

Juhani Niinimäki • Kari Penttinen

VESIENHOIDON EKOLOGIAA

Ravintoverkkokunnostus



© 2014 Juhani Niinimäki ja Kari Penttinen

Etukannen kuva: Juhani Niinimäki

Takakannen kuvat: Hannu Eskonen

Kustantaja: Books on Demand GmbH, Helsinki, Suomi

Valmistaja: Books on Demand GmbH, Norderstedt, Saksa

ISBN: 978-952-80-1892-6

Juhani Niinimäki ja Kari Penttinen

VESIENHOIDON EKOLOGIAA

Ravintoverkkokunnostus

Esipuhe

Kirjoittajilla on takanaan pitkä työura vesistötutkimusten ja kalatalouden alalla. Jotta hankittua tietoa ja kokemusta siirtyisi myös tuleville vesistöasiantuntijoille ja erityisesti vesistökunnostajille, katsoimme, että tämä kirja, joka käsittelee vesistöjen ravintoverkkoja, tulee tarpeeseen. Toivomme kirjan virittävän kriittistä keskustelua menetelmistä, joilla järvien kunnostamista edistetään.

Haluamme kiittää kirjan mahdollistamisesta Suomen Tietokirjailijat ry:tä heidän myöntämästä apurahasta. Kirjan tekemiseen innoitti lukemattomat hoitokalastuksia koskevat keskustelut, jotka käytiin Kari Kinnusen kanssa. Muita henkilöitä, joita haluamme kiittää, ovat Juha Keto ja Paula Böhling kommenteista ja kielen tarkistamisesta.

1	Johdanto.....	5
2	Perustuotanto.....	7
2.1	Valo.....	8
2.2	Hiili.....	9
2.3	Happi ja lämpötila	11
2.4	Ravinteet.....	13
2.4.1	Fosfori.....	13
2.4.1.1	Fosforin esiintyminen luonnossa.....	13
2.4.1.2	Fosforikuormitus ja -tase.....	14
2.4.1.3	Fosfori vedessä ja sedimentissä	14
2.4.2	Typpi	17
2.4.3	Fosfori ja typpi minimiravinteina	19
2.4.4	Muut ravinteet ja ravinteiden tarve kasveilla ja levillä	19
2.4.5	Hiilen ja typen sekä hiilen ja fosforin suhde	20
2.5	Yhteyttäminen	21
3	Ravintoverkkojen koostumuksesta.....	23
3.1	Tuottajat, kuluttajat ja hajottajat	23
3.2	Ravintoverkko	23
3.2.1	Ravintoverkon säätelymekanismit	23
3.2.2	Ravintoverkon tasot.....	23
3.2.2.1	Kaskadivaikutus	24
3.2.2.2	Bottom-up, top-down	24
3.2.3	Järvien ravintoverkoista.....	25
3.3	Bakteerit ja levät	27
3.3.1	Bakteerit	27
3.3.2	Levät.....	28
3.4	Eläinplankton.....	32
3.5	Pohjaeläimet ja muut vesieläimet.....	35
3.6	Kalat	37
3.6.1	Kutu ja lisääntyminen.....	37
3.6.2	Vesistön rehevöitymisen vaikutus kalastoon	39
3.6.3	Ravinnon käyttö	42
3.6.3.1	Kasvinsyöjät	43
3.6.3.2	Eläinplanktonin syöjät	43
3.6.3.3	Pohjaeläinsyöjät	43
3.6.3.4	Petokalat	43
3.6.3.5	Moniravintoiset	44
3.7	Vesikasvit	44
4	Ravinteiden kierto vesistöissä.....	47
4.1	Sisään ja ulos	47
4.2	Fosforitase.....	48

