

Vesiekosysteemien seuranta- ja velvoitetarkkailumenetelmien kehittäminen – menetelmät ja tila-arviot ekosysteemin toiminnan kuvaajina (VesiMon)

<https://www.helsinki.fi/fi/projektit/vesistojen-seurantamenetelmien-kehittamishanke>

Tutkimusryhmä:

Helsingin yliopisto: Jan Weckström, Sanna Atti

KVVY Tutkimus Oy: Tommi Malinen

Suomen ympäristökeskus: Kimmo Tolonen, Heikki

Mykrä, Laura Härkönen ja Seppo Hellsten

Rahoittajat:

Suomen Kulttuurirahasto, Ympäristöministeriö





ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environmental Pollution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol



Spatio-temporal impact of salinated mine water on Lake Jormasjärvi, Finland[☆]

Jaakko Johannes Leppänen^{a,*}, Tomi P. Luoto^b, Jan Weckström^c

^a Environmental Change Research Unit (ECRU), Ecosystems and Environment Research Programme, Faculty of Biological and Environmental Sciences, P.O. Box 65, FIN-00014, University of Helsinki, Finland

^b Ecosystems and Environment Research Programme, Faculty of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki, Niemenkatu 73, FI-15140, Lahti, Finland

^c Environmental Change Research Unit (ECRU), Ecosystems and Environment Research Programme, Faculty of Biological and Environmental Sciences and Helsinki Institute of Sustainability Science (HELSUS), P.O. Box 65, FIN-00014, University of Helsinki, Finland



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environmental Pollution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol



Waste water discharge from a large Ni-Zn open cast mine degrades benthic integrity of Lake Nuasjärvi (Finland)[☆]

Tomi P. Luoto^{a,*}, Jaakko Johannes Leppänen^b, Jan Weckström^b

^a Faculty of Biological and Environmental Sciences, Ecosystems and Environment Research Programme, University of Helsinki, Niemenkatu 73, FI-15140 Lahti, Finland

^b Environmental Change Research Unit (ECRU), Ecosystems and Environment Research Programme, Faculty of Biological and Environmental Sciences, P.O. Box 65, FIN-00014, University of Helsinki, Finland



TAUSTAA

Mistä kaikki alkoi...

Talvivaara/Terrafamen käsiteltyjen jätevesien poistoputki Nuasjärveen on aiheuttanut happikadon ja turmellut pohjan eliöyhteisön

TAUSTAA

Talvivaara/Terrafamen käsiteltyjen jätevesien siirtäminen vuonna 2015 rakennettua suoraa poistoputkea pitkin Nuasjärven syvänteeseen on aiheuttanut putken lähistöllä pohjanläheisen happikadon ja muuttanut merkittävästi pohjaelinyhteisöä selviää Helsingin yliopistossa tehdystä tutkimuksesta.

Helsingin yliopiston tutkijat ja Kainuun ely-keskus ajautuivat kiistaan: Kyse jälleen Terrafamen jätevesistä ja Nuasjärvestä

Kainuun ely-keskus vähätteli yliopiston tutkijoiden tuloksia. Tutkijat reagoivat lähettämällä vastineen.

Sotkamon kalatalo
Helsingin yliopisto

Järven pohjan happikadon ja turmellut pohjan eliöyhteisön

Kohu Nuasjärven happikadosta johtui väärinymmärryksestä: tutkijat keskittyivät syvänteisiin, viranomaiset koko järveen tilaan

Sotkamolaiset halusivat selvittää kahden eri näkemyksen taustat.

Talvivaara/Terrafame toiminnan vaikutus lähijärvien tilaan

Jan Weckström, Jaakko Leppänen, Tomi Luoto & Atte Korhola

Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö tutkimusohjelma ja Helsingin yliopiston Kestävyystieteen
Instituutti (HELSUS)

Vuokatti 11/2019

Talvivaaran kipsisakka-altaat 3.6.2013. Kuva Suomen Luonto / Mikko
Maliniemi / Aviation Studio



Velvoitetarkkailuja sekä syvännepohja- eläinmenetelmiä vertaileva hanke (Vepove)

TOIMITTANEET: HELENA VIKSTEDT | JONI KIVIPELTO

OSARAPORTTI A: AURI KOIVUHUHTA | JONI KIVIPELTO | HELENA VIKSTEDT | KIMMO VIRTANEN

OSARAPORTTI B: KIMMO T. TOLONEN | JAN WECKSTRÖM | TOMI LUOTO | HEIKKI MYKRÄ | JUHA RIIHIMÄKI | SEPPO HELLSTEN

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/184937/Raportteja_28_2022.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Hankkeen tavoitteet

