarvosta ja puolet vesiharrasteiden virkistysarvosta.

Eräissä muissa tutkimuksissa (mm. Sarja 1969, Myhrberg et al 1991 ja Aittoniemi 1993) on lomarakennuspaikan vesistösidonnaisiksi virkistysarvoksi saatu 50–75 % ja rakennusten osalta 30–40 %.

Katselmustoimituksissa on melko vaikiintuneesti käytetty rantatonttien virkistyskäyttöarvona 80 % tontin koko arvosta ja rakennusten osalta vastaavasti 40 %. Joitakin poikkeamiakin on. Taus-tana käytännölle lienevät em. tutkimustulokset.

Oikeuskäytännössä vuotuinen rantakiinteistön virkistyskäyttöarvo on vaihdellut tapauskohtaisesti 3000 – 8000 mk/a. Pääomittuna tämä noudattaa varsin hyvin edellä esitetyissä tutkimuksissa saatuja tuloksia. Tämä onkin luonnollista, sillä useimmiten päätökset perustuvat pitkälti katselmustoimituksissa tehtyihin vahingonarvioihin.

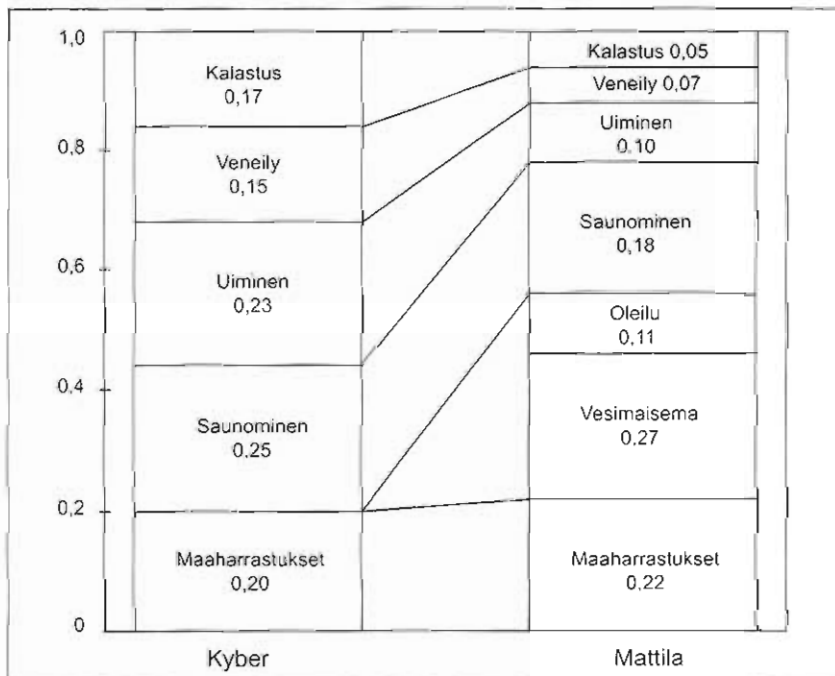
Korvauslainsäädännöstä ja sen tulkinnasta

Ympäristönsuojelulain esitöiden mukaan (HE 84/1999 vp) lain säätämisen yhteydessä ei aiempaa ympäristövahinkojen korvausjärjestelmää ollut tarkoitus oleellisesti muuttaa. Lain perusteluissa korostetaan mm., että rannanomistajalle tulisi korvata pilaantumisesta aiheutuva vesialueen virkis-

tyskäytön vaikeutuminen, vaikkei hän omistaisi vesialuetta. Myöskään ympäristönsuojelulain mukainen sietovelvoite ei käytännössä muuttaisi vesilain mukaista korvauskäytäntöä, vaikka vesilaissa tällaista sietovelvoitetta ei olekaan. Sietovelvoitteessa ei myöskään ole kysymys mistään "omavastuuosuudesta", vaan korvausrajan ylityksessä koko vahinko tulee korvattavaksi. Ehkäpä suurin muutos on siinä, että luvan aikaprioriteetilla ei vesistön pilaamisasioissa ole enää välttämättä samaa merkitystä kuin vesilain mukaan oli ja vesitalousasioissa edelleen on.

Kuusiniemi (1997) toteaa, ettei tavallisella lainsäädännöllä "edellytetä voitavan loukata omaisuuden tavanomaista, järkevää ja kohtuullista käyttöä, joka pitää sisällään myös ne maankäytön muutokset, jotka objektiivisesti arvioiden soveltuvat ko. alueelle. Samalla on kuitenkin kiinnitettävä huomiota prioriteettiperiaatteeseen: tarkoituksena ei ole antaa korvaussuojaa käyttömuodon muutoksille, joiden tavoitteena on lisätä maksettavaksi tulevia korvauksia tai jotka muutoin ennustettavan maankäyttötilanteen kannalta ovat selvästi epätarkoituksenmukaisia." Korvaussuojaa nauttivia intressejä voivat olla esimerkiksi rantakiinteistön faktiseen tukeutumiseen vieraaseen vesialueeseen perustuvat käyttöedut (talousveden ottaminen vesialueelta, rannan käyttäminen virkistykseen yms.).

VYO 51/1993: Säännöstelyluvan haltija väitti toimenpide- ja korvausvelvollisuutensa määräytyvän luvan myöntämishetken maankäyttömuodon mukaan. Vesiyli-oikeus katsoi, että maanomistajalla oli luvan myöntämisen jälkeenkin oikeus käyttää omaisuuttaan tavanomaisella, kohtuullisella ja järkevällä tavalla, mikä voi merkitä myös maankäyttömuodon muuttumista tehokkaammaksi (odotusarvo). Tätä omistajalle kuuluvaa oikeutta ei voi rajoittaa ilman korvausta. Luvansaajan vastuu vyörymävahinkojen osalta ei rajoitu vain luvanantohetken käyttömuotoon. (Samoin VYO 96/1993, KHO: ei valituslupaa)



Kuva 1. Rantatontin arvonmuodostus vastaajien arvostusten mukaan (Kyber 1981, Mattila 1995, Mattilan 1995 mukaan).

Kun loma-asunnon rakentaminen ja sen käyttö olivat A:n tilan ranta-alueen tavanomaista käyttöä, joka oli ollut lupaa myönnettäessä ennakoitavissa, suojausvelvoite tilan rannan osalta pysytettiin.

Kun B:n tilat eivät kuuluneet ennen säännöstelyluvan myöntämistä tehdyssä tutkimuksessa vyörymäherkäksi luokiteltuun alueeseen ja kun säännöstelyn eräänä tarkoituksena oli ollut rantavyörymien vähentäminen, B oli loma-asunnon rakennuspaikkaa valitessaan voinut luottaa siihen, että alue oli rantarakentamiseen sopeva. Säännöstelyluvan haltija katsottiin velvolliseksi korvamaan B:lle säännöstelystä aiheutuneet rannan suojaamiskustannukset.

=====

KHO 5.9.1994 T:3891 ei muuttanut VYO:n päätöksen lopputulosta.

Usein lomakiinteistön arvoon vaikuttavat vesistösidonnaiset etuudet perustuvat ainakin osin yleiskäyttöoikeuteen tai enintään osuuteen yhteisistä vesialueista. Edellä esitetyin mukaan ympäristönsuojelulain perusteluissa todetaan myös yleiskäyttöoikeuteen perustuvien menetysten korvattavuus rannanomistajille. Korvaus ei kuitenkaan kohdistu suoraan yleiskäyttöoikeuteen, vaan yleiskäyttöoikeuden nojalla tapahtuvan vesien virkistyskäytön tuomaan arvonlisaan loma-asunnon käytössä.

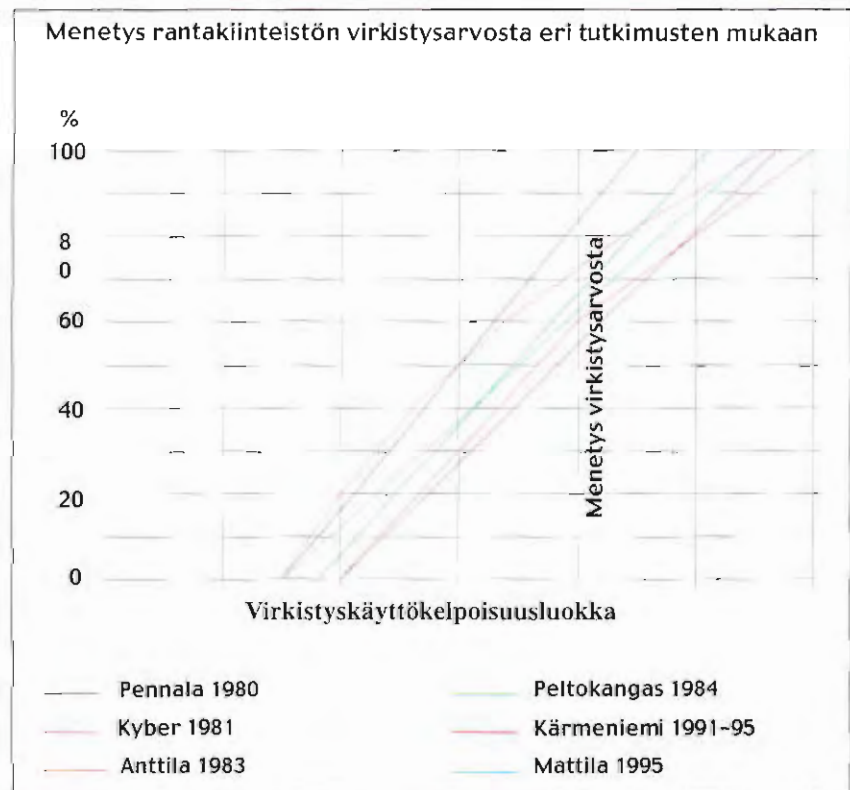
Nykyisin virkistyshaittakorvausten lähtökohdana näyttäisi olevan, että rantatontti on rakennettu ja sitä käytetään virkistykseen. Koska virkistäytyminen on kovin subjektiivista, on tätä lähtökohtaa pidettävä oikeasuuntaisena. Hollo (1979) on todennut, että virkistyskäytön suhteen pitäisi lähteä siitä, että korvattavuuden edellytyksenä on alueen aktuaali käyttäminen virkistysalueena, jossa merkkinä voivat olla lomarakentaminen, rakennusten sijainti rantaviivaan nähden yms. seikat. Jos aluetta ei ole otettu loma- tai muuhun virkistyskäyttöön, olisi korvattava vain se edunmenetyks, joka ilmenee maankäytöllisen perusarvon mukaisen maanmyyntiarvon alenemisena.

VYO 99/1993: Kalankasvatusta meressä koskevassa päätöksessä katsottiin vesistön käyttöön perustuvaksi virkistyskäyttöeduksi 4000 mk/a vesioikeuden päätöksen antohetken hintatasossa. Perusteluissa todettiin, että kiinteistökohtaisen virkistyskäyttöhaitan korvauksen suuruutta määrättäessä on erityisesti otettava huomioon, kuinka hyvin ranta-alue rakennuksineen soveltuu vesistösidonnaiseen virkistyskäyttöön sekä missä määrin niitä käytetään virkistystarkoituksiin. Toimitusmiesten ja vesioikeuden kiinteistön pinta-alaan ja rantaviivan pituuteen painottuvia kertoimia muutettiin siten, ettei korvauksissa toistensa suhteen ollut kohtuuttomia eroja. Vesijylioikeus totesi myös, että vain rakennettua rantakiinteistöä pidetään virkistykseen käytettävänä. Samalla omistajalla ja käyttäjällä voi olla vain yksi virkistykseen käytettävä, korvaukseen oikeuttava kiinteistö.

Huolimatta prioriteettiperiaatteen merkityksen vähentymisestä, voitaneen lähtökohdana edelleen pitää sitä, että korvausperusteet määräytyvät pääsääntöisesti luvan myöntämishetken tiedon perusteella. Korvausperusteena on siten lupahetken maankäyttömuoto ja virkistyskäytön reaalin odotusarvo.

Arviointikäytäntöä

Useissa eri tutkimuksissa ja katselmustoimituksissa on päädytty varsin lähellä toisiaan oleviin arvioihin virkistyskäyttöhaitan ja vesistön virkistyskäytökelpoisuuden välisistä riippuvuuksista. Kyseessä on toisaalta teoreettisen tutkimuksen antama tieto ja toisaalta katselmustoimituksissa noudatetut arviointiperusteet (kuva 2). Voidaan odottaa, että ns. vesipuitedirektiivin väistämättä edellyttämän uuden tyyppisen vesistöluokituksen kehittäminen tulee ainakin jossain määrin ennen pitkää vaikuttamaan myös arviointikäytäntöön, vaikeivat peruslähtökohdat sen johdosta varsinaisesti tulekaan muuttumaan.



Kuva 2. Menetys rantakiinteistön virkistysarvosta virkistyskäytökelpoisuuden funktiona eri tutkimusten mukaan (kuvasovellus kirjoittajan).

Em. tutkimuksissa on käytetty (poikkeus Kyber 1981) laskentaperusteena koko rantakiinteistön virkistysarvon menetystä. Tämä on perusteltua, kun virkistysarvo-osuus arvioidaan erikseen tontille ja rakennuksille.

Esitetyt laskentaperiaatteet voivat arvostaan erilaisten kiinteistöjen osalta johtaa hyvinkin erisuuruisiin korvauksiin. Kuitenkin vesistön virkistyskäytön estymisestä koettava haitta on periaatteessa varsin samanlainen eri tapauksissa. Oikeuskäytännössä liiaksi poikkeavia laskentatuloksia tai arvioita onkin erilaisin kertoimin tasattu (ks. edellä VYO 99/1993). Korvattavuuden ylärajana on pidetty sellaisen kiinteistön arvoa, jonka pinta-ala on noin 5000 m² ja jolla on 70 m²:n hirsihuvila. Vakinaisen asutuksen suhteen ylärajana on pidetty vastaavaa arvoa (esim. Kyber 1981, Siivola 1992, vrt. myös Mattila 1995).

Myös Myhrberg et al (1991) ja eräissä muissa tutkimuksissa on käytetty rantakiinteistön arvon selittäjänä myös rannan ja veden laatua muiden tekijöiden (etäisyys asutuskeskuksista yms.) ohella.

Virkistyskäyttöhaitan arvioinnin kulku on nykyään pääpiirteissään seuraava (Mattila 1995):

- 1) Määritetään veden käyttökelpoisuuden perusteella likaantumisalue haittavuöhykkeineen. Apuna voidaan käyttää vesistön virkistyskäyttöluokitusta. Vahinkoprosentti vaihtelee 0 ja 100 %:n välillä (ks. kuva 2).
- 2) Arvioidaan esim. kauppahintatutkimusten avulla rantatontin keskimääräinen neliöhinta alueella, mikäli vesi olisi puhdasta.
- 3) Arvioidaan tontin veteen perustuva virkistysarvoprosentti.
- 4) Saatua neliöhintaa korjataan kunkin tontin ominaisuuksiin perustuvilla kertoimilla.
- 5) Tontin kokonaishinta kerrotaan virkistysarvoprosentilla ja ko. haittavuöhykkeen vahinkoprosentilla. Näin saatu summa on rantatontin virkistyskäyttöhaitan suuruus.
- 6) Arvioidaan rakennuksen virkistysarvoprosentti, joksi on yleensä ar-

vioitu noin puolet tontin virkistysarvoprosentista.

- 7) Arvioidaan rakennuksen käypä arvo.
- 8) Kerrotaan rakennuksen käypä arvo rakennuksen virkistysarvoprosentilla ja ko. alueen vahinkoprosentilla. Saatu summa on rakennuksen virkistyskäyttöhaitan suuruus.
- 9) Ylisuurten korvauksien välttämiseksi on käytetty aiemmin esitettyjä ylärajoja (tontti 5000 m² ja mökki 70 m²:n hyväkuntoinen hirsirakennus).
- 10) Lasketaan korvaukset tontin ja rakennuksen osalta yhteen ja muutetaan korvaussumma vuosikorvauksiksi.

Oikeuskäytännössä rantakiinteistön virkistyskäyttöarvo on vaihdellut tapauskohtaisesti 3000–8000 mk/a.