4.3	Sedimentin ja vesimassan välillä	49
4.4	Ravinteet ravintoverkon eri osissa	52
4.4.1	Kasveissa ja levisssä	52
4.4.2	Eliöissä	53
4.4.3	Kaloissa	53
4.4.4	Vesiekosysteemeissä yleensä	53
5	Hiilen kierto	56
6	Suomalaisten vesistöjen tyypittelyperusteet	58
6.1	Käyttökelpoisuusluokittelu	58
6.2	Vesipuitedirektiivin mukainen laatuluokittelu	59
6.2.1	Jokien tilan luokittelu	60
6.2.1.1	Jokien vedenlaatuluokittelu	60
6.2.1.2	Jokien biologinen luokittelu	61
6.2.1.3	Jokien hydrologis-morfologinen luokittelu	62
6.2.2	Järvien luokittelu	63
6.2.2.1	Järvien vedenlaatuluokittelu	63
6.2.2.2	Järvien kasviplankton- ja vesikasviluokittelut	64
6.2.2.3	Järvien pohjaeläinluokittelu	65
6.2.2.4	Järvien kalasteluokittelu	65
6.2.3	Rannikkovesien tilan arviointi	66
6.2.4	Voimakkaasti muutettujen vesimuodostelmien arviointi	68
7	Ravintoketjut erilaisissa vesistöissä	70
7.1	Matala kerrostumaton järvi	70
7.2	Kerrostuva järvi	71
7.3	Oligotrofinen järvi	71
7.4	Dystrofinen järvi	72
7.5	Eutrofinen järvi	72
7.6	Hypereutrofinen järvi	72
7.7	Matalien järvien kaksi tasapainotilaa	72
8	Vesistöjen ravintoverkkojen hallinta	74
8.1	Ulkoiseen kuormitukseen vaikuttaminen	74
8.2	Sisäisen kuormituksen hillitseminen	75
8.3	Selvitys vesialueen tilasta ja kalastuksesta	75
8.3.1	Kalastuksen säätely	75
8.3.2	Kalakantojen vahvistaminen	76
8.3.3	Hoitokalastus ja sen tarpeen selvittäminen	76
8.3.3.1	Rehevöitymisaste	77
8.3.3.2	Kalaston koostumuksen selvittäminen	77
8.3.3.2.1	Koeverkkopyynti	78
8.3.3.2.2	Koeluontoinen hoitokalastus	79

8.3.3.2.3	Kalaparvien kaikuluotaus.....	79
8.3.3.3	Muut selvitystarpeet ja -menetelmät	80

9	Kalojen käyttäytyminen ja ravintoketjukurkunnostus	81
9.1	Nuoruusvaihe ja aikuiset kalat.....	81
9.1.1	Särki.....	81
9.1.2	Salakka	82
9.1.3	Lahna.....	82
9.1.4	Pasuri.....	83
9.1.5	Ahven.....	83
9.1.6	Kiiski	83
9.2	Suojautuminen vihollisilta	84
9.3	Kalojen vaellukset.....	84
9.4	Käyttäytyminen erilaisissa vesissä.....	85
9.5	Kalojen ravinto ja sen saanti vaihtelevat	85
9.6	Kalojen keskinäinen säätely ja siihen vaikuttaminen	86
10	Laskentamallit vesistökunnostusten apuna	87
10.1	Virtaamamallit.....	87
10.2	Kuormituslaskentamallit	88
10.3	Virtaama-vedenlaatumallit	89
10.4	Kuormituksen sieto.....	89
11	Ravintoketjukurkunnostusmenetelmät	91
11.1.1	Hoitokalastusmenetelmät.....	91
11.1.1.1	Nuottapyynti.....	91
11.1.1.2	Avovesinuottoaus	91
11.1.1.3	Talvinuottoaus.....	92
11.1.1.4	Kurenuotta	93
11.1.1.5	Rysäpyynti	94
11.1.1.6	Katiskapyynti.....	95
11.1.2	Hoitopyyntiin valmistautuminen	95
11.1.2.1	Pyyntimenetelmän valitseminen	95
11.1.3	Hoitokalastus usean vuoden hanke	95
11.1.3.1	Tilaajan ja vesialueen omistajan mukanaolo	96
11.1.3.2	Varautuminen saaliiden jatkokäsittelyyn	97
11.1.3.3	Hoitokalastussaaliiden koostumuksen selvittäminen.....	98
11.1.3.4	Vesillelasku- ja lastauspaikka.....	98
11.1.4	Tulosten raportointi	99
11.1.5	Hoitokalastettavat kalalajit	99
11.1.6	Hoitokalastuksen jatkaminen	99
11.1.7	Kustannukset ja rahoitusmahdollisuudet	100
11.1.7.1	Kustannusten arviointi	100
11.1.7.2	Kustannukset ja hyödyt	100

11.1.8	Hoitokalastuksen riskit	100
11.1.8.1	Ravintoverkon vaikea hallinta	100
11.1.8.2	Varovaisuus kannattaa	100
11.1.9	Hoitokalastajan koulutus ja kokemuksen hankkiminen	101
11.1.10	Pyynti ja itsenäinen päätöksenteko	101
11.2	Hapetus	101
11.3	Sedimentin käsittely	101
11.3.1	Pintasedimentin ruoppaus.....	102
11.4	Kemikaalien käyttö	102
11.5	Järven kuivattaminen	102
11.6	Vesikasvustojen poisto	103
11.7	Esimerkkejä järvikunnostuksista.....	103
11.7.1	Enäjärvi, Vihti.....	103
11.7.2	Finjasjön, Ruotsi.....	104
11.7.3	Köyliönjärvi	105
11.7.4	Lappajärvi.....	105
11.7.5	Pyhäjärvi, Säkylä.....	106
11.7.6	Tuusulanjärvi, Järvenpää ja Tuusula	107
11.7.7	Ulemistenjärvi (Lake Ulemiste), Tallinna, Viro	109
11.7.8	Vesijärvi, Lahti	110
11.8	Hoitokalastuksen mahdollisuudet onnistua tai epäonnistua.	111

