

**KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 222**

*Jari Raitaniemi ja Martti Rask (toim.)*

**Kalayhteisörakenne vesistöjen ekologisen  
tilan kuvaajana**

**EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin kalatutkimukset  
vuonna 2000**

Helsinki 2001

Jari Raitaniemi ja Martti Rask (toim.)

**Kalayhteisörakenne vesistöjen ekologisen tilan kuvaajana — EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin kalatutkimukset vuonna 2000**

Vuosiraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

EU:n vesipuitedirektiivi 202 072

Euroopan yhteisön vesipolitiikan puitedirektiivi tuli voimaan vuoden 2000 joulukuussa (EU:n direktiivi 2000/60/EY). Vesidirektiivin mukanaan tuomista muutoksista olennaisin on biologisten tekijöiden painottaminen vesistöjen ekologisen tilan määrittämisessä. Eliöryhmät, joita käytetään, ovat vesikasvillisuus, pohjaeläimistö ja kalasto. Kalastossa seurattavia biologisia tekijöitä ovat järvissä ja joissa kalaston koostumus, runsaussuhteet ja ikärakenne sekä jokisuiden vaihtumisalueilla kalaston koostumus ja runsaussuhteet. Veden ekologista tilaa heikentäviksi katsotaan kalaston muutokset, jotka johtuvat ihmistoiminnan vaikutuksista fysikaalis-kemiallisiin ja hydrologis-morfologisiin laatu-tekijöihin.

Tavoitteena on kehittää avaimet kalastoperusteiseen ekologisen tilan arviointiin. Niin kehitystyö kuin tulevat seurannat pohjautuvat koekalastuksiin ja tiedusteluihin. Yksittäisen kalalajin ympäristövaatimuksista saadun tiedon perusteella lajia voidaan käyttää ympäristöolojensa ilmentäjänä; esim. särki indikoi sekä happamoitumista (ei siedä happamuutta) että rehevöitymistä (runsas rehevissä vesissä). Pohjois-Amerikasta ja Ruotsista oloihimme sovellettava kalastoindeksi, joka perustuu mm. kalalajien ja lajiryhmien välisiin suhteisiin sekä indikaattorilajeihin, tulee olemaan keskeinen menetelmä ekologisen tilan määrittämisessä.

Ennen vesien luokittelua ne on tyypiteltävä direktiivin mukaisesti. Kalastojen perusteella järvistä voidaan johtaa noin viisi perustyyppiä: 1) rehevät, särkikalavaltaiset järvet, 2) tuottoisat isot järvet (kuha-kuorevedet), 3) pienet, humuspitoiset tai kirikkaat, niukkahoravinteiset järvet, 4) isot, niukkaravinteiset järvet ja 5) Lapin kylmävetiset järvet. Tärkeimmät tyypittelyperusteet kalastotyypeille ovat siis leveysaste, tuottoisuus ja pinta-ala.

Säännöstelyjen järvien osalta on keskeistä, määritelläänkö ne niin lähellä luonnontilaa oleviksi, että niiden ekologinen tila voidaan luokitella kuten säännöstelemättömien järvien, vai määritelläänkö ne voimakkaasti muutetuiksi. Pinta-alaltaan noin 46 % Suomen yli 10 km<sup>2</sup>:n järvistä (48 kpl) on mukana kalastustiedusteluaineistossa, josta, samoin kuin vielä kerättävästä koekalastusaineistosta, tutkitaan mm. säännöstelyn vaikutuksia kalastoon.

Säännöstelyyn Inarijärven kalakantojen tilaa on seurattu pitkään, ja seurantamenetelmiä kehitetään osana Barents-Interreg II -ohjelmaa. Jälkeenpäin on tehty myös arvioita säännöstelyä edeltävän ajan kalasaaliista vuosilta 1935–1940.

vesipuitedirektiivi, tyypittely, ekologinen tila, kalat, kalaston koostumus, runsaussuhteet, ikärakenne

Kala- ja riistaraportteja 222

951-776-330-1

1238-3325

23 s.

suomi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
PL 6  
00721 Helsinki  
Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
PL 6  
00721 Helsinki  
Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

# KALAYHTEISÖRAKENNE VESISTÖJEN EKOLOGISEN TILAN KUVAAJANA – EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin kalatutkimukset vuonna 2000

Toimittaneet Jari Raitaniemi ja Martti Rask

## **Kalayhteisörakenne vesistöjen ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa**

*Jari Raitaniemi, Martti Rask ja Antti Lappalainen*

## **Kalayhteisörakenteen huomioon ottava tyypittely — kyselytietoon pohjautuva analyysi 300:sta Suomen järvestä**

*Jouni Tammi, Jari Raitaniemi, Antti Lappalainen ja Martti Rask*

## **Säännösteltyjen järvien tyypittelyn ja luokittelun perusteet**

*Teppo Vehanen*

## **Inarijärven kalayhteisön seurantamenetelmien kehittäminen**

*Erno Salonen ja Petri Heinimaa*

# Sisällys

1. KALAYHTEISÖRAKENNE VESISTÖJEN EKOLOGISEN TILAN LUOKITTELUSSA JA SEURANNASSA .....	1
1.1. Johdanto.....	1
1.2. Vesien luokittelu kalojen perusteella Pohjois-Amerikassa .....	2
1.3. Kalastotieto luokittelun perusteena Pohjois-Euroopassa .....	2
1.3.1. Indikaattorilajit .....	2
1.3.2. Kalaindeksi .....	3
1.4. Riistan- ja kalantutkimuksessa käytettävät koekalastusaineistot.....	4
1.5. Ikärakenne kaloista seurattavana tekijänä — iänmäärityksen ongelmat .....	5
1.6. Muuta huomioitavaa .....	6
1.6.1. Pintavesimuodostuman rajausta.....	6
1.6.2. Vieraat lajit .....	6
1.6.3. Jokiravun ja täpläravun rooli ekologisen tilan arvioinnissa .....	6
1.6.4. Kirjallisuus.....	7
2. KALAYHTEISÖRAKENTEEN HUOMIOON OTTAVA TYYPITTELY — KYSELYTIETOOON POHJAUTUVA ANALYYSI KOLMESTASADASTA SUOMEN JÄRVESTÄ .....	9
2.1. Johdanto.....	9
2.2. Aineisto ja menetelmät .....	9
2.3. Tulokset .....	10
2.3.1. Kalalajien lukumäärä järvissä.....	10
2.3.2. Lajiryhmät järviyyypin ilmentäjänä .....	10
2.4. Tulosten tarkastelu.....	11
2.5. Kirjallisuus .....	14
3. SÄÄNNÖSTELTYJEN JÄRVIEN TYYPITTELYN JA LUOKITTELUN PERUSTEET .....	15
3.1. Johdanto.....	15
3.2. Aineisto.....	15
3.2.1. Kalastustiedustelut.....	15
3.2.2. Koekalastusten tulokset .....	16
3.2.3. Järvien ympäristöolosuhteet .....	16
3.3. Tärkeimmät tulokset .....	16
3.4. Työn jatko vuonna 2001 .....	17
4. INARIJÄRVEN KALAYHTEISÖN SEURANTAMENETELMIEN KEHITTÄMINEN.....	19
4.1. Taustaa.....	19
4.2. Inarijärven säännöstely ja kalatalousvelvoitteet.....	19
4.3. Velvoitetarkkailulla ja muilla tutkimuksilla kerätyt aineistot Inarijärven kalayhteisöstä ja kalakannoista .....	20
4.4. EU:n vesipuitedirektiiviä varten tarvittava tietous Inarijärven kalayhteisöstä.....	20
4.5. Kirjallisuus .....	23

# 1. Kalayhteisörakenne vesistöjen ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa

Jari Raitaniemi<sup>1,3</sup>, Martti Rask<sup>1</sup>, Antti Lappalainen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema, 16970 Evo

<sup>2</sup>Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pukinmäenaukio 4, 00720 Helsinki

<sup>3</sup>Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto

## 1.1. Johdanto

Euroopan yhteisön vesipolitiikan puitedirektiivi tuli voimaan vuoden 2000 joulukuussa (EU:n direktiivi 2000/60/EY). Sen tavoitteena on yhteisön jäsenmaiden vesien hyvä tila vuoteen 2015 mennessä. Direktiivin täytäntöönpano aiheuttaa sekä hallinnollisia että toiminnallisia muutoksia vesien kestävästä käytöstä, suojelun ja vesien tilan seurannan kysymyksissä. Valmistelutyö pintavesimuodostumien (joet, järvet, jokisuiden vaihtumisalueet, rannikkovedet) määrittelemiseksi, vesipiirijaon toteuttamiseksi, pintavesimuodostumien tyypittelemiseksi ja niiden ekologisen tilan luokittelemiseksi on ollut käynnissä vuodesta 1999 lähtien.

Pintavesien tilaa on perinteisesti arvioitu fysikaalis-kemiallisin perustein; tällainen luokitus on esim. Suomen ympäristökeskuksen laatima yleinen vesien käyttökelpoisuusluokitus (1999). Ekologisin perustein arvioituna pintavesimuodostuman tila voi kuitenkin olla heikko, vaikka veden laatu olisi hyvä ja fysikaalis-kemiallinen arviointi luokittelisi tilan hyväksi (mm. Karr 1981).

Vesidirektiivin mukanaan tuomista muutoksista olennaisin on biologisten tekijöiden painottaminen vesistöjen ekologisen tilan määrittämisessä. Eliöryhmät, joita käytetään, ovat vesikasvillisuus, pohjaeläimistö ja kalasto. Kalastossa seurattavia biologisia tekijöitä ovat järvissä ja joissa kalaston koostumus, runsaussuhteet ja ikärakenne sekä jokisuiden vaihtumisalueilla kalaston koostumus ja runsaussuhteet.

Kalojen osalta pintavesimuodostuman tila luokitellaan erinomaiseksi, kun lajikoostumus ja runsaussuhteet vastaavat täysin tai lähes täysin häiriintymättömiä olosuhteita ja ikärakenteissa on vain vähän ihmistoiminnasta johtuvia muutoksia eikä niissä ole merkkejä häiriöistä lisääntymisessä tai yksilönkehityksessä. Veden tilaa heikentäviksi katsotaan kalaston muutokset, jotka johtuvat *ihmistoiminnan vaikutuksista fysikaalis-kemiallisiin ja hydrologis-morfologisiin laatutekijöihin*. Kalastuksen tai kalavesien hoidon, mm. kalaistutusten, vaikutukset eivät kuulu vesidirektiivin soveltamisalaan. Hyvään tilaan luokiteltavan järven/joen lajikoostumuksessa ja runsaussuhteissa voi olla tapahtunut vähäisiä muutoksia verrattuna tyyppille ominaisiin yhteisöihin, ja ikärakenteissa voi olla merkkejä muutoksista. Yksittäisen lajin jotkut ikäluokat saattavat puuttua kokonaan lisääntymisen tai yksilönkehityksen häiriöiden vuoksi.

Jos a) kalaston koostumus ja runsaussuhteet em. syistä eroavat kohtalaisesti tyyppille ominaisista yhteisöistä, b) ikärakenteissa on havaittavissa suurehkoja muutoksia ja c) kohtalaisen suuri osa tyyppille ominaisia lajeja puuttuu tai lähes puuttuu, pintavesimuodostuma luokitellaan tyydyttävään tilaan. Välttävä tila on direktiivissä määritelty yleisemmällä tasolla tilanteeksi, jossa laatutekijöiden arvoissa on tapahtunut suuria muutoksia ja eliöyhteisöt eroavat merkittävästi luonnontilaisista. Huonossa tilassa olevasta pintavesimuodostumasta puuttuu suuri osa eliöyhteisöistä, jotka eläisivät siinä luonnontilassa.