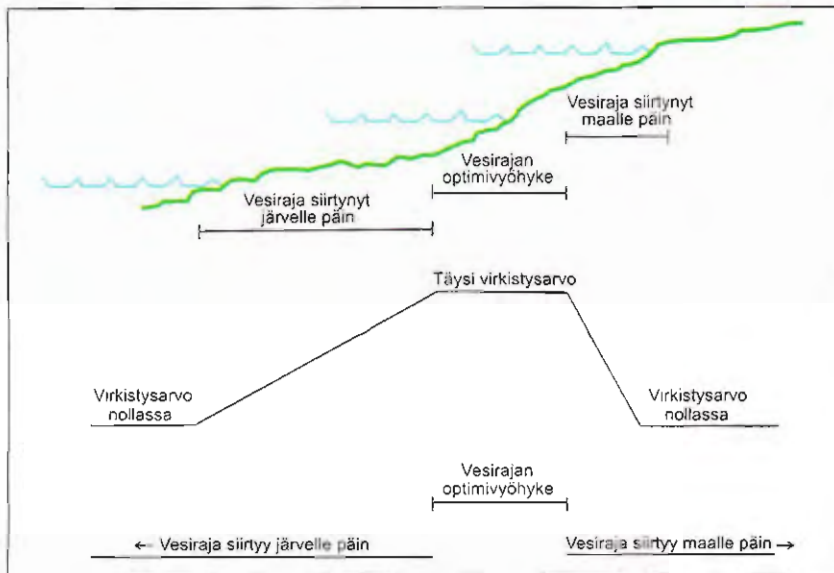
Oikeuskäytännössä on viime aikoina painotettu kiinteistön todellista käyttöä virkistykseen. Tämä edellyttäisi yksityiskohtaisia kunkin kiinteistön virkistyskäytöselvityksiä, mikä useimmiten on käytännössä mahdotonta. Yleistykseenä onkin käytetty periaatetta, että kunkin kiinteistön virkistyskäyttö on samansuuruista.

Mattila (1995) esittää, että arvioinnissa pitäisi erottaa vesistön suora virkistyskäyttö ja vesiympäristön virkistysarvo. Tämä myöskin tasoittaisi korvaussummaa saman alueen asianosaisten välillä. Vesiympäristön virkistysarvon erottaminen vesien käyttöön liittyvistä arvoista rakentamistyyppisissä hankkeissa voi olla perusteltua. Todettakoon, että Vihervuoren (1985) mukaan: "Fyysisyysvaatimus estää korvausvelvollisuuden vesialueosuutta vaille olevalle rannanomistajalle tapauksessa, jossa esim. vesistö-rakennelmasta aiheutuu maise-mallista haittaa tai haittaa virkistyskäytölle tai kulkuyhteyksille." Oikeuskäytäntö on kuitenkin muotoutunut jossain määrin toiseksi, vrt. esim. VYO 195/1996: Laiturista ja sen käytöstä katsottiin aiheutuneen ja aiheutuvan lomakiinteistön rannan

virkistyskäytölle pysyvää haittaa, jonka vuoksi tilan käyttö- ja myyntiarvo oli alentunut niin, että kiinteistön virkistysarvosta oli menetetty noin kolmannes. Ottaen huomioon viimeisimmät kauppahintatilastot ja kiinteistön arvioidun arvon (n. 500 000 mk) VEO:n päätöksen lopputulosta 60 000 mk:n kertakaikkisesta myyntiarvon alenemiskorvauksesta ei muutettu. Tämän lisäksi tilan omistaja ei voinut saada virkistyskäyttöhaitasta vuotuiskorvausta. (Virkistysarvoksi saadaan, tästä 180 000 mk eli 36 % kiinteistön arvosta. Tämä vastaa melko hyvin Mattilan esittämää vesiympäristön virkistysarvoa. Todettakoon, ettei tässä ole kyse pelkästä maisemiarvosta, vaan myös (pääasiassa) sataman käytön virkistyskäytölle aiheuttamasta haitasta.)

Anttila (2000, ref. Majuri 2001) esittää jätevesien johtamista alapuoliseen vesistöön Valkeakoskea koskevassa katselmustosituksessa yksityiskohtaisen kuvauksen vahinkoarvion suorittamisesta. Menettely vastaa periaatteessa Kyberin ja Mattilan esittämää laskentatapaa. Tontin veteen perustuvana virkistysarvona on käytetty 80 % tontin arvosta ja rakennusten osalta puolet siitä eli 40%. Jätevesien on katsottu vaikuttavan puoleen em. arvoista eli lähinnä Mattilan esittämään vesiharrasteiden arvoon eikä niinkään vesiympäristöön sinänsä.

Oulujoen säännöstelyn kehittämisen yhteydessä on kehitetty aiempien tutkimusten pohjalta (Aittoniemi 1993) ns. VIRKI-malli (virkistyskäyttömalli), jonka avulla rantojen virkistyskäyttöä on tarkasteltu käyttäjän näkökulmasta. Vesirajan tai vedenkorkeuden optimivöhykkeellä tarkoitetaan vöhykettä, jossa vesirajan tulisi olla, jotta rantaa voitaisiin parhaiten käyttää. Kun vesiraja siirtyy tietyllä rantaosalla pois optimivöhykkeestä joko järvelle tai maalle päin, rannan käytettävyyden ja virkistyskäytön arvo alkaa huonontua suorassa suhteessa vesirajan siirtymään (Aittoniemi 1993).



Kuva 3. Vesirajan siirtymä hyvästä asemasta ja virkistysarvon muutos siirtymän suhteen kaavamaisesti esitettyä (Aittoniemi 1993).

Virkistysarvon huononemista eli virkistyskäyttöhaittaa laskettaessa oletetaan, että kun vesirajan siirtyminen on tarpeeksi suuri, on virkistysarvo nollassa eli virkistyskäyttöhaitta maksimisissaan. Suuremmilla siirtymisillä ei ole enää merkitystä, koska tällöin koko virkistysarvo on jo menetetty. Periaatetta voidaan havainnollistaa kuvan 3 avulla.

Tarvittavat parametrit (mm. optimivyöhykkeen leveys erityyppisillä rannoilla ja virkistysarvon nolakohtaa vastaavat vesirajan siirtymät) arvioidaan tapauskohtaisesti. Menettelyä on sovellettu mm. Oulujärvellä ja eräille Kainuun järville.

Vaikka Aittoniemen mallissa onkin tarkasteltu otannan avulla eri säännöstelyvaihtoehtojen vaikutuksia rantojen virkistyskäyttöhaittoihin yleistäen, voidaan ajatusmallia sinänsä pitää lähtökohtana kiinteistökohtaiseenkin säännöstelyhaittojen arviointiin.

Rannan laadun vaikutusta rannan käyttökelpoisuuteen ja arvoon on tutkittu myös eräissä aiemmissä tutkimuksissa (mm. Jaakson 1970, Miekkoja 1971 ja Myhrberg et al 1991, ref. Majuri 2001). Nämä menetelmät ovat kuitenkin enemmän rannan arvopisteytyksiä kuin vahingonarvion perusteita Myhrbergin menettelyä lukuun ottamatta, jota on käytetty mm. Uudenkaupungin makeavesialtaan katselmustoimituksen yhteydessä.

Yhteenveto

Rantakiinteistöjen vesistösidonnaista virkistyskäyttöarvoa on tutkittu kohtuullisen runsaasti ja alueelliset ja tapauskohtaiset erot huomioon ottaen niiden määrälliset ja määrittelyperusteetkin ovat oikeuskäytännössä jokseenkin vakiintuneet. Vuotuiset tai kertakaikkiset korvaukset kussakin tapauksessa riippuvat useista tekijöistä, mm. haittaasteen arvioinnin tarkkuudesta, mikä monissa säännöstely- ja rakennushankkeissa voi olla vaikeaa. Vesistön kuormituksen aiheuttaman käyttökelpoisuuden muutosten vaikutukset virkistyskäyttöarvoon ovat sen sijaan melko vakiintuneesti arvioitavissa. Oikeuskäytäntö on viime vuosina mennyt siihen suuntaan, että rakentamattomien rantojen odotusarvoa ei jätevesiasioissa oteta korvauksissa huomioon. Tapauskohtaista harkintaa kuitenkin tarvitaan. Aikaprioriteettiperiaatteen soveltaminenkaan ei näytä oikeuskäytännössä täysin johdonmukaiselta.

Kirjoitus pohjautuu aiemmin Ympäristöjuridiikka-lehden numerossa 1/2001 julkaistuun laajempaan artikkeliin "Virkistyskäyttökorvauksien arvioinnista".

Kirjallisuus


- Aittoniemi, P. 1993. Vesistöjen säännöstelyn vaikutukset rantojen virkistyskäyttöön- arviointimenetelmä ja sovelluksia Kainuun järvillä. Imatran Voima Oy:n tutkimusraportteja IVO-A-01/93. 135 s. + liitteet.
- Anttila, J. 1983. GAS Oy:n Mäntän tehtaiden jätevesien johtaminen vesistöön ja jätevesistä aiheutuneet aikaisemmat vahingot. Katselmuskirja.
- Anttila, J. 2000. UPM-Kymmene Oyj:n hakemus jätevesien johtamiseksi Valkeakosken alapuoliseen vesistöön. Katselmuskirja. 82 s. (ref. Majuri 2001). Hallituksen esitys eduskunnalle ympäristönsuojelun ja vesilainsäädännön uudistamiseksi. HE 84/1999 vp. 246 s.
- Hollo, E. 1979. Rantavahinkojen korvaamisen perusteet. Defensor legis 1979. s. 375-392.
- Kuusiniemi, K. 1997. Ympäristömuutosten korvattavuus pakkotoimitilanteissa. Helsinki. Kauppa-kaari Oy. 361s.
- Kyber, M. 1981. Vesistön likaantumisen virkistyskäytölle aiheuttamat haitat ja niiden arviointi katselmustoimituksessa. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedote 23. 90 s. + liitteet.
- Kärmeniemi, T. 1991-1995. Avustavan virkamiehen lausunnot eräissä katselmustoimituksissa. (ref. Majuri 2001).
- Majuri, H. 2001. Hyödynarviointi vesistöjen kunnostushankkeissa. Julkaisematon käsikirjoitus. TTKK. 203 s. + liitteet.
- Mattila, T. 1995. Rantakiinteistön virkistysarvo ja vesistön likaantumisen vaikutus siihen. Suomen ympäristökeskuksen moniste 6. 88 s. + liitteet.
- Myhrberg, O., Heinonen, T. & Väinänen, J. 1991. Omarantaisten lomarakennuspaikkojen hinta ja hintaindeksi Suomessa 1982-90. Maanmittaushallituksen julkaisu 69. 64 s. (ref. Majuri 2001).
- Peltokangas, J. 1984. Jämsän seudun metsäteollisuuden vesiensuojeluvaihtoehtojen edullisuusvertailu. Tampereen teknillinen korkeakoulu, rakennustekniikan osasto, vestekniikka. 103 s + liitteet.
- Pennala, S. 1980. Jämsänjoen ja Keski-Päljärteen alueen jätevesiä koskeva katselmustoimitus. Katselmuskirja ja toimitusmiesten lausunto.
- Sarja, M. 1969. Lappeenjärven ja Venäjän joki- ja järven virkistyskäyttötutkimus ja virkistysarvon määrittäminen. Helsingin yliopiston maantieteen laitos. Pro-gradu-tutkielma. 102 s. (ref. Majuri 2001).
- Siivola, L. 1992. Virkistyskäyttö. Kirjassa: Äijö, H., Siivola, L. & Vakkilainen, P. Hyödyn ja vahingon arviointi vesitaloudessa. Espoo, Teknillinen korkeakoulu, s. 451-470.
- Suomen säädöskokoelma, otteet.
- Vihervuori, P. 1985. Ranta-oikeuden perusteet. Suomen Lakimiesliiton Kustannus Oy. 211 s.
- Vesiyli-oikeuden (Vaasan hallinto-oikeuden) päätöskortisto 1988-2000

KALAT, KILOT, EUROT, ILOT

Vapaa-ajankalastuksen pohjoismaiset arvot

Tuoreimmankin tilaston mukaan 40 prosenttia suomalaisista kalastaa joka vuosi. Vapaa-ajankalastajien vuosisaalis on lähes 50 miljoonaa kiloa, kymmenisen kiloa jokaista kansalaista kohden. Varovaisen arvion mukaan kalasaaliin arvo lähestyy 350 miljoonaa markkaa. Tämä tilastoissa esitetty arvio on kuitenkin alaraja. Siihen on päädytty olettaen, että onkimiehetkin toimisivat rahasta ja myisivät saaliinsa samaan hintaan kuin ammattikalastajat. Näin ei kuitenkaan ole. Markkojen lisäksi vapaa-ajankalastuksella on myös aineettomat arvonsa. Pohjoismaissa tulevaisuuden kalastusmahdollisuudet ovat jokamiehen optioita, jotka arvostetaan korkealle.



 **Anna-Liisa
Toivonen**

tekn.lis.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

E-mail: anna-liisa.toivonen@rktl.fi

Kirjoittaja tutkii vapaa-ajankalastusta Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen elinkeino- ja kalatalouden tuotosyksikössä.

Suomalaiset vapaa-ajankalastajat käyttävät harrastukseensa vuodessa 1 220 miljoonaa markkaa. Arvioon on päädytty, kun lasketaan yhteen rahamäärä, jonka suomalaiset kuluttavat kalastusharrastuksen yhteydessä matkoihin, majoitukseen, lupiin ja muihin juokseviin menoihin. Mukaan ei ole otettu kalastusvälineitä eikä muita pitkävaikutteisia hankintoja. Ruotsissa

vapaa-ajankalastajien juoksevat kulut ovat 2 730 miljoonaa kruunua, kalasaalis 58 miljoonaa kiloa ja sen arvo ammattikalastajahinnoilla mitaten noin miljardi kruunua. Tiedot ilmenevät äskettäin julkaistusta, vapaa-ajankalastuksen taloudellista arvoa mitanneesta pohjoismaisesta kyselytutkimuksesta (Toivonen et al., 2000).

Taulukko 1. Vapaa-ajan kalastajien lukumäärä (ikäryhmässä 18–69) ja talvikalastusta harrastavien lukumäärä (n = vastanneiden lukumäärä).

	n	Vapaa-ajan-		Joista talvikalastusta	
		kalastajia	n	harrastavia	
Tanska	546	451 000	23	18 000	
Suomi	1 263	1 390 000	575	632 000	
Islanti	268	55 000	28	6 000	
Norja	1 161	1 450 000	215	263 000	
Ruotsi	1 286	2 020 000	454	710 000	
Yhteensä	4 524	5 360 000	1 295	1 630 000	

Kustannus-hyöty -ajattelu

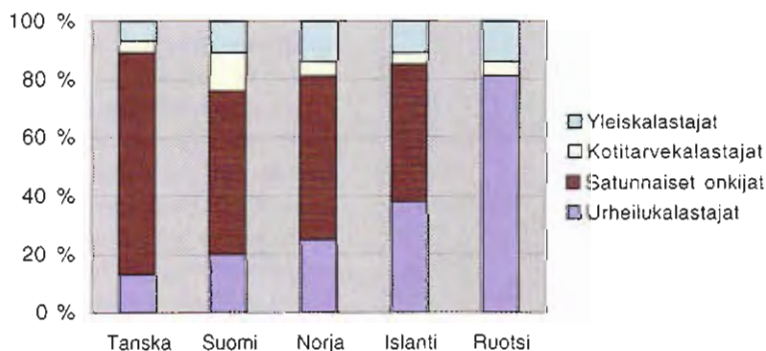
Liiketaloudellisissa hankkeissa vesistöjen käytöstä voidaan yleensä yksiselitteisesti laskea niistä saatava hyöty. Kalataloudellisia hankkeita perusteltaessa tiedetään, että niiden seurauksena vesistön virkistysarvo kasvaa, mutta tuon aineettoman arvon mittaaminen tuottaa vaikeuksia. Vesistön virkistysarvo kertyy mm. vapaa-ajankalastajien saamista aineettomasta hyödystä. Kustannus-hyöty -analyysiä tehtäessä kustannukset ja hyödyt mitataan samalle tulospaikalle: kenen kustannukset, sen hyödyt. Julkisten kustannusten osalta mitataan siis julkista hyötyä eli hyötyä yhteiskunnalle.