- Verrata seurantakäytössä olevan Ekman-menetelmän ja paleolimnologisen menetelmän eroja ja kykyä tunnistaa kaivoskuormituksen vaikutuksia
- Tiedon tuottaminen syvännepohjaeläinyhteisöjen ja pohjaeläinmenetelmien soveltuvuudesta kaivoskuormitteisten vesistöjen velvoitetarkkailuihin ja yleisesti niiden merkityksestä järvien seurannassa

Vesiekosysteemien seuranta- ja velvoitetarkkailumenetelmien kehittäminen – menetelmät ja tila-arviot ekosysteemin toiminnan kuvaajina (VesiMon)

<https://www.helsinki.fi/fi/projektit/vesistöjen-seurantamenetelmien-kehittamishanke>

Tutkimusryhmä:

Helsingin yliopisto: Jan Weckström, Sanna Atti

KVVY Tutkimus Oy: Tommi Malinen

Suomen ympäristökeskus: Kimmo Tolonen, Heikki

Mykrä, Laura Härkönen ja Seppo Hellsten

Rahoittajat:

Suomen Kulttuurirahasto, Ympäristöministeriö



Yhteistyötahot nyt

- Lammin biologinen asema (Kimmo Kahilainen, Alexander Piro)
- LUKE (Jukka Ruuhijärvi, Katja Kulo, Sami Vesala)
- Keski-Uudenmaan ympäristökeskus (Jaana Hietala)
- Turun yliopisto (Antti Ojala)
- Jyväskylän yliopisto (Mikko Kiljunen, Timo Marjomäki, Ossi Keva)
- Vesijärvisäätiö (Heikki Mäkinen)
- Lodzin yliopisto, Puola (Mateusz Plociennik)
- Kainuun kalatalouskeskus, Sotkamon kalatalousalue
- Paikallisia kalastajia



Ohjausryhmä

- Työelämäprofessori Hannele Pokka, Puheenjohtaja (HY)
- Yliasiames Antti Arjava/Toimitusjohtaja Susanna Pettersson (Suomen Kulttuurirahasto)
- Ympäristöneuvos Saara Bäck (Ympäristöministeriö)
- Kehittämispäällikkö Seppo Hellsten (Suomen Ympäristökeskus)
- Professori Jukka Horppila (HY)
- Johtaja Sari Myllyoja (Kainuun ELY)
- Toiminnanjohtaja Pekka Suomela (Kaivosteollisuus)
- Professori (emer.) Heikki Toivonen (Suomen Luonnonsuojeluliitto)
- HSEQ-päällikkö Pia Sirola-Kourunen (Metsäteollisuus)

Hankkeen kesto ja rahoitus

- 2022–2026
- Helsingin yliopisto ja KVVY Tutkimus Oy,
1 000 000 € (Suomen Kulttuurirahasto)
- Suomen ympäristökeskus, 100 000 €
(Ympäristöministeriö) + 42 857 €
(omarahoitussuus)



Hankkeen taustaa

- EU:n vesipuitedirektiivin (VPD) tavoitteena on pintavesimuodostumien hyvä ekologinen tila vuoteen 2027 mennessä
- Ekologisen tilan luokittelutekijät (kasviplankton, päällyslevästö, vesikasvit, pohjaeläimet, kalat) kattavat hyvin järviekosysteemeissä vaikuttavia tekijöitä, mutta eräitä merkittäviä toiminnallisia tekijöitä, kuten reliktiäyriäiset ja ulapan pikkukalat (esim. kuore) ei seurata. Myös kuormituksen ja ravinteiden pidättymisen kannalta tärkeän pohjasedimentin tilaa ei havainnoida eikä paleolimnologista lähestymistapaa juurikaan hyödynnetä
- VPD-seurannassa ja velvoitetarkkailuissa käytössä olevien näytteenottomenetelmien edustavuus on tiettyjen lajien kohdalla heikko (esim. verkon selektiivisyys, elohopeamittaukset)