Tässä vuosiraportissa käsitellään lyhyesti sitä, miten kalastotietoja on käytetty muualla vesiympäristön ekologisen tilan ilmaisijoina, miten tämä Suomen oloissa on tehtävissä ja mitä Riistan- ja kalantutkimuksessa vuoden 2000 aikana tehtiin osana vesidiaktiivin mukaista pintavesimuodostumien tyypittelyä ja luokittelua valmistelevaa tutkimusta.

## 1.2. Vesien luokittelu kalojen perusteella Pohjois-Amerikassa

Useita eliöryhmiä on käytetty ekologisen tilan indikaattoreina, ja Karr (1981) esitti kalastoon perustuvat ekologisen tilan luokitteluperusteet pohjoisamerikkalaisiin virtavesiin. Kalojen käyttökelpoisuutta luokittelussa Karr perusteli seuraavilla näkökohdilla: 1) Tietämys kalojen elämänkiertoista on laajaa, 2) kalastoissa on yleensä useita eri trofiatasoja edustavia lajeja (kaikkiruokaiset, kasvissyöjät, hyönteissyöjät, planktonissyöjät ja petokalat = kalansyöjät), 3) kalalajien tunnistaminen on helppoa useimpiin muihin eliöryhmiin verrattuna, 4) kalastosta kerrottava tieto on helppotajuista asiantuntijapiirien ulkopuolellakin, 5) kalojen perusteella voidaan arvioida sekä akuutteja myrkytysvaikutuksia (puuttuvat lajit) että pitkäaikaisen rasituksen vaikutuksia (muutokset kasvussa ja lisääntymistuloksessa), 6) useimmissa vesissä, jopa pienissä puroisakin, on yleensä kaloja, 7) kaloista kerättävä tieto on käyttökelpoista myös kalastushallinnolle.

Olellainen ero Pohjois-Amerikan ja Euroopan, ja erityisesti Pohjois-Euroopan olosuhteissa on lajien suuri määrä Pohjois-Amerikassa ja pieni määrä Euroopassa, johon useat lajit eivät ole ehtineet jääkauden jälkeen levitä vuoristojen yli. Vastaavia maantieteellisiä esteitä lajien leviämislle Pohjois-Amerikassa ei ole. Karrin mainitsemia trofiatasoja edustavista kalalajeista Suomesta puuttuvat puhtaat kasvissyöjät, mutta muita ryhmiä tavataan suurimmassa osassa maatamme.

Karrin kehittämässä ekologisen tilan indeksissä (IBI, index of biotic integrity) virtavesiin tärkeitä parametreja olivat lajikoostumus, lajimäärä, tiettyä tai tiettyjä ympäristön stressitekijöitä heikosti sietävien lajien määrä, tiettyihin taksonomisiin ryhmiin kuuluvien lajien määrät ja koostumukset, lajiristeymien osuus, yksilömäärä otoksessa, kaikkiruokaisten osuus, hyönteissyöjien osuus, petokalojen osuus sekä tautisten tai epämuodostuneiden kalojen osuus otoksessa.

IBI:tä on sovellettu virtavesiin useilla alueilla Pohjois-Amerikassa (mm. Stauffer ym. 2000), ja se on muunnettu myös Suuriin järviin sopivaksi (Minns ym. 1994); keskeisiä parametreja ovat tässä etenkin eri trofiatasoja edustavien kalalajien biomassaosuudet ja lukumääräiset osuudet otoksista. Eriteltynä ovat myös alkuperäiset ja vierasperäiset lajit, joiden osuudet otoksissa huomioidaan.

## 1.3. Kalastotieto luokittelun perusteena Pohjois-Euroopassa

### 1.3.1. Indikaattorilajit

Useiden täkäläisten kalalajien elinympäristövaatimukset ja toleranssit eri ympäristötekijöille (lämpötila, pH, happipitoisuus, kutupohjan ominaisuudet ym.) ovat siinä määrin rajallisia, että lajeja voidaan pitää sopivina elinympäristönsä tilan indikaattoreina. Lähinnä Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa tehtyjen happamoitumistutkimusten yhteydessä on saatu tietoa eri kalalajien tavoista reagoida veden happamuuteen (mm. Tuunainen et al. 1991, Degerman & Lingdell 1993). Tutkittu on myös kalalajistoa — lajien suhteita toisiinsa erilaisissa ympäristöissä, kuten niukkaravinteisissa ja rehevis-

sä järvissä (Persson ym. 1991, Appelberg ym. 2000). Virtavesissä etenkin lohikalajien elinympäristövaatimuksista on kertynyt tietoa mm. jokirakentamisen ja lajien katoamisen, kalakantojen elvyttämisen sekä virtavesien kunnostamisen yhteydessä (Degerman & Sers 1992, Haapala ym. 1998, Eklöv ym. 1999). Erityisen herkinä ympäristömuutoksille pidettiin pohjoismaisessa tarkastelussa kymmentä kalalajia (taulukko 1).

**Taulukko 1. Pohjoismaissa tunnettuja indikaattorilajeja ja pääasialliset ihmisen toiminnasta aiheutuvat ympäristöpaineet, jotka vaikuttavat kyseisiin lajeihin (Malmquist ym. 2000).**

<i>Indikaattorilaji</i>	<i>Ympäristö, jossa indikaattorivaikutus havaittu</i>	<i>Ympäristönmuutos, jota laji osoittaa</i>
Nieriä	järvi/virtavesi	happamoituminen, rehevöityminen
Lohi	järvi/virtavesi	happamoituminen, habitaattimuutokset
Taimen	järvi/virtavesi	habitaattimuutokset, happamoituminen
Made	järvi/virtavesi	happamoituminen, happipitoisuuden aleneminen
Ruutana	järvi/virtavesi	happamoituminen, happipitoisuuden aleneminen
Särki	järvi	happamoituminen, rehevöityminen
Ahven	järvi	happamoituminen
Lahna	järvi	rehevöityminen
Pasuri	järvi	rehevöityminen
Mutu	järvi/virtavesi	happamoituminen, habitaattimuutokset

Taulukossa 1 mainittujen lisäksi useat muut lajit voivat tuoda lisätietoa muutosten laadusta tai toimia itse indikaattoreina. Esim. vaellussiika, harjus ja nahkiainen voivat (parhaassa tapauksessa yhdessä lohen ja/tai taimenen kanssa) tuottaa tietoa joen monimuotoisuudesta tai jokiympäristön haitallisista muutoksista. Järvissäkin syys- ja talvikutuisten kalojen kudun onnistuminen edellyttää kutupohjan pinnalta vähäistä hapenkulutusta (Müller 1992). Happamuuden asteesta ja vaihtelusta saatava kuva tarkentuu, kun tarkastelussa ovat taulukossa mainittujen lajien ohella mukana muut särkikalalajit, kiiski, siika, muikku ja hauki.

### 1.3.2. Kalaindeksi

Appelberg ym. (2000) esittivät IBI:n perusajatukseen ja ruotsalaiseen koekalastusaineistoon pohjautuvan kalaindeksin (FIX). Siinä käytetyt muuttujat liittyvät lajimäärään ja -koostumukseen, kalayhteisön rakenteeseen ja toimintaan sekä kiltoihin (= ekologiset lajiryhmät, kuten esim. planktoninsyöjät, pohjaeläinten syöjät tai petokalat) (taulukko 2). Tutkimusten edetessä indeksiin on tarkoitus lisätä mm. biomassojen suuruuksia, kalojen kasvua ja rekrytoitumista kuvaavia muuttujia.

## 1.4. Riistan- ja kalantutkimuksessa käytettävät koekalastusaineistot

Vuonna 2000 aloitettiin vanhojen koekalastusaineistojen kerääminen Suomen järvistä ja joista, tavoitteena tiedostot, joissa on mahdollisimman vertailukelpoisia saalistieto- ja järvien ja jokien saaliista sekä em. pintavesimuodostumien fysikaalis-kemiallisia ja hydrologis-morfologisia ominaisuuksia. Aineiston keruu ja kokoaminen jatkuu vielä vuonna 2001. Järvissä käsitellään erikseen omina aineistoinaan ainakin verkoilla (VEKARY-tyyppiset verkkosarjat, yleiskatsausverkot, joissa käytetyt silmäkoot ovat lähellä VEKARY-sarjassa käytettyjä (mm. Nordic-verkot)) ja nuotalla tai troolilla saadut saaliit, samoin matalilta alueilta ja pelagiaalista saadut saaliit. Virtavesistä olemassa oleva aineisto on sähkökalastusaineistoa koskipaikoista. Suvantopaikoista jo olemassa olevaa kvantitatiivista koekalastusaineistoa ei ole olemassa ainakaan sellaista määrää, että sitä voitaisiin käyttää luokittelun pohjana.

**Taulukko 2. Ruotsin järvien (J) ja virtavesien (V) ekologista tilaa kuvaavat kalayhteisömuuttujat (Appelberg ym. 2000). Muuttujien arvot saadaan standardin mukaisista koekalastuksista. Järvissä biomassa ja runsaus on laskettu painona ja lukumääränä pyyntiponnistusta (yleiskatsausverkkoyö) kohden, virtavesissä 100 m<sup>2</sup>:ä sähkökalastettua aluetta kohden.**

<i>Habi- taatti</i>	<i>Muuttujan tyyppiluokitus</i>	<i>Muuttujan kuvaus</i>
J & V	Rakenne	Alkuperäisten kalalajien määrä
J	Rakenne	Lajirunsausjakauman tasaisuus (Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksi / alkuperäisten lajien lukumäärä)
J & V	Rakenne	Alkuperäisten kalalajien suhteellinen biomassa
J & V	Rakenne	Alkuperäisten kalalajien suhteellinen runsaus
J	Lajiryhmät	Särkikalojen biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta
J	Lajiryhmät	Ahvenen sukuisten petokalojen (iso ahven, kuha) biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta
V	Toiminta	Lohikalojen biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta
V	Toiminta	Alkuperäisten lohikalojen lisääntyminen
J & V	Ympäristön- muutos	Happamuudelle herkkien lajien ja yksilönkehityksen eri vaiheiden esiintyminen
J	Ympäristön- muutos	Pientä happipitoisuutta sietävien lajien biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta
J & V	Ympäristön- muutos	Vierasperäisten lajien biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta

Koekalastusaineistojen olennaisin ero mm. tiedusteluista saatavaan materiaaliin on lajien välisissä suhteissa. Vaikka kalastuskunnissa on usein parhaat saatavissa olevat tiedot lajikoostumuksesta ja lajisuhteistakin kohtalaisen hyvät tiedot, joita jo sinällään voidaan jossain määrin käyttää järvien erotteluun, tietämys lajien lukumääräisistä ja biomassasuhteista on mm. Tammen ym. (2001) tarkastelun perusteella siinä määrin ylimalkaista, että sitä ei voida käyttää Appelbergin ym. (2000) esittämän FIX-indeksin tyyppisen, suurelta osin suhteellisiin biomassoihin perustuvan indeksin soveltamisessa. Koekalastusaineistojen käyttökelpoisuutta FIX-indeksipohjaisessa käsittelyssä tarkastellaan, samoin muita mahdollisia menetelmiä.