Vastineeksi maksustaan kuluttaja saa yleensä jonkin hyvinkin konkreettisen tuotteen tai palvelun. Vapaa-ajankalastajan muuttuvat kustannukset syntyvät juuri näin: ostetaan bensaa, maksetaan kalastuksenhoitomaksu ja läänilupa,

joskus käydään pidemmällä kalaretkellä. Pitkävaikutteiset investoinnit kalastusvälineisiin jätettiin tämän tarkastelun ulkopuolelle, koska niiden yhdenmukainen rajaaminen on vaikeaa. Vapaa-ajankalastukseen liittyy selvästi muita arvoja kuin pelkkä saaliista saatava hyöty. Luonnossa liikkumisen nautinnosta, hyvistä hetkistä hyvässä seurassa tai joillekin harvinaisesta yksinäisyyden herkusta ollaan valmiita maksamaan. Vapaa-ajankalastajan kustannukset kattavat kaiken aineellisen lisäksi aineettomana hyötynä saadun kalastuselämyksen.

Pohjoismaiset tutkimukset

Aihepiiristä kiinnostuneet vastaavat kyselytutkimuksiin muita aktiivisemmin. Sen vuoksi tässäkin tutkimuksessa kalastavien osuudet kussakin maassa arvioitiin muita lähteitä käyttäen. Kalastavien osuus väestöstä on kansallisten



Kuva 1. Vapaa-ajankalastajaryhmien osuudet Pohjoismaissa.

Näin kysely tehtiin

Vapaa-ajankalastuksen taloudellista arvoa tutkittiin vuosien 1999–2000 vaihteessa postikyselyllä. Kysely lähetettiin 2500 islantilaiselle, 5000 norjalaiselle, 7500 ruotsalaiselle, 5000 suomalaiselle ja 5000 tanskalaiselle samansisältöisenä ja samanaikaisesti. Puutuvaa vastausta karhuttiin kaksi kertaa. Vastausprosentti oli keskimäärin 45,8 %, Suomessa korkein ja Islannissa matalin. Maittaiset taloudelliset tunnusluvut laskettiin painottamalla kunkin tutkimukseen osallistuneen vastauksia poimintatodennäköisyyteen, ikäryhmään, sukupuoleen ja kalastamiseen/ kalastamattomuuteen perustuvilla painokertoimilla. Vertailua varten kansalliset valuutat muutettiin Suomen markoiksi OECD:n julkaiseman bruttokansantuotteen ostovoimapariteetin mukaisesti (<http://www.oecd.org>).

Kalastavilta kysyttiin kalastusharrastukseen viimeisen vuoden aikana käytettyjä kuluja eriteltyinä kululuokkiin. Mukaan laskettiin ainoastaan muuttuvat kustannukset, ei välinehankintoja eikä muita investointeja. Seuraavaksi kysyttiin, kuinka paljon enemmän kalastaminen olisi saanut maksaa, ennen kuin se olisi tullut liian kalliiksi. Tällä kysymyksellä mitattiin ylimääräistä maksuhalukkuutta. Sekä kalastavilta että kalastamattomilta kysyttiin maksuhalukkuutta luonnonvaraisten kalakantojen ja vapaa-ajankalastuksen nykyisen laatutason säilyttämisestä.

tilastojen ja työvoimatutkimusten yhteydessä tehtävien ns. Omnibus-kyselyjen mukaan Suomessa 40 % (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2000), Norjassa 50 % (Statistisk sentralbyrå

1999) ja Ruotsissa 35 % (Fiskeriverket 2000). Tanskassa vuonna 1997 tehdyn puhelinkyselyn (Bohn and Roth 1997) mukaan 12,5 % väestöstä kalastaa ja Islannissa vartavasten keväällä 2000 Gal-

lupin tekemän puhelinkyselyn mukaan 31,5 % väestöstä kalastaa. Pohjoismaissa lasketaan olevan yhteensä 5,4 miljoonaa kalastusta harrastavaa 18–69-vuotiasta (taulukko 1).

Kalastavat luokittelivat itse itsensä joko urheilukalastajiksi, kotitarvekalastajiksi, yleiskalastajiksi tai satunnaisiksi onkijoiksi. Viimeksi mainittua ryhmää ei sovellettu ruotsalaisiin, joista satunnaisetkin onkijat ovat paikallisen määritelmän mukaan urheilukalastajia. Suomalaiset erottuvat suhteellisen suurella kotitarvekalastajien osuudella ja islantilaisilla painottuu urheilukalastajien osuus (kuva 1).

Kalastuspäiviä kertyy Pohjoismaissa yhteensä yli 77 miljoonaa ja talvisia pilkintäpäiviäkin noin 11 miljoonaa. Norjassa ja Tanskassa kalastetaan eniten rannikolla tai merellä, muissa maissa järvillä. Norjassa ja Tanskassa tilanne myös vastaa parhaiten vapaa-ajankalastajien toiveita. Islantilaiset kalastavat järvissä, vaikka haluaisivatkin kalastaa joissa. Syy lienee koskikalastuksen korkeissa hinnoissa.

Islannissa erilaista

Kun kalastusharrastukseen käytetyt kustannukset muutetaan Suomen markoiksi (taulukko 2), nähdään että islantilaisten keskekulutus on muita paljon suurempi. Muissa maissa keskekustannukset ovat hyvinkin lähellä toisiaan. Kokonaiskertymä on suurin Ruotsissa. Kustannuksista suuri osa johtuu polttoaineiden kalleudesta, vain Islannissa lupamaksujen osuus on suurin. Tanskassa ja Suomessa satunnaiset onkijat käyttävät keskimäärin vähiten rahaa harrastukseensa. He toisaalta muodostavat valtaosan kalastajista, joten heidän osuutensa kokonaiskustannuksista on huomattava.

Ylimääräinen maksuhalukkuus samasta kalastuskokemuksesta on keskimäärin suurin Islannissa, missä todellisetkin kustannukset ovat korkeimmat (taulukko 3). Pienintä ylimääräinen maksuhalukkuus on Ruotsissa. Ruotsissa ja Norjassa ylimääräisen maksuhalukkuuden kokonaisarvio on suurin. Ylimääräinen maksuhalukkuus on suunnilleen puolet todellisista kustannuksista, Islannissa ja Ruotsissa vain

Taulukko 2. Vapaa-ajankalastuksen kokonaisvuosikustannukset (ei sisällä välineitä eikä muita pitkävaikutteisia sijoituksia), markkaa.

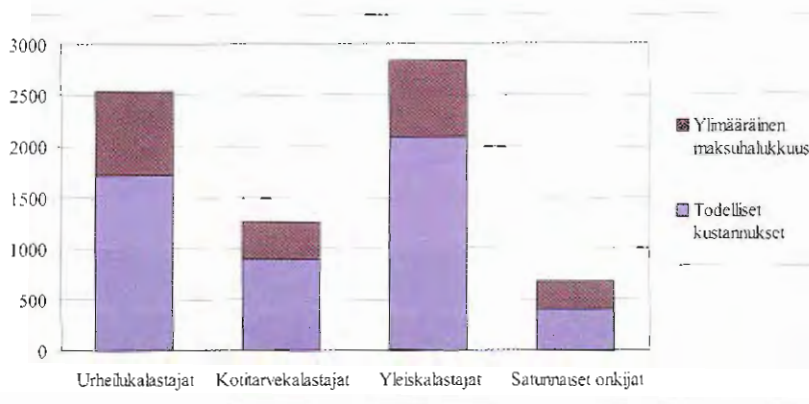
	n	Kalastus- kustannukset Keskiarvo / kalastaja	95 % luottamusväli %	Kalastus kustannukset Arvo yhteensä
Tanska	534	824	± 26	364 000 000
Suomi	1 183	934	± 11	1 220 000 000
Islanti	262	2 550	± 18	138 000 000
Norja	1 108	851	± 9	1 170 000 000
Ruotsi	1 179	925	± 13	1 710 000 000
Yhteensä	4 266	916	± 6	4 610 000 000

Taulukko 3. Ylimääräinen maksuhalukkuus samasta, vuoden kalastuskokemuksesta, markkaa.

	n	Ylimääräinen maksuhalukkuus Keskiarvo / kalastaja	95 % luottamusväli	Ylimääräinen maksuhalukkuus Arvo yhteensä
Tanska	484	434	± 27	175 000 000
Suomi	1 013	446	± 11	501 000 000
Islanti	237	851	± 23	42 000 000
Norja	1 026	502	± 13	648 000 000
Ruotsi	1 192	344	± 21	643 000 000
Yhteensä	3 952	424	± 8	2 010 000 000



Kuva 2. Kalastus on koko perheen harrastus. Se on helppo aloittaa jo nuorena. (Kuva A-L Toivonen)



Kuva 3. Suomalalaisten vapaa-ajankalastajaryhmien keskimääräiset vuosikustannukset ja keskimääräinen ylimääräinen maksuhalukkuus, markkaa.

noin kolmannes.

Vapaa-ajankalastuksen taloudellinen kokonaisarvo jää tässä tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä aliarvioksi. Voidaan kuitenkin sanoa, että kokonaisarvo on vähintään saatujen tulosten suuruinen. Kokonaisarvoa voidaan lähestyä kahdesta suunnasta (taulukko 4). Taloudelliseen kokonaisarvoon lasketaan kalastavien ylimääräinen maksuhalukkuus sekä kalastamattomien maksuhalukkuus yleensä vapaa-ajankalastusmahdollisuuksista. Tämä estimaatti muodostuu siis kalastavien käyttöarvosta ja kalastamattomien olemassaoloarvosta. Siitä puuttuu kalastavien

olemassaoloarvo. Toinen estimaatti vapaa-ajankalastuksen kokonaisarvolle saadaan kaikkien, sekä kalastavien että kalastamattomien, yleisestä maksuhalukkuudesta. Saadusta estimaatista taas todennäköisesti puuttuu osa kalastavien käyttöarvosta. Vapaa-ajankalastuksen taloudellinen kokonaisarvo on siis taloudellinen nettohyöty yhteiskunnalle.

Suurilla luvuilla voidaan tehdä mielenkiintoisia ajatusleikkejä. Suomessa vapaa-ajankalastuksen suoranaudessa yhteydessä liikkuvan 1,2 miljardin markan lisäksi on tarjolla lähes 1 miljardi ylimääräistä maksuhalukkuutta, joka

voidaan siirtää kansantalouteen. Samoin ajatellen Pohjoismaissa on yhteensä 4,6 miljardin markan markkinoiden lisäksi noin 5 miljardia ylimääräistä maksuhalukkuutta. Jos osakin tarjolla olevasta panostuksesta saadaan suuntautumaan vapaa-ajankalastukseen, kaikki harrastuksen piirissä toimivat hyötyvät. Silloin kaikenlainen toimeliaisuus ja yrittäminen lisääntyvät vapaa-ajankalastuksen alueella. Jos taas vapaa-ajankalastus ei houkuta tarjolla olevaa rahaa, joku toinen kansantalouden sektori kerää sen pois.

Raha liikkuu muttei jää pyydyksiin

Haasteena on löytää liiketoiminnalle otollisia kohderyhmiä. Urheilukalastajat ja yleiskalastajat käyttävät keskimäärin moninkertaisesti rahaa harrastukseensa kotitarvekalastajiin ja satunnaisiin onkijoihin verrattuna (kuva 3). Lähes 60 % kalastukseen käytettävistä kustannuksista kertyy näiltä kahdelta ryhmältä. Myös heidän ylimääräinen maksuhalukkuutensa on eri tasolla ja muodostaa yli 70 % kokonaissummasta. Asuinympäristöstä ei juuri ole kohdentamiseen apua, sillä kokonaiskustannuksista 42 % tulee kaupunkilaisilta, joita on 44 % kalastajista. Taajamissa asuvat, joita on 29 % kalastajista, käyttävät kalastukseen keskimäärin eniten, 1 150 mk vuodessa. Maaseudulla asuvien osuus, keskkulutus ja kokonaiskustannukset ovat pienimmät. Kun vapaa-ajankalastusta harrastavat jaetaan kolmeen ryhmään koulutuksen keston mukaan, 11 – 13 vuotta koulua käyneet käyttävät keskimäärin ja yhteensä enemmän rahaa kalastukseen kuin heitä vähemmän tai enemmän opiskelleet. Myös heidän maksuhalukkuutensa on keskimäärin ja yhteensä suurempi kuin muiden. Iällä ei näytä olevan suurta merkitystä 18 – 69 -vuotiaiden vapaa-ajankalastajien kalastuskustannuksissa tai maksuhalukkuudessa. Korkeimmat keskiarvot ja kertymät ovat ikäryhmissä 38 – 47 ja 48 – 57 -vuotiaat. Sen sijaan sukupuolen merkitys rahaasioissa on selkeä. Vaikka naisten osuus kalastajista on 35 %, heidän osuutensa kalastuskustannuksista on vain 19 %. Naiset kuluttavat keskimäärin alle puo-

Taulukko 4. Vapaa-ajankalastuksen taloudellinen kokonaisarvo. Kaksi estimaattia.

	Käyttöarvo (miljoonaa mk) (1)	Olemassaoloarvo (miljoonaa mk) (2)	Taloudellinen kokonaisarvo (miljoonaa mk) (3)=(1)+(2)	Taloudellinen kokonaisarvo (miljoonaa mk) (4)
	Kalastavien ylimääräinen maksuhalukkuus kalastuskokemuksestaan	Kalastamattomien maksuhalukkuus vapaa-ajankalastusmahdollisuuksien olemassaolosta		Kalastavien ja kalastamattomien maksuhalukkuus vapaa-ajankalastusmahdollisuuksien olemassaolosta
Tanska	175	1 162	1 337	1 510
Suomi	501	493	994	967
Islanti	42	85	127	138
Norja	648	483	1 130	1 110
Ruotsi	643	880	1 523	1 571
Yhteensä	2 009	3 103	5 112	5 296

let siitä mitä miehet. Myös maksuhalukkuus noudattaa samaa kaavaa.

Vapaa-ajankalastajan on entistä helpompaa perustella itselleen harrastukseen käyttämiensä menoja. Vapaa-ajankalastussektorilla liikkuvat rahat vilkastuttavat koko sektorin elinkeinoelämää. Mitä useammat kuluttavat ja mitä enemmän kuluttavat vapaa-ajankalastukseen, sitä elinvoimaisempi alasta tulee taloudellisesti. Vapaamatkustaja-ajatus käväisee lähellä; miksi itse laittaa rahaa harrastukseen, kun hyödyt ovat paljolti yhteiset, siis antaa toisten maksaa. Vapaa-ajankalastuksen piirissä toimivien omat valinnat ratkaisevat.

Kirjallisuus

- Bohn, J. and Roth, E. 1997. Survey on Angling in Denmark 1997 - Results and Comments. TemaNord 604:79-88.
- Fiskeriverket 2000. Fiske 2000. En undersökning om svenskarnas sport- och husbehovsfiske. Finfo 2000:1. 53 s.
- Statistisk centralbyrå 1999. Levikundersökningen 1997, Oslo-Kongsvinger.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2000. Va-

paa-ajankalastus 1998. Suomen virallinen tilasto: Maa-, metsä- ja kalatalous 2000:1. 27 s.

Toivonen, A.-L., Appelblad, H., Bengtsson, B., Gertz-Hansen, P., Gudbergsson, G., Kristofersson, D., Kyrkjebø, H., Navrud, S., Roth, E.,

Tuunainen, P., & Weissglas, G. 2000. Economic value of recreational fisheries in the Nordic countries. Nordic Council of Ministers, TemaNord 2000:604, 71 p. Saatavana myös osoitteesta <http://www.norden.org/fisk/sk/publikationer.asp>.