12 Itämeren rannikkovesien ravintoverkoista 113

12.1	Suolapitoisuus ja vedenvaihtuminen.....	113
12.2	Kuormittajat ja vedenlaatu.....	113
12.3	Levien ravinnekierto	115
12.4	Eliöstö	115
12.5	Rannikkovesien tila ja kunnostus.....	117
12.6	Vedenalainen maisema ja luonto.....	119
12.7	Suojelualueet ja -sopimukset	121

13 Lopuksi..... 122

Lähteet.....	126
Linkkejä www-sivuille	133
Sanasto.....	134
Suomen ympäristökeskuksen ympäristöalan menetelmästandardit	135
Kunnostussuunnitelman ohjeellinen sisältörunkomalli	138
Hoitokalastussaaliin ja saalisotannan kirjaaminen	140

Vesistöt ja niiden valuma-alueet poikkeavat toisistaan. Yhteinen piirre järvillemme on talvinen jääpeite, joka estää valon ja hapen pääsyn ilmasta veteen kuukausiksi. Avovesiaikana järvet ovat lämpötilaltaan joko kerrostuvia, ajoittain kerrostuvia tai kerrostumattomia sen mukaan, millainen niiden morfologia on. Savisilla seuduilla vesistöt ovat luonnostaan savisameita ja suoperäisillä alueilla humuspitoisia. Savisameus ja humus rajoittavat valon pääsyä veteen.

Monien Suomen vesistöjen luonnontila on muuttunut, koska valuma-alueilla tai itse vesistöissä on tehty luonnontilaa muuttaneita toimenpiteitä. Vesien käyttökelpoisuus eri tarkoituksiin on usein heikentynyt. Vesi ei ehkä enää sovellu juoma- ja talousvedeksi, uiminen on epämiellyttävää tai jopa kiellettyä ja kalastus tuottaa arvokalojen sijaan vähempiarvoisia särkikaloja.

Euroopan unionin vesipuitedirektiivin (2000) ja valtakunnallisen vesienhoidon tavoitteena on saattaa huonokuntoiset vesistömme kullekin vesistötyypille ominaiseen hyvään ekologiseen tilaan. Tämä on haasteellinen tavoite. Taloudellisesti merkittävät järvimatkailu ja matkailukalastus ovat olleet kasvussa, mutta myönteinen kehitys edellyttää uima- ja kalastuskelpoisia vesiiä.

Vesistöjä on pyritty kunnostamaan monella tapaa. Usein ensimmäiseksi on pyritty estämään tai rajoittamaan ravinteiden ja muiden haitallisten aineiden pääsyä vesistöön, jotta tuleva kuormitus ei ylittäisi vesistön kykyä ottaa vastaan ravinteita. Tässä ei ole aina onnistuttu kovin hyvin, vaikkakin pistekuormitusta on saatu merkittävästi pienennettyä.

Vesikasvillisuuden liiallista leviämistä on estetty niitoin ja ruoppauksin. Hapetuksella ja ilmastuksella on yritetty pitää järven alusvesi hapellisena, jotta sedimentistä ei vapautuisi ravinteita vesimassaan, kuten hapettomissa olosuhteissa tapahtuu. Tavoitteena on näin välttää täydellinen hapettomuus ja kalakuolemat. Sedimentin ravinteita, lähinnä fosforia, on pyritty sitomaan sedimenttiin erilaisin kemikaalikäsittelyin.

Vesistöjen entistä parempaa kuntoa on tavoiteltu myös muilla keinoin. Yhtenä järvien kunnostusmenetelmänä on käytetty ravintoverkkokunnostukseen liittyvää hoitokalastusta eli vähempiarvoisten kalojen poistopyyntiä. Menetelmää kutsutaan myös biomanipulaatioksi. Manipuloimalla eli muuttamalla järven eliöstöä voidaan joissakin tapauksissa vähentää leväesiintymiä. Kun eläinplanktonia syöviä kaloja vähennetään, suurikokoisten vesikirppujen määrä lisääntyy. Vesikirput syövät eli laiduntavat kasviplanktonia, mikä voi rajoittaa kasviplanktonilajien esiintymistä ja planktonmääriä – vähentäen näin levien aiheuttamaa veden samentumista. Planktonsyöjäkaloja voidaan vähentää lisäämällä petokalojen määrää tai pyytämällä tehokkaasti planktonsyöjäkaloja.