Suurelta osin jo olemassa olevat koekalastusaineistot perustuvat osana velvoiteseurantoja oleviin koekalastuksiin. Koska velvoitteen taustalla on yleensä jokin ihmistoinnin kielteinen vaikutus ympäristön tilaan, fysikaalis-kemiallisilta ja hydrologis-morfologisilta ominaisuuksiltaan luonnontilaisista tai lähes luonnontilaisista pintavesistä on olemassa vähän koekalastustietoa verrattuna muuttuneisiin vesiin. Tämä lisää täydentävien koekalastusten tarvetta täysin tai lähes täysin olosuhteiltaan häiriintymättömissä vesissä. Suositeltava pyydys järvissä tehtävissä koekalastuksissa on Nordic-yleiskatsausverkko. Sillä pyydyt aineistot ovat myös FIX-indeksin pohjana, ja Nordicin käyttöä ositetun satunnaisotannan periaatteella (mm. Kurkilahti & Rask 1999) on esitetty EU:n näytteenottostandardiksi (EU/CEN).

## 1.5. Ikärakenne kaloista seurattavana tekijänä — iänmäärityksen ongelmat

Vesidirektiivissä mainittu kalojen ikärakenne voi olla osana FIX-tyyppistä indeksiä. Etenkin tärkeimmillä indikaattorilajeilla ikärakennetta voidaan käyttää apuna ilmaisemassa lisääntymisen ongelmia tai kalakannan tiheydestä tms. johtuvaa kääpiökasvuisuutta. Nuorten vuosiluokkien on havaittu olleen harvalukuisia esim. happamoituvissa järvissä (Tuunainen ym. 1991). Järvissä, joissa petokalojen suhteellinen osuus on pieni, joidenkin lajien edustajat voivat olla suurelta osin ikääntyneitä ja kitukasvuisia.

Etenkin jälkimmäisen kaltaisessa tapauksessa, jossa pienellä pyyntiponnistuksella voidaan saada saaliskalojen kasvusta ja ikärakenteesta luokittelussa arvokasta tietoa, ongelmana on ollut käytettyjen iänmääritysmenetelmien luotettavuus ja kalleus. Tärkeimpien indikaattorilajien, kuten särkikaloiden tai ahvenen, iänmääritys on perinteisesti tehty suomusta tai ahvenella myös kiduskannen operculum-luusta. Määritys on ollut usein työlästä ja aikaa vievää, minkä lisäksi sen ongelmaksi on osoittautunut iänmäärityksen heikko luotettavuus (mm. Raitaniemi ym. 1998, Raitaniemi ym. 2000). Kalat voivat olla hyvinkin vanhoja, mutta suurella osalla kannasta pituuskasvu voi olla täysin tai lähes loppunut vuosia, ääritapauksessa jopa vuosikymmeniä ennen kalan pyydystämistä. Suomumäärityksessä hitaimman kasvun aikaiset vuodet eivät näy, vaan kalat määritetään järjestelmällisesti melko nuoriksi eikä todellista ikärakennetta saada selville. Toisaalta nopeakasvuisten nuorten kalojen suomuissa voi olla erehdyttävästi vuosirenkaan kaltaisia valerenkaita, jotka vääristävät ikärakenteesta saatavaa kuvaa toisinpäin (Raitaniemi & Heikinheimo 1998).

Em. ongelmien tiedostaminen johti iänmääritysmenetelmien kehittämiseen, joka edelleen jatkuu. Vuoden 2000 aikana saatiin kuitenkin käyttökelpoiseen muotoon alunperin joillekin pohjoisen Atlantin kalalajeille kehitetty iänmääritysmenetelmä (Richter & McDermott 1990), jolla iänmääritys voidaan tehdä olennaisesti aiempaa luotettavammin ja myös nopeammin. Menetelmä perustuu siihen, että kalan otoliitista hiotaan tai sahataan (käytettävissä olevasta välineistöstä riippuen) esiin otoliitin keskuksen lävistävä poikkileikkauspinta, joka värjätään neutraalipunavärillä. Oikein tehdyn värjäyksen tuloksena vuodet erottuvat teräväräjaisina vuosirenkaina poikkileikkauspinnalla, mukaan lukien olemattoman pituuskasvun vuodet, jotka näkyvät otoliitissa sen kasvutavasta johtuen (Raitaniemi ym. 2000). Menetelmää käytetään jo vuoden 2001 koekalastusaineistosta tehtävissä iänmäärityksissä. Sen toimivuutta on myös tarkoitettu testata kymmenessä EU-maassa kalanäyteaineiston keräämiseen ja käsittelyyn sekä järvien ekologisen tilan arviointiin liittyvän EU-hankkeen yhteydessä.

## 1.6. Muuta huomioitavaa

### 1.6.1. Pintavesimuodostuman raja

Pintavesimuodostuman ekologisen tilan arvioinnissa joudutaan tekemään ratkaisuja joidenkin vielä pohdinnan alla olevien kysymysten suhteen. Eräs tällainen on pintavesimuodostuman rajaaminen: erotetaanko saman vesireitin järvet ja joet toisistaan? Useiden kalalajien tai -kantojen biologiaan kuuluu kutu joessa, mahdollisesti osa poikasten elämänvaiheistakin joessa ja varsinainen kasvu ja sukukypsyyden saavuttaminen järvessä. Kun suuri osa joistamme on padottuja ja useita kalakantoja on tämän ja jokien muun rakentamisen vuoksi kadonnut, kalalajien katoaminen on tosiasia ja vaikuttaa ekologiaan sekä joessa että järvessä, vaikka järven fysikaalis-kemialliset ja hydrologis-morfologiset ominaisuudet eivät olisi muuttuneet. Vaelluskalakantojen puuttuminen järvestä johtuu kuitenkin em. tyyppisten ominaisuuksien muutoksista, joten lajien puuttumisen vaikutus lienee huomioitava sekä joen että järven ekologisessa tilassa. Eräs mahdollisuus on soveltaa järvessä direktiivin mainitsemia vähemmän vaativia ympäristötavoitteita.

### 1.6.2. Vieraat lajit

Istutusten, vierasperäisten lajien, loisten tai tautien vaikutukset kalastoon eivät kuulu direktiivin määrittelemiin fysikaalis-kemiallisten ja hydrologis-morfologisten laatutekijöiden vaikutuksiin. Tässä suhteessa direktiivin mukainen ekologisen tilan arviointi eroaa pohjoisamerikkalaisista IBI-indekseistä ja myös Appelbergin ym. (2000) Ruotsissa luomasta FIX-indeksistä. Tapauksissa, joissa vierasperäinen laji tai useita lajeja on kotiutunut järveen tai jokeen, direktiivin muoto mahdollistaa erinomaisen ekologisen tilan määrittelyn ko. pintavesimuodostumalle. Jos ihmisen tuoma vierasperäinen laji kuitenkin runsastuessaan aiheuttaa myös fysikaalis-kemiallisten tai hydrologis-morfologisten laatutekijöiden heikkenemistä, muutos voidaan tulkita ekologista tilaa heikentäväksi. Istutusten ja toisaalta fysikaalis-kemiallisten ja hydrologis-morfologisten laatutekijöiden vaikutukset kalastoon on kyettävä erottamaan toisistaan.

### 1.6.3. Jokiravun ja täpläravun rooli ekologisen tilan arvioinnissa

Rapuja on perinteisesti tutkittu pikemminkin kalojen kuin pohjaeläinten yhteydessä, todennäköisimmin niiden suuren taloudellisen merkityksen vuoksi. Ravuilla on tärkeä merkitys vesiekosysteemeissä:

Ravut muokkaavat matalien mineraalipohjien rakennetta koloja kaivelemalla ja maainesta siirtelemällä ja syövät orgaanista, hajoavaa ainesta, minkä seurauksena runsaan rapukannan asuttamalla pohjilla on muita enemmän paljasta mineraaliainesta. Tästä syystä rehevänkin järven rantavyöhykkeessä voi olla vähän happea kuluttavia pohjan pintoja enemmän kuin niitä ilman rapuja olisi. Kolojen ja onkaloiden määrä on myös suurempi rapujen asuttamalla pohjilla kuin muilla pohjilla.

Ravut syövät myös eläviä kasveja ja vaikuttavat näin hyvinkin voimakkaasti uposkavillisuuteen. Rapujen asuttamisessa vesissä niille kelpaavat kasvilajit puuttuvat joiltakin pohjan alueilta lähes tyystin. Selkärangattomista ainakin nilviäisten ja juotikkaiden määrät ovat erilaisia rapujen asuttamalla ja ravuista tyhjillä pohjilla (Abrahamsson 1966).

Mainituista syistä etenkin vesikasvillisuuden ja pohjaeläimistön käsittelyssä saattaa olla aiheellista ottaa rapujen mahdollinen vaikutus huomioon.

Jokirapukannan olemassaolo on ainakin niillä alueilla, joilla rapukantojen alkuperä on luontainen, ekologista tilaa korottava tekijä. Aiemmin järvessä/joessa eläneen rapukannan puuttuminen voi olla merkki fysikaalis-kemiallisten tai hydrologis-morfologisten laatutekijöiden muutoksesta, kuten happamoitumisesta tai ojitusten, perkausten, ruoppausten, vedenpinnan (etenkin lyhytaikais)säännöstelyn tai ympäristömyrkyjen vaikutuksesta ekosysteemiin, mutta se voi olla myös seurausta rapuruton leviämisestä vesialueelle (Tulonen ym. 1998). Rapuruttosienen pääsy vesiimme on sekoin tosin seuraus ihmistoiminnasta.

Täplärapu on Suomessa uusi, vierasperäinen laji, joka kuitenkin ekologiaaltaan on hyvin samankaltainen kuin jokirapu. Sen kielteinen vaikutus ekologiseen tilaan liittyy lajin vierasperäisyyteen ja siihen, että täplärapuvedet ovat nykykäsityksen mukaan peruuttamattomasti kelvottomia jokiravulle. Toisaalta elinvoimaisen täplärapukannan läsnäolo on myös ekologista tilaa korottava tekijä. Se kertoo fysikaalis-kemiallisista ja hydrologis-morfologisista laatutekijöistä lähes saman kuin jokiravun läsnäolo kertoisi. Ekosysteemitasolla täpläravun vaikutus reittivesien eliöyhteisöihin tulee kantojen kasvamisen myötä olemaan Etelä-Suomessa samankaltainen kuin mikä näillä alueilla ennen rapuruton tuloa oli jokiravun vaikutus. Elinvoimaisen täplärapukannan romahdus, etenkin jos se kestää pitempään kuin 2–3 vuotta, kertoo todennäköisestä fysikaalis-kemiallisten ja/tai hydrologis-morfologisten laatutekijöiden kielteisestä muutoksesta.

#### 1.6.4. Kirjallisuus

Abrahamsson, S.A.A. 1966. Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* Linné. *Oikos* 17, s. 96-107.

Anon. 2000. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, annettu 23 lokakuuta 2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista. Euroopan yhteisön virallinen lehti L 327, s. 1-72.

Appelberg, M., Bergquist, B.C. & Degerman, E. 2000. Using fish to assess environmental disturbance of Swedish lakes and streams – a preliminary approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27, s. 311-315.

Degerman, E. & Lingdell, P.-E. 1993. pHisces — fisk som indikator på lågt pH. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 3/93, s. 37–54.

Degerman, E. & Sers, B. 1992. Fish assemblages in Swedish streams. *Nordic J. Freshw. Res.* 67, s. 61-71.