Käytetyt termit

Maksuhalukkuusmenetelmässä aineettomille hyödykkeille luodaan hypoteettiset markkinat ja kysytään vastaajan maksuhalukkuutta. Kuluttajan ylimäärä eli ylimääräinen maksuhalukkuus on suurimman maksuhalukkuuden ja todellisuudessa maksetun hinnan erotus. Tuottajan ylimäärä on liiketaloudellinen voitto eli myyntitulojen ja kustannusten erotus. Tuottajan ylimäärä liikkuu ja vaikuttaa reaali-taloudessa, kuluttajan ylimäärä on potentiaalia. Taloudellinen kokonaishyöty yhteiskunnalle on kuluttajan ylimäärän ja tuottajan ylimäärän summa. Taloudellinen kokonaisarvo voidaan jakaa käyttöarvoon ja ei-käyttöarvoon. Käyttöarvo on hyödykkeen suorasta (kalastus) tai epäsuorasta (kalastusvideon katsominen) käytöstä syntyvä arvo. Ei-käyttöarvoon liittyy optioarvo, olemassaoloarvo ja perintöarvo. Optioarvo on arvo mahdollisuudesta tulevaan käyttöön. Olemassaoloarvo on arvo toisille suotavasta käyttöarvosta ja itselle arvo hyödykkeen pelkästä olemassaolosta. Perintöarvo on arvo hyödykkeen periytymisestä tuleville sukupolville.



Kuva 4. Vapaa-ajankalastus tuottaa iloa! (Kuva A-L Toivonen)

UIMAVESIEN LAATU SUOMESSA

Suomessa on noin 3 000 yleistä uimarantaa, joiden veden laatua on valvottu 1970-luvulta lähtien. Suurten uimarantojen valvontatutkimusten tulokset raportoidaan Euroopan yhteisöjen komissiolle vuosittain. Tällaisia EU-uimarantoja Suomessa on n. 440.



Outi Zacheus

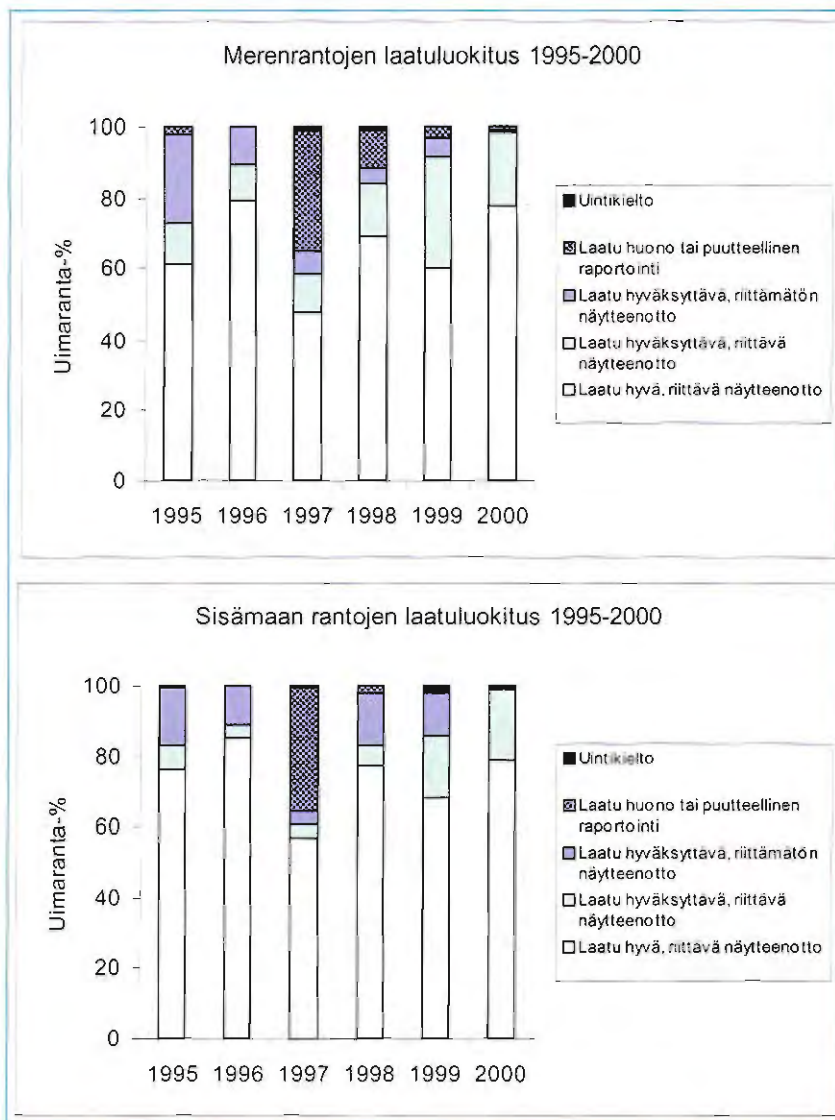
utkija, fil.tri
Kansanterveyslaitos,
ympäristöterveyden osasto, Kuopio
E-mail: outi.zacheus@ktl.fi

Kirjoittaja raportoi vuosittain Suomen EU-uimarantojen valvontatutkimustulokset Euroopan komissiolle. Hän on myös yhteyshenkilö uimavesidirektiivin uudistamisprosessissa.

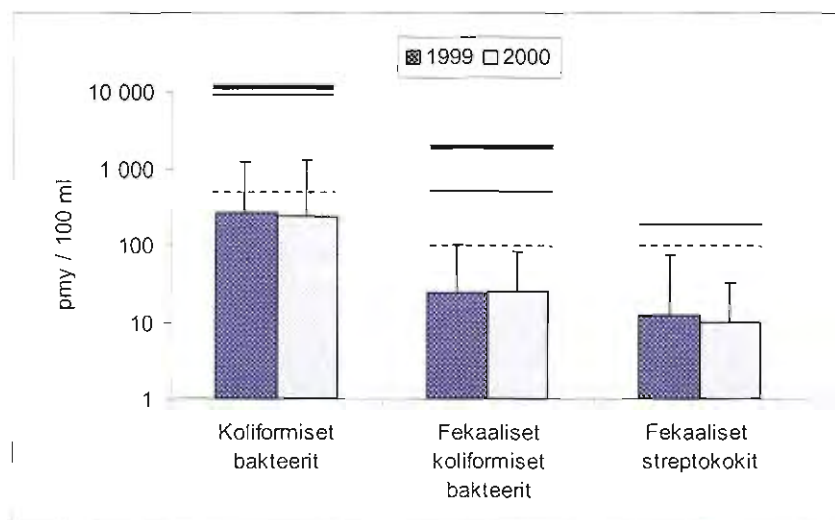
Uimavesistä säännöllisesti tutkittavia mikrobiologisia muuttujia ovat koliformiset bakteerit, fekaaliset koliformiset bakteerit ja fekaaliset streptokokit. Mikrobiologisten tutkimusten lisäksi uimaveden laatua tarkastellaan myös aistinvaraisesti. Aistinvaraisella tarkastelulla kartoitetaan pesuainevaahdon, mineraaliöljyjen ja fenolien esiintymistä uimavedessä. Pesuainevaahdon toteaminen on tuottanut meillä eniten tulkintavaikeuksia, sillä rantaviivassa esiintyvä vaahto voi olla myös siitepölyn ja voimakkaiden tuulten aiheuttamaa. Mikäli rantavedessä esiintyy jatkuvaa, pysyvää vaahtoa, tulisikin pinta-aktiivisten aineiden esiintyminen selvittää kemiallisella analyysillä.

EU:n komissio laatii vuosittain uimaveden laatua koskevan raportin, joka julkaistaan toukokuussa, juuri ennen seuraavan uimakauden alkua. Raport-

ti ei tarkastele ainoastaan uimavesien laatua, vaan siinä otetaan huomioon myös uimarannoilta otettujen näytteiden lukumäärä. Mikäli riittävän näyteenottotiheyden vaatimus ei täyty, alennetaan kyseisen uimarannan laatu-luokitusta, vaikka otettujen näytteiden osalta uimaveden laatu olisikin moitteetonta ja laatuvaatimukset täyttävää. Riittävän näyteenottotiheyden saavuttaminen on tuottanut meille ongelmia ja monissa tapauksissa yhden näyteen puuttuminen on johtanut uimarannan laatu-luokituksen alentamiseen. Viime vuosina kuntien terveydensuojeluviranomaisille onkin jaettu entistä enemmän tietoa direktiivin vaatimuksista ja tällä hetkellä riittävä näyteenottotiheys saavutetaan lähes kaikilla uimarannoilla. Uimakauden 2000 tulosten perusteella riittämättömän näyteenottotiheyden uimarantoja oli Suomessa enää 0,9 %, kun vielä vuotta aikaisem-



Kuva 1. Suomen EU-uimarantojen laatuluokitus uimakausina 1995–2000. Kauden 2000 tulokset perustuvat komission tekemään alustavaan arviointiin.



Kuva 2. Suomen EU-uimarantojen vesien keskimääräinen mikrobiologinen laatu uimakausina 1999 ja 2000 (_ direktiivin laatuvaatimus, — kansallinen laatuvaatimus, - - direktiivin ohjeellinen tavoitearvo).

min vastaava luku merenrannoilla oli 5,4 % ja sisämaan rannoilla 12,5 % (kuva 1) (Euroopan komissio 2000).

Suomen uimavesien laatua voidaan pitää hyvänä, sillä suurin osa uimavesistämme täyttää jopa direktiiviin asetetut ohjeelliset tavoitearvot (kuva 1). Vuosina 1995 ja 1996, kun uimavesiraportti perustui fekaalisten koliformisten bakteerien valvontatutkimustuloksiin, suurimmaksi ongelmaksi muodostui riittävän näytteenottotiheyden saavuttaminen. Vuonna 1997, kun tarkasteluun otettiin mukaan kolme aikaisemmin mainittua aistinvaraisesti arvosteltavaa muuttujaa, Suomen uimavesien laatu näytti romahtavan. Syy huonoiksi luokiteltujen uimarantojen äkilliseen kasvuun ei kuitenkaan ollut uimaveden laadussa, vaan aistinvaraisesti arvosteltavien muuttujien valvontatutkimusten puutteellisessa raportoinnissa. Sekaannusta tulosten tulkinnaissa aiheutti se, että uimavesiraportissa puutteellinen raportointi ja laatuvaatimusten täyttymättömyys luokitellaan samalla tunnusvärillä. Puutteellisen raportoinnin taustalla oli Suomen aikaisempi käytäntö raportoida näiden aistinvaraisten muuttujien tulokset ainoastaan silloin, jos niitä esiintyi uimavedessä. Raportointitavan äkillinen muutos aiheutti sekaannusta monissa kunnissa, minkä vuoksi osa näistä valvontatutkimustuloksista jäi raportoitamatta komissiolle. Tehostetun tiedottamisen ja koulutuksen avulla nämä raportointiin liittyvät puutteet ovat nyt poistuneet.

Komission uimavesiraportista ei käy ilmi uimavesien todellinen laatu, sillä uimarannat arvioidaan ainoastaan laatuvaatimusten ja tavoitearvojen ylitysten, näytteenottotiheyden ja raportoinnin riittävyuden perusteella. Kuvaan 2 on koottu valvontatutkimustuloksiin perustuen Suomen kaikkien EU-uimarantojen veden mikrobiologinen laatu kahden edellisen uimakauden ajalta. Direktiivin muuttujalle asettama laatuvaatimus on merkitty kuvaan paksulla viivalla, kansallinen laatuvaatimus ohuemmalla viivalla ja direktiivin ohjeellinen tavoitearvo katkoviivalla. Direktiivissä laatuvaatimus on asetettu koliformisille bakteereille, 10 000 pmy/100 ml, ja fekaalisille koliformisille baktee-

reille, 2 000 pmy/100 ml (pmy, pesäkkeen muodostava yksikkö). Kansallisessa säädöksessämme on koliformisille bakteereille asetettu sama laatuvaatimus kuin direktiivissä, mutta fekaalisten koliformisten bakteerien laatuvaatimus on meillä tiukempi kuin direktiivissä, 500 pmy/100 ml. Fekaalisille streptokokeille on asetettu ainoastaan kansallinen laatuvaatimus, 200 pmy/100 ml.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että Suomen uimavesien keskimääräinen mikrobiologinen laatu on erinomainen ja tulokset täyttävät erinomaisesti direktiivin laatuvaatimukset, kansalliset laatuvaatimukset ja direktiivin ohjeelliset tavoitearvot (kuva 2). Koliformisten bakteerien keskimääräinen pitoisuus on 250 pmy/100 ml, fekaalisten koliformisten bakteerien pitoisuus 20 pmy/100 ml ja fekaalisten streptokokkien 10 pmy/100 ml. Vuoden 2000 tulosten perusteella Suomessa oli ainoastaan yksi uimaranta, jossa yksittäinen näyte ei täyttänyt direktiivin laatuvaatimusta. Näihin yksittäisiin laatuvaatimusten ylityksiin on vaikea aina löytää syytä, sillä ne voivat johtua pikemminkin rannalla vierailleesta linnusta kuin jatkuvasta, ihmisen aiheuttamasta jätevesikuormasta. Luonnon omien tekijöiden vaikutusta uimaveden laatuun on vaikea eliminoida.

Jokaisen maan tulee luonnollisesti tehdä työtä uimavesien entistä paremman laadun saavuttamiseksi, mutta edellä mainittujen seikkojen perusteella ei voida moittia Suomen uimavesiä uimakelvottomiksi tai huonolaatuisiksi. Suomessa on aina pyritty korjaamaan uimavesien valvonnassa ja raportoinnissa tapahtuneet puutteet mahdollisimman pian, mikä ilmenee myös komission uimavesiraportin tuloksista. Meillä reagointi valvonnan ja raportoinnin parantamiseksi on ollut merkittävästi nopeampaa moniin vanhoihin jäsenmaihiin verrattuna. Valitetta-

vaa on se, että komissio ei ole antanut uusille jäsenmaille yhtä pitkää aikaa sopeutua direktiivin vaatimuksiin kuin mitä vanhemmilla jäsenmailla on ollut. Suomessa uimavesiemme hyvän laa-

mavesidirektiiviksi tulevan kesän aikana. Laatiessaan ehdotusta uudeksi uimavesidirektiiviksi, komissio pyrkii ottamaan huomioon mm. jäsenmaiden direktiiviuudistusta koskevat kommentit,

WHO:n ohjeet virkistyskäyttöön tarkoitetuista vesistä sekä Brysselissä tämän vuoden huhtikuussa pidetyn uimavesikonferenssin tulokset. Vielä tällä hetkellä uimavesidirektiiviehdotuksen sisällöstä ei ole tarkempaa tietoa.

Syy huonoiksi luokiteltujen uimarantojen äkilliseen kasvuun ei kuitenkaan ollut uimaveden laadussa, vaan aistinvaraisesti arvosteltavien muutujen valvontatutkimusten puutteellisessa raportoinnissa.

dun säilyttämistä pidetään jatkossakin erittäin tärkeänä.

Nykyistä uimavesidirektiiviä pidetään vanhentuneena, minkä vuoksi komissio on käynnistänyt prosessin direktiivin uudistamiseksi. Komission tavoitteena on antaa ehdotus uudeksi ui-

Kirjallisuus

Euroopan komissio. Uimaveden laatu. Toukokuu 2000 – EUR 19505.

Eurooppalaisten uimavesien laatu

Tarkemmin EU-jäsenmaiden uimavesien laatuun voi tutustua internet-osoitteessa:

<http://www.europa.eu.int/water/water-bathing/report.html>

Uimavesien valvonta

Uimavesien valvontatutkimukset perustuvat sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön päätöksiin (292/96 ja 41/99), joissa on otettu huomioon Neuvoston direktiivin 76/160/ETY vaatimukset. Direktiivin mukaisesti päätöksissä on asetettu laatuvaatimuksia mikrobiologisille, fysikaalis-kemiallisille ja aistinvaraisesti arvosteltaville muuttujille. Suomessa uimaveden hyvän hygieenisen laadun vuoksi sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön päätökseen on ulosteperäisen saastumisen indikaattorille, fekaalisille koliformisille bakteereille, voitu asettaa tiukempi laatuvaatimus kuin mitä EY:n direktiivi edellyttää. Laatuvaatimusten lisäksi direktiivissä on joillekin muuttujille asetettu laatuvaatimusta tiukempi ohjeellinen tavoitearvo. Uimaveden laatua voidaan pitää erittäin hyvänä näiden tavoitearvojen täytyessä ja hyväksyttävänä laatuvaatimusten täytyessä.