Hankkeen yleiset tavoitteet

- Miten vesipuitedirektiivin mukaiset biologiset seurannat kuvaavat järviekosysteemin toimintaa ja palveluja?
- Toimiiko nykyinen VPD-seuranta ja velvoitetarkkailut järven tilan riittävänä kuvaajana vai pitäisikö niitä täydentää uusilla paineherkillä menetelmillä ja muuttujilla?
- Mitkä menetelmät ovat kustannustehokkaita ympäristöpaineiden mittaamisessa?
- Tuottaa uutta tietoa ihmistoiminnan vaikutuksista vesistöihin, niiden toimintaan ja tarjoamiin ekosysteemipalveluihin käyttäen kuormitettu-kuormittamaton vertailuparia



VPD-SEURANNAT JA TILANARVIOINTI

- Biologiset laatutekijät: kasviplankton, vesikasvit, päällysläimet ja kalat
- Fysikaalis-kemialliset laatutekijät
- Hydrologis-morfologiset laatutekijät
- Kemiallinen tila (elohopea)

JÄRVIEKOSYSTEEMIN TOIMINTA

- Ulappakalojen ravinnonkäyttö
- Petokalojen ravinnonkäyttö
- Ravintoverkon monimuotoisuus (pituus ja leveys, stabiili-isotooppitutkimukset)

VESIEN SUOJELUN, TILAN ARVIOINNIN JA VELVOITARKKAILUJEN TAVOITTEET

EKOSYSTEEMIPALVELUT

Taloudellisesti arvokkaat kalakannat:

- Arvokkaiden kalalajien runsaus (kaikuluotaus, koetroolaus)
- Vesistöjen käyttö/virkistysarvon indikaattori (sinilevät ekosysteemikarhunpalveluksena)

TESTATTAVAT UUDET MENETELMÄT

- Reliktiäyriäisten seuranta (nostohaavi)
- Sedimentin ominaisuudet
- Paleolimnologiset menetelmät
- Elohopea pitoisuudet ravintoverkossa

HANKKEEN LOPPUTUOTTEET

- Arvio nykyisen vesistöseurannan tuottamien parametrien (vesistön ekologinen tila) kyvystä kuvata järviökosysteemin tervettä toimintaa ja ihmiselle tärkeiden ekosysteemipalvelujen tarjontaa
- Arviot uusien testattavien seurantamenetelmien kustannustehokkuudesta ja lisäarvosta järvien tilan arvioinnissa sekä ekosysteemin toiminnan ja ekosysteemipalvelujen tuotannon kuvaamisessa
- Arviot uusien testattavien menetelmien soveltuvuudesta velvoitetarkkailukäyttöön

Lisäarvo?

Lisäarvo?

?

?

?

?

Tutkimuskohteet

- Tavoitteena vertailla pistekuormitus-
"luonnontila" vertailupareja.
- Tutkimuskohteiden määrä ja järvien sijainti saattaa myös muuttua yhteistyöhankkeiden myötä



Hankkeessa kerättävät aineistot ja niihin liittyvät tavoitteet

VPD-seuranta-aineisto

- Kerätään olemassa oleva aineisto Hertta-tietokannasta, myös kuormitustiedot, SYKE:n toimesta
- VPD:n mukainen ekologisen tilan luokittelu (olemassa oleva ohjeistus)
- VPD-tila-arvioiden ja testattavien vaihtoehtoisten menetelmien paineiden tunnistamisherkkyiden ja kustannustehokkuuden vertaaminen
- VPD-tila-arvioiden suhde ekosysteemin toimintaan ja ekosysteemipalvelujen tarjontaan (taloudellisesti arvokkaat kalakannat, virkistysarvot)



Olemassa oleva aineisto

- HYN työryhmällä jo laajoja seuranta-aineistoja Hiidenvedeltä, Tuusulanjärveltä ja Pääjärveltä
- Uusilta tutkimusjärviltä on jo olemassa olevaa seurantatietoa (seurannan sisältö vaihtelee järvien välillä) mm. ekologisista luokituksista, vesikemiasta, kaloista, kasviplanktonista, pohjaeläimistä
- VEPOVE-hanke (loppuraportti; <https://www.doria.fi/handle/10024/184937>)
 - Kainuun Ely-keskuksen vetämässä Vepove-hankkeessa (2020-21) on Helsingin yliopiston ja SYKEN toimesta verrattu paleolimnologisen ja perinteisen syvännepohjaeläin näytteenoton antamia tuloksia kaivosvaikutteisissa järvissä. Tulokset ovat osin samansuuntaisia, mutta myös eroavaisuuksia havaittiin
 - VEPOVEN tulokset täydentävät SKR-hankkeen aineistoa