Eklöv, A.G., Greenberg, L.A., Brönmark, C., Larsson, P. & Berglund, O. 1999. Influence of water quality, habitat and species richness on brown trout populations. *J. Fish Biol.* 54, s. 33-43.

Haapala, A., Mäki-Petäys, A. & Huusko, A. 1998. Lohen jokipoikasille soveltuva elinympäristö ja sen käyttö. Kirjallisuusselvitys. Kalatutkimuksia Fiskundersökningar 146. 21 s.

Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6, s. 21-27.

Kurkilahti, M & Rask, M. 1999. Verkkokoekalastukset. Teoksessa: Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim). Kalataloustarkkailu – periaatteet ja menetelmät, s. 151-161. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.

- Malmquist, H.J., Appelberg, M., Dieperink, C., Hesthagen, T. & Rask, M. 2001. Fish. Teoksessa: Skriver, J. (toim.). Biological monitoring in Nordic rivers and lakes. TemaNord 2001:513, s. 61-71.
- Minns, C.K., Cairns, V.W., Randall, R.G. & Moore, J.E. 1994. An index of biotic integrity (IBI) for fish assemblages in the littoral zone of the Great Lakes' areas of concern. Can. J. Aquat. Sci. 51, s. 1804-1822.
- Müller, R. 1992. Trophic state and its implications for natural reproduction of salmonid fish. Hydrobiologia 243/244, s. 261-268.
- Persson, L., Diehl, S., Johansson, L., Andersson, G. & Hamrin, S.F. 1991. Shifts in fish communities along the productivity gradient of temperate lakes — patterns and the importance of size-structured interactions. Journal of Fish Biology 38, s. 281–293.
- Raitaniemi, J., Bergstrand, E., Fløystad, L., Hokki, R., Kleiven, E., Rask, M., Reizenstein, M., Saksgård, R. & Ångström, C. 1998. The reliability of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) age determination – differences between methods and between readers. Ecology of Freshwater Fish 7, s. 25-35.
- Raitaniemi, J., Nyberg, K. & Torvi, I. 2000. Kalojen iän ja kasvun määrittäminen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 232 s.
- Raitaniemi, J. & Heikinheimo, O. 1998. Variability in age estimates of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) from two Baltic populations – differences between methods and between readers. Nordic J. Freshw. Res. 74, s. 101-109.
- Richter, H. & McDermott, J.G. 1990. The staining of fish otoliths for age determination. Journal of Fish Biology 36, s. 773–779.
- Stauffer, J.C., Goldstein, R.M. & Newman, R.M. 2000. Relationship of wooded riparian zones and runoff potential to fish community composition in agricultural streams. Can. J. Aquat. Sci. 57, s. 307-316.
- Tammi, J., Raitaniemi, J., Lappalainen, A. & Rask, M. 2001. Kalayhteisörakenteen huomioon ottava tyypittely — kyselytietoon pohjautuva analyysi kolmestasadasta Suomen järvestä. Kala- ja riistaraportteja 222, s. 9-14.
- Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. & Mannonen, A. 1998. Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 152 s.
- Tuunainen, P., Vuorinen, P.J., Rask, M., Järvenpää, T., Vuorinen, M., Niemelä, E., Lappalainen, A., Peuranen, S. & Raitaniemi, J. 1991. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin. Loppuraportti. Suomen kalatalous 57, s. 1–44.
- Wimmer, R., Chovanec, A., Moog, O., Fink, M.H. & Gruber, D. 2000. Abiotic stream classification as a basis for a surveillance monitoring network in Austria in accordance with the EU Water Framework Directive. Acta hydrochim. hydrobiol. 28, s. 177-184.

## 2. Kalayhteisörakenteen huomioon ottava tyypittely — kyselytietoon pohjautuva analyysi kolmestasadasta Suomen järvestä

Jouni Tammi<sup>1,3</sup>, Jari Raitaniemi<sup>1,3</sup>, Antti Lappalainen<sup>2</sup> & Martti Rask<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema, 16970 Evo

<sup>2</sup>Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pukinmäenaukio 4, 00720 Helsinki

<sup>3</sup>Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto

### 2.1. Johdanto

Pintavesimuodostumat, joita ovat joet, järvet, jokisuiden vaihettumisalueet ja rannikovedet, tulee tyypitellä vesipuitedirektiivin toimeenpanon ensimmäisessä vaiheessa. Eri tyypit pyritään erottamaan fysikaalisten, maantieteellisten ja mahdollisesti kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Tyypittely toimii pohjana pintavesien ekologisessa luokittelussa, ja siksi sen tulisi olla biologisesti merkitsevä. Fysikaalisiin raja-arvoihin perustuva tyypitys ei siis saisi olla ristiriidassa pintavesimuodostumien biologisten ominaisuuksien kanssa. Jos tyypittelyssä käytetään muuttujia, jotka eivät ole ekologisesti mielekkäitä kalalajien esiintymisen ja kalayhteisörakenteen kannalta, voi kunkin tyypin sisäinen biologinen vaihtelu jäädä niin suureksi, että ekologisen tilan luokittelu kalayhteisötietoja käyttäen ei ole mahdollista.

Kalalajien esiintymiseen ja yhteisörakenteeseen Suomen järvissä vaikuttavat merkittävimmin järven koko, leveyspiiri eli kasvukauden pituus sekä järven tuottavuustaso. Järven korkeus merenpinnasta kasvaa Pohjois-Suomeen mentäessä, jolloin nämä muuttujat vaikuttavat pääosin samansuuntaisesti kasvukauden pituuden vaihteluun. Leviämishistoria ja kalojen nousureitit ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat myös suuresti kalalajien esiintymiseen erilaisissa vesistöissä. Monien lajien nykyinen esiintyminen rajoittuu lähelle jääkauden jälkeisten Itämeren vaiheiden ylärajaa.

Tässä esitettävillä tuloksilla pyritään alustamaan tyypittelyyn liittyviä kysymyksiä ja selvittämään sitä, mitkä järven ominaisuusmuuttujat kytkeytyvät parhaiten eri kalayhteisörakenteiden esiintymiseen. Kalayhteisö, tässä tapauksessa lajiryhmät, ovat sidoksissa tiettyihin järvityyppeihin ja edustavat näin kalojen kannalta ekologisesti mielekästä järvien tyypijakoa. Tutkimuksen tavoitteena on arvioida missä määrin mahdollisesti liian jyrkät järvien ominaisuustietoihin pohjautuvat rajat rikkovat kalojen yhteisö- ja habitaattiekologian rajoja.

### 2.2. Aineisto ja menetelmät

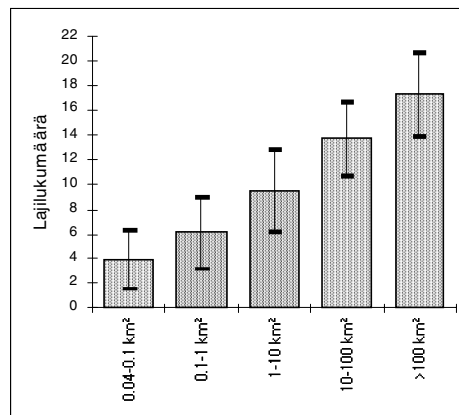
Tässä tutkimuksessa verrattiin 316 suomalaisen järven kalayhteisörakennetta järven fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Järvet (> 0.5 km<sup>2</sup>) valittiin “Fish Status Survey of Nordic Lakes” –tutkimuksen tietokannasta (Rask ym. 2000). Tutkimusjärvien kalastotieto pohjautui kala-alan ammattilaisille ja kalastajille tehtyyn kyselyyn. Kunkin kalalajin kanta ja runsaus arvioitiin neliluokkaisella asteikolla: ei esiinny, harva, tavanomainen ja runsas. Tutkimusjärvien ominaisuudet (pinta-ala, sijainti, veden laatu ym.) on saatu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) vuonna 1995 toteuttamasta järvikartoituksesta (Mannio ym. 2000).

Lajiyhdistelmien tarkasteluun valittiin 21 yleisintä kalalajia. Kalaston jakautumista ryhmiin tutkittiin faktorianalyysin avulla. Jokaiselle järvelle laskettiin faktoripistemäärä kunkin faktorin suhteen. Syntyneitä lajiryhmiä ja niiden esiintymistä (eli järvikohtaisia faktoripistemääriä) verrattiin keskeisiin järvimuuttujiin. Näiden välistä riippuvuussuhdetta tutkittiin yksinkertaisella regressioanalyysillä (Ranta ym. 1989).

## 2.3. Tulokset

### 2.3.1. Kalalajien lukumäärä järvissä

Kalalajien lukumäärään suomalaisissa järvissä vaikuttaa järven fysikaalisista ominaisuuksista merkittävämmän järven koko. Direktiivijärvien alimman kokoluokan, pinta-alaltaan n. 0,5 km<sup>2</sup>:n järvissä kokonaislajimäärä on noin 4–6 kalalajia, suurimmissa järvissä lajeja on yli kaksikymmentä (Kuva 1.).



**Kuva 1. Kalalajien kokonaismäärä järvien eri kokoluokissa.**

### 2.3.2. Lajiryhmät järvityypin ilmentäjänä

Faktorianalyysissä kalalajit jakoutuivat viiteen ryhmään, jaon perustuen lajien esiintymiseen, runsauteen sekä lajien yhteisesiintymiseen (Taulukko 1). Faktorilataustaulukoiden tulkinnassa pyritään etsimään korkeita latauksia saaneiden muuttujien yhteistä sisältöä, mikä tässä tapauksessa kertoo lajien yhteisesiintymisestä ja suhteellisesta runsaudesta. Vertaamalla muodostuneita faktoreita järven ominaisuusmuuttujiin (Taulukko 2) saatiin esiin kuhunkin lajiryhmään (faktorille) eniten vaikuttavat ympäristötekijät. Kun tulokset yhdistetään yleiseen käsitykseen kalayhteisöjen rakenteesta erityyppisissä järvissä, lajiryhmistä voidaan johtaa viisi järvien perustyyppiä. Osa järvistä voi kuulua samanaikaisesti kahteenkin perustyyppiin.

◆ Faktori 1: Rehevyyden ilmentäjät (Taulukko 1). Lajit esiintyvät tyypillisesti runsaana eteläisissä, rehevissä järvissä. Veden johtokyky korreloi selvimmin näiden lajien esiintymisen ja runsauden kanssa, mitä järvikohtainen faktorin 1 pistemäärä kuvaa (Taulukko 2, Kuva 2). Kokonaisfosfori ei osoittanut yhtä selvää korrelaatiota.

◆ Faktori 2: Yleislajit (Taulukko 1). Kalalajit esiintyvät monenlaisissa järvissä ja niiden toleranssi veden laadun suhteen on hyvä. Lajeilla sinänsä on alhainen merkitys tyypittelyn kriteereinä (Taulukko 2). Muodostaessaan järven koko kalayhteisön lajiryhmä esiintyy tyypillisesti pienehköissä, niukkaravinteisissa, kirkkaissa tai humusleimaisissa metsäjärvissä.

◆ Faktori 3: Pohjoiset lohikalat ja muttu (Taulukko 1) suosivat tai vaativat kylmää vettä. Leveysaste korreloi voimakkaimmin järvikohtaisen faktori 3:n pistemäärän kanssa (Taulukko 2, Kuva 2). Lajiryhmää tavataan tyypillisesti Lapin järvissä (mm. tunturijärvet).