Erkki Vuori

professori
Helsingin yliopisto,
oikeuslääketieteen laitos
E-mail: erkki.o.vuori@helsinki.fi
Kirjoittaja on oikeuskemian professori. Hän tutkii ja opettaa myös ympäristöhygieniaa.



Anna Pelander

fil.tri, assistentti
Helsingin yliopisto,
oikeuslääketieteen laitos
E-mail: anna.pelander@helsinki.fi
Kirjoittaja työskentelee oikeuskemian assistenttina. Hänen väitöskirjansa aihe oli syanobakteerien tuottamien maksamyrkkyjen analytiikka.

Keijo Laakso

fil.lis.
Suunnittelukeskus Oy
E-mail: keijo.laakso@suunnittelukeskus.fi

UTÖN TOKSISUUS- SEURANTA

Sinilevien eli syanobakteerien aiheuttamat vedenkukinnat voivat olla myrkyllisiä. Myrkyllisyyttä ei voi varmasti päätellä leväkasvuston lajimäärityksen perusteella, vaan toteamiseen vaaditaan esim. kemiallinen analyysi tai biologinen toksisuustesti. Itämeressä tavalliset *Nodularia* -suvun levät ovat usein myrkyllisiä ja sisältävät maksamyrkkyinä tunnettua nodulariinia. Työssä seurattiin kesinä 1998 ja 1999 nodulariinin esiintymistä Utön saaren eteläpuolen rannan läheisessä vesialueessa. Kesällä 1998 vedessä ei todettu toksiineja, mutta elokuussa 1999 löydettiin leväkukinnan aikana nodulariinia. Toisesta kohdasta saaren rantavedestä otettu näyte sisälsi nodulariinia, vaikka vedessä ei enää ollut silmin havaittavaa määrää leväkasvustoa. Tulostemme mukaan vesi ei ollut koskaan toksista ennen leväkukintaa. Uusi havainto sen sijaan oli toksiinin löytyminen vielä jonkin aikaa vedenkukinnan jälkeen.

Sinilevälautat, vedenkukinnat, ovat aina hätkähdyttävän näköisiä luonnonilmiöitä ja esiintyessään ne muistuttavat ympäristöongelmasta ja vesiä saastuttavasta ravinnekuormituksesta (Rapala ja Sivonen 1999). Vuosi 1997 oli poikkeuksellisen paha levävuosi. Kesäkuusta alkanut lämmin ja tyyni sääjakso aiheutti voimakkaan le-

väkasvun ja kukinnan. Levälauttoja tavattiin vesialueilla jo heinäkuun alkupuolella, vaikka tavallisesti esiintymis- huippu on vasta heinä – elokuussa (Lepistö 1998). Vuodesta 1998 Suomessa on ollut tehostunut leväesiintymien havainnointijärjestelmä, jossa 299 havaintopisteessä eri puolella maata silmä- määräisesti arvioidaan kerran viikossa

Taulukko 1. Nodulariinin esiintyminen ja havaintopaikan vedenlämpötila Utön etelärannan merivedessä kesällä 1999.

PÄIVÄMÄÄRÄ	NODULARIINIIN KVALITATIIVINEN ANALYYSI (TLC)	NODULARIINIIN KVANTITATIIVINEN ANALYYSI (HPLC-DAD)	VEDEN LÄMPÖTILA °C
29.07.99	ET	EA	18,6
02.08.99	+ NODL	1,8 µg/l	22,5
04.08.99	+++ NODL	17 µg/l	22,8
05.08.99	++ NODL	2,8 µg/l	21,7
09.08.99	+ NODL	0,9 µg/l	18,0
10.08.99	h.+ NODL	0,3 µg/l	19,0
11.08.99	ET	EA	18,4

ET = EI TODETTU
EA = EI ANALYSOITU
NODL = NODULARIINI

levän esiintymisen määrä (Lepistö ym. 1998). Avomerellä tapahtuvasta levätilanteen seuraamisesta on vastannut Merentutkimuslaitos, jolla on kuusi havaintopaikkaa Suomenlahdella (Rissanen ja Lepistö 2000).

Tehtyjen havaintojen mukaan vuosi 1998 oli koko 90 -luvun helpoin vuosi: ilmoituksia oli alle puolet tyypillisestä määrästä (Lepistö ym. 1998). Vuonna 1999 Suomenlahdella löydettiin leväesiintymiä ensi kerran kesäkuun loppupuolella, mutta suurempia levämääriä todettiin heinäkuun alussa ja erityisen paljon elokuun alussa. Tuulinen sää esti kuitenkin suurten lauttojen muodostumisen. Tavallisimpana löydöksenä olivat myrkyttömät *Aphanizomenon*-suvun leväesiintymät, mutta loppukesällä todettiin niin ikään *Nodularia* -kasvustoa, jonka tiedetään yleensä olevan toksista (Rissanen ja Lepistö 2000).

Levätilanteen seuranta perustuu siis silmämääräisiin havaintoihin ja toksisuuden arviointi tehdään pääasiassa leväkukinnan lajinmäärityksen avulla. Tähän menettelyyn on useita syitä: toksisuuden määrittäminen on kallista ja tutkimuskapasiteetti on niin ikään rajallinen. Toisaalta runsas leväkukinta vastenmielisen näköisenä ja hajuisena rajoittaa jo sinänsä veden käyttämistä ja estää myös virkistyskäyttöä, joten tarkka tieto toksisuudesta ei aina ole edes välttämätöntä.

Syanobakteerien tuottamien toksiinien määrittämiseen on jo pitkään ollut

nestekromatograafinen menetelmä. Niin ikään on kehitetty ohutkerroskromatograafinen seulontamenetelmä, jolla voidaan edullisesti ja nopeasti tunnistaa toksinut leväkasvustosta (Pelander ym. 1996) ja myös vedestä (Pelander ym. 2000). Vuoden 1997 runsaan leväkukinnan innoittamana aloitimme vuonna 1998 systemaattisen meriveden toksisuuden seurannan, josta saadun kokemuksen perusteella seuranta jatkettiin kesällä 1999.

Seurannan järjestäminen

Koalueeksi valittiin Utön saari (21°22' ip, 59°75' pl) koska saaresta avautuu aava Itämeri ja näytteenotto pystyttiin järjestämään yhteistyössä puolustushallinnon rakennuslaitoksen kanssa. Näytteenotto paikaksi valittiin etelärannan laituri (saunalaituri) koska sää- ja tuuliolosuhteista riippumatta näytteenotto oli mahdollista toteuttaa laiturilta ennalta suunnitellun näytteenotto-ohjelman mukaisesti. Kesällä 1998 näytteitä otettiin 3-5 kertaa viikossa ja kesällä 1999 kaksi kertaa viikossa. Näytteenotto-ohjeen mukaan leväkukinnan aikana näytteenotto tihennettiin tapahtuvaksi päivittäin.

Näyte otettiin Limnos -vedennoutimella ämpäriin. Ennen näytteenottoa noudin huuhdottiin näytepaikan vedellä. Saadusta vesinäytteestä suodatettiin vakuumin avulla 25 µm planktonverkon läpi yhden litran näyte, joka

pakastettiin suodoksella huuhdellussa muovipullossa (-18 °C). Näytteet säilytettiin pakastettuna kunnes ne analysoitiin.

Näytteiden analysointi

Nodulariinin kvalitatiiviseen seulontaan (vuoden 1999 vesinäytteet) käytettiin ohutkerroskromatograafista (TLC) menetelmää, jossa toteaminen perustuu nodulariinin visualisointireaktioon N,N-dimetyyli-1,4-fenyleenidiammoniumdikloridin kanssa. Menetelmä on esitetty yksityiskohtaisesti toisaalla (Pelander ym. 2000). Julkaistusta menetelmästä poiketen käytettiin 250 ml:n näytetilavuutta, jolloin saavutettiin 0,2 µg/l toteamisraja nodulariinille.

Kvantitatiivinen nestekromatograafinen (HPLC-DAD) analyysi tehtiin kvalitatiivisen seulonnan perusteella positiivisille näytteille (vuosi 1999). Vuoden 1998 näytteitä analysoitaessa kvalitatiivista menetelmää ei vielä ollut käytössä, joten ne analysoitiin suoraan kvantitatiivisesti. Menetelmä on esitetty yksityiskohtaisesti toisaalla (Vuori ym. 1997). Julkaistusta menetelmästä poiketen kalibrointi tehtiin kolmella pisteellä pitoisuusvälillä 0,2 - 5 µg/l, ja näytteen lopputilavuus oli 100 µl.

Tulokset

Vuonna 1998 näytteenotto paikalta ke-
rättiin 13.7. - 9.9.98 välisenä aikana



Näkymä Utön etelärannalta v. 1999 (Kuva Jorma Seppänen).

kaikkiaan 50 näytettä. Kyseisenä aikana ei merivedessä havaittu silmämääräisesti arvioituna kertaakaan levää. Tästä syystä kaikkia näytteitä ei tutkittu. Analysoitujen näytteiden määrä oli yhteensä 15 ja ne jakautuivat siten, että viikoilla 29 – 37 jokaiselle viikolle sijoittui vähintään yksi tutkittu näyte. Missään tutkituissa näytteissä ei todettu nodulariinia eikä mikrokystiinejä.

Vuonna 1999 näytteiden keräys tapahtui 29.6. – 8.9.99 välisenä aikana, yhteensä kerättiin 25 näytettä. Koska käytössä oli aikaisempaa nopeampi ohutkerroskromatograafinen seulontamenetelmä, kaikki näytteet myös tutkittiin. Näytteet jakaantuivat viikoille 26 – 36 siten, että jokaisella viikolla oli vähintään kaksi tutkittua näytettä. Elokuun alussa otetuissa näytteissä todettiin nodulariinia, ensimmäinen havainto tehtiin 2.8.99 ja viimeinen heikko havainto 10.8.99. Ohutkerroskromatograafisella menetelmällä arvioituna suurin pitoisuus oli 4.8.99 otetussa näytteessä. Tulokset varmistettiin nestekromatograafisella menetelmällä; korkein pitoisuus oli 4.8.99 todettu 17 µg/l (taulukko 1). Missään näytteessä ei todettu mikrokystiinejä.

Näytteenottaja (A.S.) totesi 5.8.99 Utön saaren ns. koulun lahden vedessä kuolleita simpukoita. Merivesi oli tällä kohdalla kirkasta eikä silmämääräisesti arvioituna sisältänyt leviä. Tutkimusohjelmasta poiketen hän otti näyt-

teen myös tästä vedestä. Näytteessä todettiin nodulariinia ja pitoisuudeksi saatiin 14 µg/l, näyte ei sisältänyt mikrokystiinejä.

Pohdinta

Suomen ympäristökeskus on organisoinut levätilanteen seurannan, jossa eri

puolilla maata eri viranomaiset ja myös yksityiset henkilöt tekevät havaintoja määrätyn vesialueen levätilanteesta viikoittain kesäkuun alusta syyskuun loppuun. Tarkkailijat ottavat myös levänäytteet lajimääritystä varten, jos levää on runsaasti tai erittäin runsaasti (Rissanen ja Lepistö 2000). Seurantaan ei kuitenkaan kuulu systemaattinen levä-

Lyhyesti

Vedenkukinnat, sinilevien massaesiintymät, johtuvat syanobakteerien kyvystä liikkua kaasuvakuolien avulla vesipatsaassa ravinteiden määrän ja valon mukaan. Tuulisessa säässä vesi on sekoittunutta ja levämassa on jakautunut syvyysuunnassa suureen vesimäärään. Tuulen äkillisesti tyyntyessä solut eivät ehdi sopeutua uuteen tilanteeseen vaan kaasuvakuolien noste kohottaa levämassan vedenpintaan, jossa se muodostaa vihreän tai sini-vihreän massan.

Nodulariini on Nodularia -suvun levien tuottama maksatoksiini. Nodulariini on kemialliselta rakenteeltaan rengasmainen viiden aminohapon muodostama peptidi. Yksi aminohapoista on muualla luonnossa harvinainen Adda, joka on niin ikään eräiden muiden syanobakteerien muodostamien maksatoksiinien rakenneosia. Suuri nodulariiniannos aiheuttaa äkillisen maksavaurion, joka voi johtaa kuolemaan maksan sisäisten verenvuotojen vuoksi. Myrkytykseen johtavan suuren annoksen lisäksi pitkäaikainen pienikin altistus on vaarallista, se voi johtaa pahanlaatuisten kasvainten syntymiseen. Nodulariini on varsin kestävä myrkyllinen yhdiste, esimerkiksi saastunut vesi ei puhdistu keittämällä.

kukinnan toksisuuden kemiallinen analysointi.

Tekemässämme seurantatutkimuksessa Utön saaren etelärannan havaintopaikalla ei kesällä 1998 todettu meressä leväkaskvustoa. Sen sijaan kesällä 1999 elokuun alussa totesimme leväkukinnan, joka osui merialueiden muilla havaintopaikoilla todettujen leväesiintymien maksimin kohdalle (Rissanen ja Lepistö 2000).

Kukinnan alkauksessa 2.8.99 suodatusvesinäytteessä todettiin nodulariinia. Seuraavina päivinä pitoisuus kasvoi nopeasti ja suurin määrä havaittiin 4.8.99. Tämän jälkeen pitoisuudet olivat alenevia eikä 10.8.99 jälkeen otetuissa näytteissä toksiinia enää todettu. Tulokset tukevat käsitystä leväesiintymän ja toksiinin samanaikaisesta esiintymisestä. Meriveden lämpötila oli toksisuusmaksimin aikana 4.8.99 kesän korkein, 22,8 °C (taulukko 1).

Uusi ja siksi merkittävä havainto oli 5.8.99 toisesta kohtaa saaren rantavedestä otetun vesinäytteen korkea nodulariiniipitoisuus, vaikka kyseisessä

kohdassa ei todettukaan silmämääräisesti arvioituna levää. On siis mahdollista, että vesi voi olla myrkyllistä, vaikka siinä ei ole havaittavia määriä leväkaskvustoa. Todettu toksisuus liittyy kuitenkin juuri edeltäneeseen voimakkaaseen vedenkukintaan.

Seurantatutkimuksemme tulosten mukaan muistisääntönä veden toksisuudesta voidaan edelleen pitää ohjetta, että vesi ei ole myrkyllistä ennen leväkaskvuston esiintymistä. Samanaikaisesti on kuitenkin muistettava, että vedessä voi olla toksiineja vielä jonkin aikaa vedenkukinnan jälkeen. Tuloksemme eivät anna vastausta siihen kuinka kauan vesi voi olla myrkyllistä kukinnan jälkeen, mutta myrkyllisyyden kesto riippunee veden sekoittumisesta, vaihtumisesta ja virtauksista.

Tekijät kiittävät puolustushallinnon rakennuslaitosta hyvästä yhteistyöstä, Aila Sirkkiää huolellisesta näytteidenotosta ja Maa- ja vesitalouden tuki ry:tä taloudellisesta tuesta.