Vuorovaikutukset avoveden ravintoverkoissa – tasoilla kalat, eläinplankton, levät – eivät ole ainoa biomanipulaatioon liittyvä mekanismi. Pohjasyöjäkalat, jotka irrottavat sedimenttiä veteen, ovat myös keskeisiä vaikuttajia. Lisäksi ulkoista kuormitusta tulee pyrkiä vähentämään alle vesialueen sietorajan, mikä se sitten onkaan, sillä silloin hoitokalastuksella voidaan saavuttaa pitempiketoisia vaikutuksia.

Tässä kirjassa tarkastelemme vesistöjen ravintoverkkojen ja ravintoketjujen toimintaa sekä niihin vaikuttavia tekijöitä Suomen olosuhteissa. Tarkastelemme myös sitä, miten vesistöjemme tilaa voidaan parantaa ravintoverkkoja säätelemällä.

Kirja on tarkoitettu ensisijaisesti vesistökunnostusta opiskeleville sekä kunnostuksia toteuttaville henkilöille ja yhteisöille. Kirja on jatkoa teokselle ”Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen kunnostus” (Penttinen & Niinimäki 2010), joka tehtiin luonto- ja ympäristöalan sekä kalatalouden ammatillisen koulutuksen tarpeisiin Opetushallituksen kustantamana.

Tiedot perustuvat tutkimuksiin ja selvityksiin, mutta myös tekijöiden ja kunnostuksia toteuttaneiden henkilöiden kokemuksiin ja havaintoihin.

Seuraavassa aiheeseen liittyvää kirjallisuutta:

- Vesistökunnostukset: Ilmavirta (1990), Airaksinen (2004), Ulvi & Lakso (2005), Väisänen (2005), Eloranta (2010), Penttinen & Niinimäki (2010), Sarvilinna & Sammalkorpi (2010).
- Biomanipulaation vaikutukset vesistöissä: Shapiro ym. (1975), Jeppesen ym. (1990), Demelo ym. (1992), Meijer ym. (1994), Hansson ym. (1998), Dremer & Hambright (1999), Wetzel (2001), Brönmark & Hansson (2010).
- Hoitokalastusten vaikutuksia Suomessa: Sarvala ym. (2000), Vakkilainen (2005), Olin (2006), Tarvainen (2007), Syväranta (2008), Keto ym. (2010).

Julkaisujen tarkemmat tiedot löytyvät lähdeluettelosta.

VESIENHOIDON EKOLOGIAA

Ravintoverkkokunnostus

Kirjassa tarkastellaan vesistöjen ekologiaan vaikuttavia ulkoisia ja sisäisiä tekijöitä sekä ravintoverkkojen ja ravintoketjujen toimintaa Suomen olosuhteissa ja myös sitä, miten ravintoverkkoja säätelemällä voidaan vesistöjemme tilaa mahdollisesti parantaa. Jotta ravintoverkkokunnostuksiin voidaan ryhtyä, täytyy tuntea riittävästi kaikki ne tekijät, jotka ravintoverkkoja säätelevät sekä niiden vuorovaikutukset.

Ravinverkoissa ”kaikki vaikuttaa kaikkeen” enemmän tai vähemmän. Vaikuttavia ympäristötekijöistä ovat valuma-alue ja järven geomorfologia, sää, valaistus, lämpötila, virtaukset, ravinteet, suolapitoisuus, happamuus, happitilanne, kasvillisuus, pohjen tila ja vaikkapa kalastus. Sisäisinä vaikuttajina ovat eliöstö ja lajien vuorovaikutukset toisiinsa kuten ravinto-olosuhteet, lisääntymisolosuhteet ja lajien välinen kilpailu. Saatavissa oleva ravinto ja toisaalta välttyminen itse tulemasta syödyksi ovat keskeisiä lajien menestystekijöitä, jos ulkoiset olosuhteet ovat kunnossa, niin kaloille kuin niiden ravintoeläimille ja muulle vesieliöstölle.

Tämä kirja on ensisijaisesti tarkoitettu vesistökunnostusta opiskeleville ja toteuttaville henkilöille ja yhteisöille. Kirja on jatkoa Opetushallituksen kustantamalle teokselle ”Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen kunnostus” (Kari Penttinen & Juhani Niinimäki 2010), joka tehtiin luonto- ja ympäristöalan sekä kalatalouden ammatillista koulutusta silmälläpitäen.

Juhani Niinimäki on aikaisemmin toiminut Kala- ja Vesitutkimus Oy:n toimitusjohtajana. Yhtiö on erikoistunut kalataloudellisiin, vesistöbiologisiin ja limnologisiin tutkimuksiin, sekä vesistöjen kunnostusten suunnitteluun. Juhani Niinimäki on koulutukseltaan kalatalousteknikko.

Kari Penttinen on toiminut rehtorina Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutissa sekä kalaveden ja ympäristönhoidon lehtorina samassa oppilaitoksessa. Koulutukseltaan Kari Penttinen on filosofi-an maisteri, aineyhdistelmänään biologia, biokemia ja kemia.