◆ Faktori 4: Pelagiaaliset siikakalat (Taulukko 1). Siika, muikku ja made ovat syys- tai talvikutuisia lajeja, joiden kudun onnistuminen edellyttää pohjan pinnalta pientä hapenkulutusta. Järven pinta-ala korreloi positiivisesti ja kokonaisfosfori sekä kokonaisytyppi negatiivisesti faktori 4 pistemäärän kanssa (Taulukko 2, Kuva 2). Tyypillisiä lajiryhmän suosimia järviä ovat isot, niukkaravinteiset, kirkkaat tai humusleimaiset (reitti)järvet.

◆ Faktori 5: Kuha–kuore-ryhmä (Taulukko 1). Lajiryhmän tyypillisimpiä esiintymisvesiä ovat Etelä-Suomen suuret ja tuottoisat järvet (Taulukko 2, Kuva 2). Kuha ja kuore muodostavat pelagiaalin keskeisen peto–saalis-suhteen.

Samassakin järvessä voidaan tavata useampia lajiryhmiä runsaina, esim. Inarijärvessä faktorien 3 ja 4 lajiryhmät tai Hiidenvedessä faktorien 1 ja 5 lajiryhmät. Vanhat dokumentoinnit kalalajistoista tai paleoekologiset tarkastelut valaissevat sitä, onko särkeikalojen vallitsema järvityyppi (faktori 1) Suomen oloissa luontainen vai kokonaan ihmisen aikaansaannosta.

## 2.4. Tulosten tarkastelu

Tutkitusta järviaineistosta voidaan kalaston perusteella erottaa viisi kalastotyyppiä, jotka ryhmittyvät yksittäisten avainlajien esiintymisen sekä dominoivien lajien perusteella. Yksittäisistä muuttujista järven koolla on selvin yhteys kalalajien kokonaismäärään järvessä. Koon merkitys lienee siinä, että isommassa järvessä on keskimäärin monipuolisempia elinympäristöjä kuin pienissä. Tämä mahdollistaa useampien lajien elinkierron toteutumisen kun tarjolla on lisääntymis-, poikas- ja syönnösalueita, suojapaikkoja pedoilta, jne. Useat veden kemialliset suureet eivät kuitenkaan riipu järven koosta vaan kaikissa kokoluokissa löytyy karuja ja reheviä järviä tai kalkkipitoisia ja humusjärviä. Rehevien vesien kalalajien (pasuri, sorva, ruutana, sulkava, lahna, suutari ja säyne) tai yleislajien (ahven, hauki, särki ja kiiski) kannoilla ei ole riippuvuutta järven koon suhteen. Kuitenkin taas muikku- ja siikakantojen esiintyminen riippuu merkittävästi järven koosta. Eteläiset lajit kuten kuha, ja samalla usein myös kuore, eivät viihdy pienissä järvissä. Veden johtokyky nousi rehevien vesien kalalajien kantojen esiintymistä korreloivana tekijänä vahvemmin esiin kuin veden kokonaisfosforipitoisuus. Tämä saattaa selittyä näiden lajien runsastumisella erityisesti asuma- ja teollisuuden jätevesien sekä maatalouden rehevöittämissä vesissä, joita löytyy lähes kaikista järvien kokoluokista. Tällaisissa järvissä myös veden johtokyky on selvästi suurempi kuin esimerkiksi korkeahkon kokonaisfosforipitoisuuden omaavissa humusjärvissä.

Tarkastelun tulos osoittaa, että jopa suhteellisen karkeaan asteikkoon perustuvalla arviolla kalaston yhteisörakenteesta on riippuvuusjärven ominaisuuksiin. Järvien tyypittelyssä voidaan käyttää A-järjestelmää, jossa tyypirajat muodostetaan pelkästään järven fysikaalisten ominaisuuksien mukaan, tai B-järjestelmää, jossa mukaan voidaan ottaa vesikemian parametreja. Järvien pinta-alajako A-järjestelmän mukaan neljään luokkaan näyttäisi vastaavan kalayhteisöjen vaihteluun erikokoisissa järvissä riittävällä tarkkuudella.

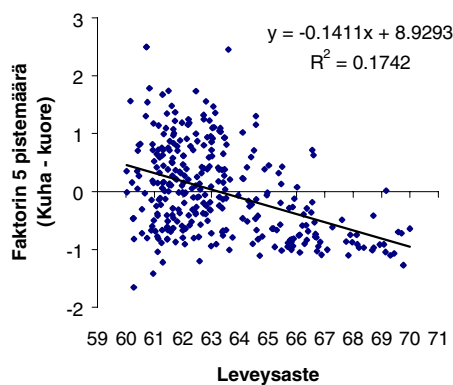
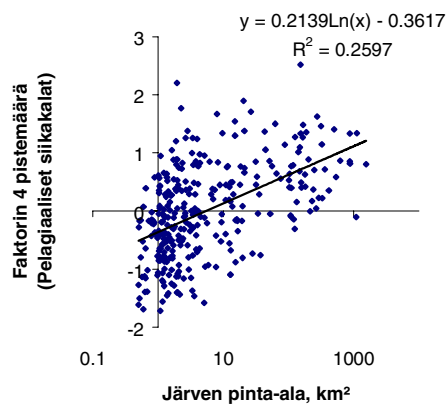
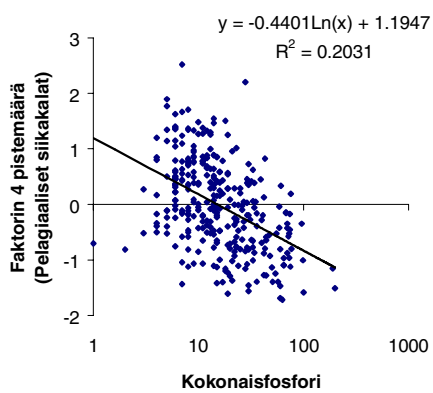
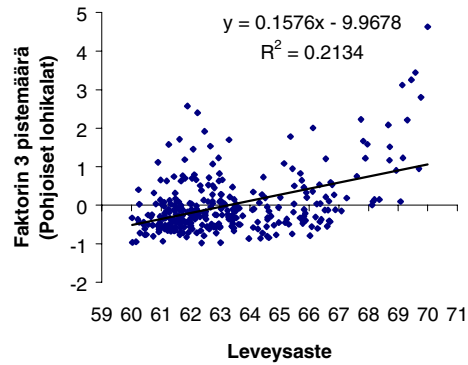
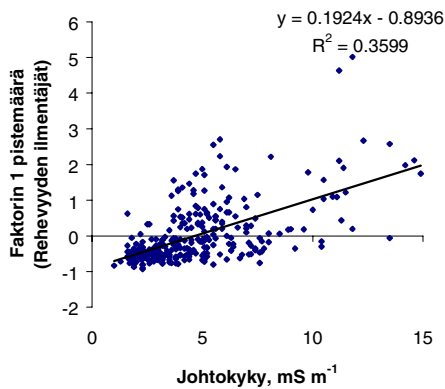
**Taulukko 1. Avainlajien lajikohtaiset faktorilataukset viiden faktorin analyysissä. Kalalajikohtainen aineisto 316:sta järvestä on luokiteltu neljään luokkaan kannan tilan mukaan (ei esiinny, harva, tavanomainen, runsas).**

		Rotatoitu faktorimalli				
		Faktori 1	Faktori 2	Faktori 3	Faktori 4	Faktori 5
PASURI	<i>Blicca bjoerkna</i>	<b>0.68</b>	0.02	-0.04	0.1	0.13
SORVA	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	<b>0.59</b>	0.04	-0.01	0.04	0.04
RUUTANA	<i>Carassius carassius</i>	<b>0.55</b>	0.23	0.06	0	0.1
SULKAVA	<i>Abramis ballerus</i>	<b>0.5</b>	0.09	-0.05	-0.09	0.15
LAHNA	<i>Abramis brama</i>	<b>0.5</b>	0.38	-0.04	-0.17	0.44
SUUTARI	<i>Tinca tinca</i>	<b>0.46</b>	0.09	-0.01	-0.16	0.15
SÄYNE	<i>Leuciscus idus</i>	0.37	0.24	0.07	0.16	0.2
SÄRKI	<i>Rutilus rutilus</i>	0.23	<b>0.61</b>	-0.21	0.07	0.26
AHVEN	<i>Perca fluviatilis</i>	0.12	<b>0.6</b>	-0.14	0.21	0.1
HAUKI	<i>Esox lucius</i>	0.23	<b>0.54</b>	-0.05	-0.16	-0.02
KIISKI	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	0.05	<b>0.47</b>	-0.17	0.37	0.23
HARJUS	<i>Thymallus thymallus</i>	-0.07	-0.15	<b>0.69</b>	0.12	-0.08
MUTU	<i>Phoxinus phoxinus</i>	-0.01	-0.05	<b>0.59</b>	0.14	-0.01
NIERIÄ	<i>Salvelinus alpinus</i>	0.07	-0.08	<b>0.56</b>	0.07	0.06
TAIMEN	<i>Salmo trutta</i>	0.04	-0.04	<b>0.45</b>	<b>0.5</b>	0.24
MUIKKU	<i>Coregonus albula</i>	-0.02	0.09	0.14	<b>0.64</b>	0.15
SIIKA	<i>Coregonus lavaretus</i>	-0.07	-0.16	0.36	<b>0.45</b>	-0.03
MADE	<i>Lota lota</i>	-0.07	0.23	0.26	<b>0.45</b>	0.05
KUHA	<i>Stizostedion lucioperca</i>	0.32	0.08	0.03	0.07	<b>0.63</b>
KUORE	<i>Osmerus eperlanus</i>	0.24	0.16	0.11	0.38	<b>0.61</b>
SALAKKA	<i>Alburnus alburnus</i>	0.33	0.24	-0.09	0.21	<b>0.5</b>
Faktorin selitysaste		2.37	1.73	1.68	1.6	1.54

**Taulukko 2. Järviokohtaisten faktoripistemäärien ja järvien ominaisuusmuuttujien välisen regressioanalyysin tulokset.**

	Leveysaste	Kokonais-fosfori	Kokonaishiili (TOC)	Johtokyky	Kokonaistyyppi	Järven pinta-ala
	suunta r <sup>2</sup>	suunta r <sup>2</sup>	suunta r <sup>2</sup>	suunta r <sup>2</sup>	suunta r <sup>2</sup>	suunta r <sup>2</sup>
Rehevyyden ilmentäjät (Faktori 1)	(-) <b>0.17</b>	(+) 0.05	(+) 0.00	(+) <b>0.36</b>	(+) 0.07	(+) 0.06
Yleislajit (Faktori 2)	(-) <b>0.14</b>	(+) 0.06	(+) 0.07	(+) 0.03	(+) 0.07	(+) 0.03
Pohjoiset lohikalat (Faktori 3)	(+) <b>0.21</b>	(-) 0.02	(-) 0.09	(-) 0.01	(-) 0.07	(+) <b>0.19</b>
Pelagiaaliset siikakalat (Faktori 4)	(+) 0.01	(-) <b>0.20</b>	(-) 0.11	(-) 0.04	(-) <b>0.17</b>	(+) <b>0.26</b>
Kuha – kuore (Faktori 5)	(-) <b>0.17</b>	(+) 0.01	(-) 0.01	(-) 0.09	(-) 0.01	(+) <b>0.19</b>





**Kuva 2. Järvikohtaisten faktoripistemäärien ja järven ominaisuusmuuttujien välinen riippuvuus regressiokuvaajina. Kuviin on valittu merkitsevimmät riippuvuudet taulukossa 2 esitettyjen tulosten perusteella.**

Ravinnepitoisuuden tms. tuottavuutta kuvaavan parametrin puuttuminen A-järjestelmästä puoltaisi kalayhteisöekologian näkökulmasta kuitenkin B-järjestelmän tyypittelymahdollisuuksia. Kalatutkimusten ja monien muiden biologisten aineistojen perusteella suomalaisissa järvissä merkittävin ekologinen vaihtelu suunta liittyy tuotantotasoon ja ravinteisuuteen. Tässä esitetty viiden eri ominaisuusryhmän (faktorin) erottelu on lähellä perinteistä järvien jaottelua, jossa erotetaan oligotrofiset, mesotrofiset, eutrofiset järvet sekä humuspitoiset, dystrofiset järvet. Tunturialueiden järvet ja niiden kalasto muodostavat selvästi oman ryhmänsä.