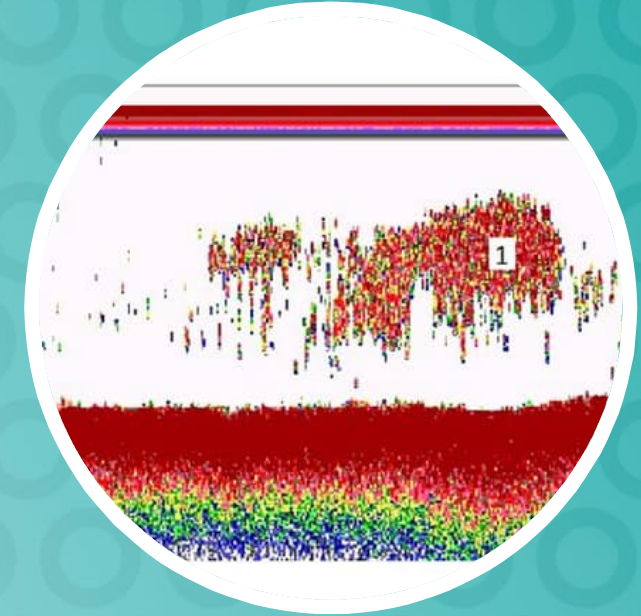
Paleolimnologiset menetelmät

- Paleolimnologisella lähestymistavalla tutkitaan järvien viimeaikainen ekologinen tila ja siinä mahdollisesti tapahtuneet muutokset kairaamalla jokaisesta järvestä kaksi vertikaalista sedimenttisarjaa sekä 3-5 pinta-pohja-vertailunäytettä
- Sedimenttisarjat ajoitetaan radiometrisillä menetelmillä (lyijy (Pb-210) ja cesium (Cs-137) isotoopit)
- Sedimenttisarjoista analysoidaan sedimenttikemia (Hg, Pb, Cu, Ni, Zn, Fe, Cd, As, Se) sekä eliöjäänteet (vesikirput, piilevät, surviaissääsken toukat).
- Paleolimnologinen lähestymistapa on ainoa keino selvittää järviekosysteemin tila ja kehityshistoria ajalta ennen systemaattista seuranta. Sen avulla voidaan selvittää 1) järvien luontainen referenssitila, 2) havainnoida järvissä tapahtuneet luontaiset ja ihmistoiminnasta aiheutuneet muutokset (myös erottaa ne toisistaan), 3) muutosajankohta, ja määrittää 4) muutoksen suunta, -määrä ja -nopeus



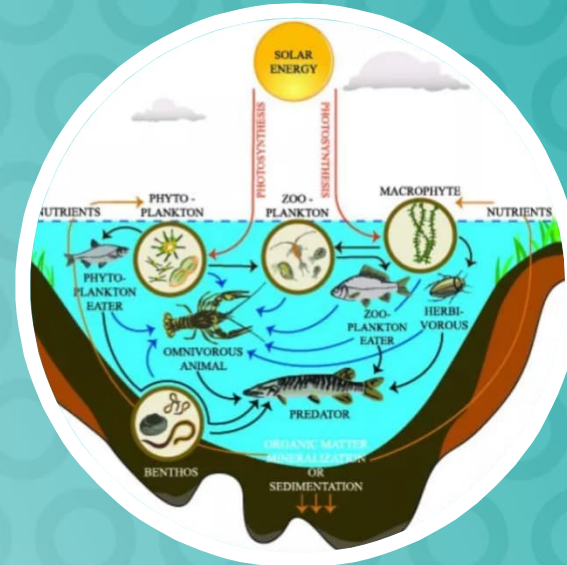
Kaikuluotaus ja koetroolauk

- Ulappa-alueen kaikuluotauksella tutkitaan pienten ulappakalojen (kuore, muikku) runsautta ja sulkasääsken (*Chaoborus*) toukkien esiintymistä
- Näitä menetelmiä on jo hyödynnetty eräissä tutkimusryhmän ravintoverkkotutkimuksissa ja ne vaikuttavat lupaavilta sekä saattavat hyvinkin olla laajemmin sovellettavissa seuranta- ja velvoitetarkkailuihin
- Lisäksi tutkitaan näiden vertikaalijakaumaa, koska mahdollisen vähähappisen vesikerroksen vaikutukset näkyvät ensimmäisenä juuri vertikaalijakaumassa – vasta myöhemmin populaatioiden koossa
- Troolilupien saanti ei aina itsestäänselvyys