Kirjallisuus

- Lepistö L. 1998. Sinilevät ja vihreä vedenkukka. Ympäristö ja Terveys 29(2-3):54-58.
- Lepistö L., Rissanen J. & Kotilainen P. 1998. Reaaliaikainen leväfilanteen seuranta Ympäristö ja Terveys 29(7):30-36.
- Pelander A., Ojanperä I., Sivonen K., Himberg K., Waris M. & Niinivaara K. 1996. Screening for cyanobacterial toxins in bloom and strain samples by thin layer chromatography. Water Research 30:1496-1470.
- Pelander A., Lahti K., Ojanperä I., Niinivaara K. & Vuori E. 2000. Visual detection of cyanobacterial hepatotoxins by thin-layer chromatography and application to water analysis. Water Research 34:2643-2652.
- Rapala J. ja Sivonen K. 1999. Myrkyllisiin syanobakteerikukintoihin johtavat syyt. Vesitalous 40 (5):6-10.
- Rissanen J. & Lepistö L. 2000. Kesän 1999 leväseuranta. Ympäristö ja Terveys 31(2):57-61.
- Vuori E., Pelander A., Himberg K., Waris M. & Niinivaara K. 1997. Removal of nodularin from brackish water with reverse osmosis or vacuum distillation. Water Research 31:2922-2924



HOH Water Technology	Water Technology		www.separtec.fi
	<i>Talousvesisuodattimet</i> <i>Teollisuussuodattimet</i> <i>Kemikaalien annostelulaitteet</i> <i>Ultrapuhtaan veden laitokset</i>	<i>Käänteisosmoosi ja nanosuodatus</i> <i>UV-sterilisaattorit</i> <i>Uraanin ja radonin poistolaitteet</i> <i>Uima-allaslaitteet</i>	
	HOH Separtec OY <small>Water Technology</small>	 Insinööritoimisto VARTIAINEN	
Varpeenkatu 28 PL19 21201 Raisio puh. (02) 4367 300 fax (02) 4367 311 e-mail separtec@separtec.fi			

Mool River – missä ovat kalat?

Kalastus on toiminut vuosia Thaimaan Mool River Villagen asukkaiden tärkeimpänä elinkeinona. Nykyään kalaa saadaan silloin, kun Pak Moolin pato avataan. Hallitus suostuisi avamaan padon neljänä kuukautena vuodessa, mutta kyläläisille tämä ei riitä. Mitä vaikutuksia padon rakentamisella ja käytöllä on ollut vähävaraisten paikallisten elämään?

Mool Riverin kylässä on eletty levottomia aikoja jo kauan. Kymmenen vuotta sitten rakennettu pato jäytää hallituksen, voimayhtiön ja kyläläisten välejä. Paikalliset asukkaat tuntevat itsensä petetyiksi: mikään ei ole niin kuin ennen, eikä varsinkaan kuinka luvattiin. "100 000 perhettä Mekong- ja Mool jokien läheisyydessä on riippuvaisia kalasta. Nykyään Mool Riverin kalat ovat lähes hävinneitä. Isoja kaloja ei pääse padon vuoksi lainkaan jokeen. Vedestä on löytynyt enemmän raskasmetalleja kuin patoa edeltävänä aikana. Ihmisiä on sairastunut erilaisiin parasiittitauteihin. Kukaan ei ole samalla lailla onnellinen kuin ennen", kertoo kyläläisten tukena toimiva Vanida.

Näky kylässä on pysähdyttävä. Bambusta kyhättyjä majoja on siellä täällä. Osa on hylätty, niiden katoista töröttävät jäljellä vain mustiksi hiiltyneet bambuparrut. Alempana, lähellä veden rajaa sijaitsee kasoittain kiviä. Ne ovat vanhojen talojen perustuksia sekä muistomerkkejä niille kodeille, jotka padon aiheuttaman veden nousun vuoksi ovat nousuveden aikana jääneet veden varaan. Hiiltyneet majat muistuttavat siitä, kuinka kyläläisten kodit on poltettu maan tasalle hallituksen ja voimayhtiön toimesta.

Uudet, kauemmaksi uuden hienon tien varrelle rakennetut kunnan ta-

lot(hallituksen maksamat) eivät kelpaa kyläläisille. Kyläläisten mukaan maa on lunastettu heiltä pilkkahinnalla, eivätkä he mahdu isoine perheineen uusiin taloihin. He ihmettelevät, mitä he tekevät leveällä tiellä tai sähköllä, eihän heillä ole varaa maksaa sähkölaskuja, saati ostaa autoja. Hallitus on pyrkinyt talojen avulla korvaamaan osan aiheuttamastaan elinkeinon menetyksestä.

Dekaani puolestapuhujana

Padon olemassa olosta on käyty suuria mellakoita. Talojen polttamisen lisäksi poliisit ovat hakanneet kyläläisiä. Huhu kertoo myös ampumiskohtauksista. Media vääristelee tietoja hallituksen painostuksen alla. Suurimpiin valheisiin lukeutuu väite joessa uisken-televasta suuresta kalapopulaatiosta. Myöskään kolme vuotta sitten luvattua vesijohtoa ei ole rakennettu.

Noin tunnin ajomatkan päässä sijaitsevan Ubon-Rachathanin yliopisto on mukana auttamassa kyläläisiä entisen elintason saavuttamisessa. Nokkamiehenä puuhastelee yliopiston dekaani Phankasem. Dekaanin, opiskelijat, kyläläiset ja aktivistit tapaavat säännöllisesti miettiä kyläläisille parempaa tulevaisuutta. Yksi askel on kalastajille pidetyt seminaarit, toinen jokisysteemin tilan parantaminen. Siihen kuuluu muun muassa vähäisen kalakannan kartoitus. Lisäksi mahdollisimman monia pyritään informoimaan joen ja sen ympäristössä elävien asukkaiden tilasta.

Nykyisin kyläläiset tienaaavat elantonsa pääasiassa käsitöiden tekemisellä ja sienien ja bambun myymisellä. Riisin viljelykään ei entiseen tapaan onnistu, koska vesi on peittänyt myös pelot. Alue ei ole myöskään entisenlaista kaunista katsottavaa. Vanha luonnon-suojelualue on jyrätty nykyteknologian



Kalastajien veneet ovat tyhjinä (kuva H. Tuovinen).



Pak Moolin pato (kuva M. Ulan).

hampaisiin. Hullulta tuntuu, miksi sellaiset ihmiset yritetään pakottaa kehityksen rattaisiin, jotka eivät sinne halua.

Mool Riverin patoprojektin kansalaisaktivismi kuuluu osana "Public Parti-

cipation in Environmental Impact Assessment in Asian countries" -projektiin, jossa EU ja Aasian maat toimivat yhdessä Aasian ympäristöasioiden parantamiseksi. Lisää informaatioita löytyy SYKE:n sivuilta



Kalastusvälineet syntyvät kylälaisten omilla käsillä (kuva H. Tuovinen).

<http://www.vyh.fi/eng/intcoop/regional/asian/asen/asia.htm>

Henriikka Tuovinen



Kalan kysynnällä suotuisat näkymät

Kalaan liittyvät mielikuvat ovat hyvin myönteisiä. Sekä kuluttajat että kalatalousalan yrittäjät pitävät kalaa maukaana, terveellisenä ja edullisena elintarvikkeena. Suomalaiset uskovat sekä kalan kulutuksen kasvuun että kalatuotteiden valikoiman lisääntymiseen lähivuosina. Kalatarjonnan odotetaan laajenevan mm. luomu- ja ekomerkitusten kalatuotteiden suuntaan. Tiedot perustuvat Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen huhtikuussa julkaisemaan kalatalousbarometriin, jossa tutkittiin samanaikaisesti sekä kuluttajien että elinkeinon näkemyksiä kalatalouden tulevaisuudesta.

Kalalle myönteisten käsitysten taustalla on usein omakohtainen ja konk-

reettinen suhde kalaan: 95 % suomalaisista syö kalaa, 80 % valmistaa itse kalaruokia tuorekalasta ja yli puolet kalastaa itse tai osallistuu ainakin joskus kalastamiseen. Naiset ovat jonkin verran miehiä innokkaampia kalaruokien valmistajia. Miehet vastaavasti kalastavat selvästi useammin kuin naiset.

Kalan kotimaisuutta arvostetaan paljon. Uusilla kotimaisilla kasvatetuilla kalalajeilla näyttäisi olevan kysyntää. Ulkomaista kalaa ei koeta merkittäväksi uhaksi kotimaiselle kalalle. Valtaosa suomalaisista uskoo, että uusia terveysvaikutteisia kalatuotteita tulee tarjolle ruokakauppoihimme lähivuosina. Sen sijaan sekä elinkeino että kuluttajat suhtautuvat geenimuunneltujen ka-

latuotteiden kysyntään erittäin epäilevästi.

Mielikuvat kalasta ja kalataloudesta ovat varsin samankaltaisia kuin edellisellä mittauskerralla, vuotta aiemmin. Useat mitatuista asioista ovatkin senkaltaisia, että kysymys on enemmän pysyväisluonteisista asenteista kuin alati muuttuvista mielipiteistä.

Tulokset perustuvat yhteensä noin 300 yrityksen ja 2 200 kuluttajan otokseen. Tiedot kerättiin puhelinhaastattelulla helmikuussa 2001. Lisää aiheesta osoitteessa: <http://www.rktl.fi/kala/kalamarkkinat/barometrijulkaisut.html>



Ympäristötuki muutti viljelykäytäntöjä

Maatalouden ympäristötuki muutti ensimmäisellä ohjelmakaudella viljelykäytäntöjä ympäristön kannalta parempaan suuntaan. Lannoitus aleni ja lannan käyttö tarkentui. Vesistöjen varalle jätettiin viljelemättömiä suojakais-toja ja peltojen talviaikainen kasvipeit-teisyys lisääntyi. Kosteikkoja, laskeu-tusaltaita sekä leveitä suojavyöhykkei-tä perustettiin aiempaa enemmän.

Ympäristötuen arvioitiin vähentävän maataloudesta vesistöihin kulkeutuvan kokonaisfosforin määrää 40 % ja koko-naistypen määrää 30 %. Tähän mennessä näitä tavoitteita ei kuitenkaan ole täysimääräisesti saavutettu.

Erityisesti leveiden suojavyöhykkei-den ja kosteikkojen määrä jäi tavoit-teisiin nähden vaatimattomaksi. Eri-tyistukien piirissä oli ensimmäisellä tu-kikaudella niin pieni osa viljelyalasta, että niiden vaikutus kokonaisravinne-kuormitukseen oli vähäinen.

Kuormitusmuutokset pieniä

Arvioidut muutokset vesistökuormi-tuksessa ovat vielä melko pieniä. Nit-raattitypen huuhtouma on vähentynyt eri alueilla 4-15 % ja eroosiofosforin 5-13 %. Liukaisen fosforin kuormitus on säilynyt ennallaan tai hieman lisäänty-nyt. Ympäristötuen tavoitteeksi asetet-tua 30-40 % vähennystä ravinnekuor-mituksessa ei siten vielä saavutettu. Nit-raattitypen huuhtoumaa vähensi typ-pilannoituksen ja karjanlannan levitys-määrien pieneneminen ja eroosiofosforin huuhtoumaa siirtyminen syyskyn-nöstä kevennettyyn muokkaukseen ja kevätkyntöön. Kevennetty muokkaus on silti ristiriitainen viljelytoimenpide, koska se voi lisätä liukaisen fosforin kuormitusta. Liukaisen fosforin kuor-mitusta lisää myös nurmien lannoituk-sessa yleisesti käytetty fosforin pintale-vitys.

Fosforilannoitus väheni Fosforilan-noitus on vähentynyt keskimäärin 15-45% tukikautta edeltäneeseen tasoon verrattuna, mutta lannoituksen vähen-tymisen vaikutus fosforihuuhtoumiin näkyy vasta vähitellen pellon helppo-liukaisen fosforin pitoisuuden muut-tuessa. Fosforilannoitusta ei ole aina riit-tävästi tarkennettu vastaamaan maan fosforipitoisuutta vaan on käytetty tu-kiehtojen sallimaa peruslannoitusmää-rää. Runsaasti fosforia sisältävillä mail-la perustason mukainen fosforilannoit-us on ollut kasveille tarpeetonta. Toi-saalta perustason käyttö on ehkäissyt viljavuuden parantamisen siellä, missä fosforilannoitusta olisi sadontuoton ja ravinteiden hyväksikäytön kannalta tul-lut lisätä.

Lisää aiheesta osoitteessa:
<http://www.vyh.fi/ajankoht/tiedo-te/syke/tied01/t010511.htm>



Merens ranta kallista

Suomalaiset käyttivät mökkien ostoon 2.6 miljardia markkaa vuonna 2000. Marja Salmela kirjoitti Helsingin Sanomissa 26. toukokuuta, että merenrantahuviloiden hinnat sadan kilometrin säteellä Helsingistä ovat ylittäneet miljoonan markan rajan. Suurimmat mökkien keskittymät eivät kuitenkaan ole Helsingin ympäristössä, kaukana siitä (Tilastokeskus 31.12.1999).

Suomen suurimmat kesämökkikunnat 31.12.1999 (Tilastokeskus)

Kunta	Kesämökkien määrä
1. Kuusamo	5 274
2. Tammisaari – Ekenäs	4 622
3. Mäntyharju	4 229
4. Kuopio	3 916
5. Uusikaupunki – Nystad	3 655
6. Asikkala	3 553
7. Rovaniemen mlk – Rovaniemi lk	3 517
8. Tampere – Tammerfors	3 481
9. Pori – Björneborg	3 351
10. Taipalsaari	3 194



Ohjeita Vesitalous-lehden kirjoittajille

Artikkelit toimitetaan lehden toimitussihteerille sähköpostiosoitteeseen vesitalous@mvt.fi. Käsikirjoituksen toivottava **enimmäispituus** on noin 12000 **merkkiä**. Teksti kirjoitetaan 1,5 rivinvälillä. Ensimmäiselle sivulle merkitään tekijän nimen lisäksi oppiarvo ja työpaikka sekä yhteystiedot, myös sähköpostiosoite.

Kirjoittajan valokuva julkaistaan artikkelin yhteydessä, mieluummin värikuvana. Toimitetaan joko sähköisesti tai postitse (toimituksen osoite: Tontunmäentie 33 D 02200 Espoo, puh. (09)412 5530).

Teksti kirjoitetaan raakatekstinä. Asetuksia (esim. lihavoitointia, tabuloitointia, kursivointia) ei siis käytetä. Pakollinen rivinvaihto ainoastaan kappaleiden välillä. Artikkelin otsikon sekä väliotsikoiden pitää olla lyhyitä ja selkeitä. Väliotsikoita ei numeroida. Kirjoitusten tulee olla viimeisteltyjä ja tarkistettuja.

Kirjoittajan odotetaan laativan myös:

- **Tiivistelmä.** Artikkelista julkaistaan sisällysluetteloaukeamalla kirjoittajan tekemä ytimekäs tiivistelmä, jonka pituus on korkeintaan 250 merkkiä. Kirjoittajan tekstissä tiivistelmä sijoitetaan ennen artikkelin otsikkoon.

- **Ingressin.** Varsinainen artikkeli alkaa kirjoittajan laatimalla ingressillä, joka ei ole tiivistelmä, vaan jonka tarkoituksena on herättää kiinnostus itse artikkeliin. Ingressin pituus on 200-400 merkkiä. Se sijoitetaan otsikon ja leipätekstin väliin. Leipätekstiä ei ole syytä aloittaa väliotsikolla.

- **Kirjoittajan taustatiedot.** Lukijalle tarjotaan hieman taustatietoa eli noin 100 **merkillä** kirjoittajan työhistoriaa tai muuten artikkelin kannalta olennaista tietoa. Taustatiedot sijoitetaan kirjoittajan tekstissä artikkelin loppuun.

Taulukoita ei aseteta tekstiin, vaan tekstin loppuun numerjärjestyksessä. Taulukon otsikon tulee kertoa mahdollisimman lyhyesti taulukon olennainen sisältö. Desimaaliluvuissa käytetään pilkkua.

Kuvia ei myöskään sijoiteta tekstiin, vaan tekstin loppuun ja ne numeroidaan juoksevasti. Kuvia ei kehystetä viivoin. Kuvien tulee olla sellaisenaan painovalmiita ja niiden kaikkien osien tulee olla luettavissa myös pienennetyssä koossa. Kuvatestit kirjoitetaan yhtenä ryhmänä, ei siis kuvien yhteyteen. Valokuvista mahdolliset rajausohjeet. Kuvien ja taulukoiden sijoituspaikoista voi kirjoittaja antaa ohjeet.

- **Kirjallisuus.** Käytetään nimenomaan sanaa kirjallisuus (ei siis esim. lähteet, viitteet tms.). Kirjoittaja voi antaa myös kirjallisuusviitteitensä internet- osoitteet hypertekstikohdassa mainitulla tavalla.