Jos järven tuottavuutta kuvaavat parametrit otetaan mukaan tyypittelyn perusteeksi, ihmisen aiheuttaman osuuden erottaminen kunkin järven ravinnepitoisuudesta ja mahdollisesta tuottavuustason noususta on vaikeaa. Ravinteiden taustapitoisuuksien ja luonnontilaisen kalayhteisön arvioinnissa vertailujärvet ovat tärkeitä, mutta kalayhteisön kannalta hyviä luonnontilaisia vertailujärviä on vähän tai niitä ei juuri ole. Kalastus, vesistökuormitus, istutukset, kulkuesteet ja muu vesistörakentaminen ovat todennäköisesti vaikuttaneet lähes kaikkiin Suomen direktiivijärviin (>0.5 km<sup>2</sup>) kalojen elinympäristöä muuttavina tekijöinä. Mahdolliset vertailujärvet löytyvät suojelualueilta tai muuten poikkeuksellisen kaukaa asutuksesta. Paleoekologista tietoa voidaan joutua käyttämään apuna joidenkin vesistöjen kohdalla, jotta luonnontilaisesta kalastorakenteesta saataisiin riittävä käsitys.

Yhtenä tärkeänä järviökosysteemin osana kalat tarjoavat hyvän työkalun kunkin järvi-tyypin ekologisen tilan luokittelussa. Kalayhteisötietoja hyödynnettäessä tarvitaan kuitenkin tarkempaa koekalastuksiin tai saalistilastoihin perustuvaa tietoa lajikohtaisista biomassoista. Lisäksi tietoja kannan alkuperästä, omavaraisuudesta ja uhanalaisuudesta voidaan käyttää luokittelun välineenä. Kalaston perusteella tapahtuvaa luokittelua voitaisiin lähestyä määrityskaavatyyppisellä ratkaisulla, jossa ensimmäisenä vaiheena selvitetään esiintyvät lajit, muodostuvat lajiryhmät, tämän jälkeen runsaussuhteet jne.

## 2.5. Kirjallisuus

Mannio, J., Räike, A. & Vuorenmaa, J. 2000. Finnish lake survey 1995: regional characteristics of lake chemistry. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27, s. 362-367.

Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. *Biometria. Tilastotiedettä ekologeille.* 2. Painos. Yliopistopaino, Helsinki. 569 s.

Rask, M., Appelberg, M., Hesthagen, T., Tammi, J., Beier, U. & Lappalainen, A. 2000. Fish Status Survey of Nordic Lakes – species composition, distribution, effects of environmental changes. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. TemaNord 2000:508. 58 s.

## 3. Säännöstelyjen järvien tyypittelyn ja luokittelun perusteet

Teppo Vehanen

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely, Manamansalontie 90, 88300 Paltamo

### 3.1. Johdanto

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi edellyttää jäsenvaltioiden pintavesimuodostumien tyypittelyä ja ekologista luokittelua sekä toimenpiteitä vesistöjen tilan parantamiseksi. ”Säännöstelyjen järvien tyypittelyn ja luokittelun perusteet” -tutkimus muodostaa osan direktiivin soveltamiseen tähtäävistä tutkimuksista. Tutkimus muodostuu toisiinsa liittyvistä osakokonaisuuksista, joissa kehitetään analyysityökaluja säännöstelyn vaikutusten arviointiin sekä arvioidaan säännöstelyn vaikutusta kasvillisuuteen, pohjaeläimiin ja kalastoon. Kalaosion tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät (vedenlaatu, hydrologis-morfologiset ominaispiirteet, vedenkorkeus ym.) selittävät parhaiten eri järvien kalaston määrässä ja koostumuksessa olevia eroja. Osatutkimuksessa kootaan olemassa oleva aineisto järvien kalastosta: kokonaissaaliit, hehtaarisaliit, eri pyydysten saaliit sekä koekalastusten tulokset. Tilastollisten analyysien avulla kuvataan eri ympäristömuuttujien, erityisesti vedenkorkeuden vaihtelun, vaikutus kalaston koostumukseen. Yhdistämällä kalaosion tulokset muiden osatöiden (ympäristömuuttujat, kasvisto, pohjaeläimistö) aineistoihin, selvitetään säännöstelyn vaikutusmekanismeja kalastoon.

### 3.2. Aineisto

#### 3.2.1. Kalastustiedustelut

Vuonna 2000 poimittiin tutkimuksen järvijoukosta (noin 100 järveä) ne järvet, joista on tehty postitse kalastustiedustelu (Taulukko 1). Aineistoon otettiin mukaan tuorein järvellä tehty kalastustiedustelu. Vuotta 1989 vanhempia tiedusteluja ei otettu mukaan aineistoon. Aineisto käsittää yhteensä 48 järveä, joista pääosassa (34 kpl) veden pinnan vaihtelua on muutettu luonnontilaisesta ja lopuissa se noudattaa pääsääntöisesti luonnollista rytmikkaa. Kalaston koostumuksen vertailussa järvien välillä käytetään saaliin lajikoostumusta. Saalistiedustelun tuloksista tallennettiin järven kokonaissaaliit ja hehtaarisaliit kalalajeittain. Lisäksi pääosassa järviä (39 kpl) kokonaissaaliit on jaettu pyydyksittäin siten, jolloin että saaliin koostumusta järvien välillä voidaan vertailla pyydyskohtaisesti (verkot, vapapydykset).

Istutusten vaikutusten kuvaamiseksi järvien istutustiedot kerättiin tutkimusraporteista ja TE-keskuksen rekistereistä. Mukaan otettiin sisävesien yleisimmät istutuslajit: siika, taimen, kuha, hauki ja harjus. Taimenistutuksista laskettiin 2-kesäisten ja vanhempien istutusmäärä, muista lajeista esikesäiset ja kesänvanhat poikaset. Taimenen istutusmäärä laskettiin viiden vuoden keskiarvona (kalastustiedustelun vuosi ja neljä edeltävää), muiden lajien osalta käytettiin kuuden vuoden keskiarvoa (3–8-vuotiaat kalat saaliissa).

Kalastuksen määrää kuvaamaan kerättiin järven kalastajamäärä, sekä verkkojen (pyyntivuorokaudet) ja vapakalastuksen (käyntikerrat) pyyntiponnistustiedot niiltä järviltä, joista ne oli raportoitu.

### 3.2.2. Koekalastusten tulokset

Saalistiedustelun lisäksi toinen tarkastelunäkökulma lajisuhteiden kuvaamiseksi on koekalastusten (yleiskatsausverkot) tulokset, jotka kerätään mahdollisimman suurelta osalta listan järviä. Aineiston kerääminen on parhaillaan käynnissä ja se valmistuu vuoden 2001 aikana (J. Raitaniemi).

### 3.2.3. Järvien ympäristöolosuhteet

Suomen ympäristökeskus toimittaa listaan sisältyvistä järvistä niiden ympäristöolosuhteita kuvaavat muuttujat. Säännöstelyn voimakkuutta kuvaavien muuttujien lisäksi järvien ympäristöolosuhteita kuvaamaan käytetään järvien geomorfologiaa (pinta-ala, syvyys, rantaviivan pituus), valuma-aluetta (esim. järvisyys, pinta-ala), veden laatua ja jäätymistietoja. Pyrkimyksenä on myös tehdä yhteistyötä tutkimuksen muiden osioiden (kasvillisuus, pohjaeläimet, säännöstelyn vaikutusten arviointi).

## 3.3. Tärkeimmät tulokset

Kalastustiedustelujen osalta tiedot on kerätty. Kalatietojen yhdistäminen ympäristömuuttujin on parhaillaan työn alla. Tällä hetkellä työssä on käsitelty pelkästään kala-aineistoja.

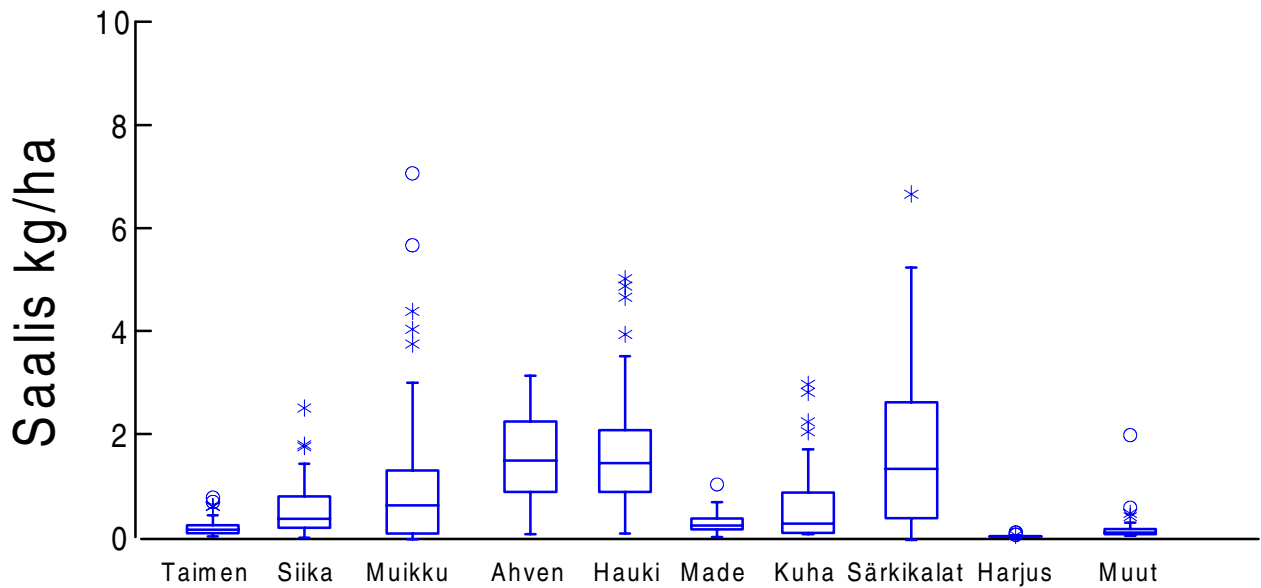
Järvien yhteenlaskettu pinta-ala oli 10 137 km<sup>2</sup>, joka on 46 % Suomen yli 10 km<sup>2</sup> järvien pinta-alasta. Tarkasteltujen järvien pinta-ala oli keskiarvona 211 km<sup>2</sup>, ja vaihteli välillä 11,6-10 137 km<sup>2</sup>.

Hehtaarisaaaliit tutkimuksissa 48 järvessä olivat keskimäärin 8,9 kiloa ja vaihtelivat välillä 1,6-35,6 kg ha<sup>-1</sup>. Lajikoostumus vaihtelee runsaasti järvien välillä. Suurimpana vaihtelun aiheuttajana on muikun ja esimerkiksi särkikalojen osuus saalisjakaumassa (kuva 1).