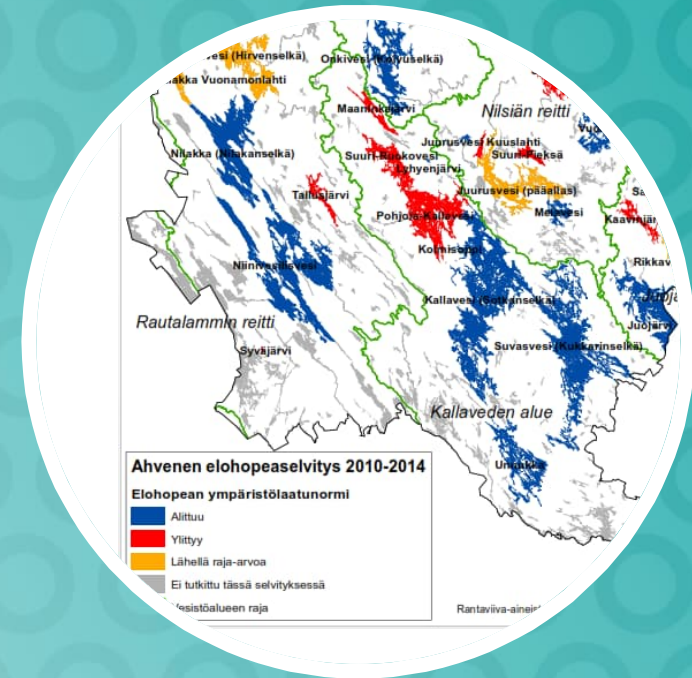
Ravintoverkkotutkimus

- Ravintoverkon reliktiäyriäiset puuttuvat nykyisistä seuranta- ja velvoitetarkailuista, vaikka niiden esiintymisalueet ja runsaussuhteet voitaisiin suhteellisen helposti ja kustannustehokkaasti selvittää esim. nostohaavinäytteenotolla
- Reliktiäyriäisten taantuminen tai katoaminen heikentää monien kalalajien, kuten kuoreen, siian ja kuhanpoikasten ravintoresursseja huonontaen niiden elinmahdollisuuksia järvessä
- Muutokset heijastuvat vuosien kuluttua myös petokalakantojen saaliisiin, mutta ympäristövaikutusten selvittämiseksi olisi tehokkaampaa seurata reliktiäyriäisten runsaudessa tapahtuvia muutoksia
- Ravintoverkon toiminnan selvittämiseksi tutkitaan myös kattavasti runsaimpien ulappakalojen ja petokalojen ravinnonkäyttöä
- Lisäksi hiilen- ja typen stabiileilla isotoopeilla ($\delta^{13}\text{C}$ ja $\delta^{15}\text{N}$) arvioidaan ravintoverkon pituutta ja leveyttä. Lähestymistapa voisi toimiessaan olla arvokas työkalu tulevaisuuden seuranta- ja velvoitetarkkailuissa



Elohopeatutkimus

- Elohopean rikastumista ravintoverkossa tutkitaan ulapan ravintoverkon eri tasojen elohopeamäärityksillä (eläinplankton, pohjaeläimet, kuore ja muut ulapan pikkukalat sekä petokalat)
- Näin voidaan myös arvioida elohopean rikastumisnopeutta ja muutoksia ravintoverkossa
- Nykyisin elohopeaa määritetään useimmiten vain pienehköistä ahvenista, joilla yksilöiden välinen pitoisuusvaihtelu on voimakasta ja näytemäärien pitäisi olla vähintään useita kymmeniä yksilöitä/vuosi/järvi, jotta mahdolliset erot keskiarvoissa voitaisiin havaita.



<https://www.victoriamedia.org/kalastusviesti/?p=580>

Ekosysteemipalvelut

- Aineisto saadaan osin hankkeessa toteutettavien koekalastusten (kaikuluotaus & troolaus) yhteydessä
- Kalarunsauksia ja sinileviä (ekosysteemikarhunpalvelus) koskevaa aineistoa VPD-seurannoista
- Kyselytutkimus (ranta-asukkaat + mökkiläiset ym.), myös taloudellinen arvo (esim. willingness to pay), toteutus yhdessä SYKE:n ekosysteemipalveluasiantuntijoiden kanssa
- Mahdollinen Pro gradu-työ (vaatii erillisen suunnitelman)



KIITOS!