Englanninkielinen lyhennelmä artikkelista julkaistaan haluttaessa. Se saa olla enintään noin 100 sanan pituinen. Käännös ja kielentarkastus tehdään lehden toimesta.

Sähköisessä muodossa tulevien kuvien osalta huomattavaa:

- Kuvan tarkkuus vähintään 300 dpi
- Kuvan koko vähintään lehteen tulevan todellisen koon suuruinen
- Kuva CMYK-muodossa
- Kuvan tallennusformaatti .EPS tai .TIF
- World-, PowerPoint ym. kuvat tulostuvat 72 dpi:nä eli ne eivät pääsääntöisesti toimi lehdessä
- Toimitus 100 Mb Zipillä tai CD-ROM:illa

Koska lehdestä tulee myös **verkkoversio**, on huomattava seuraavaa:

- **Sähköpostiosoite.** Verkkolehdestä lukijalla on mahdollisuus antaa artikkelista suoraa palautetta kirjoittajalle. Tämän vuorovaikutteisuuden luomiseksi olisi toivottavaa, että kirjoittaja antaisi **oman sähköpostiosoitteensa**. Se tulee kirjoittajan nimen jälkeen sulkuihin tyyliin: Kirjoittajan Nimi ([mailto:etunimi.sukunimi@yritys.fi](mailto:maillo:etunimi.sukunimi@yritys.fi))

- **Hyperteksti.** Verkkolehdeä varten tekstiin suositellaan liitettäväksi myös ns. hypertekstejä. Sanat, joista kirjoittaja haluaa linkin asiaa lisää valaisevaan internet-osoitteeseen, merkitään alleviivauksella ja sen jälkeen sulkuihin osoite tyyliin: Tilanne **Baikal-järvellä** (<http://www.baikallake/index/pollution.html>) ei voi jatkua näin. Kirjoittajan tulee tarkistaa linkin osoite niin, että se osoittaa suoraan oikeata www-sivua. Tämä osoite näkyy mm. selaimen osoitepalkista. Hypertekstilinkkejä voi sijoittaa tekstiin korkeintaan viisi kappaletta.

- **Taulukko.** Kirjoittaja voi valita taulukon, johon haluaa skaalausominaisuuden. Tämä tarkoittaa sitä, että lukijan klikatessa taulukkoa se aukeaa verkossa tarkemmassa koko ruudun koossa. Kirjoittaja voi näin antaa kaksi taulukkoa, joista toisessa on vain perusasiat ja toisessa enemmän ja tarkempaa tietoa. Taulukot nimetään tyyliin: Perustaulukko 1 ja Tarkennettu taulukko 1. Lehdessä julkaistaan vain perustaulukko.

ABS

COST-EFFECTIVE PUMPING

- pumppaamot
- jätevesipumput
- kaukolämpöpumput
- biokaasukompressorit
- epäkeskoruuvipumput
- työmaauppopumput
- potkuripumput
- tyhjöpumput
- sekoittimet

ABS Pumput Oy
 Höyläämötie 16, 00380 Helsinki
 puh. (09) 506 8890, fax (09) 558053, www.abspumps.com

CREATIVE AND INTELLIGENT TECHNOLOGY

CITEC

AINUTLAATUISIA RATKAISUJA

- järvien kunnostamiseen
- valumavesien hallintaan ja puhdistamiseen
- suotovesien puhdistamiseen
- öljyisten vesien puhdistamiseen
- jätevesien puhdistamiseen

IDEASTA TOTEUTTAMISEEN - YLI 40 VUODEN KOKEMUKSELLE

PL 109, 65101 VAASA
 Puh. 06 324 0700 Fax 06 324 0800
<http://www.citec.fi>

AKVA FILTER – PUHTAAN VEDEEN PUOLESTA

Akva Filter – kansainvälisesti patentoitua osaamista:

- vedenottoa 10–1000 m³/vrk
- omakotitalouksiin, maatalolle, laitoksiin
- suodattimia myös vesipistekohtaiseen vedenpuhdistukseen
- painesäiliösuodattimia ja suodatusmateriaaleja raudan, mangaanin, orgaanisten aineiden, raskasmetallien, kloorin poistoon sekä veden neutralointiin
- suunnittelua ja palvelua yli 30 vuoden kokemuksella

Suodattimet manuaalisena tai moottoriventtiili-automatiikalla varustettuna

PL 33, 19650 Joutsa
 puh. (014)-883 521, fax (014)-883 522
<http://personal.inet.fi/yritys/akva.filter>
 E-mail: akva.filter@co.inet.fi



AKVA FILTER oy



LOKAPALVELU H. EEROLA OY

Monipuolista viemärihuollon palvelua kaivon tyhjennyksestä viemäreiden kuvauksiin ja saneerauksiin asianmukaisella erikoiskalustolla!

OTA YHTEYTTÄ!
 Puh. (09) 852 1600, (09) 852 1178
 Fax (09) 852 1616

PÄIVYSTYS 24 h/vrk

Etelä-Pohjanmaan VESITUTKIJAT OY

PL 29 60000 ULMARJOKI

Puh. 964-424 7580, fax 424 7588

- Akkreditoitu testauslaboratorio T153
- Julkisen valvonnan alainen vesilaboratorio.
- EELA:n hyväksymä vesilaboratorio.
- Sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymä vesilaboratorio.

EKOFINN

- Jätevedenpuhdistamot
- FINN-CLEAN -rumpusiivilät
- 1 perheestä 5 000 asukas-
- vastikkeeseen
- MEVA -porrasvälpät
- HUFO -suodatinmateriaali,
- BIOTEK -bioroottorit myös elintarvikelaatu
- BIOCLERE -biosuodattimet
- DRAIMAD -sähkökuivaimet

OY EKOFINN AB
 Rullakatu 6 C, 15900 LAHTI
 puh. (03) 751 3171, fax (03) 751 3306



JÄTEVESIPUMPPU UUTUUS FLYGTILTÄ! N-PUMPUT

- TUKKEUTUMATON JUOKSUPYÖRÄ
- SÄÄSTÄÄ ENERGIAA
- SÄILYTTÄÄ KORKEAN HYÖTYSUHTTEEN KOKO PUMPPAUKSEN AJAN

ITT Flygt-Pumput Oy
 Yrittäjätie 28
 01800 KLAUKKALA

Puh. 09-8494111
 Fax 09-8524910
www.flygt.com

BIOPERT-ohjelmistot jätevedenkäsittelyn ohjaukseen sekä raportointiin. Myös erillisiä raportointijärjestelmiä lähinnä WINDOWS-ympäristöön.

Enviro Data Oy, Tekniikantie 21, 02150 Espoo,
 puh. 09-437 5246, fax 09-437 5247

Jäteveden puhdistamot:

www.greenrock.fi



Green Rock Oy
 Teollisuustie 2
 91100 Ii

Puh. +358 (0)8 8192 200
 Fax: +358 (0)8 8192 211

E-mail: info@greenrock.fi
 Internet: www.greenrock.fi



**MEMBRAANITEKNOLOGIALLA VALMISTETUT
PUHTAAT TUOTTEEMME**

- ★ Natriumhypokloriitti
- ★ Suolahappo
- ★ Natronilipeä
- ★ Kloori

TEHOKKAASTI - JOUSTAVASTI

FINNISH CHEMICALS OY

PL 7, 32741 AETSÄ
Vaihde 0204 31 11
Fax 0204 31 0431
Email: info@finnishchemicals.com
http://www.finnishchemicals.com



JUVEGROUP

Clewer® Clean Water

Täsmämikrobeltiin perustuvia
vedenpuhdistusjärjestelmiä
teollisuus- ja yhdyskuntajäte-
vesien käsittelyyn.

Juve® Analytical Chemistry

Orgaanisen kemian ympäristö-
analyysit. Mittatekniikan kes-
kuksen akkreditoima FINAS
testauslaboratorio T180.

Juvegroup Oy, Pahtajakuja 7, 96400 Rovaniemi
puh. 016 34 24 689, fax 016 34 24 687
www.juvegroup.fi

Myyntikonttori: Koetilantie 7, 00710 Helsinki
puh. 09 35 05 960, 040 70 33 294, fax 09 35 05 96 50

TURBO SUOMI

Oy HV-TURBO SUOMI Ab, PL 49, 02211 ESPOO
Puh (09) 884 5500, Faksi (09) 884 5600

- | | |
|----------|---------------------------|
| HV-TURBO | kompressorit |
| STAMO | sekoittimet |
| LANDIA | upposekoittimet ja pumput |



Kala-ja Vesitutkimus Oy

- * kalatalous
- * vesistötutkimus
- * vedenhankinta

Luotsikatu 8 00160 Helsinki
Puh. (09) 692 71 00 Fax (09) 692 71 24
www.silakka.pp.fi

Hyxo Oy

www.hyxo.fi • hyxo@hyxo.fi

**Vedenkäsittelyä
vuodesta 1968**



DR LANGE
Reagenssit
Analysaattorit



Laboratoriolaitteet

PL 16, 04261 KERAVALA, puh. (09) 417 4500, faksi 4174 5100

KART OY KART AB

- urakoiva ja valmistava konepaja

Jätevedenpuhdistamot, -pumppaamot
Välpeenkäsittely
Raakavesipumppaamot
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet
Suodatussäiliöt

Kivenlahdenkatu 1, 02320 Espoo
puh. (09) 8190 440, fax (09) 8190 4410

ITS VAHVISTUS OY

- **Betonisaneeraus**
mm. vesitornit, ferroaltaat, sillat
- **Perustusten vahvistus**
mm. parapaalut, ankkurointi, esijännitykset
- **Maa- ja kalliorakenteiden tiivistys ja stabilointi**
mm. injektointi, ruiskubetonointi

Puh. (017) 554 4216, fax (017) 554 4217
Kaivostie, 71470 Oravikoski
Hatanpäänvaltie 34 A, 33100 Tampere
puh. (03) 273 2212, fax (03) 273 2213

**VESIKEMIKAALIEN
YKKÖNEN**



- rauta- ja alumiinipohjaiset koagulan-
tit, polymeerit, hiililähteet sekä näi-
den yhdistelmätuotteet
- tuotteiden sovellutukset veden- ja jätevedenkäsittelyyn
- asiakaskohtaiset, räätälöidyt koagulantit
- järvien kunnostukset

Kemira Chemicals Oy
Kemwater
PL 330, 00101 Helsinki
puh. 010 861 211
fax 010 862 1968
http://kemwater-fi.kemira.com
kemwater-fi@kemira.com



KEMIRA
KEMWATER



KMV-tuotteet

KAIKKEA VEDEN PUMPPAUKSEEN
JA SUODATUKSEEN.

Kirkkonummen Metallivalmiste Oy
Pippurintie 122
02400 KIRKKONUMMI
Puhelin: 09-298 2141
Fax: 09-298 5860



**KALVOSUODATUS JÄTE- JA
RAAKAVEDEN PUHDISTUKSEEN**
- rauta, mangaani, humus, COD, BOD, typpi jne.

OY METALCITY AB LTD
PANSIONTIE 48-52 20240 TURKU FINLAND
PUH. (02) 4151 400 FAX (02) 4151 450

**Nopeasti
asennusvalmiit
KOKKO-painot**



Malli: KOKKO S-10
Lukkopaino
90 mm:stä ylöspäin
Malli KOKKO S-20
Sidos
75 mm:stä alaspäin

KOKKOBE OY AB
BETONITUOTETEHDAS
PL 202, 67101 KOKKOLA

☎ 06-822 3123
fax 06-882 5710

**NOPOL® DDS JA O.K.I.
ILMASTUSJÄRJESTELMÄT**
YHDYSKUNTA- JA TEOLLISUUS JÄTEVESIEN
PUHDISTUKSEEN



NOPON OY
Turvekuja 6
00700 Helsinki
Puh. 09-351 730
Fax. 09-351 5620

for cleaner water
POMILTEK
INTERNATIONAL LTD OY



**LUOTETTAVAA JÄTEVEDEN KÄSITTELYÄ
YLI 15 VUODEN KOKEMUKSELLA**

PUHDASVESI / JÄTEVESILAITOSURAKOINNIT
JA KATTAVAT LAITTEISTOTOIMITUKSET

- hydrauliset porrasvälpät
- hydrauliset välpepuristimet
- suotonauhapuristimet
- rumpusiivilät
- polymeerilaitteistot
- hiekkapesurit
- liete-, kalkki- ja AVR siilot
- selk. laahakoneistot
- flotaatolaitteet
- ruuvikuljettimet

Varikontie 1 60800 Ilmajoki
www.pomiltek.fi
e-mail: info@pomiltek.fi

Puh: 06 4240700
Fax: 06 4240750

- Alitukset juntaamalla 50 mm – 2000 mm
- Alitukset kiveen ja kalliioon 168 mm – 1020 mm
- Putkistosujutukset (Grundoc räck)

**LÄNNEN
ALITUSPALVELU OY**

Läpikäytäväntie 103 28400 Ulvila
puh. (02) 538 3655 GSM 0400-593928 fax (02) 5383093

VAATIVAA VEDENKÄSITTELYÄ
ProMinent® OTA
YHTEYS!
RATKAISEMME ANNOSTUSPULMANNE

VALMISTUS MYYNTI HUOLTO

ProMinent Finland Oy
Orapihlajatie 39 (HPY sivu 20 79/49), 00320 HELSINKI
Puh. (09) 477 7890, Fax (09) 4777 8947

**VEDEN LAADUN MITTAUSANTURI
HYDROLAB DATA - TAI MINISONDI**

- Yhdellä sondilla voit mitata jopa 12 eri suuretta yhtäaikaaisesti pohja-, järvi-, meri- tai jätevesistä.
- lämpötila
- johtokyky
- pH
- liuennut happi
- redox
- pinnan korkeus
- syvyys
- sameus
- ammonia
- nitraatit
- kloridi
- liuennet kaasut
- ympärillä vallitseva valo
- clorofylli
- ilmanpaine
- GPS



OY LABKOTEC AB
Labkotie 1
36240 KANGASALA 4
Puh. 03-2855 111
Telefax 03-2855 320



PUMPPULOHJA

- * ROVATTI -vesilaitospumput
- * PUMPEX -tyhjennys- ja lietepumput
- * SPECK - keskipakopumput
- * Paineenkorotusasemat
- * Erikoissäiliöt

WatMan

VEDEN JA JÄTEVEDEN
KÄSITTELYLAITTEET- JA LAITOKSET
- kotitalouksille - kunnille
- vesiosuuskunnille - teollisuudelle
Yrittäjätie 4, 09430 SAUKKOLA
puh. (019) 371 000 fax. (019) 371 011
www.pumppulohja.fi



 Nordkalk



Hyvän
yhteistyön
malja

PARTEK

Partek Nordkalk Oyj Abp
Tyttyri, puh. 0204 55 3999
Louhi, puh. 0204 55 3699
Parainen, puh. 0204 55 6999
Lappeenranta, puh. 0204 55 7999

RADIOMODEEMIT

SALMETEK OY TOIMITTAA:

Langattomaan tiedonsiirtoon laitteita, joilla voit siirtää RS 232- tai RS 485-tietoa, ON/OFF-tietoa, 4-20 mA- viestejä, pulssseja.

Langalliseen siirtoon modeemeja sekä valinnaiseen verkkoon että kiinteille yhteyksille, myös optiseen kuituun.

Kysy meiltä ELPRO- ja WESTERMO-tuotteita.