Kalastustiedusteluissa arvioitu järvellä kalastaneiden kalastajien lukumäärä oli keskimäärin 15 kalastajaa neliökilometriä kohden, ja vaihteli välillä 2-54 kalastajaa neliökilometrillä. Myös verkkojen ja vapapyydysten pyyntiponnistustiedoissa oli melko suurta vaihtelua järvien välillä.

Taimenia oli istutettu yhtä lukuun ottamatta kaikkiin tarkastelussa oleviin järviin. Keskimääräinen 2-kesäisten ja vanhempien taimenten istutustiheys oli 0,7 taimenta hehtaaria kohden, vaihdellen välillä 0,05-2,9 kappaletta hehtaarille. Myös kesänvanhoja siikoja oli istutettu yhtä järveä lukuun ottamatta kaikkiin järviin. Keskimääräinen siian istutustiheys oli 7,9 kalaa hehtaarille ja vaihteluväli 0,3-32,1 siikaa järvihehtaaria kohden.

Kuhia oli istutusrekisterin mukaan istutettu 39 järveen. Näissä järvissä istutustiheys vaihteli välillä 0,08-18,2 kuhaa hehtaarille ja oli keskimäärin 4,7 kuhaa hehtaarille. Sekä haukia että harjuksia oli istutettu 20:een järveen. Harjusten istutustiheys oli alhainen, keskimäärin hehtaarille oli istutettu 0,3 harjusta (vaihtelu 0,01-1,9 kappaletta). Haukien keskimääräinen istutustiheys oli 0,8 kesänvanhaa tai esikesäistä poikasta järvihehtaaria kohden (vaihtelu 0,01-3,2 haukea hehtaaria kohden).



**Kuva 1. Eri kalalajien kilomääräisen hehtaarisaaლიn vaihtelu tutkitussa 48:ssä järvessä. Laatikon sisällä oleva poikkiviiva on mediaanisaalis ja laatikon sisään sijoittuu 50 % havainnoista. Yhden järven muikkusaalis on asteikon ulkopuolella.**

### 3.4. Työn jatko vuonna 2001

Vuonna 2001 yhdistetään kala-aineistot järvien ympäristöolosuhteita kuvaaviin muuttujiin, sekä tehdään yhteistyötä tutkimuksen muiden osatöiden kanssa (esim. kasvillisuus, pohjaeläimet). Tilastollisten analyysien avulla selvitetään, onko eri järviryhmiä välillä eroja lajistoon koostumuksessa. Analyysin avulla pyritään arvioimaan, kuinka hyvin ympäristömuuttujien avulla kyetään ennustamaan järven lajistoa. Lisäksi muodostetaan käsitys erilaisten ympäristömuuttujien, erityisesti vedenkorkeuden vaihtelun, vaikutuksista kalastoon.

**Taulukko 1. Kalastustiedusteluaineiston järvet ja tiedustelun vuosiluku.**

Järvi	Kalastustiedustelun vuosi
Inarijärvi	1998
Kemijärvi	1997
Kitkajärvet	1994
Simojärvi	1990
Kostonjärvi	1996
Kiantajärvi	1998
Vuokkijärvi	1998
Iso-Pyhäntä	1998
Lentua	1994
Ontojärvi	1998
Kiimanen	1998
Nuasjärvi	1998
Oulujärvi	1995
Pyhäjärvi (Oulun l.)	1994
Porovesi	1995
Onkivesi	1996
Kallavesi	1990
Haukivesi	1995
Pyhäselkä	1997
Pihlajavesi	1996
Kivijärvi	1994
Konnevesi	1989
Leppävesi	1997
Päijänne	1996
Konnivesi	1998
Pyhäjärvi Iitin	1996
Kyrösjärvi	1996
Näsijärvi	1998
Längelmävesi	1997
Pyhäjärvi Tampere	1998
Vanajavesi	1998
Lohjanjärvi	1996
Suolijärvet	1998
Puula	1999
Ähtärinjärvi	1994
Tarjanne	1998
Rautavesi	1999
Koitere	1998
Puruvesi	1995
Juojärvi	1990
Keurusselkä	1996
Ruovesi	1996
Kuorevesi	1996
Lappajärvi	1993
Evijärvi	1993
Suvasvesi	1993
Mallasvesi	1995
Roine	1995

## 4. Inarijärven kalayhteisön seurantamenetelmien kehittäminen

Erno Salonen ja Petri Heinimaa

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Inarin kalantutkimus ja vesiviljely, 99870 Inari

### 4.1. Taustaa

”Inarijärven kalakantojen tilan seurantamenetelmien kehittäminen” on osa Paatsjoen Barents-Interreg II-ohjelmaan kuuluvaa (EU-)hanketta ”Paatsjoen vesistöalueella yhteisesti toteutettavan ympäristön tilan hallinnan kehittäminen”. Paatsjoen Barents-Interreg II-hanke on Suomen ja Norjan yhteistyöhanke, johon on saatu merkittävästi (lähes 73 %) rahoitusta EU:n aluekehitysrahastosta. Paatsjoen vesistöalueen keskuseräjäjärvenä on säännöstelty Inarijärvi, jonka luusuasta vedet laskevat Venäjän ja Norjan puolelle suurimmalta osaltaan rajajokena olevaa Paatsjokea pitkin Jäämereen. Vesivoimalaitoksia Paatsjoessa on kaikkiaan seitsemän, joista Venäjän Kaitakosken padolla säännöstellään Inarijärven vedenkorkeutta. Alunperin tähän vuosien 1999-2001 Interreg-hankkeen tavoitteena oli samanaikaisesti saada mukaan Paatsjoen vesistöalueen kolmas osapuoli, Venäjä, Tacis-hankerahoituksen kautta. Tacis-hanke ei kuitenkaan toteutunut suunnitellusti, joten Venäjä ei ollut mukana 30.6. 2001 päättyvässä Interreg-hankkeessa. Tacis-hanke alkoi syksyllä 2000 ilman suomalaisia osapuolia. Uuden Interreg-hankkeen hakemista on suunniteltu nykyhankkeen jatkoksi. Kolmen valtion välinen yhteistyö olisi tärkeää erityisesti Paatsjoen vesivoimalaitosten yhteiskäytön ja Inarijärven säännöstelyn kehittämisedellytysten selvittämisessä, koska Paatsjoen seitsemästä voimalaitoksesta Venäjä omistaa viisi ja Norja kaksi.

### 4.2. Inarijärven säännöstely ja kalatalousvelvoitteet

Inarijärven säännöstelyn aloitusvuosi oli 1941, mutta yhtäjaksoisesti säännöstelyä on toteutettu vuodesta 1948 lähtien eli yli 50 vuoden ajan. Nykyisen luvan mukainen järven säännöstelyväli on 2,36 m, mutta käytännössä vedenkorkeuden vaihteluväli on jäänyt keskimäärin 1,45 metriin. Luonnonmukaiseen tilanteeseen verrattuna säännöstelyllä nostettiin vedenkorkeuksia yli 0,5 metriä (Marttunen ym. 1997).

Säännöstelyn kalataloudelle aiheutuneita vahinkoja selvitettiin Inarijärvellä laajasti 1960-70-luvuilla (Toivonen 1966, 1972) ja järven yläpuolisten sivuvesistöjen alueella (Tuunainen ym. 1979). Selvitysten perusteella määrättiin vesioikeudelliset hoitovelvoitteet, jotka tulivat voimaan Inarijärven osalta vuonna 1975 ja sivuvesistöjen osalta vuonna 1984. Velvoitehoitoa ennenkin oli Inarijärveen ja siihen laskeviin jokiin vastakuoriutuneita kalanpoikasia istutettu pieniä määriä vuodesta 1952 lähtien. Inarijärvi on siten ollut satunnaisten kalanistutusten kohteena liki 50 vuoden ajan ja systemaattisten, myös kookkaampien jatkokasvatettujen kalanpoikasten istutuskohteena noin 25 vuoden ajan.

Velvoitepäätöksissä määrättiin myös, että hoitotoimenpiteiden tuloksia on tarkkailtava maa- ja metsätalousministeriön hyväksymän ohjelman mukaisesti. Inarijärven osalta tarkkailu alkoi 1970-luvun lopussa.

Inarijärven ja sen sivuvesistöjen erillisten velvoitepäätösten istutuksia koskevat lupakohdat korvattiin uudella yhteisellä lupakohdalla Pohjois-Suomen ympäristölupaviraston päätöksellä 14.3.2000, nro 21/00/1, joka tuli lainvoimaiseksi 16.5.2000. Käytän-

nössä uusi päätös takaa paremmat mahdollisuudet velvoiteistutusten tarkoituksenmukaiseen ja joustavaan toteuttamiseen Inarijärven ja sen sivuvesistöjen alueella (mm. eri-ikäisten ja -kokoisten taimenten istutusmäärien ja -alueiden suhteen).

#### 4.3. Velvoitetarkkailulla ja muilla tutkimuksilla kerätyt aineistot Inarijärven kalayhteisöstä ja kalakannoista

Tarkkailun puitteissa järven kalansaalisarviot on kerätty vuodesta 1977 lähtien vuosittain paria poikkeusta lukuun ottamatta. Vuonna 1980 Ivaloon perustetun kenttäaseman myötä toiminta vakiintui alueelle. Lähes katkeamattomat aikasarjat kalansaaliista ja mm. kalastuskirjanpitäjien normaalin verkkokalastuksen yksikkösaaliista ovat kohta 25 vuoden pituiset (Salonen ym. 2000).

Jälkeenpäin kerätyt arviot järven kokonaissaaliista yltävät kuitenkin yli 60 vuoden taakse, säännöstelyä edeltävään aikajaksoon 1935-1940 asti (Toivonen 1966) (Kuva 1). Verkkosarjakoekalastukset vuosina 1968-1990 tehtiin solmuväliltään 15-60 mm:n verkoilla (Mutenia ja Ahvonen 1991).