SALMETEK OY
PL 103, 01801
Klaukkala
Puh. 09-2766 250
Fax. 09-2766 2550

www.salmetek.fi
info@salmetek.fi

 SALMETEK OY

 SUOMEN
PUTKISTO
TARVIKE OY

- Vesijohtoverkoston vuotojen selvittelyt
- Vuodonhaku- ja paikannuslaitteet
- Mekaaniset, ultraääni ja elektromagneettiset vesimittarit
- Mittausjärjestelmät puhtaille ja viemäri-vesille
- Korjausmuhvit ja laippaporahaarat
- Yleisliittimet
- PE-sähköhitsausmuhvit ja -pistoliittimet

Vaihtotie 9, 33470 Ylöjärvi. Puh. (03) 34 84 688, fax (03) 348 4699
e-mail: sptoy@sci.fi www.saunalahti.fi-sptoy

Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Jäähdytysvesilaitokset
30 vuotta erikoisalana fiotaatiotekniikka

INSINÖÖRITOIMISTO OY  RICTOR AB

SIBELIUKSENKATU 9 B 00250 HELSINKI
PUH. 09-440 164 FAX 09-445 912

RUMPUSIIVILÄT • SUOTONAUHAPURISTIMET
KONEVÄLPÄT • NESTESUODATTIMET
RUUVIKULJETTIMET • VÄLPEPURISTIMET
DEKANTTERILINGOT • POLYMEERILAITTEET

OY SLAMEX AB

PL 20, 00981 HELSINKI
PUH. (09) 343 6200, TELEFAX (09) 3436 2020

MODERNIA TEKNIKKAA VESIHUOLTOON

- Automatisointi - sähköistys - valvomratkaisut
- Paineenkorotusasemat
- Suunnittelu - asennus - huolto

 SLATEK

PL 333, 90401 Oulu (Tuorekuja 4)
puh. (08) 5620 200, fax (08) 5620 220

YIT

YIT ENVIRONMENT OY

PL 36, 00621 HELSINKI
Käyntiosoite: Panuntie 6
Puhelin 020 433 111
Faksi 020 433 2066
sähköposti etunimi.sukunimi@yit.fi

"Jos kaikki
Suomen järvet..."



VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS

-VE-LIMNO ravinnetasemallisto
-VE-EKOSIMU happimalli
-Kunnostussuunnitelmat

TOTEUTUS

MIXOX-hapetusurakointi



 VESI-EKO OY
WATER-ECO

Yrittäjätie 12
70150 Kuopio
Puh. 017-580 0050
Fax 017-580 0051

www.vesieko.fi

tiadustelut@vesieko.fi

LIMNOLOGITOIMISTO-VESIEN HOIDON JA KUNNOSTUKSEN ASIAANTUNTLJA



WATERLINK®

Ympäristötekniikkaa maailman huipulta

Dynasand® suodattimet
Noxon® lietteenkuivauslingot
Zickert hydrauliset kaapimet
Meva vaipat, puristimet

Laadukkaat laitteet ja tietotaito puhtaan veden kasittelyyn, jäteveden käsittelyyn ja teollisuuden prosesseihin.

Ota meihin yhteys. Lupaamme hyvän palvelun.

Waterlink Oy
 Nujamiestentie 3 B, 00400 Helsinki
 puh. (09) 4131 9300, fax (09) 4131 9330
 E-mail wikoy@waterlink.fi www.waterlink.com

Yhteistyöllä luontoa säästäviin tuloksiin

- ◆ Laaja valikoima kiertomäntäpuhallimia: Hibon ja Roots / Holmes
- ◆ Elmacron-näytteenottimet ja pH-laitteet
- ◆ ProMinent-pumput, hoito- ja valvontavälineet
- ◆ Mukavat ja hajuttomat BioLet-kompostivessat

Kysy lisää! Meiltä saat asiantuntevaa palvelua!

Launeenkatu 67 **Y-LAITE OY** Puh. (03) 884 080
 15610 LAHTI Fax (03) 884 0840
 Internet: <http://www.y-laite.fi> Sähköposti: info@y-laite.fi

Vesitalous-lehti nyt Internetissä osoitteessa

www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon
 tarviketarjoukset
 Vesitalouden
 markkinapaikan kautta!

NEUVOTTELEVIA INSINÖÖRITOIMISTOJA

Kiuru & Rautiainen Oy
 Vesihuollon asiantuntijatoimisto

- Laitosten käytön optimointi
- Biologinen ravinteiden poisto
- Yleis- ja prosessisuunnittelu

Olavinkatu 18 LH 21
 57130 SAVONLINNA
 Puh./fax: (015) 510 855 tai 0500-705 337

Vesi- ja ympäristötekniikan asiantuntemusta ja suunnittelua

TRITONET OY
 Pinninkatu 53 C, 33100 Tampere
 Puh. (03) 3141 4100, fax (03) 3141 4140
 E-mail pertti.keskitalo@tritonet.fi

Vesiteknikka
 Jätevesiteknikka
 30 vuotta flotaatiotekniikkaa

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICSON AB

Sibeliuksenkatu 9 B 00250 HELSINKI
 Puh. 09-447 161 Fax 09-445 912

- Vesihuolto, vesirakenteet
- Suunnittelu, työnjohto

oy vesirakentaja
 INSINÖÖRITOIMISTO
 Hihtomaentie 39 A 1, 00800 Helsinki, puh. 09-7552 1100

SUOMEN KONSULTTITOIMISTOJEN LIITON JÄSENET

AIR-IX
 SUUNNITTELU

**VESIHUOLTO ★ YMPÄRISTÖNSUOJELU
 MAANKÄYTTÖ ★ TIE- JA LIIKENNE
 LVI ★ SÄHKÖ ★ AUTOMAATIO**

PL 453, 33101 TAMPERE PL 52, 20781 KAARINA Sepänkatu 9 A 7, 90100 OULU
 Puh. (03) 2442 111 Puh. (02) 515 9500 Puh. (08) 883 030

Insinööritoimisto OY VÄYLÄ

Joensuu 013-120 130 Kajaani 08-628 373
 Nurmijärvi 09-276 8022 Pori 02-6339 454

- kunnallistekniikka ja vesihuolto
- geotekniikka
- tie- ja liikennesuunnittelu
- vesitiet ja satamat
- jätehuolto ja kompostointi
- rakennesuunnittelu

Ympäristö Vesi Infra

• Jyväskylä • Kuopio • Lahti
 • Lappeenranta • Lapua • Oulu
 • Tampere • Turku • Vantaa

maajavesi.poyry.fi

JAAKKO PÖYRY INFRA
 Maa ja Vesi

Maa ja Vesi Oy • PL 50 (Uusikonkatu 3), 01621 Vantaa
 • Puh. (09) 632 661 • e-mail: sw@poyry.fi

ABSTRACTS

Obligatory monitoring of fish farming to be restructured

by Tuija Honkanen, Harri Helminen, Jari Hänninen and Pasi Laihonon

The article deals with the environmental effects of fish farming in the Kustavi-Taivassalo area. The ability of monitoring techniques to indicate the impacts of nutrient releases from fish farms on watercourses is studied by statistical methods. The survey shows that conventional water chemical analyses and benthic animals are of little use in efforts to monitor the nutrient load from fish farming. Of the variables investigated, the concentration of *a*-chlorophyll in periphyton was the one that best indicated local nutrient releases.

Effluent load and water quality in southern Lake Saimaa and the River Vuoksi

by Riitta Heikka, Pertti Laine, Satu-Pia Reinikainen and Pentti Minkkinen

The water quality of southern Lake Saimaa and the River Vuoksi was studied by multivariate methods, principal component analysis (PCA) and discriminant partial least squares regression (DPLS). The data consisted of ten water variables that were regularly determined during a period of 16 years (1982-1998). The water quality was found to have improved, especially since 1992, due to advances in process technology and in waste water treatment in three pulp and paper integrators. Four out of six variables monitored in the effluent flux showed a decreasing trend during the study period. Multivariate methods proved their usefulness in monitoring and interpreting multivariate trends and displaying the results in compact form.

Reproduction of Baltic herring in danger in northern Airisto

by Petri Vahteri and Ilppo Vuorinen

The spawning grounds in northern Airisto, Archipelago Sea, near the town of Turku, are subjected to several anthropogenic disturbances. The area is regarded as one of the major spawning grounds for Baltic herring. Spawn mortality increased steadily until 1998, when it exceeded 80% in some spawning pulses. At the same time the amount of spawn lost in the spawning pulses increased. In 2000, more than 98% of eggs were lost in the spawning area. The reproductive output of Baltic herring has collapsed in the northern Airisto spawning grounds. It is hypothesized that the main reason is the new practice of introducing unconsolidated sediments composed of dredged materials together with pollutants from various sources.

Assessing the recreational use of shores

by Jouko Peltokangas

The value of the recreational use of shore properties has been studied fairly intensively and, considering regional and local differences, the quantitative definition of the values in legal praxis is fairly well established. Annual or lump sum compensations depend on several factors, e.g. the accuracy of the estimation of the degree of inconvenience, which may be difficult in many regulation and building projects. However, changes in the value of recreational usability caused by the load on a watercourse can be assessed fairly reliably. In recent years, legal praxis has increasingly tended not to take the expectation value of unbuilt shores into account in cases of compensation due to effluents. Each case needs, however, to be considered separately. Moreover, application of the time priority does not seem to be fully consistent in legal praxis.

Counting money instead of fish

by Anna-Liisa Toivonen

The economic value of a commodity is the net benefit that is composed of the consumer surplus and the producer surplus. The producer surplus is part of the real market but the consumer surplus is an additional sum people are willing to pay and therefore a potential factor influencing the market.

A mail survey was conducted in the five Nordic countries. Fishermen were asked about their annual fishing expenditures. They were also asked how much more over and above the actual expenditures they would be willing to pay before it became too expensive. Fishermen and non-fishermen were also asked how much they would be willing to pay for preserving current fish stocks and the current quality of recreational fishing.

Aggregate fishing expenditures exceed FIM 4600 million annually. It is estimated that fishermen would be willing to pay additionally more than FIM 2000 million. Non-fishermen also expressed their willingness to pay extra, and since they make up the majority of the population their aggregate willingness amounts to over FIM 3000 million. The study thus concludes that there is an extra potential of FIM 5000 million in the Nordic countries to be circulated in the business.

Other articles:

Summer of water management

by Juhani Kettunen

Interactive reconditioning and maintenance of lakes

by Juha Keto

A new crayfish strategy

by Ari Mannonen

Erosion by ship traffic in northern Airisto strait

by Jorma Rytönen, Tuula Kohonen and Joonas Virtasalo

Quality of Finland's bathing waters

by Outi Zacheus

Monitoring toxicity at Utö

by Erkki Vuori, Anna Pelander and Keijo Laakso

Some thoughts about water

by Pertti Vakkilainen



Pertti Vakkilainen

professori

Teknillinen korkeakoulu, vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio

E-mail: pv@water.hut.fi

Teknillisen korkeakoulun 150-vuotisjuhlien julkaisuun haastateltiin pari vuotta sitten kolmeatoista henkilöä, joilla tiedettiin olevan näkemyksiä tekniikasta ja maailman menosta yleisemminkin. Yksi haastatelluista oli ruotsalainen professori **Malin Falkenmark**. Hän pohti haastattelussaan "Vesi on yhteinen, maailma erilainen" vesi- ja muiden ympäristöongelmien ratkaisumahdollisuuksia.

Falkenmarkin haastattelu on virkistävää luettavaa. Hän kritisoi nykymentä ankarasti: "Kestävä kehitys – kukaan ei tarkalleen tiedä mitä se oikein on. Se on sanahelinää. Sitä hoetaan kaikkialla, ja kaikki tuntevat tyytyväisyyttä. Käytämme väärin myös sanaa ympäristö – kukaan ei tiedä tarkalleen mitä sekään lopulta merkitsee."

Keskeisimmäksi ongelmaksi hän näkee kokonaisuuksien hallinnan puuttumisen. Yliopistolaitos on pirstaloitunut ja joutuu viljelemään muutisanoja anellessaan toimintaansa taloudellista tukea. Viranomaisten tehtävänjakoa ei ole liioin suunniteltu sellaiseksi, että päätöksenteossa tulisivat tasapainoisesti mukaan hankkeiden kaikki vaikutukset.

Professori Falkenmark korostaa vesitaloudellisen kokonaisnäkömyksen välttämättömyyttä ja hydrologisen osaamisen perustavaa laatua olevaa merkitystä: "Niin kuin lääkärit perusta-

AJATUKSIA VEDESTÄ

vat näkömyksensä kehon verenkiertoon ja sen ominaisuuksiin diagnostisoidessaan sairasta potilasta, meidän tulisi tajuta veden kiertokulun merkitsevän biosfäärin verenkiertoa. Jos maailmassa ei ymmärretä veden kiertokulkua, toivoo ei ole paljoa jäljellä".

Hän näkee siis hydrologian roolin maailman tulevaisuuden kannalta aivan keskeisenä. Ja tottahan Falkenmark puhuu. Hydrologinen kierto on perimmäinen kierrätysprosessi, jossa vesi huuhtoo mukaansa muita aineita, puhdistuu haihtumisprosessissa ja on siksi käytettävissä yhä uudelleen ja uudelleen.

Ympäristöä kuormittaessamme me itse asiassa kuormitamme ilmassa, maan pinnalla ja maaperässä olevaa vettä. Vesi mahdollistaa biologisen tuotannon, on keskeinen tekijä kasvihuoneilmiön aiheuttajana ja yleisemminkin maapallon lämpöolojen säätäjänä.

Ihmiskunnan suurimmat tulevaisuuden ongelmat ovat vesiongelmia. Nälkä, ympäristön pilaantuminen, ilmastomuutos. Veden kiertokulku näyttölee näissä kaikissa ratkaisevaa roolia. Lisäksi pelätään, että riidat niukoista vesivaroista tullaan ratkaisemaan sotia käymällä.

Nälkä on vesiin liittyvistä ongelmista akuutein. Ihmisten määrä lisääntyy noin kahdella miljardilla seuraavien 25 vuoden kuluessa. Lisäys tapahtuu lähes yksinomaan kehitysmaissa. Vesipula koskettaa ensi sijassa ravinnon tuotantoa, sillä näissä maissa kuluu kasteluun noin 90% kaikesta käytetystä vedestä. Parissakymmenessä valtiossa, joiden yhteenlaskettu väestö on noin 500 miljoonaa, vedenkäyttö on jo nyt yli kriittisen rajan. Vuonna 2025 veden suhteen kriittisiä valtioita on jo noin 30 ja niissä asuu noin kolme miljardia ihmistä.

Veden riittävyttä kuristava tekijä maailmanlaajuisesti on vesivarojen laa-

dun heikkeneminen. Vesi on monin paikoin niin likaantunutta, että sitä on hyvin vaikea saada käyttökelpoiseksi. Tämä saattaa johtaa massiivisiin vedensiirtoihin myös teollisuusmaissa. Kalmarissa pidettiin viime elokuussa suppean asiantuntijajoukon kutsuminaari, jossa muun muassa pohdittiin tarvetta toimittaa vettä Pohjoismaista Keski-Eurooppaan.

Nykyään vallalla olevan käsityksen mukaan ilmasto lämpenee ja sateiden jakauma muuttuu. Ilmassa oleva vesihöyry on yksi kasvihuonekaasuista ja sen määrän muutokset sekä pilvien muodostuminen vaikuttavat merkittävästi maapallon säteilyoloihin. Vesi vaikuttaa siis merkittävästi ilmastoon ja sen muutoksiin. Mahdollinen ilmastomuutos taas vaikuttaa vesivaroihin. Yleisimmän käsityksen mukaan ne alueet, joissa veden puute jo nyt on huutava, tulevat entistä kuivemmiksi.

Jotta ihmiskunta voisi ratkaista veden liittyvät ongelmat, tarvitaan hydrologian osaamista. Erityisesti hydrologisia prosesseja olisi ymmärrettävä nykyistä syvällisemmin. Vedellä on monta käyttäjää, joten kokonaisuuksien hallinta nousee entistä merkittävämpään asemaan.

Hydrologia ja vesitaloudellinen kokonaisnäkömyks tulevat siis näyttölemään yhä tärkeämpää ja tärkeämpää roolia niin ihmisen elämän perusedellytyksiä kuin ympäristöongelmia ratkottaessa. Mieleen palaavat edesmentneen opettajani **Pentti Kaiteran** sanat 1960-luvulta: "Ei ole olemassa mitään kunnallista vesitaloutta, ei erityistä jokien vesitaloutta, teollisuuden, kaupunkien taikka maatalouden vesitaloutta. On vain vesitalous, ja vesitaloudellinen kokonaisnäkömyks on kehityksen mukana tuleva yhä tärkeämmäksi."