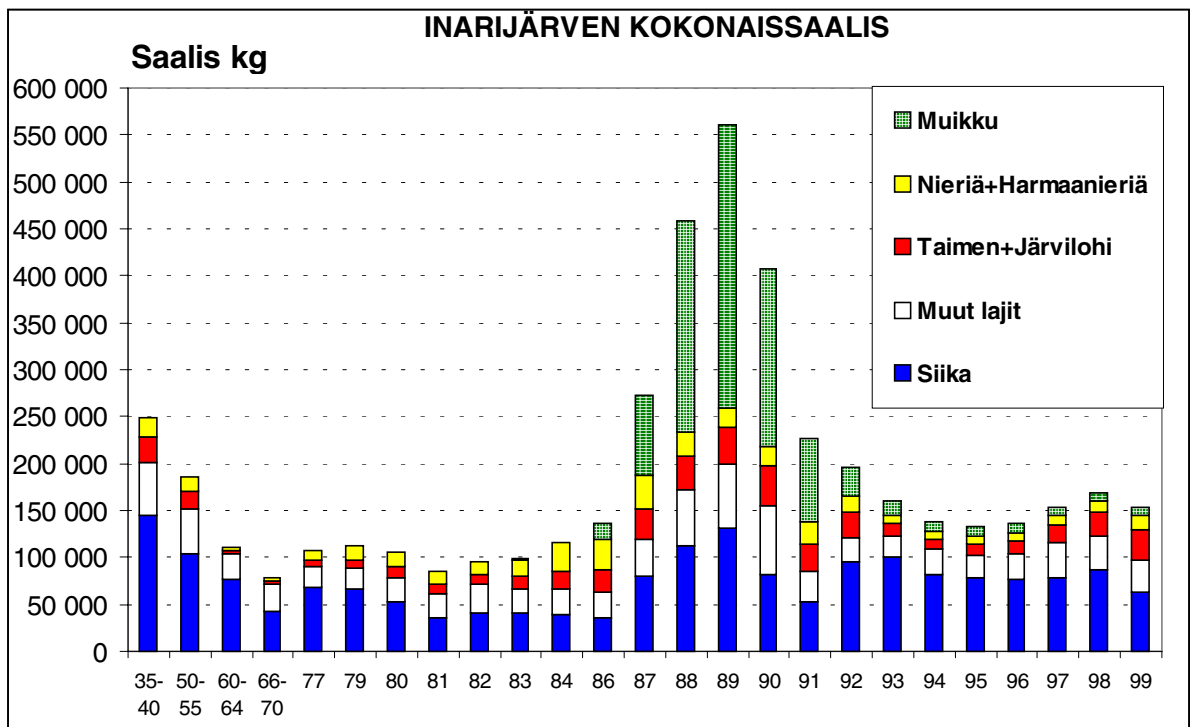
Kalansaalis-, yksikkösaalis- ja verkkosarjakoekalastustietojen avulla saadaan melko hyvä kuva järven kalastosta, lajikoostumuksesta ja niissä tapahtuneista muutoksista. Inarijärvestä kerätyistä saalisnäytteistä voidaan tarkastella useimpien järven kalalajien ikärakennetta ja niissä mahdollisesti tapahtuneita muutoksia. Muutamista lajeista kerätyt pitkäaikaiset saalis- ja saalisnäyteaineistot mahdollistavat myös kalakantojen runsausarviot populaatioanalyysillä (VPA). Petokaloille keskeisten saaliskalojen poikasmäärien runsautta alettiin 1990-luvulla arvioida myös poikastroolauksin (Taulukko 1).

#### 4.4. EU:n vesipuitedirektiiviä varten tarvittava tietous Inarijärven kalayhteisöstä

Pohjois-Amerikassa on kehitetty kalastoon perustuvia ekologisen tilan luokitteluperusteita (mm. Karr 1981, Stauffer ym. 2000 ja Minns 1994). Niissä keskeisiä muuttujia ovat etenkin eri trofiatasoja edustavien kalalajien osuudet (biomassa ja lukumäärä). Huomiota on kiinnitetty myös alkuperäisten ja vierasperäisten lajien osuuksiin. Ruotsalaiseen kalastoaineistoon ja Pohjois-Amerikassa kehitettyihin indekseihin pohjautuvaa kalaindeksiä (FIX) on kehitellyt Appelberg ym. (2000). Alkuperäisten ja vierasperäisten lajien suhteet sekä mm. lohikalojen biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta koekalastuksiin perustuen ovat muuttujia, jotka on valittu kuvaamaan kalayhteisön tilaa Ruotsin järvillä.

Inarijärvi on suomalaisista järvistä otollinen kohde tutkia vierasperäisten, istutettujen lajien vaikutusta kalayhteisöön, sillä järvessä esiintyy nykyäänkin kolmea vierasperäistä kalalajia: muikkua, järvilohia ja harmaanierää. Kalastuksen ja kalaistutusten vaikutukset eivät kuulu vesipuitedirektiivin soveltamisalaan, mutta niitä on tarkasteltava yhdessä fyysikaalis-kemiallisten ja hydrologis-morfologisten muutosten kanssa ja pyrittävä erottamaan ne "varsinaisista" ihmisen aiheuttamista ympäristömuutoksista (esim. veden laadun muutokset, säännöstelyn vaikutukset).





**Kuva 1. Inarijärven kokonaissaalis ajanjaksosta 1935-1940 alkaen ja vuosina 1977-1999. Vuosien 1978 ja 1985 saalistiedot puuttuvat.**

Saalistietojen ja muikulla myös populaatioanalyysiin (VPA) perustuvien arvioiden perusteella ainakin muikun runsaudenvaihtelut ovat olleet erittäin voimakkaita (Salonen 1998). Toistaiseksi ei tunneta kovinkaan hyvin muikun runsaudenvaihteluiden vaikutuksia muihin kalalajeihin. Inarijärvi soveltuu myös sekä voimakkaan istutustoiminnan että ajoittain voimakkaan kalastuksen kalayhteisölle aiheuttamien vaikutusten tutkimuskohteeksi. Inarijärven kalayhteisössä ihmistoiminnan johdosta muutoksia aiheuttaneet keskeiset tekijät ovat olleet siten: 1. Säännöstely, 2. Istutukset alkuperäisillä kalalajeilla, 3. Istutukset vierasperäisillä kalalajeilla, 4. Kalastus.

Kalaston koostumuksesta saadut tiedot Inarijärveltä perustuvat keskeisimmin kalastustiedustelu-aineistoihin, eikä niinkään koekalastusaineistoihin, joiden olennaisin ero tiedusteluista saatavaan materiaaliin on lajien välisissä suhteissa (Raitaniemi ym. 2001).

Velvoitetarkkailun saalisseurannan ja tiettyjen lajien saalisnäytteisiin keskittyvän seurannan lisäksi tuleekin jatkossa pohtia myös muiden, vähemmän seurattujen kalalajien tai muotojen (kuten kääpiösiikamuodot: reeska ja räpys) ottamista tarkasteluun. Edelleen tulee harkita koekalastuksia Nordic-yleiskatsausverkoilla, jossa solmuväliltään tiheitä havaksia on enemmän kuin Inarijärvellä tehdyissä verkko-sarjakoekalastuksissa. Kaikuluotaukset uudella, lohkotun anturin teknologiaan perustuvalla menetelmällä ja niihin liittyvät koetroolaukset täydentäisivät myös poikastroolauseurantaa sekä petokalojen ravintotutkimuksia, joita tehdään nyttemmin yhdistetyn velvoitetarkkailu- ja merkintätutkimushankkeen puitteissa.

**Taulukko 1. Inarijärvestä kalayhteisöstä, kalakannoista ja niihin liittyvistä kalatalousmuuttujista velvoitetarkkailulla / muilla tutkimuksilla kerätyt tiedot 1960-1970-luvuilta lähtien. Taulukon tilanne kuvaa helmikuuta 2001, jolloin vuoden 2000 aineistojen (sulkeissa) käsittelyt ovat osin kesken.**

Muuttujat	Tiedonkeruu- /analyysi- menetelmä (pyydys/ laji)	Jatkokäsittely- kelpoisen aika- sarjan pituus *+ = myös tätä vanhempia tietoja on	Tiedon-keruu- tiheys / näytteitä yht.	Puutteet tai ongelmat
Kalaistutukset	Istutustilastot (velvoite + muut istutukset)	*+1972-2000	Vuosittain	Sivuvesien istutusten vaikutus järveen ?
Kalastajamäärät	Kalastustiedustelut ja kirjanpidot	*+1977-(2000)	Vuosittain	Kalastajamäärien tilastoinnissa muutok- sia ko. jaksolla v. 1979, 85 puuttuu
Kalansaaliit	Kalastustiedustelut ja kirjanpidot	*+1977-(2000)	Vuosittain	Tilastointimuutokset, mahd. alipeitto v. 1979, 85 puuttuu
Pyyntiponnistus	Kalastustiedustelut ja kirjanpidot	*+1987-(2000)	Vuosittain	
Yksikkösaaliit, lajikoostumus	Verkkosarjakoekalastukset Kalastuskirjanpito, verkko Kalastuskirjanpito, isorysä Kalastuskirjanpito, trooli Kalastuskirjanpito, vapa	*+1968-1990 1977-(2000) 1987-(2000) 1987-(2000) 1999-2000	Joka 3-4 v. Vuosittain " " "	v. 1979 puuttuu
Poikasmäärien runsaus: Muikku, reeska	Poikastroolaukset Paunettipyynnit	1993-2000 1995-2000	Vuosittain	v.1993,94 koeluont. "
			N yht. (noin)	
Kalakantojen ikä rakenne	Saalisnäytteet, siika Saalisnäytteet, muikku Saalisnäytteet, reeska Saalisnäytteet, räpys Saalisnäytteet, taimen Saalisnäytteet, nieriä Saalisnäytteet, harmaanieriä Saalisnäytteet, järvilohi Saalisnäytteet, harjus Saalisnäytteet, hauki Saalisnäytteet, made Ei saalisnäytteitä: ahven, mutu, kymmenpiikki, kolmipiikki	*+1980-(2000) *+1987-(2000) *+1990-(2000) *+1993-(2000) *+1984-(2000) *+1979-(2000) *+1979-(2000) 1980-(2000) *+1977-(2000) -2000 -2000	30 000 35 000 3 000 200 4 000 2 000 2 000 100 700 100 30	v.1992 puuttuu 200 vuosia välistä puuttuu
Kalakantojen runsaus, koko	Populaatioanalyysi (VPA) Pohjasiika (tärkein siikamuodoista) Muikku Reeska	1980-1999 1987-1998 1990-1998		v.1992 puuttuu

## 4.5. Kirjallisuus

- Appelberg, M., Bergquist, B.C. & Degerman, E. 2000. Using fish to assess environmental disturbance of Swedish lakes and streams – a preliminary approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27, s. 311-315.
- Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6, s. 21-27.
- Marttunen, M., Hellsten, S., Huttula, E., Nenonen, M-L., Järvinen, E., Salonen, E., Palomäki, R., Huru, H. & Bergman, T. 1997. Inarijärven tila, käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät. *Suomen ympäristö* 58. 197s.
- Minns, C.K., Cairns, V.W., Randall, R.G. & Moore, J.E. 1994. An index of biotic integrity (IBI) for fisheries assemblages in the littoral zone of the Great Lakes areas of concern. *Can. J. Aquat. Sci.* 51, s. 1804-1822.
- Mutenia, A. & Ahvonen, A. 1991. Inarijärven verkkosarjakoekalastukset vuosina 1968-1986. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. *Kalastus- ja Fiskundersökningar* 22, s. 71-98.
- Raitaniemi, J. Rask, M. & Lappalainen A. 2001. Kalayhteisörakenne vesistöjen ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa. *Kala- ja riistaraportteja* 222, s. 1-7.
- Salonen, E. 1998. The vendace stock and fisheries in Lake Inari. *Boreal Environment Research*. 3: 307-319.
- Salonen, E., Maunu, A., Heinimaa, S., Pukkila, H., Mutenia, A. 2000. Säännöstellyn Inarijärven ja sen sivuvesistöjen kalataloudellinen velvoitetarkkailu - Toimintakertomus vuodelta 1999. *Kala- ja riistaraportteja* 188. 46 s. + liites.
- Stauffer, J.G., Goldstein, R.M. & Newman, R.M. 2000. Relationship of wooded riparian zones and runoff potential to fish community composition in aquacultural streams. *Can. J. Aquat. Sci.* 57, s. 307-316.
- Toivonen, J. 1966. Lausunto veden säännöstelyn vaikutuksista Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. 72 s. (Moniste).
- Toivonen, J. 1972. Vedensäännöstelyn vaikutus Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen. Täydentävä lausunto. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. 28 s. (Moniste).
- Tuunainen, O., Kyrö, J., Jomppanen, H. & Guttorm, J. 1979. Lausunto veden säännöstelyn Inarijärven sivuvesistöjen kalataloudellisista muutoksista ja säännöstelyn osuudesta niihin. Helsinki. Vesihallitus. Moniste.